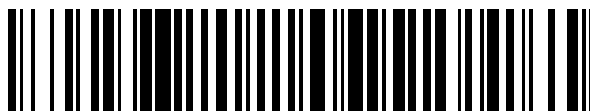


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 802 850**

51 Int. Cl.:

G05B 19/418 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

B21D 43/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2013 PCT/CH2013/000181**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.05.2014 WO14063262**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2013 E 13783829 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 2909684**

54 Título: **Método y disposición para generar y probar trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas en una prensa con varias estaciones**

30 Prioridad:

22.10.2012 CH 20682012

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

21.01.2021

73 Titular/es:

**GÜDEL GROUP AG (100.0%)
Gaswerkstrasse 26
4900 Langenthal, CH**

72 Inventor/es:

SCHÄR, DOMINIQUE

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 802 850 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y disposición para generar y probar trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas en una prensa con varias estaciones

5 **Ámbito técnico**

(0001) La invención hace referencia a un método y una disposición para generar y probar trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas en una prensa de múltiples estaciones. La invención hace referencia además a un software para implementar el método.

10 **Técnica anterior**

(0002) Hoy en día, las prensas multi-estaciones, es decir, las disposiciones de, al menos, dos prensas dispuestas en sucesión de tal modo que las piezas de trabajo trabajadas por la primera de las prensas puedan ser transferidas a la segunda prensa (directamente o empleando una estación intermedia) son usadas ampliamente en una variedad de aplicaciones, tales como, por ejemplo, el conformado de chapas para la producción de carcasas de coches. A continuación, la "prensa multi-estación" se entiende que incluye prensas en tándem, líneas de prensa, etc.

(0003) Usualmente, la transferencia de las piezas de trabajo desde una estación de prensa a la próxima se realiza mediante dispositivos de transferencia automáticos. El rendimiento de una prensa multi-estación no se define solamente por la velocidad de las estaciones de la prensa (por ejemplo, las carreras de prensa por minuto), sino también por la eficiencia de la deposición y la retirada de las piezas de trabajo y el transporte de las piezas de trabajo entre las prensas. Técnicamente, está disponible un número grande de diferentes sistemas para trasportar piezas de trabajo de estación a estación, teniendo diferentes cinemáticas que incluyen, por ejemplo, ejes lineales y/o ejes basculantes. Un ejemplo de muchos está descrito en el documento WO 2005/051563 A1 (Güdel Group AG). Se pueden conseguir en principio velocidades de transporte muy elevadas, si se elige el sistema apropiado.

(0004) El documento US 2008/109105 A1 (Müller Weingarten) hace referencia a un método para optimizar el desplazamiento de piezas de trabajo en prensas de transferencia, en la cual se pueden extraer conclusiones respecto a la libertad de movimiento, el número de carreras por minuto y los datos de programa para el control de máquina de herramientas específicas, mediante la manipulación de una curva de desplazamiento en un mapa de la prensa de transferencia. La curva de desplazamiento es definida por puntos de soporte que pueden ser variados interactivamente. La generación de la curva de desplazamiento está basada en datos de máquina independientes de herramienta (tales como la geometría de la prensa y el sistema de transferencia o leyes de movimiento), en datos dependientes de herramienta (por ejemplo, la geometría CAD de las herramientas de la prensa) y resultados de computación (por ejemplo, bandas de tolerancia que tienen que ser tenidas en cuenta). El resultado se muestra directamente en el modelo de prensa 3D, el usuario puede manipular entonces las posiciones del punto de soporte, que conduce a una generación inmediata de una pista actualizada. Todos los componentes son comprobados unos contra otros para la colisión.

(0005) El documento US 6,662,067 B1 (Ford) hace referencia a una metodología basada en ordenador que permite a los ingenieros de fabricación seleccionar los parámetros de configuración del movimiento que optimizan el índice de producción y la vida del equipo de fabricación. El método analítico propuesto permite generar adecuadamente y rápidamente parámetros de trayectos de movimiento óptimos para dispositivos de transferencia de parte programable y evaluar la estabilidad dinámica de la parte durante semejante transferencia de movimiento. El método incluye un modelo de cinemática matemático analítico/de regresión no lineal para transferir paneles de estampación y herramientas asociadas. Se inicia con un primer conjunto seleccionado de parámetros de movimiento; y entonces, el modelo se resuelve de modo iterativo para determinar una velocidad permisiva máxima para el trayecto de movimiento, así como para determinar otros parámetros de movimiento óptimos. Los perfiles de movimiento de los ejes son divididos en vuelos de movimiento y segmentos de permanencia (escalas) con destinos asociados y correspondientes ángulos de llegadas. Las posiciones y ángulos están programados mediante un HMI. El resultado puede ser mostrado visualmente.

(0006) Sin embargo, los dispositivos versátiles de hoy día y de rápido transporte a menudo proporcionan mucha libertad para elegir la trayectoria para transportar la pieza de trabajo desde una estación a la siguiente. A continuación, el término "trayectoria" se entiende como un trayecto de un objeto a través del espacio como una función de tiempo. No sólo incluye la geometría del trayecto, sino que también incluye la posición del objeto a lo largo del trayecto como una función de tiempo. Las trayectorias discutidas en este documento están cerradas, es decir, pasan a través del mismo trayecto usualmente repetidamente.

(0007) La libertad de elegir la trayectoria permite optimizar la operación de la prensa multi-estación. Sin embargo, no es una tarea simple el definir la trayectoria de manera que se consiga un rendimiento elevado o incluso óptimo del sistema completo. Si al usuario se le suministran posibilidades limitadas para influenciar la trayectoria, lo cual puede significar que la trayectoria óptima no puede ser generada en ningún caso, o los parámetros a ser definidos son tantos que la parametrización de las cantidades de trayectorias a una tarea compleja y larga que puede ser manejada sólo por usuarios muy experimentados y que suponen muchos intentos y errores.

Resumen de la invención

(0008) Es, por ello, el objeto de la invención la creación de un método, que pertenezca al ámbito técnico inicialmente mencionado, que facilite la determinación de las trayectorias de transporte de piezas de trabajo que permitan un rendimiento elevado.

(0009) La solución de la invención se especifica por las características de la reivindicación 1ª. Según la invención, el método para generar y probar trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas en una prensa de estación múltiple comprende los pasos de

- a) proveer un conjunto de condiciones para las trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas, comprendiendo las condiciones, al menos, las posiciones de recogida y depósito para una pieza de trabajo en una multitud de estaciones de la prensa de estación múltiple;
- b) proveer propiedades de máquina de la multitud de estaciones y de, al menos, un dispositivo de transferencia para transportar la pieza de trabajo desde la primera de la multitud de estaciones a una segunda de la multitud de estaciones;
- c) proveer información sobre una trayectoria de transporte de pieza de trabajo candidata, incluyendo la selección de un modelo de trayectoria desde un número de modelos de trayectorias disponibles;
- d) simular la multitud de estaciones y, al menos, un dispositivo de transferencia basado en la información provista para determinar si la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata se ajusta a los parámetros de máquina provistos;
- e) mostrar el resultado de la determinación.

(0010) Las propiedades de la máquina incluyen varios parámetros de las estaciones y el dispositivo de transferencia de la prensa de la estación múltiple, tales como una o varias de las siguientes:

- a) velocidades máximas de máquina y/o ejes geométricos del sistema de transporte;
- b) aceleraciones máximas de máquina y/o ejes geométricos del sistema de transporte;
- c) velocidades máximas de una pieza de trabajo transportada por el dispositivo de transferencia;
- e) un índice de carrera de prensa de la multitud de estaciones.

(0011) En general, las condiciones de las trayectorias, tales como las posiciones de recogida y depósito se proporcionan por la configuración general de la prensa de estación múltiple, el dispositivo de transferencia, la pieza de trabajo y las herramientas de prensa. Permaneciendo grados de libertad en la definición de la trayectoria del transporte de la pieza de trabajo, ésta puede ser influenciada por el usuario (y/o el sistema que lleva a cabo el método), para optimizar la trayectoria respecto al rendimiento, el desgaste mínimo de componentes, etc. Hay que tener en cuenta que el mismo parámetro puede ser una limitación en la trayectoria en un caso en el que es un grado de libertad que puede ser variada por el usuario cuando se provee información en una trayectoria candidata en otro caso que, por ejemplo, emplea otro dispositivo de transferencia, otra pieza de trabajo o estaciones de prensa con adicionales grados de libertad. Otras condiciones o grados de libertad pueden incluir, por ejemplo, una posición nula de la pieza de trabajo u otros parámetros descritos en más detalle abajo.

(0012) Generalmente, las condiciones, los grados de libertad para definir la trayectoria y la trayectoria candidata en sí misma incluyen información sobre cualquiera de los ejes de máquina y/o ejes geométricos que contribuye al transporte de la pieza de trabajo, es decir, una trayectoria puede ser, por ejemplo, definida por una sucesión (temporal) de configuraciones de posiciones de una multitud de ejes.

(0013) Se entiende que una trayectoria conforma parámetros con la máquina provista, si es físicamente posible transportar la pieza de trabajo a lo largo de la trayectoria, es decir, sin colisiones entre la pieza de trabajo transportada y las herramientas de la prensa o piezas de trabajo contiguas, y si ciertos límites de los componentes de los elementos de la prensa multi-estación y el dispositivo de transferencia no se exceden (tales como velocidades máximas, aceleraciones, momentos, etc.). En principio, la simulación de la multitud de estaciones y de, al menos, un dispositivo de transferencia incluye todas las acciones de estos componentes que son relevantes para determinar si la trayectoria candidata conforma parámetros con la máquina. Como ejemplo, en el contexto de la simulación, la posición, la velocidad, la aceleración y otros parámetros relevantes para los componentes relevantes de la pieza de trabajo, estaciones y dispositivo de transferencia son determinados para una sucesión de un momento determinado, esencialmente, cubriendo el ciclo repetido. Para cada uno de estos momentos determinados se comprueba si hay un conflicto entre dos o más de estos componentes y si se exceden límites (superiores y/o inferiores) respecto a la posición, velocidad, aceleración u otros parámetros relevantes.

(0014) El mostrar el resultado de la determinación puede incluir métodos tales como resultados de texto y/o gráfico en una pantalla, impresión en papel, salida de voz o usando cualquier otro método disponible para convertir la información para un usuario humano. En la ejecución más simple, la salida es binaria, es decir, si la trayectoria de la pieza de trabajo candidata conforma parámetros con la máquina o no. Sin embargo, usualmente, es ventajoso proveer una salida más comprensiva, facilitando la creación de una trayectoria candidata mejorada.

(0015) El método de la invención permite facilitar la generación y la prueba de trayectorias candidatas. Se simplifica y hace más eficiente el proceso de optimizarla trayectoria del transporte de la pieza de trabajo, mediante la inclusión de consideraciones técnicas relativas a la construcción de la prensa de estación múltiple y del dispositivo de transferencia en el método de determinación de las trayectorias de transporte de piezas de trabajo.

(0016) El método puede incluir otro paso de exportación de los datos relativos a una trayectoria elegida considerada adecuada para la tarea propuesta. Los datos exportados pueden ser usados para controlar la prensa de estación múltiple y/o para transportar dispositivos de la misma. Además, el método puede ser llevado a cabo directamente en el controlador de una prensa de estaciones múltiples o de un sistema de transporte, de manera que los datos en la trayectoria elegida pueden ser usados inmediatamente para controlar el respectivo sistema.

(0017) El método puede ser realizado usando software que comprende partes de códigos de software para implementar el método de la invención. En principio, el software puede ser puesto en marcha en un ordenador personal para todas las finalidades, sobre un hardware dedicado, tal como, en especial, el controlador de prensa de la estación múltiple, o en otro equipo adecuado.

(0018) Correspondientemente, la invención abarca además una disposición o sistema según la reivindicación 13^a, comprendiendo una prensa de estación múltiple, al menos, un dispositivo de transferencia para reimportar la pieza de trabajo, en la cual el controlador es adaptado para aceptar y almacenar un conjunto de condiciones para las trayectorias de transporte de la pieza de trabajo, comprendiendo las condiciones, al menos, las posiciones de recogida y depósito para la pieza de trabajo en una multitud de estaciones de la prensa de la estación múltiple, en la cual el controlador está adaptado para aceptar y almacenar propiedades de la máquina de la multitud de estaciones y de, al menos, un dispositivo de transferencia, en el cual las propiedades de la máquina incluyen parámetros de la multitud de estaciones y de, al menos, un dispositivo de transferencia, en el cual el controlador está adaptado para aceptar y almacenar información sobre una trayectoria de transporte de pieza de trabajo candidata, incluyendo una elección de un modelo de trayectoria a partir de un número de modelos de trayectorias disponibles, en la cual el controlador está adaptado para simular la multitud de estaciones y, al menos, un dispositivo de transferencia basado en la información almacenada para determinar si la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata conforma parámetros con la máquina almacenada; y si la disposición comprende medios para mostrar el resultado de la determinación.

(0019) Preferiblemente, el método comprende otro paso de proveer información en una geometría de herramienta de prensa de la multitud de estaciones y/o una geometría de pieza de trabajo, en la cual el paso de la simulación incluye una determinación de si la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata se conforma con la herramienta de prensa provista y/o geometría de la pieza de trabajo.

(0020) Esto permite la comprobación automática de la conformación, teniendo en cuenta la pieza de trabajo real que será procesada (si es necesario, también se tendrán en cuenta las modificaciones de la figura de la pieza de trabajo efectuada por las prensas precedentes).

(0021) Alternativamente o adicionalmente, se provee la información sobre la herramienta de la prensa y/o la geometría de la pieza de trabajo, y el trayecto correspondiente a la trayectoria de la pieza de trabajo candidata se muestra junto con la extensión de la herramienta de la prensa y/o la pieza de trabajo en una representación gráfica. Esto permite la comprobación visual de si hay un conflicto entre la pieza de trabajo y la herramienta de la prensa cuando se elige la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata. En este caso, el trayecto de la pieza de trabajo se muestra preferiblemente en las coordenadas de la herramienta movida de la prensa (por ejemplo, usualmente, en la barra superior). Haciendo esto, la extensión de la pieza de trabajo es un área estática de la representación gráfica y se pueden detectar conflictos con el trayecto fácilmente, en una primera vista.

(0022) Las trayectorias de transporte de la pieza de trabajo y la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata son parametrizadas por una multitud de posiciones de una multitud de ejes como una función en un parámetro de ángulo. Usualmente, el dispositivo de transporte para transportar la pieza de trabajo presenta un número de ejes de dispositivo que son controlados por un sistema de control correspondiente (por ejemplo, controlador PLC ó NC). Estos ejes de dispositivo (por ejemplo, posiciones de accionamiento) hacen referencia a ciertos ejes geométricos (por ejemplo, posición XYZ de un determinado punto de referencia de la pieza de trabajo de la pinza de la pieza de trabajo, rotaciones). Debido a la naturaleza cerrada de la trayectoria, todos estos ejes se expresan en coordenadas que tienen relación con el ciclo de la operación de la prensa. Usualmente, un ciclo entero es dividido en 360° y las posiciones de los ejes de la prensa y del dispositivo de transporte se expresan en las coordenadas del ángulo correspondiente. Esto hace más fácil relacionar la operación del dispositivo de transporte a aquella de las prensas contiguas.

(0023) Las trayectorias de transporte de la pieza de trabajo y la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata son divididas en una multitud de segmentos, cada uno de los segmentos incluyendo las posiciones de ejes para un ámbito continuo de valores del parámetro de ángulo. Los segmentos hacen más fácil trabajar con las trayectorias como se explicó más abajo. Preferiblemente, para cada eje, la trayectoria de este eje en un segmento dado es representada generalmente por una función continua que asigna la posición del eje a cualquier valor del parámetro de ángulo en el ámbito mencionado.

(0024) Ventajosamente, un primero de los segmentos hace referencia a la descarga de una pieza de trabajo desde una posición de recogida y un segundo de los segmentos hace referencia a la carga de una pieza de trabajo en una posición de deposición. Esto permite desacoplar las fases de carga y descarga, donde es posible la interferencia con las prensas de cada una y posiblemente, de otras fases del transporte de la pieza de trabajo.

(0025) A este respecto, es preferible tener, al menos, un tercer segmento que conecte un extremo del primer segmento al inicio del segundo segmento, y al menos, un cuarto segmento que conecta un extremo del segundo segmento a un inicio del primer segmento. Esto proporciona grados de libertad para ajustar la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo, para optimizar el proceso de transporte.

(0026) Estas medidas permiten desacoplar el lado de carga del lado de descarga. Otros segmentos son posibles, por ejemplo, para separar la fase de movimiento adentro de la fase de movimiento afuera de la carga y descarga, respectivamente, o para proporcionar aún otros grados de libertad.

(0027) La información sobre la trayectoria de transporte de pieza de trabajo candidata comprende, al menos, un parámetro de cambio, en el cual el parámetro de cambio hace referencia a una neutralización temporal de, al menos, un segmento de la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata. Esto significa que un segmento o un grupo de segmentos conectados pueden ser retrasados o adelantados respecto a la acción de las prensas contiguas. Si es necesario, los segmentos contiguos son adaptados de tal modo que no hay discontinuidades o carreras en la transición entre los segmentos cambiados y los segmentos no cambiados.

(0028) Un segmento que incluye las posiciones de ejes de una multitud de ejes, el cambio afecta, en particular, a una multitud de ejes simultáneamente, es decir, el trayecto de la pieza de trabajo permanece inalterado, pero la posición de la pieza de trabajo en el trayecto, como una función de tiempo, será influenciada.

(0029) Ventajosamente, al menos, un parámetro de cambio comprende un parámetro de cambio de descarga y un parámetro de cambio de carga para retrasar o adelantar una ejecución a través de un segmento de descarga o un segmento de carga, respectivamente. Usando estos parámetros de cambio, el usuario es capaz de controlar específicamente la fase de carga y/o la fase de descarga del transporte de la pieza de trabajo para evitar colisiones con las herramientas de la prensa.

(0030) El cambio, entre otras cosas, permite desacoplar la trayectoria respecto a colisiones con la barra inferior y la barra superior, respectivamente.

(0031) Ventajosamente, al menos, un parámetro de cambio comprende un parámetro de cambio de movimiento general para retrasar o adelantar una ejecución a través de una sucesión completa de segmentos que constituyen la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata. Esto permite, entre otras cosas, adaptar la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo a la acción de las prensas contiguas, es decir, para sincronizar el dispositivo de transferencia con la estación de prensa precedente y/o subsecuente.

(0032) Preferiblemente, la multitud de segmentos comprende, al menos, un segmento de velocidad a velocidad, estando predeterminadas al inicio y al final del segmento y no cero. El hecho de no ser necesario que la velocidad en un segmento sea cero en las transiciones con los segmentos contiguos proporciona adicionales grados de libertad y permite optimizar la trayectoria con respecto al rendimiento. Como se mencionó más abajo, tipos adicionales de segmentos son posibles.

(0033) La información sobre la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata comprende un parámetro de escalamiento de movimiento, en el cual el parámetro de escalamiento de movimiento es un factor de escalamiento para escalar proporcionalmente un inicio y una parada de segmentos en parámetros de ángulo. De nuevo, influenciando la multitud de ejes de los segmentos similares, el escalamiento de los segmentos no tendrá influencia en el trayecto de la pieza de trabajo, pero la posición de la pieza de trabajo en el trayecto será influenciada como una función de tiempo.

(0034) Esto permite, entre otras cosas, el desacoplamiento de la velocidad del alimentador desde la velocidad de línea.

(0035) El escalamiento de movimiento puede afectar a un único segmento, a varios o a todos los segmentos. Además, es posible tener más de un parámetro de escalamiento, afectando los parámetros diferentes a segmentos diferentes o a configuraciones de segmentos diferentes, respectivamente. Preferiblemente, el escalamiento de movimiento se aplica de tal modo que los cambios relativos de los segmentos contiguos a el/los segmento/s escalado/s no necesitan ser ajustados, independientemente del parámetro de escalamiento. Haciendo esto, la interferencia del dispositivo de transporte y la prensa no son influenciadas, siempre que los segmentos correspondientes no sean afectados directamente por el escalamiento de movimiento.

(0036) Según la invención, la información de la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata comprende un conjunto de información y valores de movimiento de parámetros de ángulo relativos a transiciones entre los segmentos contiguos de un conjunto de segmentos de un modelo de trayectoria, comprendiendo la información de movimiento, al menos, información de velocidad, incluyendo la información de velocidad una

velocidad predeterminada para la transición entre dos segmentos contiguos.

(0037) En particular, el método permite introducir información a diferentes niveles:

- 5 1. condiciones básicas, cambios y escalamiento,
2. transiciones de segmento,
- 10 3. detalles de los propios segmentos.

(0038) La elección entre niveles de diferentes complejidades permiten obtener resultados óptimos debido a la facilidad de uso sin compromiso de la ejecución. El nivel de complejidad se reduce a la opción del usuario. En principio, en una primera fase, las características principales de una trayectoria pueden ser determinadas mediante la provisión de la información requerida en el nivel más simple, es decir, en el nivel 1, y los niveles más altos son empleados en una segunda fase para optimizar aún más la trayectoria. Dependiendo de su experiencia, el usuario puede decidir no usar el nivel 3 en absoluto.

(0039) Preferiblemente, el modelo de trayectoria comprende una multitud de segmentos elegidos a partir de los siguientes tipos de segmentos:

- 20 a) paralización a paralización;
- b) paralización a velocidad;
- 25 c) velocidad a paralización;
- d) velocidad a velocidad;
- 30 e) paralización a paralización con velocidad limitada.

(0040) La elección entre estos tipos de segmentos permite definir de forma precisa una trayectoria de transporte de pieza de trabajo. Otros tipos de segmentos son posibles.

(0041) Preferiblemente, el modelo de trayectoria comprende un primer tipo de segmento, la trayectoria del cual se parametriza por un polinomio de primer orden, y un segundo tipo de segmento, la trayectoria del cual se parametriza por un polinomio de segundo orden, siendo el primer orden diferente del segundo orden. Órdenes adecuados son, por ejemplo, el 5º y el 7º orden. Polinomios del 5º orden son conocidos por ser adecuados para modelar partes de trayectos de transporte de piezas de trabajo. El uso de polinomios de un orden más alto proporciona grados adicionales de libertad, y de este modo, posibilidades adicionales cuando se parametriza una trayectoria.

(0042) En lugar de o adicionalmente a los polinomios, los segmentos pueden ser definidos por otras funciones, tales como, por ejemplo, diferentes tipos de funciones "spline" o seno. Es posible tener una trayectoria que se componga de un número de segmentos basados en diferentes tipos de funciones, que permitan incrementar los grados de libertad. Las diferentes configuraciones de modelos de trayectorias pueden estar disponibles para los usuarios que tengan diferentes niveles de experiencia.

(0043) Hay que tener en cuenta que una trayectoria puede incluir segmentos de diferentes tipos, incluso para la parametrización del mismo eje. Siempre que la transición entre segmentos contiguos sea suave, la combinación de, por ejemplo, segmentos polinomiales de diferentes órdenes y/o segmentos de función "spline" o seno no causa problemas dentro del contexto de la invención.

(0044) Además, es posible tener segmentos que no sean simétricos en el tiempo respecto a la aceleración y deceleración. En particular, esto permite tener en cuenta, específicamente, la influencia de la gravedad dentro de segmentos individuales.

(0045) Preferiblemente, la información sobre la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata comprende una carrera de movimiento adentro y/o una carrera de movimiento afuera de un trayecto de descarga y/o un trayecto de carga. Esto permite ajustar fácilmente la trayectoria en la proximidad de la recogida o el depósito de una pieza de trabajo, dependiente de la herramienta de la prensa y de la geometría de la pieza de trabajo, sin que hay manipulación con las secciones contiguas de la trayectoria de la pieza de trabajo.

(0046) Al menos, una de la multitud de estaciones es una servo-prensa, en la cual las propiedades de la máquina de la multitud de estaciones comprenden información sobre una velocidad, aceleración máxima, y/o una fuerza máxima permitida en la servo-prensa y preferiblemente información sobre una consumición de potencia máxima permitida para la servo-prensa.

(0047) Las servo-prensas proporcionan grados de libertad adicionales, que consisten en que los movimientos del

deslizador de la prensa pueden ser controlados en mucho más detalle que aquéllos de las prensas convencionales. En principio, estos grados de libertad adicionales pueden ser explotados cuando se optimiza la ejecución del sistema completo. Sin embargo, al mismo tiempo, la complejidad de la tarea también aumenta considerablemente. Correspondientemente, el método ayuda al usuario a determinar no sólo el transporte de la pieza de trabajo, sino también la trayectoria de la servo-prensa, es decir, el movimiento del deslizador de prensa.

(0048) Correspondientemente, el método comprende el paso de proporcionar información sobre una trayectoria de servo-prensa candidata, en la que la simulación de la multitud de estaciones y de, al menos, un dispositivo de transferencia incluye una simulación de la servo-prensa operada según la trayectoria de servo-prensa candidata proporcionada.

(0049) Preferiblemente, la información sobre la trayectoria de servo-prensa candidata comprende, al menos, una de las siguientes:

- a) una altura de embutición profunda;
- b) un perfil de velocidad de embutición profunda;
- c) un perfil de energía de embutición profunda.

(0050) Usualmente, estos parámetros están predeterminados, basado en el paso de procesamiento aplicado a la pieza de trabajo, es decir, estos parámetros hacen referencia a condiciones básicas que deberían cumplirse para cualquiera de las trayectorias de servo-prensa candidatas.

(0051) Preferiblemente, la simulación de la multitud de estaciones y de, al menos, un dispositivo de transferencia incluye una simulación de un modelo dinámico de la servo-prensa, teniendo en cuenta las masas que se mueven y correspondiendo la inercia y una velocidad de deslizador máxima.

(0052) Esto asegura que la pieza de trabajo resultante y las trayectorias de servo-prensa cumplan con los requisitos relacionados con ciertos límites de los componentes de la servo-prensa, la pieza de trabajo y el dispositivo de transferencia (tales como velocidades máximas, aceleraciones, momentos, etc.) y que no se produzcan colisiones entre los elementos.

(0053) Preferiblemente, la simulación de la multitud de estaciones y de, al menos, un dispositivo de transferencia incluye una simulación de un modelo eléctrico de la servo-prensa, teniendo en cuenta una velocidad de motor máxima, un par máximo, una corriente máxima y/o una consumición de potencia. Esto permite tener en cuenta no sólo las consideraciones mecánicas, sino también consideraciones con respecto a la consumición de potencia y a los límites eléctricos del motor de la servo-prensa. Además, como se describió más abajo, esto permite un control más preciso de la servo-prensa concreta.

(0054) La información sobre la trayectoria de la servo-prensa candidata comprende, al menos, un parámetro para ajustar la trayectoria de la servo-prensa candidata, en la cual el parámetro afecta a la trayectoria de tal modo que un perfil de velocidad de embutición profunda permanece inalterado. Esto permite definir el perfil de velocidad de embutición profunda más apropiado en un primer paso, por ejemplo, mediante la definición de correspondientes segmentos de la trayectoria de la prensa. Los grados de libertad que quedan pueden ser explotados entonces en un segundo paso, mediante la variación de, al menos, un parámetro, para optimizar el rendimiento de la estación y los alimentadores asociados y/o la prensa de estación múltiple completa.

(0055) Preferiblemente, la simulación de la multitud de estaciones y de, al menos, un dispositivo de transferencia comprende una simulación de la gestión de la energía que incluye la multitud de estaciones y/o, al menos, un dispositivo de transferencia.

(0056) La consumición de energía de los dispositivos de transferencia y las prensas varían enormemente a lo largo del respectivo ciclo de prensa. Correspondientemente, si dos o más dispositivos de transferencia y/o prensas de una prensa de estación múltiple están a su máximo de potencia al mismo tiempo, la carga de potencia de la prensa de estación múltiple aumenta considerablemente. Para limitar la potencia eléctrica máxima que tiene que ser suministrada a la prensa de estación múltiple, es por ello necesario gestionar la consumición de energía de la multitud de prensas y/o de los dispositivos de transferencia. Este proceso puede ser apoyado por la simulación de la gestión de la energía basada en las propiedades proporcionadas de las prensas y/o de los dispositivos de transferencia.

(0057) Preferiblemente, la prensa de la estación múltiple comprende una multitud de servo-prensas y la simulación de la gestión de la energía incluye la multitud de servo-prensas.

(0058) Alternativamente, la simulación de la gestión de energía incluye prensas mecánicas estándar o prensas hidráulicas o está limitada a los dispositivos de transferencia.

(0059) Preferiblemente, el método comprende el paso de generar una progresión de valores actuales para

controlar la operación de la servo-prensa, basado en la simulación de la servo-prensa, y preferiblemente, al menos, un dispositivo de transferencia. Estos valores actuales pueden ser alimentados al controlador de la prensa de estación múltiple o al controlador de la servo-prensa dada, respectivamente. Esto permitirá el control preciso de la servo-prensa con una necesidad reducida de correcciones que usualmente son necesarias cuando la posición del deslizador está controlado basado exclusivamente en una retroalimentación de posición.

(0060) Preferiblemente, el método comprende el paso de desarrollar un proceso de optimización para la determinación de una trayectoria de transporte de la pieza de trabajo minimizando una tensión total en la multitud de estaciones y en, al menos, un dispositivo de transferencia. Esta optimización es posible adicionalmente a una optimización para el rendimiento, si existen aún adicionales grados de libertad. Estos grados adicionales de libertad pueden ser provistos mediante el empleo de servo-prensas o dispositivos de transferencia con ejes adicionales y/o mediante la introducción de segmentos adicionales o segmentos de un orden superior para la parametrización de la pieza de trabajo y/o de la trayectoria de la servo-prensa.

(0061) El proceso de optimización puede incluir una optimización numérica de los parámetros restantes para alcanzar el mínimo o máximo de una función de coste o función de utilidad, respectivamente.

(0062) Otras configuraciones ventajosas y combinaciones de características se extraen de la descripción detallada de abajo y la totalidad de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

(0063) Los dibujos usados para explicar las configuraciones muestran:

- Fig. 1 una representación esquemática de un trayecto de transporte de pieza de trabajo desde una primera prensa a una segunda prensa;
- Fig. 2 la configuración general de una interfaz de usuario gráfica de un software para la ejecución de un método de invención;
- Fig. 3 la ventana del "Grupo de herramienta" (en inglés: "ToolGroup") de la interfaz del usuario gráfica;
- Fig. 4 el dialogo para seleccionar un nuevo modelo;
- Fig. 5 la región de la "Especificación de Movimiento" (en inglés: "MotionSpec") de la interfaz de usuario gráfica;
- Fig. 6 el efecto de ajustar la elevación vertical;
- Fig. 7, 8 el formulario para ajustar el movimiento del eje basculante y el efecto de ajustes de pruebas;
- Fig. 9 la composición del trayecto de la pieza de trabajo, indicando los segmentos del eje A;
- Fig. 10 la parte del formulario "Especificación de Movimiento" (en inglés: "MotionSpec") relativa a los cambios;
- Fig. 11 los efectos de aplicar un cambio positivo a la parte de carga;
- Fig. 12 el efecto de la ejecución de un modelo de la mitad de la velocidad en la velocidad de los ejes;
- Fig. 13 el efecto de la ejecución de un modelo a la mitad de la velocidad en la aceleración de los ejes;
- Fig. 14 el efecto de la aplicación de un factor de escalamiento;
- Fig. 15 el efecto de la aplicación de un efecto de escalamiento sobre la velocidad de los ejes;
- Fig. 16 el diálogo de generación del modelo;
- Fig. 17 los efectos del ajuste de la carrera vertical;
- Fig. 18 una definición del segmento de la muestra;
- Fig. 19 el formulario de "Límites e Interferencia" (en inglés: "Limits & Interference")
- Fig. 20 los gráficos mostrando la interferencia con la barra superior y la distancia con el dispositivo de transferencia contiguo;
- Fig. 21-24 muestras de gráficos disponibles;
- Fig. 25 un diagrama representando la carrera de la prensa de una servo-prensa y las condiciones impuestas;
- Fig. 26 dos carreras de prensas diferentes relativas a diferentes alturas de embutición profunda;
- Fig. 27 dos carreras de prensas diferentes relativas a las velocidades de la operación de la prensa de estación múltiple; y
- Fig. 28 la consumición de potencia simulada de dos dispositivos de transferencia.

(0064) En las Figuras, a los mismos componentes se les asignan los mismos símbolos de referencia.

Configuraciones preferibles

(0065) Los siguientes símbolos y abreviaturas se usan en este documento:

Fig.	Dibujos designados	Figura
Tab.	Tablas designadas	Tabla
TCP	Punto de centro de herramienta	El centro de la barra
TG	Grupo de herramienta	La fórmula (todas las propiedades) para producir una parte determinada
MotionSpec	Especificación de movimiento	Las propiedades de movimiento para una

	MotionTemplate	Modelo de movimiento	transferencia (roboBeam/roboFeeder)
	UL	Descarga	La base de un movimiento de transferencia
	LO	Carga	La sección de descarga del movimiento
5	UL-IN	Lado de descarga, movimiento adentro	La sección de carga del movimiento
			Sección de movimiento: movimiento adentro de la posición de descarga
	UL-OUT	Lado de descarga, movimiento afuera	Sección de movimiento: movimiento afuera de la posición de descarga
	LO-IN	Lado de carga, movimiento adentro	Sección de movimiento: movimiento adentro de la posición de carga
10	LO-OUT	Lado de carga, movimiento afuera	Sección de movimiento: movimiento afuera de la posición de carga

(0066) La Figura 1 es una representación esquemática de un trayecto de transporte de la pieza de trabajo (3) desde una primera prensa (1) (izquierda) a una segunda prensa (2) (derecha): Una pieza de trabajo está descargada desde la primera prensa (1), transportada por el dispositivo de transporte a la segunda prensa (2) y cargada a la segunda prensa (2). El trayecto (3) puede ser dividido en una sección de descarga (3a), una sección de carga (3b) y dos secciones intermedias (3c, 3d) conectando las dos secciones mencionadas anteriormente, como se muestra en el sistema de referencia de la barra inferior (estacionaria). En la parte inferior de la Fig. 1 se muestra la sección de descarga (3a) en el sistema de referencia de la barra superior (movida) (1a) de la primera prensa (1). Este es un sistema de referencia que es adecuado para estudiar los conflictos potenciales de la pieza de trabajo con la barra movida.

(0067) La Figura 2 representa la configuración general de una interfaz de usuario gráfica (10) de un software para la ejecución de un método de invención. La pantalla está dividida en una barra de menú (11), un formulario de "Especificación de Movimiento" (12), un selector de artículo (13), un formulario de "Límites e Interferencia" (14), así como una sección (15) para mostrar los gráficos, tales como gráficos que muestran la posición de cierto dispositivo y/o ejes geométricos en coordenadas de ángulos. La disposición de los formularios como se muestra en la Figura 2 es invariable. El contenido de los formularios cambia dependiendo del Grupo de Herramienta y del artículo que se haya seleccionado, véase abajo.

(0068) La barra del menú permite acceder a dos funciones, en concreto, al "Grupo de Herramienta" y a la "Exportación". La función de "Exportación" permite exportar datos numéricos de curvas de movimiento o interferencia a archivos.

(0069) Usando el formulario del "Grupo de Herramienta", los "Grupos de Herramienta" pueden ser cargados, modificados, creados o guardados. El formulario correspondiente se abre en una ventana separada después de clicar el artículo del Grupo de Herramienta en la barra del menú. La Figura 3 muestra la ventana (20) del "Grupo de Herramienta".

(0070) Las definiciones de "Grupo de Herramienta" están almacenadas en respectivas carpetas, de modo que los "Grupos de Herramientas" pueden ser exportados al controlador de la línea de la prensa mediante el copiado de las respectivas carpetas al lugar correspondiente del sistema de archivo del controlador.

(0071) El "Grupo de Herramienta" define las propiedades de movimiento de la línea de la prensa. Las cantidades siguientes son definidas:

- nombre
- descripción
- 50 - ID
- tipo (continuo/intermitente)
- velocidad de línea (partes por minuto)

(0072) El campo más alto (21) de la ventana del Grupo de Herramienta muestra a la izquierda el ID y nombre del grupo de Herramienta real. El área derecha permite guardar y cargar un TG. El campo intermedio (22) debajo del campo más alto (21) muestra las propiedades del TG cargado realmente como aparece listado arriba. La parte inferior (23) del formulario muestra una lista de los Grupos de Herramienta disponibles. El TG puede ser cargado cliqueando doblemente sobre un TG en la lista o presionando el botón Cargar.

(0073) La interfaz permite las siguientes acciones:

- visualizar y modificar las propiedades del Grupo de Herramienta;
- cargar un Grupo de Herramienta, esto incluye la carga de la Especificación de Movimiento (MotionSpec) en todos los artículos alimentadores;
- 65 - guardar un Grupo de Herramienta en un ID existente (guardar cambios) o en un ID nuevo (crear nuevo TG)

(0074) El selector de artículo mostrado en la Fig. 2 incluye un número de botones de radio que representan los

artículos que están disponibles en la línea. En cuanto un artículo ha sido seleccionado, los formularios para la Especificación de Movimiento, Límites y Gráficos mostrarán el estado real del artículo seleccionado. Después de esto, los parámetros y propiedades relativos al artículo correspondiente estarán preparados para ser probados o modificados.

5 (0075) Dependiendo de los requisitos de cliente o aplicación, las trayectorias de transporte de las piezas de trabajo pueden ser influenciadas a tres niveles diferentes:

- 10 - primer nivel (el más alto): 25 parámetros (Especificación de Movimiento);
- segundo nivel: 25 + 30 = 55 parámetros (Especificación de Movimiento + Generación de Modelo);
- tercer nivel (el más bajo): $10 * 5 * 4 = 200$ parámetros (Definición de Segmento, Acceso Completo).

15 (0076) El formulario de la Especificación de Movimiento (12) de la Figura 2 está mostrado en más detalle en la Figura 5. La Especificación de Movimiento define los parámetros básicos del movimiento. Estos parámetros incluyen:

- 20 - Posiciones para la Descarga (UL) (3), Inicio (1) y Carga (LO) (6);
- Carreras Z dentro de 4 secciones (UL-IN 2, UL-OUT 4, LO-IN 5, LO-OUT 7);
- Definición del Eje A (valor y momento en el tiempo del inicio y del final del movimiento dentro de las 4 secciones);
- 20 - Cambios: Retraso de partes del movimiento (UL, LO) o del movimiento total (Cambio del Movimiento);
- Modelo: la elección de la base del movimiento.

25 (0077) El área de la izquierda arriba (12.1) muestra si el movimiento es válido o no. El estado representa el resumen de los límites, como se describió en más detalle abajo.

(0078) La sección intermedia (12.2) muestra el nombre del modelo que es aplicado realmente. Mediante la presión del botón Seleccionar, se puede asignar un nuevo modelo a la Especificación de Movimiento.

30 (0079) El formulario que se abre, es decir, la ventana del Indicador del Modelo (30) se muestra en la Figura 4. Éste es un listado de un número de modelos disponibles con sus características principales. El modelo puede ser aplicado cliqueando doblemente sobre el modelo en la lista o seleccionando el modelo y presionando el botón de Abrir.

35 (0080) El área principal (12.3) del formulario de la Especificación de Movimiento es dividido en un número de secciones. Éstas están asociadas a las diferentes secciones del movimiento.

40 (0081) Primeramente, para las tres posiciones Inicio (12.4), Descarga (12.5) y Carga (12.6), las coordenadas TCP están definidas, mediante la indicación de las posiciones correspondientes de los ejes Y, Z, A y B (si procede).

(0082) Además, para cada una de las cuatro secciones, UL-IN, UL-OUT, LO-IN y LO-OUT las siguientes propiedades son definidas:

- 45 - Carrera: La carrera Z define la cantidad de elevación vertical que se ejecuta en la sección respectiva. La Figura 6 muestra un ejemplo para la sección de movimiento adentro del lado de la descarga (UL-IN).
- Cantidad de inclinación y momento en el tiempo exacto del movimiento de inclinación en el eje A: Para la definición del momento en el tiempo, el punto en el tiempo para el inicio y el final del movimiento tienen que ser configurados. La definición puede ser configurada haciendo referencia a una posición TPC (Y ó Z) ó mediante grados del ángulo de la leva. El formulario para editar la definición del Eje A aparece en cuanto el área de la sección ha sido cliqueada. Se muestra en las Figuras 7 y 8. La muestra ilustrada representa los detalles de una definición del eje A en UL-OUT. Según la Figura 7, el movimiento de inclinación se inicia en cuanto se alcanza $Z = 2.3$ m.

55 (0083) Según la Figura 8, el movimiento de inclinación termina en cuanto se alcanza $Y = 1.8$ m. En la muestra mostrada (UL-OUT), el ángulo de inclinación sólo puede ser definido dentro de la definición final. El ángulo de inclinación para el inicio del movimiento ya ha sido definido por la definición del Eje A de la posición de descarga. El movimiento total del Eje A consiste en 10 segmentos (40.1...40.10 como se muestra en la Figura 9).

- 60 - Cambios: La parte del formulario de la Especificación de Movimiento (12) relativa a los cambios está mostrada en la Figura 10. Los cambios permiten ajustar el momento en el tiempo del movimiento. Los cambios de la descarga y la carga están asociados a la respectiva parte del movimiento solamente. El Cambio de Movimiento está asociado al movimiento completo, es decir, el momento en el tiempo de todas las secciones se cambia sincrónicamente. Mediante la aplicación de un valor positivo, la parte respectiva se retrasa por la cantidad específica de los grados de la leva. Si se aplica un valor negativo, el movimiento se cambia antes de tiempo. La Figura 11 muestra un ejemplo en el que un cambio positivo es aplicado a la parte de carga. Se puede observar que el movimiento (51) del eje y y el movimiento (52) del eje z están retrasados en términos del grado de la leva. Un cambio similar también se aplicará a otros ejes, tales

como los ejes basculantes.

(0084) El cambio se usa para ajustar la distancia entre dos transferencias contiguas y para optimizar la interferencia con la prensa. El cambio permite cambiar el momento en el tiempo (adelante/ retrasado) de una sección (descarga/ carga) del movimiento. El cambio se ejecuta sin ningún cambio en el trayecto con respecto a la barra inferior. El cambio puede comprender un segmento individual o un grupo de segmentos. Una transición suave desde la sección cambiada a una sección no cambiada se consigue con segmentos especiales (velocidad a velocidad).

- Escalamiento del Movimiento: los Modelos de Movimiento están diseñados para una velocidad de línea de objetivo predeterminada. Éstos pueden ser usados a esta velocidad, o a cualquier velocidad inferior que la velocidad de línea de objetivo. Si los Modelos de Movimiento son usados a una velocidad que es inferior que la velocidad de línea de objetivo, el mismo movimiento se ejecuta en un tiempo mayor. Por ello, la dinámica del movimiento está reducida. La Figura 12 muestra un diagrama de velocidad de un ejemplo, en el que un modelo 15 SPM se ejecuta a una velocidad de línea de 7.5 SPM (el tiempo del ciclo es 8 s.). Como se puede observar, la velocidad de cada eje (la velocidad (61) del eje basculante, la velocidad (62) del eje y la velocidad (63) del eje z) está a la mitad de la velocidad original. Como se puede ver por el esquema de aceleración en la Figura 13, la aceleración es un cuarto de la aceleración original (aceleración (71) del eje basculante, aceleración (72) del eje y y aceleración (73) del eje z).

(0085) El Escalamiento de Movimiento permite la separación de la Velocidad del Alimentador de la Velocidad de Línea. La cantidad de los grados de leva usados para el movimiento está escalada según un factor de escalamiento. El inicio y la finalización de los segmentos dentro de 360° de la leva están escalados proporcionalmente. Habida cuenta que todos los segmentos están escalados proporcionalmente, no hay cambio en el trayecto respecto a la barra inferior. En principio, no son necesarios ajustes de cambio. Las secciones de interferencia (descarga/ carga) se mantienen durante el escalamiento. Para retener la interferencia del dispositivo de transporte y de la pieza de trabajo con la prensa y la interferencia de dos dispositivos de transporte contiguos (o las piezas de trabajo llevadas por los mismos), se define un punto fijo en el lado de la descarga. El punto fijo se corresponde con el punto en el tiempo en que los dos dispositivos de transporte contiguos (o las piezas de trabajo llevadas por los mismos, respectivamente) se acercan más entre sí. El punto fijo se mantiene fijo en el tiempo cuando el escalamiento del movimiento es aplicado. En el contexto del escalamiento del movimiento, el cambio en el lado de carga es determinado automáticamente basado en el parámetro de escalamiento de movimiento, y la neutralización temporal en el lado de carga se ajusta correspondientemente.

(0086) El escalamiento de Movimiento permite que se haga uso de una dinámica mejorada cuando se ejecuta a una velocidad de línea más baja que la velocidad de línea de objetivo. Por defecto, el movimiento cubre casi el 360° completo de la leva y solo se emplea poco tiempo en el inicio. Aplicando un factor de escalamiento, la cantidad de grados de leva que se emplea para el movimiento puede ser disminuido, véase el esquema de aceleración de la Figura 14. Los grados de leva restantes se emplean en el inicio en paralización. Debido al hecho de que con un Factor de Escalamiento aumentado el movimiento se ejecuta en un tiempo corto, la dinámica de cada eje aumenta. Un factor de escalamiento de 1.0 se corresponde con el momento en el tiempo original. (la otra mitad se emplea en la posición de inicio). Cualquier Factor de Escalamiento por encima de 1.0, es decir, entre 1.0 y 3.0, puede ser aplicado, de manera que el máximo está normalmente limitado a la Velocidad de Objetivo dividida por la Velocidad de Línea debido al SPM cuando un Factor de Escalamiento de 2.0 es aplicado. La dinámica vuelve a su nivel original.

(0087) La motivación para aplicar el Escalamiento de Movimiento es una interferencia posible con la barra superior. Reduciendo la cantidad de grados de leva que se emplea en movimiento, el tiempo de la interferencia de la prensa (descarga y carga) se acorta respecto al movimiento de la prensa. Por ello, la distancia respecto a la barra superior mejora. Como ejemplo: un movimiento a 15 SPM muestra problemas con interferencia respecto a la barra superior. Reduciendo la Velocidad de Línea a 12 SPM, un Factor de Escalamiento de 1.25 puede ser aplicado. Esto acortará el tiempo requerido para la descarga/carga al 25% y se espera que resuelva el problema de interferencia.

(0088) Dentro del formulario de la Especificación de Movimiento están disponibles las siguientes acciones:

- ver y modificar las Propiedades de la Especificación de Movimiento;
- elegir un Modelo de Movimiento;
- cargar y guardar una Especificación de Movimiento.

(0089) El sistema descrito proporciona al usuario con otros medios adaptar la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo. Es decir, las transiciones específicas entre los diferentes segmentos de la trayectoria pueden ser ajustados. La Figura 16 permite el correspondiente diálogo de generación del modelo. Para cada Posición (Inicio, UL, LO) se definen los siguientes parámetros:

- Ángulo de Inicio: el ángulo de leva cuando la posición es alcanzada;
- Ángulo Restante: la cantidad de grados de leva que permanecen en la posición

(0090) Para cada una de las 4 secciones (UL– IN, UL– OUT, LO– IN, LO– OUT) se definen los siguientes

parámetros:

- Elevación-Z: los ángulos de leva empleados para el movimiento vertical total;
- Carrera-Z: los ángulos de leva se emplean para la parte vertical (recta) del movimiento.

(0091) La carrera-Z (81) define el retraso del inicio del Movimiento Y con respecto al inicio del Movimiento-Z, de manera que la elevación-Z (82) define el movimiento vertical total. Esto se muestra en la Figura 17.

(0092) El movimiento dentro de la prensa está optimizado dinámicamente y mantenido todo el tiempo. En cada una de las 4 secciones (UL-IN, UL-OUT, LO-IN, LO-OUT) la condición del Eje Y cuando se entra/ abandona la prensa se define:

- Y-Velocidad de Objetivo: velocidad del Eje Y cuando se entra/ abandona la prensa;
- Y- Distancia de Acercamiento: distancia desde la posición de descarga o de carga para alcanzar la velocidad de objetivo;
- Y-Aceleración: ángulos de leva desde la posición de descarga o carga para alcanzar la velocidad de objetivo.

(0093) El movimiento de un eje está compuesto por un número de segmentos, cuyas propiedades están ajustadas mediante el ajuste de los parámetros en el dialogo de generación del modelo. Todos los segmentos tienen una definición para su ángulo de inicio y su ángulo de final al 360° de la leva. Dos segmentos contiguos tienen que mantener las mismas condiciones (ángulo de leva, posición, velocidad, aceleración) en el punto de contacto. Varios tipos de segmentos están previstos en el sistema descrito, entre estos:

StS	Paralización a paralización		# parámetros			2
Condiciones iniciales			Condiciones finales			Otras condiciones
Posición	Velocidad	Aceleración	Posición	Velocidad	Aceleración	
Posición inicial	0	0	Posición final	0	0	-

StV	Paralización a velocidad		# parámetros			3
Condiciones iniciales			Condiciones finales			Otras condiciones
Posición	Velocidad	Aceleración	Posición	Velocidad	Aceleración	
Posición inicial	0	0	Posición final	Velocidad final	0	-

VtV	Velocidad a velocidad		# parámetros			4
Condiciones iniciales			Condiciones finales			Otras condiciones
Posición	Velocidad	Aceleración	Posición	Velocidad	Aceleración	
Posición inicial	Velocidad inicial	0	Posición final	Velocidad final	0	-

StSV	Paralización a paralización, velocidad limitada		# parámetros			3
Condiciones iniciales			Condiciones finales			Otras condiciones
Posición	Velocidad	Aceleración	Posición	Velocidad	Aceleración	
Posición inicial	0	0	Posición final	0	0	Máxima Velocidad

(0094) Una definición de segmento de muestra se muestra en la Figura 18. Para cada eje, el ciclo de operación de 360° es descrito por un número de segmentos. Cada segmento es definido por el ángulo de inicio y el ángulo de final y la correspondiente posición en coordenadas de ejes (Posición Inicial, Posición Final). Dependiendo del tipo de segmento, se proporciona otra información como la Velocidad de Inicio y/o la Velocidad de Final. Adicionalmente a las dos capas descritas antes, el usuario tiene la posibilidad de cambiar las definiciones del segmento individual, e incluso, de generar otros segmentos para todos los ejes. Haciendo esto, el usuario tiene esencialmente el control total de la definición de una trayectoria de pieza de trabajo candidata.

(0095) Como se mencionó arriba, el área de arriba a la izquierda en el formulario de la Especificación de Movimiento muestra si el movimiento es válido o no. El estado representa el resumen de los límites, como se describe a continuación. El movimiento se prueba respetando un conjunto de límites. Sólo si todos los límites están dentro de un rango, un movimiento es válido para ser cargado a la máquina. El formulario de los "Límites & Interferencia" mostrado en la Figura 19 muestra la lista completa de los límites que son comprobados. Los límites que son alcanzados son marcados "Fuera de Límite" (en inglés: "OffLimit") (es decir, sombreados) y se especifica el lugar de la superación.

(0096) Para ejecutar una parte en producción, tiene que ser verificado que hay suficiente espacio con las barras superiores, así como con los artículos contiguos. Los gráficos de interferencia permiten comprobar el espacio en el lado de la descarga, así como en el lado de la carga. La parte superior (91) del formulario mostrado en la Figura 20 muestra la interferencia con la barra superior (93). La curva de interferencia (92) del artículo seleccionado está
 5 mostrado en color negro. La curva (94) para el artículo contiguo aparece en color gris. Ambas curvas (91, 92) están mostradas en el sistema de referencia de la barra superior. La parte inferior (95) del formulario muestra la distancia con el artículo contiguo por el círculo completo de 360° (curva 96). El área inferior, sombreada (97) adyacente a la línea cero, se corresponde con la distancia de la que no se debería descender.

(0097) En la sección de los “Gráficos” se pueden mostrar varios gráficos. Estos ayudan a comprobar gráficamente los detalles del movimiento. Los cambios de las propiedades en la Especificación de Movimiento son actualizados en los gráficos a tiempo real. Los controles de usuario permiten un acercar/ alejar, imprimir o guardar imágenes, exportar datos de curva y otras muchas funciones que son accesibles con un click derecho del ratón en el área del gráfico.
 10

(0098) Las muestras de los gráficos disponibles están mostrados en las Figuras 21 – 24. La Figura 21 muestra un gráfico YZ que muestra el trayecto (101) del TCP del movimiento. La Figura 22 muestra un gráfico de Posición mostrando la posición de cada eje por el ciclo completo de 360°, es decir, la posición (111) del eje Y, la posición (112) del eje Z, y la posición (113) del eje basculante. En el ejemplo mostrado, los otros ejes (A y B) no son
 15 usados, es decir, están constantemente a 0. La Figura 23 muestra un gráfico de Velocidad mostrando la velocidad de cada eje por el ciclo completo de 360°, es decir, la velocidad (121) del eje Y, la velocidad (122) del eje Z, y la velocidad (123) del eje basculante. La Figura (24) muestra un gráfico de Aceleración mostrando la aceleración de cada eje por el ciclo completo de 360°, es decir, la aceleración (131) del eje Y, la aceleración (132) del eje Z y la aceleración (133) del eje basculante.
 20

(0099) La utilización de una servo-prensa permite características de carrera variables. Dentro del sistema descrito, la operación de la servo-prensa se define por parámetros ajustados manualmente y calculados automáticamente. Estos parámetros incluyen la siguiente barra/ parte dependiendo de las especificaciones:
 25

- 30 - altura de embutición profunda;
- perfil de velocidad de embutición profunda;
- 35 - perfil de energía de embutición profunda.

(0100) Una validación de la ejecución de la carrera tiene en consideración los modelos mecánicos y eléctricos de la barra, la prensa y su drenaje de accionamiento.

(0101) Los parámetros para el modelo dinámico incluyen:

- 40 - mover masa/ inercias;
- perfil de velocidad de embutición profunda;
- 45 - fricción.

(0102) Los parámetros para el modelo eléctrico del motor y del accionamiento incluyen:

- 50 - velocidad de motor máxima;
- par máximo, corriente y potencia;
- pérdidas eléctricas.

(0103) El proceso de planificación respeta el perfil de velocidad de embutición profunda, tanto como los límites del sistema mecánico y eléctrico. Tiene la finalidad de una abertura de prensa optimizada para la automatización, maximizando la velocidad del deslizador, mientras la pieza de trabajo está fuera del proceso de embutición profunda. Además, proporciona cuantificación y visualización de los márgenes de seguridad con respecto a los límites mecánicos/ eléctricos. El perfil de velocidad de embutición profunda puede ser mantenido
 60 independientemente de la velocidad de la prensa o de la línea.

(0104) Se puede minimizar el desfase de posición debido a los ajustes de corriente, mediante la generación de un perfil de corriente como se calcula a partir del modelo dinámico y proporcionando ese perfil a la línea.

(0105) La Figura 25 es un diagrama que representa la carrera de la prensa (201) de una servo-prensa y las condiciones impuestas. La Figura muestra el parámetro de ángulo de la prensa en el eje horizontal y la posición real de la barra superior en el eje vertical. Como se puede ver en el diagrama, la velocidad máxima está limitada en las diferentes fases del ciclo de operación: en una primera región (202) (aprox. 270° a 45°), la velocidad está
 65

- limitada por la velocidad máxima del motor, habida cuenta que esta es la región en que el excéntrico que soporta al deslizador está cerca de su punto muerto superior. El mismo es verdadero en la región (203) del punto muerto inferior (es decir, alrededor de 180°). En las regiones adyacentes (204, 205) (aprox. de 45° a 90° y aprox. de 200° a 270°) la velocidad máxima está limitada por las propiedades mecánicas del deslizador y del sistema de guía del deslizador. En la región (206) del procesado real de la pieza de trabajo (la embutición profunda, aprox. 90° a 180°) la velocidad máxima está dada por la velocidad de embutición profunda permitida para una pieza de trabajo dada, teniendo relación con las fuerzas permitidas para la pieza de trabajo. Los cambios en velocidad, especialmente, el frenado requerido antes de contactar la pieza de trabajo, están limitados por el par motor.
- 5
- 10 (0106) La Figura 26 muestra dos carreras de prensa diferentes relativas a diferentes alturas de embutición profunda, es decir, la carrera de la prensa (211) para una altura de embutición profunda de 300 mm. y la carrera de prensa (212) para una altura de embutición profunda de 200 mm.
- (0107) La Figura 27 muestra dos carreras de prensa diferentes relativa a las velocidades de operación diferentes de la prensa de estación múltiple, es decir la carrera de prensa (221) para una velocidad de operación de 18 carreras por minuto y la carrera de prensa (222) para una velocidad de operación de 15 carreras por minuto.
- 15
- (0108) Los límites de velocidad impuestos por el proceso de embutición profunda, el movimiento de deslizador y el motor se mantienen a través de un cambio en el tiempo del ciclo. Por ello, con un tiempo de ciclo inferior, la carrera puede ser ejecutada más rápidamente dentro de los 360° del ciclo de operación de la prensa sin exceder los límites. Esto es lo que se muestra en la Figura 27.
- 20
- (0109) El sistema incluye la prensa de línea completa (todas las prensas, así como todos los alimentadores). Todos los elementos tienen un tiempo de ciclo común, las prensas pueden ser operadas en un modo continuo o intermitentemente. La ejecución puede ser equilibrada por todos los artículos, es decir, la tensión sobre los componentes (y los márgenes de seguridad disponibles) pueden ser distribuidos para maximizar el tiempo de vida del sistema. Al mismo tiempo, la ejecución está maximizada por todos los componentes. Además, es posible la gestión de la energía por la línea de la prensa completa.
- 25
- (0110) La Figura 28 muestra la consumición de potencia simulada de los dos dispositivos de transferencia. Las curvas (231, 232) muestran la consumición de la potencia de dos dispositivos de transferencia, como una función del ángulo de la prensa. Esto incluye la potencia necesaria para todos los ejes del respectivo dispositivo de transferencia. Como se puede observar en la Figura, la consumición máxima de cada uno de los dispositivos está levemente por encima de los 60 kW. En el ejemplo dado, los dispositivos están controlados de tal forma que la suma de la consumición de ambos dispositivos mostrada por la curva (233) no excede fundamentalmente aquella consumición máxima, es decir, en el ángulo de la prensa uno de los dispositivos tiene una consumición máxima, la consumición del otro dispositivo está cerca de un valor mínimo. Como se puede ver también en la Figura, hay secciones en las cuales la consumición de la potencia de un dispositivo dado es negativa, es decir, la energía puede ser almacenada temporalmente o suministrada de vuelta a la red de suministro de potencia. Correspondientemente, mediante el control adecuado de los dispositivos de transferencia y cumpliendo con las condiciones de la transferencia de la prensa, la consumición máxima de una multitud de dispositivos de transferencia puede ser incluso reducida, comparada con aquella de un único dispositivo.
- 30
- 35
- 40
- (0111) La invención no está restringida a la configuración descrita. Numerosas variaciones son posibles, por ejemplo, con respecto a los parámetros para parametrizar la pieza de trabajo o las trayectorias de la herramienta de la prensa o con respecto a las propiedades de la interfaz del usuario.
- 45
- (0112) En resumen, hay que tener en cuenta que la invención proporciona un método para la determinación de trayectorias de transporte de piezas de trabajo en una prensa de estación múltiple que facilite la determinación de trayectorias de transporte de piezas de trabajo que permitan un rendimiento elevado.
- 50

REIVINDICACIONES

1ª.- Método para la generar y probar trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas en una prensa de estación múltiple, comprendiendo los pasos de

- 5 a) proveer un conjunto de condiciones para trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas, comprendiendo las condiciones, al menos, las posiciones de recogida y depósito para una pieza de trabajo en una multitud de estaciones (1, 2) de la prensa de estación múltiple;
- 10 b) proveer propiedades de máquina de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia para transportar la pieza de trabajo desde una primera de la multitud de estaciones (1) a una segunda de la multitud de estaciones (2), en la cual las propiedades de máquina incluyen parámetros de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia;
- 15 c) proveer información sobre una trayectoria de transporte de una pieza de trabajo candidata, incluyendo la elección de un modelo de trayectoria a partir de un número de modelos de trayectoria disponibles,
- d) proveer información sobre una trayectoria de servo-prensa candidata,
- e) simular la multitud de estaciones (1, 2) y, al menos, un dispositivo de transferencia basado en la información provista para determinar si la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata se conforma con los parámetros de la máquina provista;
- 20 f) mostrar el resultado de la determinación; en el cual
- g) la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata está parametrizada por una multitud de posiciones de una multitud de ejes como una función de un parámetro de ángulo relativo al ciclo de la operación de la prensa;
- h) la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata está dividida en una multitud de segmentos, cada uno de los segmentos incluyendo las posiciones de ejes para un ámbito continuo de valores del parámetro de ángulo; en la cual
- 25 i) la información sobre la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata comprende

- 30 i. un conjunto de información de movimiento y valores de parámetros de ángulo relativos a transiciones entre segmentos contiguos de un conjunto de segmentos del modelo de trayectoria, comprendiendo la información de movimiento, al menos, información de velocidad, la información de velocidad incluyendo una velocidad predeterminada (Velocidad de Inicio, Velocidad de Final) para la transición entre dos segmentos contiguos, y
- ii. al menos, uno de los parámetros de cambio, en el cual el parámetro de cambio hace referencia a una neutralización temporal de, al menos, un segmento de la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata y/o
- 35 iii. un parámetro de escalamiento de movimiento, en el cual el parámetro de escalamiento de movimiento es un factor de escalamiento para escalar proporcionalmente un inicio y una parada de segmentos en parámetros de ángulo;

40 en el cual, al menos, una de la multitud de estaciones (1, 2) es una servo-prensa, en la cual las propiedades de la máquina de la multitud de estaciones (1, 2) comprenden información sobre una velocidad máxima, aceleración y/o fuerza máxima permitida en la servo-prensa y en la cual la información sobre la trayectoria de la servo-prensa candidata comprende, al menos, un parámetro para ajustar la trayectoria de la servo-prensa candidata, en el cual el parámetro afecta a la trayectoria de tal modo que un perfil de velocidad de embutición profunda está inalterado y en el cual

45 la simulación de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia incluye una simulación de la servo-prensa operada según la trayectoria de la servo-prensa candidata provista.

50 2ª.- Método según se mencionó en la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que el paso de proveer información sobre una geometría de herramienta de prensa de la multitud de estaciones (1, 2) y/o una geometría de pieza de trabajo, en el cual el paso de la simulación incluye una determinación de si la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata se conforma con la herramienta de prensa provista y/o con la geometría de la pieza de trabajo.

55 3ª.- Método según se mencionó en la reivindicación 1ª ó 2ª, que se caracteriza por que un primero de los segmentos hace referencia a la descarga de una pieza de trabajo desde una posición de recogida y porque un segundo de los segmentos hace referencia a la carga de una pieza de trabajo en una posición de deposición.

60 4ª.- Método según se mencionó en la reivindicación 3ª, que se caracteriza por que, al menos, un tercer segmento conecta un final del primer segmento con un inicio del segundo segmento y por que, al menos, un cuarto segmento conecta un final del segundo segmento al inicio del primer segmento.

65 5ª.- Método según se mencionó en una de las reivindicaciones 1ª hasta 4ª, que se caracteriza por que la multitud de segmentos comprenden, al menos, un segmento de velocidad a velocidad, estando predeterminadas las velocidades al principio y al final del segmento y no-cero.

6ª.- Método según se mencionó en una de las reivindicaciones 1ª hasta 5ª, que se caracteriza por que el modelo de la trayectoria comprende una multitud de segmentos elegidos de entre los siguientes tipos de segmentos:

- a) paralización a paralización;
- b) paralización a velocidad;
- c) velocidad a paralización;
- d) velocidad a velocidad;
- e) paralización a paralización con velocidad limitada.

7ª.- Método según se mencionó en una de las reivindicaciones 1ª hasta 6ª, que se caracteriza por que la información sobre la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata comprende una carrera de movimiento adentro y/o una carrera de movimiento afuera de un trayecto de descarga y/o un trayecto de carga.

8ª.- Método según se mencionó en una de las reivindicaciones 1ª hasta 7ª, que se caracteriza por que las propiedades de la máquina de la multitud de estaciones (1, 2) comprenden información sobre una consumición de potencia máxima permitida para la servo-prensa.

9ª.- Método según se mencionó en una de las reivindicaciones 1ª hasta 8ª, que se caracteriza por que la simulación de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia incluye una simulación de un modelo eléctrico de la servo-prensa, teniendo en cuenta una velocidad de motor máxima, un par máximo, una corriente máxima y/o una consumición de potencia.

10ª.- Método según se mencionó en una de las reivindicaciones 1ª hasta 9ª, que se caracteriza por que la simulación de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia incluye una simulación de un modelo eléctrico de la servo-prensa, teniendo en cuenta una velocidad de motor máxima, un par máximo, una corriente máxima y/o una consumición de potencia.

11ª.- Método según se mencionó en una de las reivindicaciones 1ª hasta 10ª, que se caracteriza por que la simulación de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia comprende una simulación de gestión de la energía que incluye la multitud de estaciones (1, 2) y/o, al menos, un dispositivo de transferencia.

12ª.- Software para generar y probar trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas, que comprende partes de códigos de software para implementar un método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1ª hasta 11ª.

13ª.- Disposición que comprende

- a) una prensa de estación múltiple con una multitud de estaciones (1, 2), en la cual, al menos, una de la multitud de estaciones (1, 2) es una servo-prensa,
- b) al menos, un dispositivo de transferencia para transportar la pieza de trabajo desde una primera de la multitud de estaciones (1) a una segunda de la multitud de estaciones (2)
- c) un controlador para el dispositivo de transferencia, en el cual el controlador está adaptado a

-aceptar y almacenar un conjunto de condiciones para trayectorias de transporte de piezas de trabajo candidatas, comprendiendo las condiciones, al menos, posiciones de recogida y depósito para la pieza de trabajo en la multitud de estaciones (1, 2) de la prensa de estación múltiple,

-aceptar y almacenar propiedades de máquina de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia, en el que las propiedades de máquina incluyen parámetros de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia e información sobre una velocidad máxima, aceleración y/o fuerza máxima permitida en la servo-prensa,

-aceptar y almacenar información sobre una trayectoria de transporte de pieza de trabajo candidata, incluyendo una selección de un modelo de trayectoria a partir de un número de modelos de trayectoria disponibles, e información sobre una trayectoria de servo-prensa candidata,

en la cual

-el controlador está adaptado para simular la multitud de estaciones (1, 2) y, al menos, un dispositivo de transferencia basado en la información almacenada para determinar si la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata se conforma con los parámetros de la máquina almacenada;

-la disposición comprende además medios para mostrar el resultado de la determinación;

-la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata está parametrizada por una multitud de posiciones de una multitud de ejes como una función de un parámetro de ángulo relativo al ciclo de la operación de la prensa;

-la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata está dividida en una multitud de segmentos, cada uno de los segmentos incluyendo las posiciones de ejes para un ámbito continuo de valores del parámetro de ángulo; y en el cual

-la información sobre la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata comprende

5 i. un conjunto de información de movimiento y valores de parámetros de ángulo relativos a transiciones entre segmentos contiguos de un conjunto de segmentos del modelo de trayectoria, comprendiendo la información de movimiento, al menos, información de velocidad, la información de velocidad incluyendo una velocidad predeterminada para la transición entre dos segmentos contiguos, y

10 ii. al menos, uno parámetro de cambio, en el cual el parámetro de cambio hace referencia a una neutralización temporal de, al menos, un segmento de la trayectoria de transporte de la pieza de trabajo candidata y/o

15 iii. un parámetro de escalamiento de movimiento, en el cual el parámetro de escalamiento de movimiento es un factor de escalamiento para escalar proporcionalmente un inicio y una parada de segmentos en parámetros de ángulo;

20 -en el cual, la información sobre la trayectoria de la servo-prensa candidata comprende, al menos, un parámetro para ajustar la trayectoria de la servo-prensa candidata, en el cual el parámetro afecta a la trayectoria de manera que un perfil de velocidad de embutición profunda está inalterado y

25 en el cual la simulación de la multitud de estaciones (1, 2) y de, al menos, un dispositivo de transferencia incluye una simulación de la servo-prensa operada según la trayectoria de la servo-prensa candidata provista.

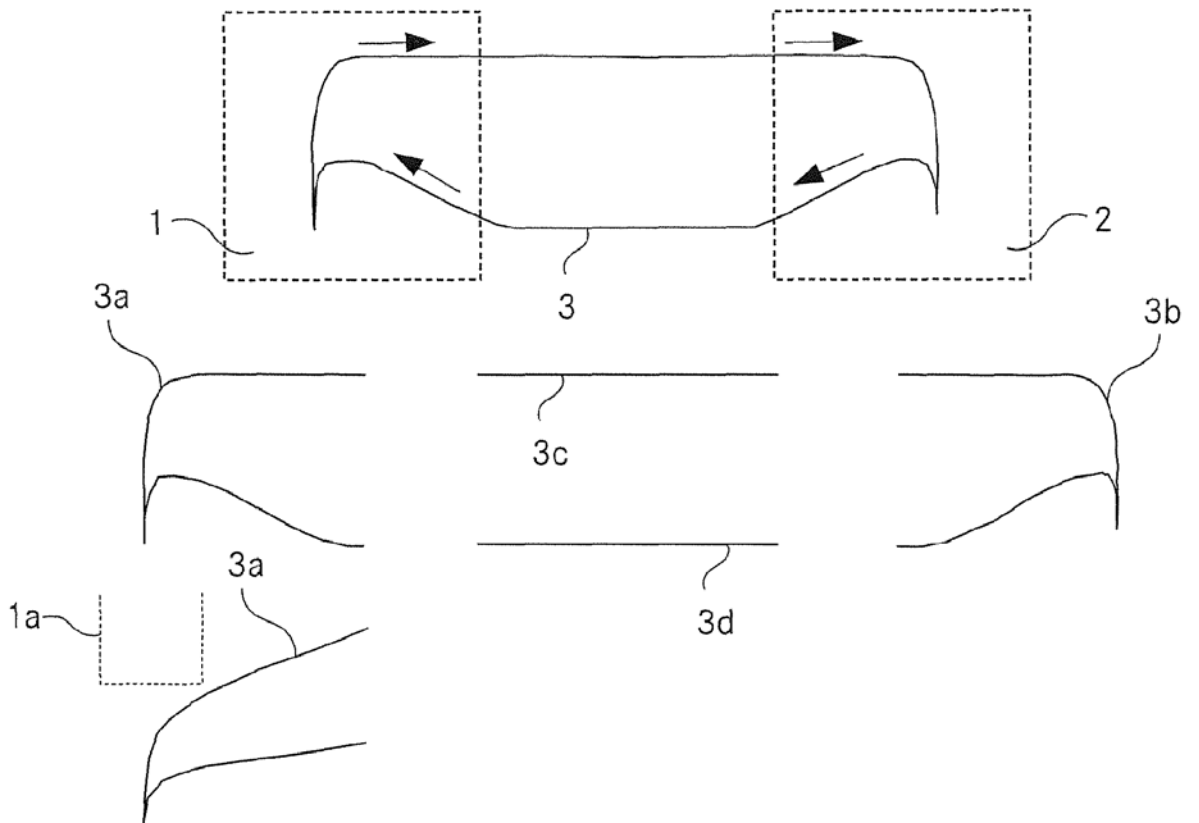


Fig. 1

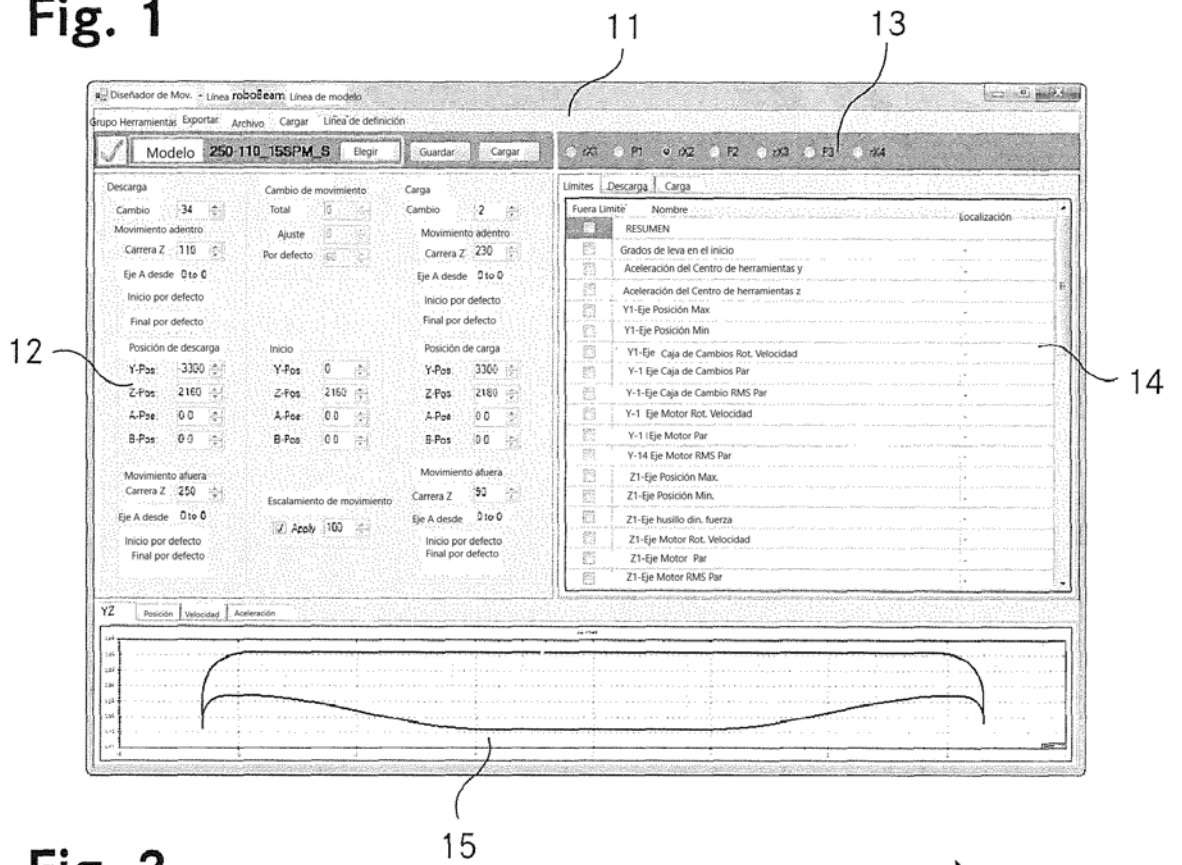


Fig. 2

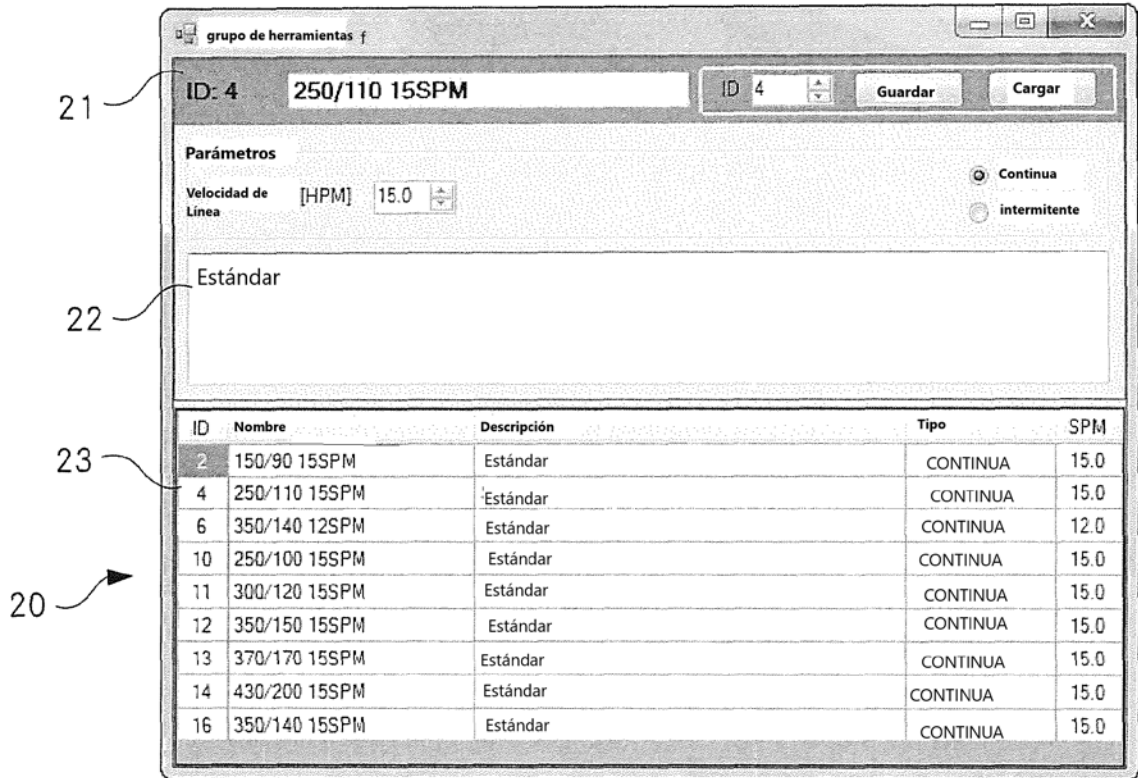


Fig. 3

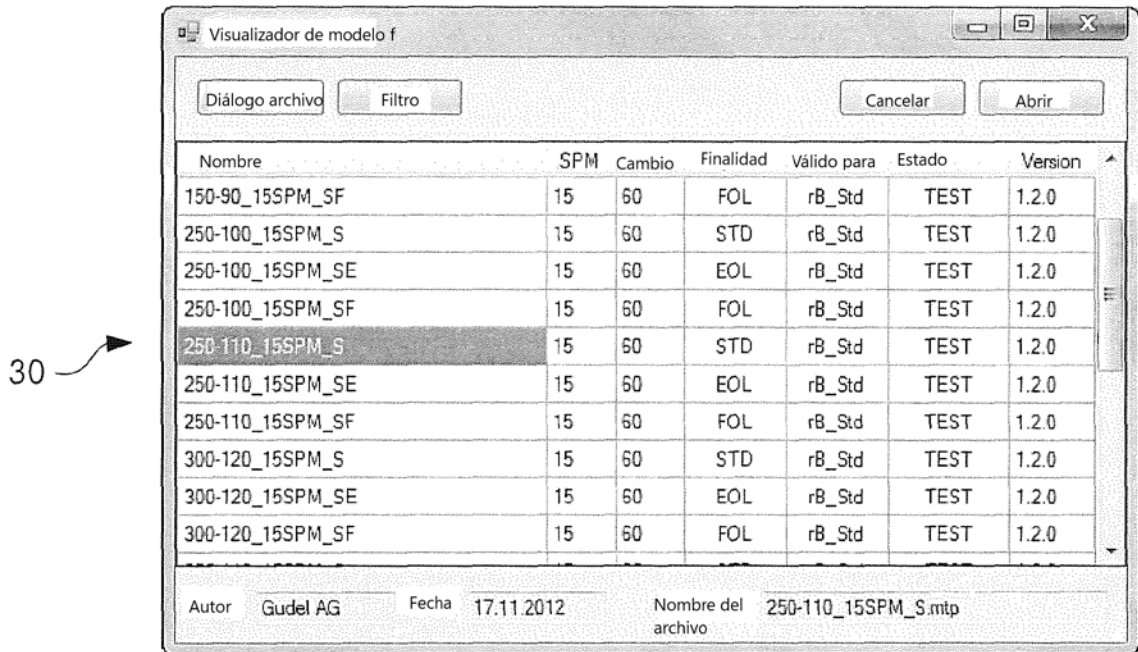


Fig. 4

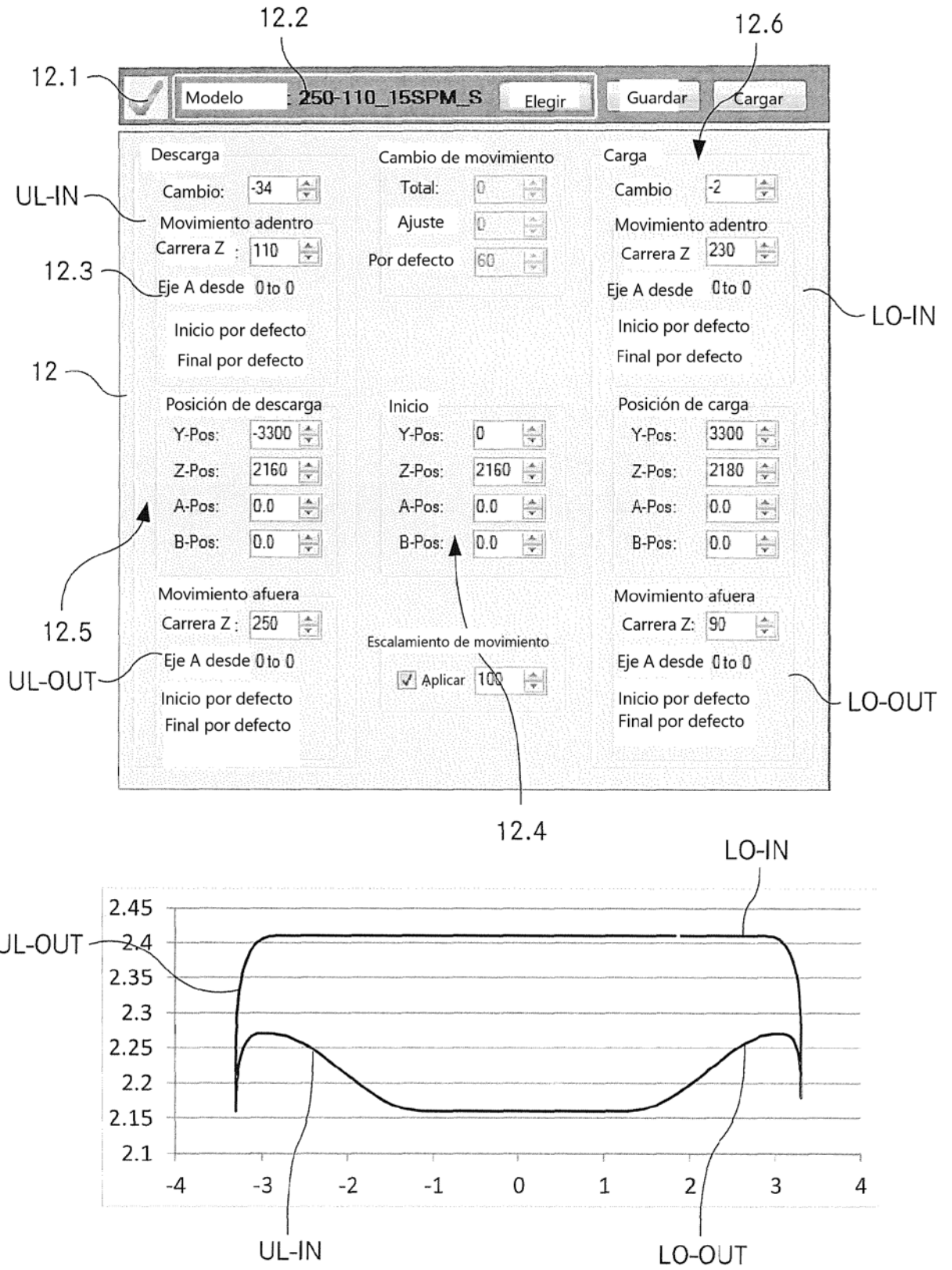


Fig. 5

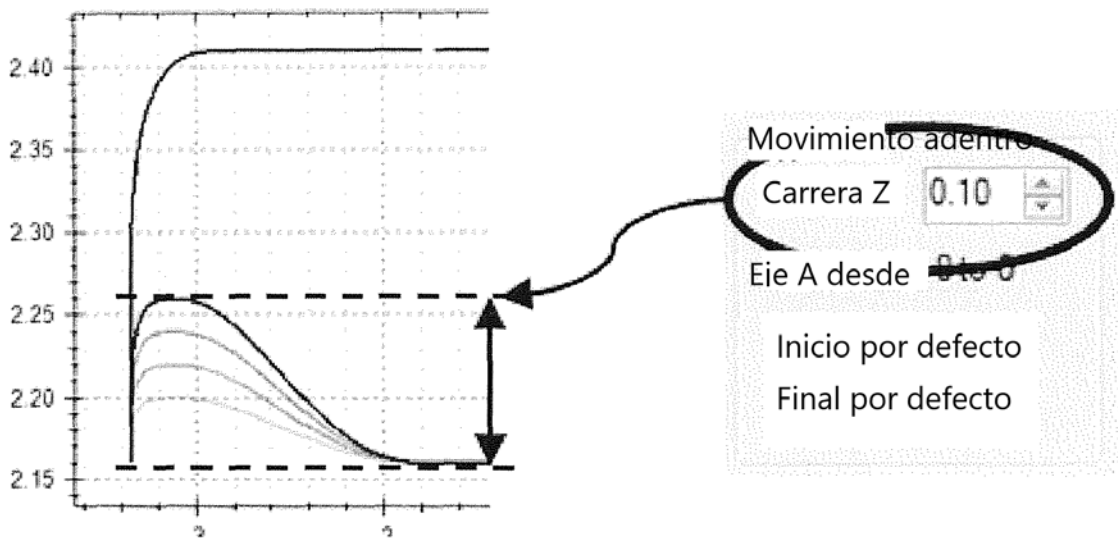


Fig. 6

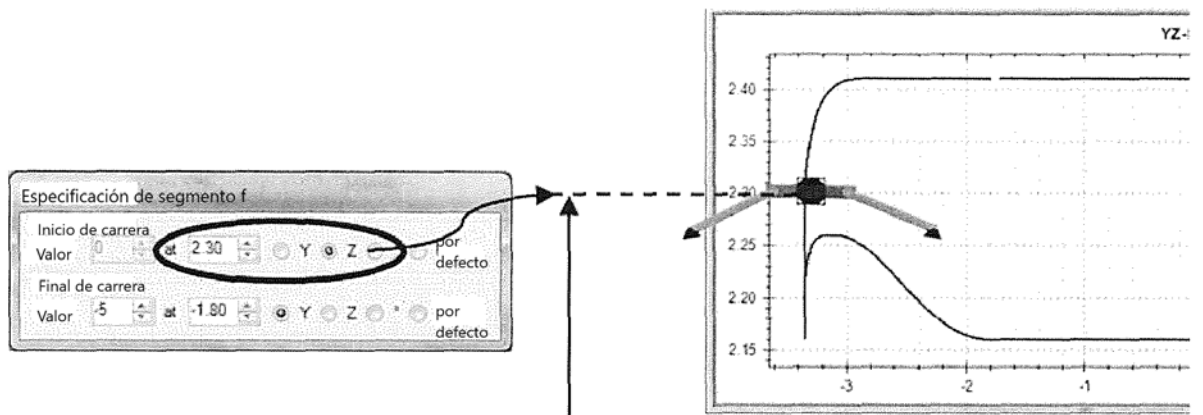


Fig. 7

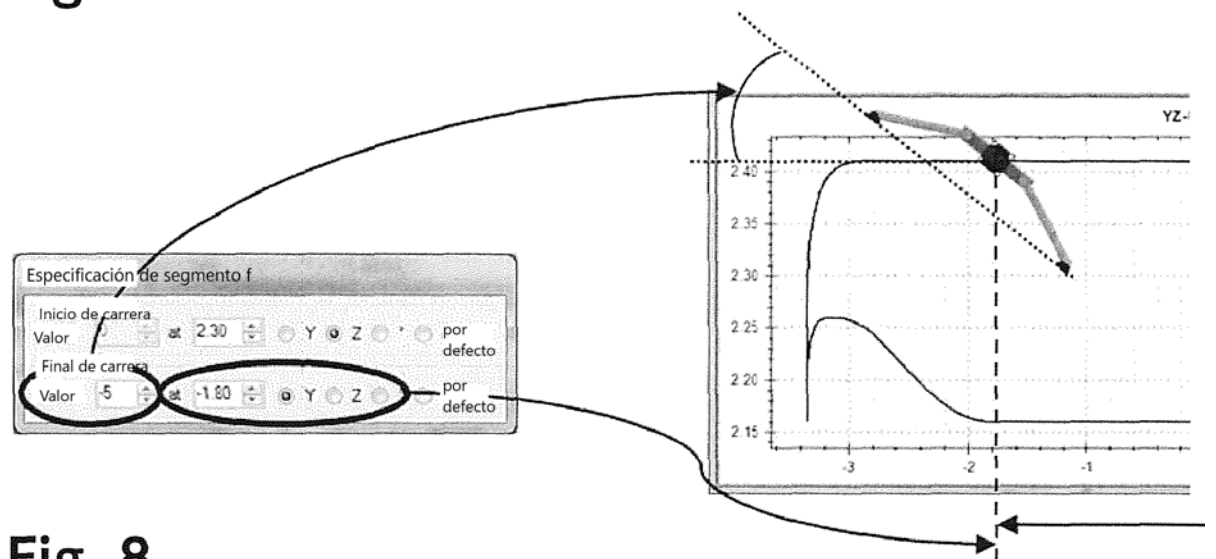


Fig. 8

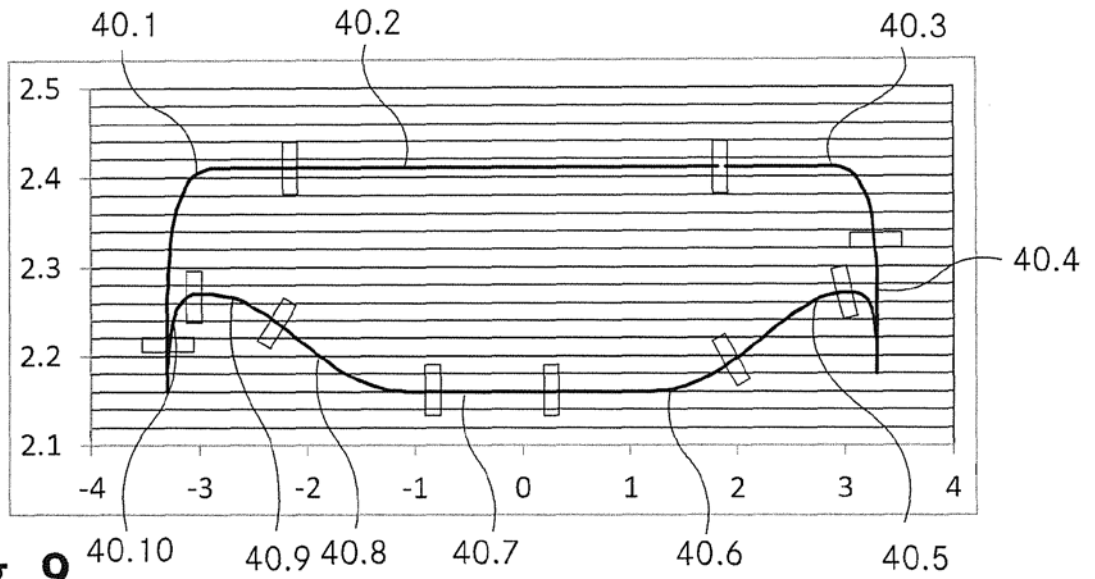


Fig. 9

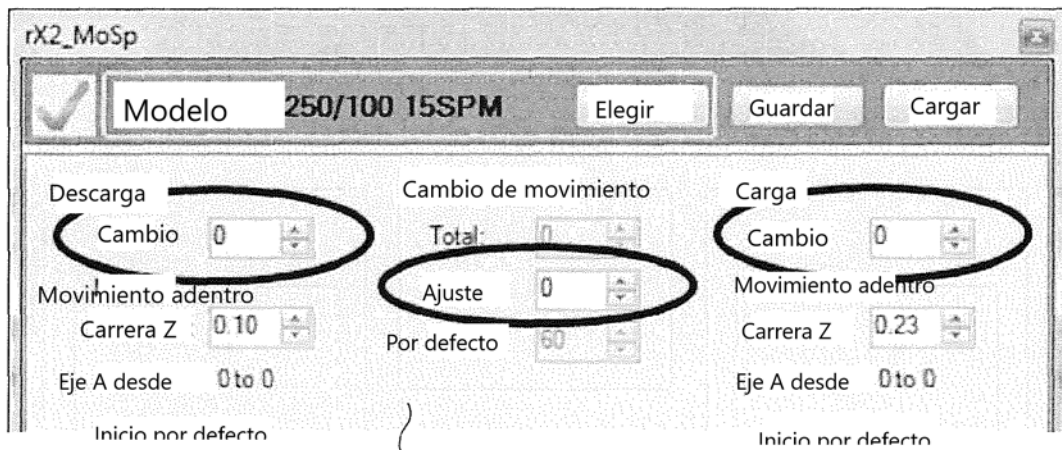


Fig. 10

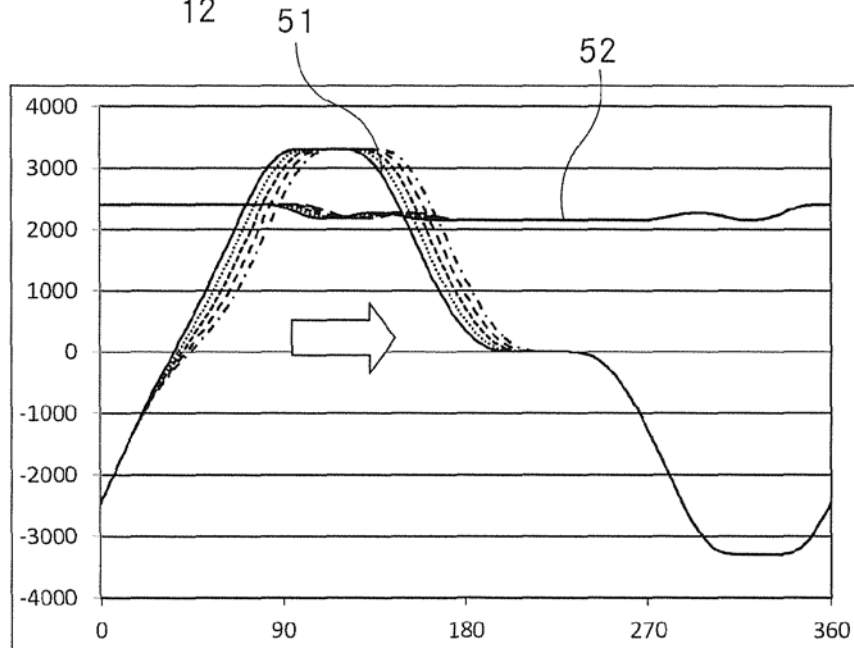


Fig. 11

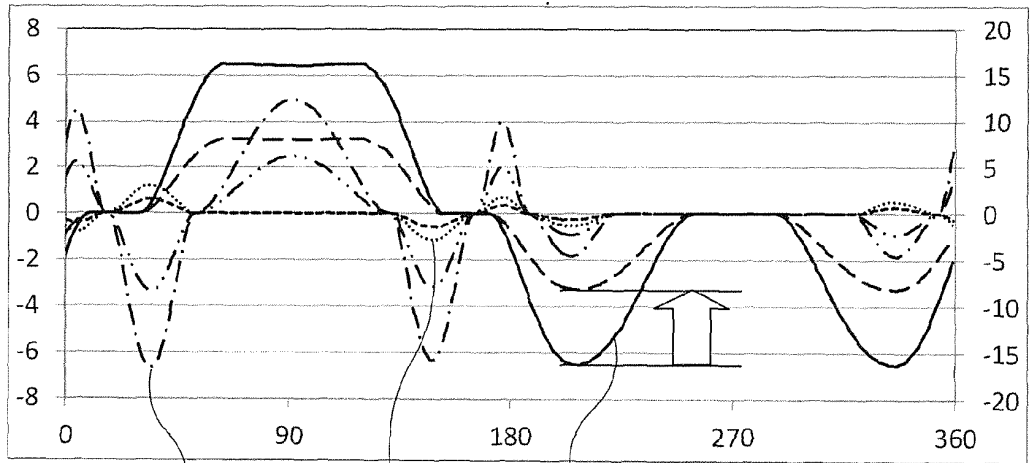


Fig. 12

61 63 62

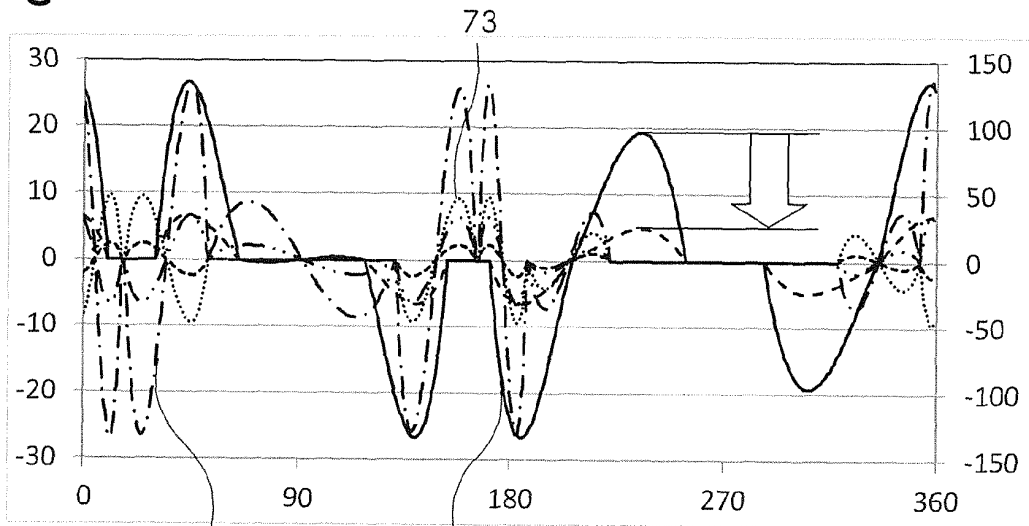


Fig. 13

71 72

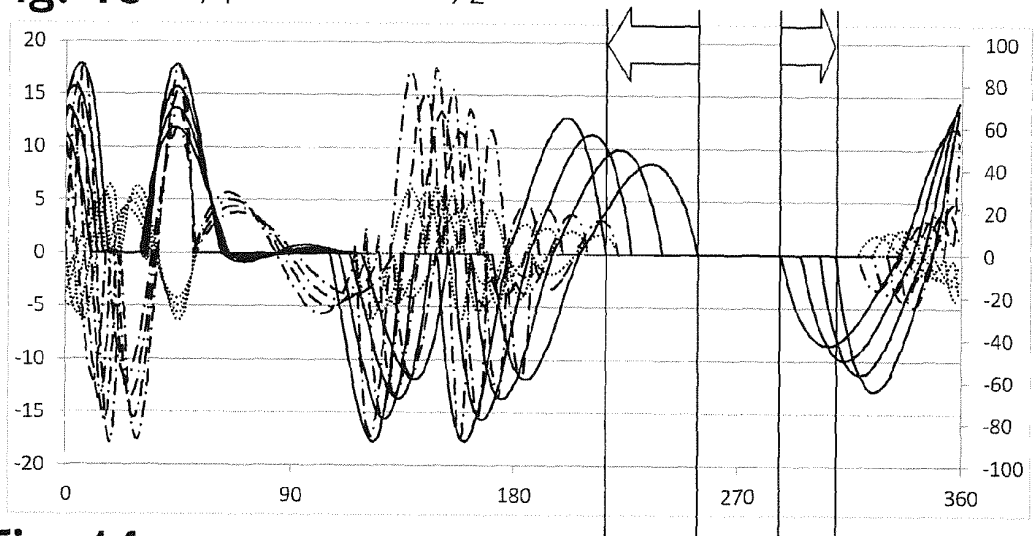


Fig. 14

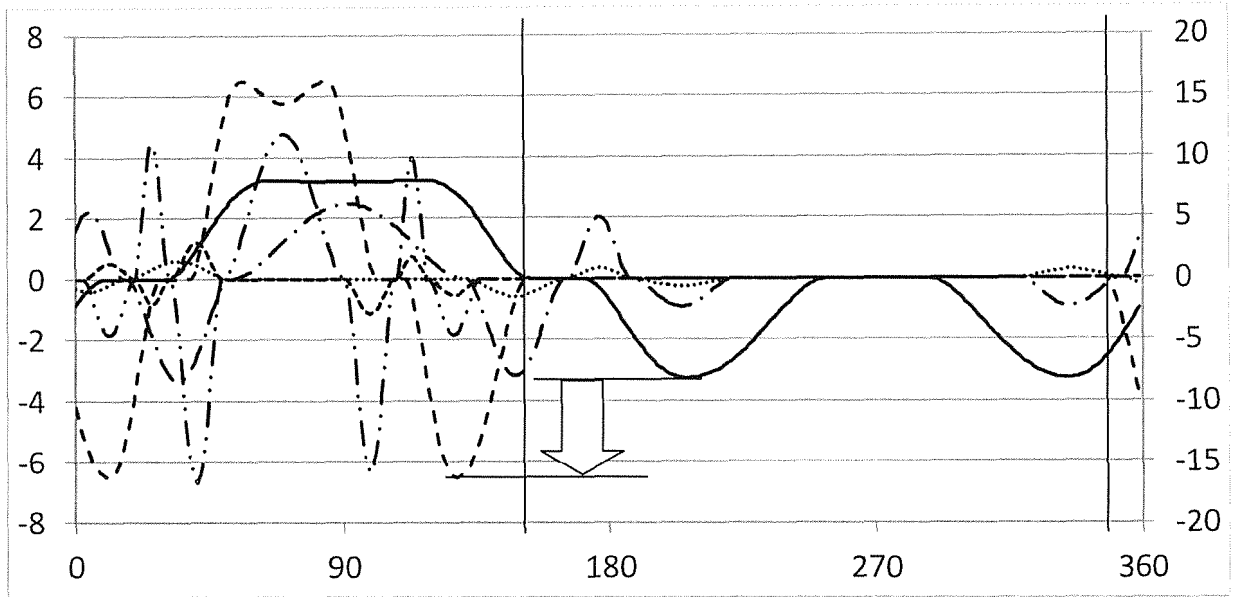


Fig. 15

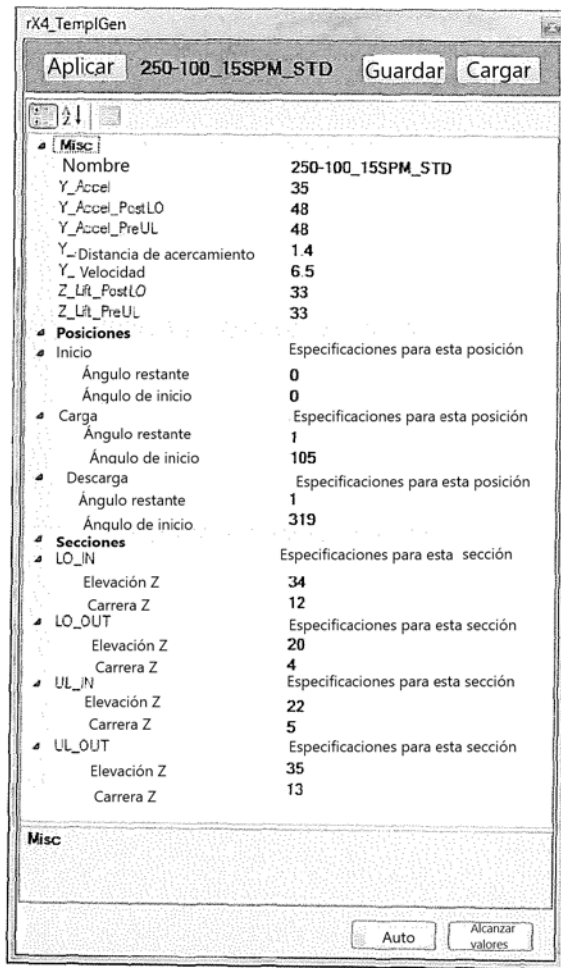


Fig. 16

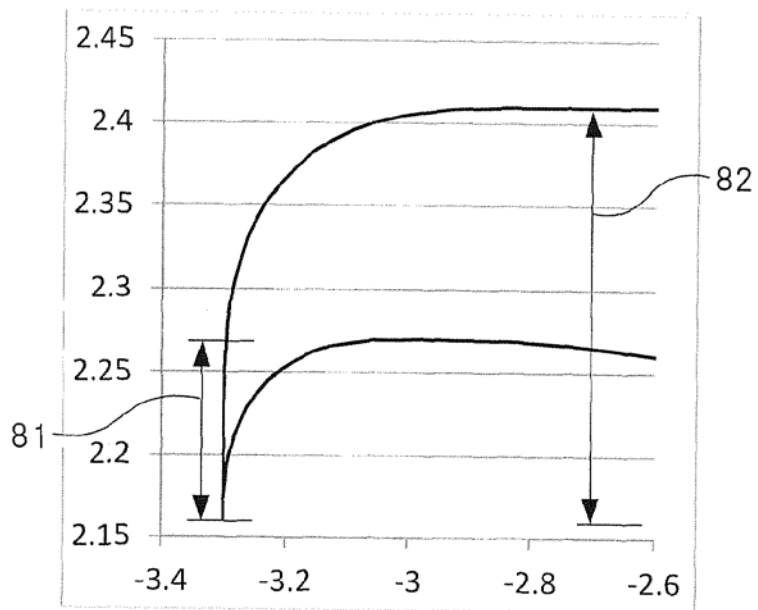


Fig. 17

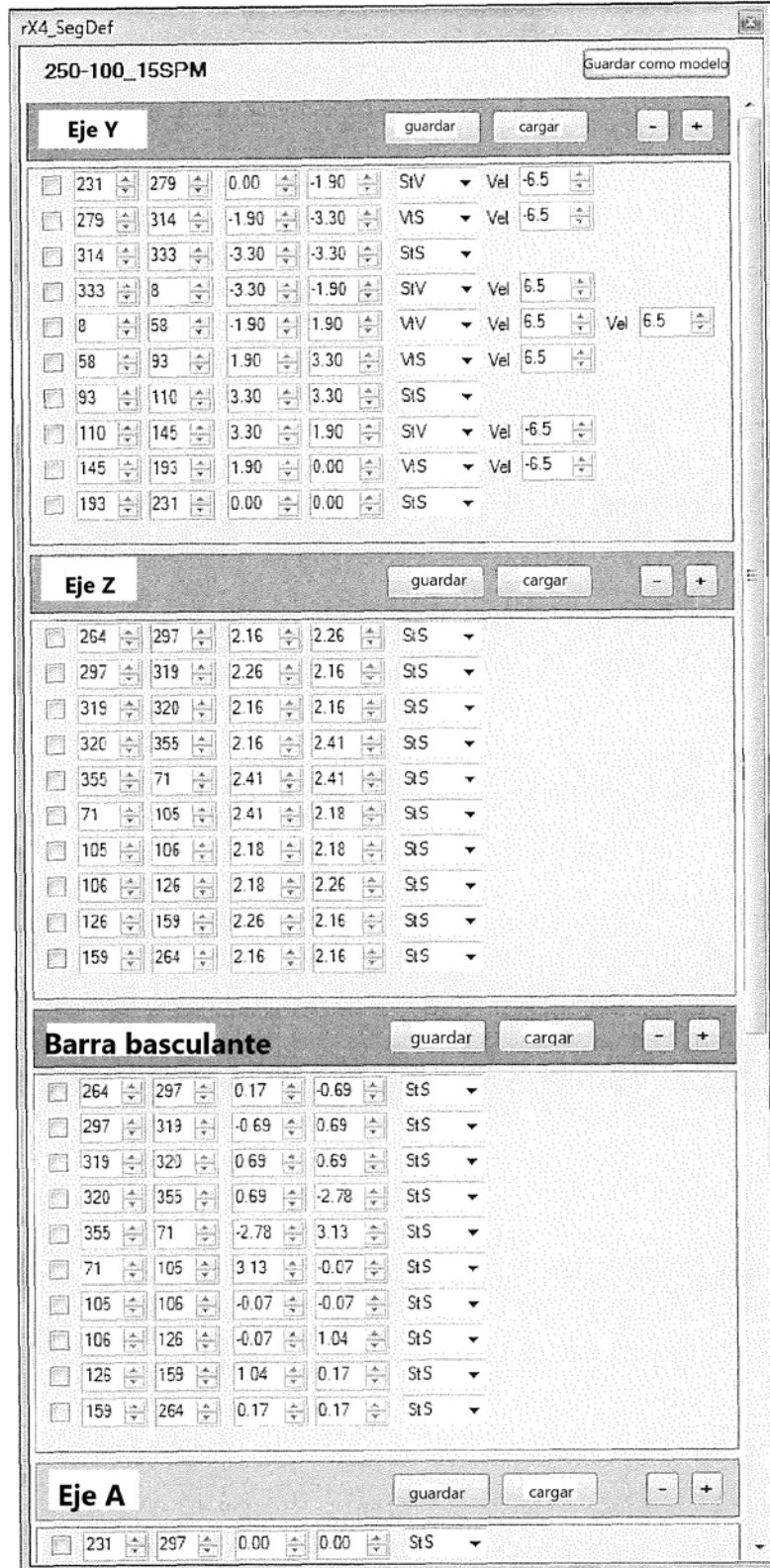


Fig. 18

Fuera límite	Nombre	Localización
<input checked="" type="checkbox"/>	RESUMEN	
<input type="checkbox"/>	Grados de leva en el inicio	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Y1-Eje Posición Max.	LO-In (92°)
<input type="checkbox"/>	Y1-Eje Posición Min.	-
<input type="checkbox"/>	Y1-Eje: Caja de cambio Rot. Velocidad	-
<input type="checkbox"/>	Y1-Eje: Caja de cambio Par	-
<input type="checkbox"/>	Y1-Eje: Caja de cambio RMS Par	-
<input type="checkbox"/>	Y1-Eje Motor Rot. Velocidad	-
<input type="checkbox"/>	Y1-Eje Motor Par	-
<input type="checkbox"/>	Y1-Eje: Motor RMS Par	-
<input type="checkbox"/>	Z1-Eje: Posición Max.	-
<input type="checkbox"/>	Z1-Eje: Posición Min.	-
<input type="checkbox"/>	Z1-Eje: Husillo Din. Fuerza	-
<input type="checkbox"/>	Z1-Eje: Motor Rot. Velocidad	-
<input type="checkbox"/>	Z1-Eje : Motor Par	-
<input type="checkbox"/>	Z1-Eje: Motor RMS Par	-
<input type="checkbox"/>	Z2-Eje Posición Max.	-
<input type="checkbox"/>	Z2-Eje Posición Min.	-
<input type="checkbox"/>	Z2-Eje: Motor RMS Par	-
<input type="checkbox"/>	Z2-Eje: Motor Rot. Velocidad	-

Fig. 19

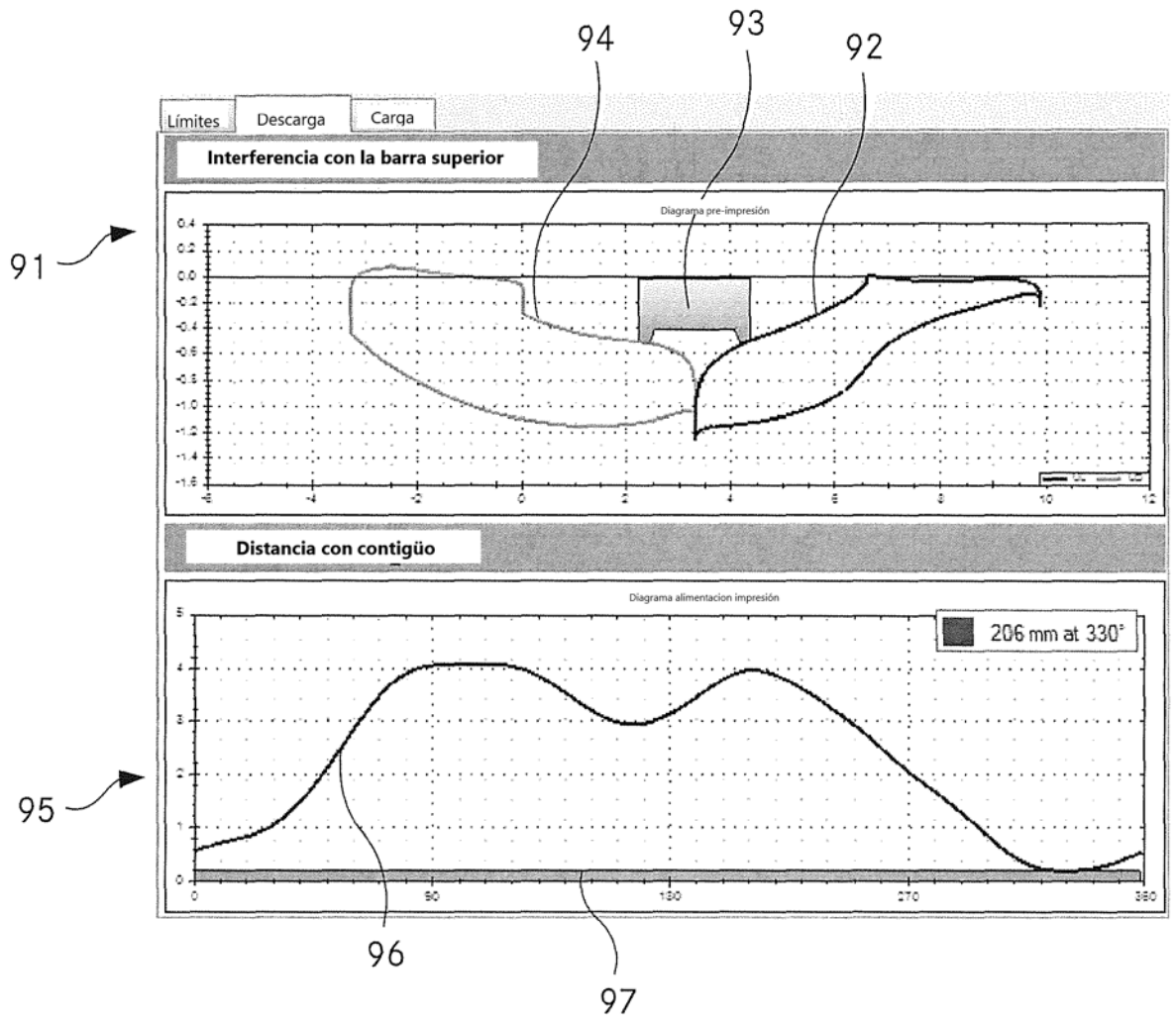


Fig. 20

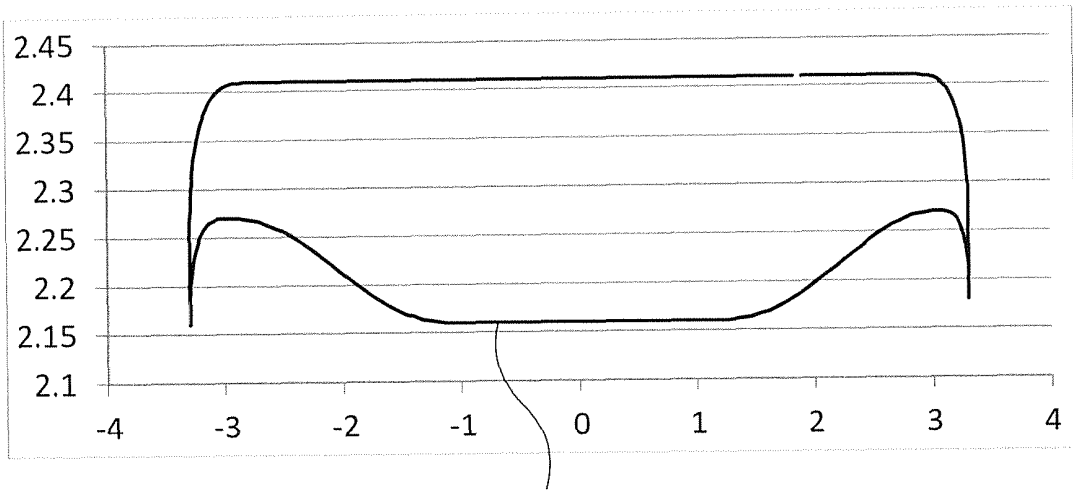


Fig. 21

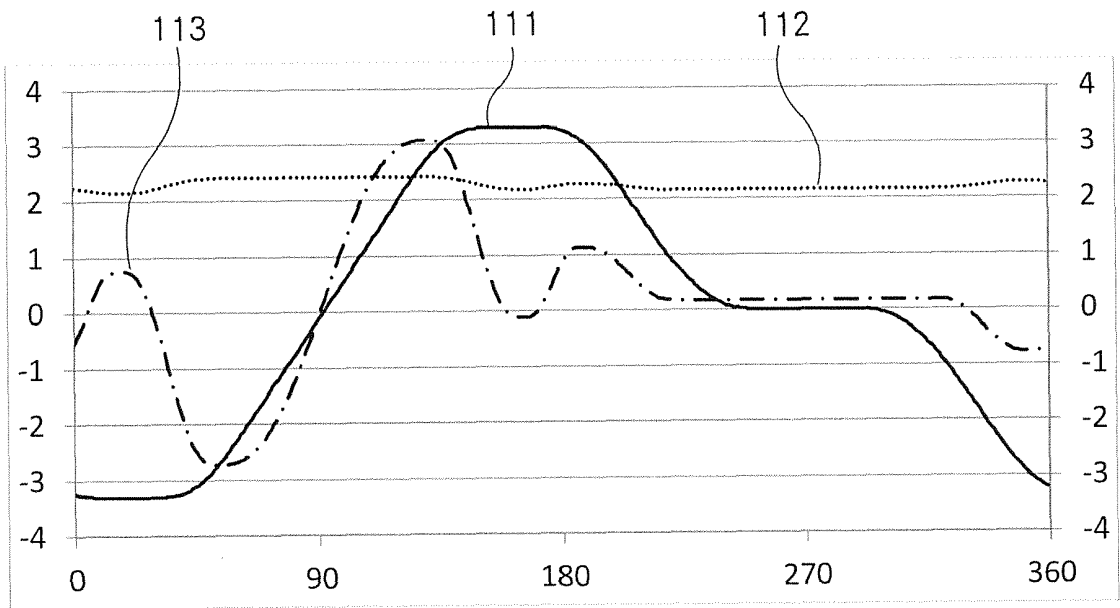


Fig. 22

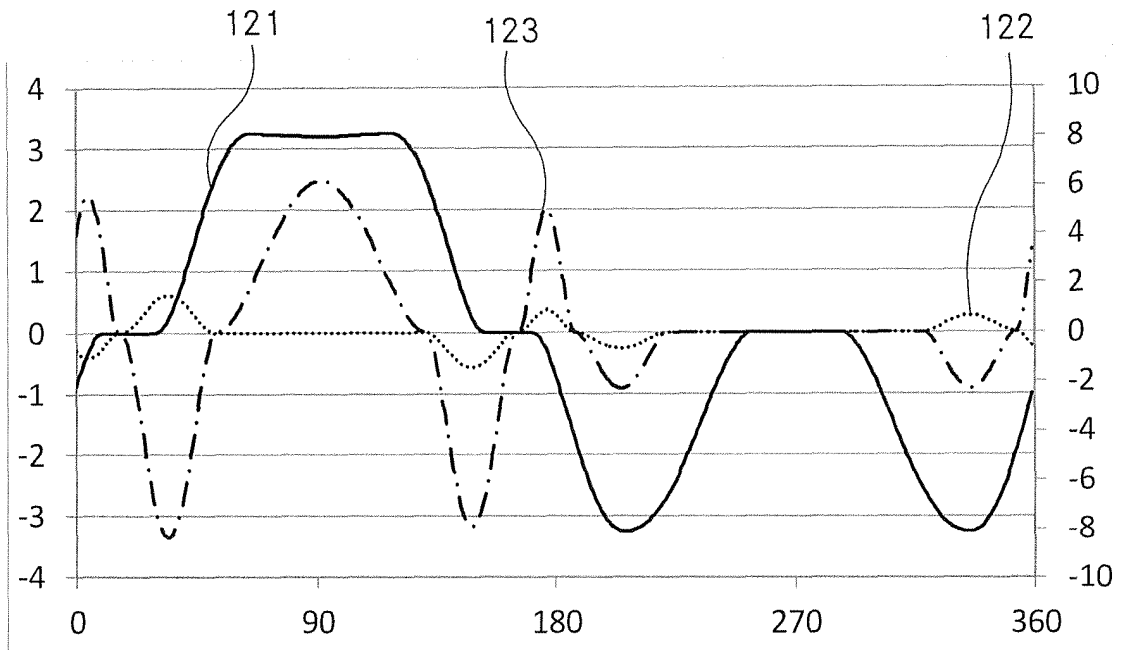


Fig. 23

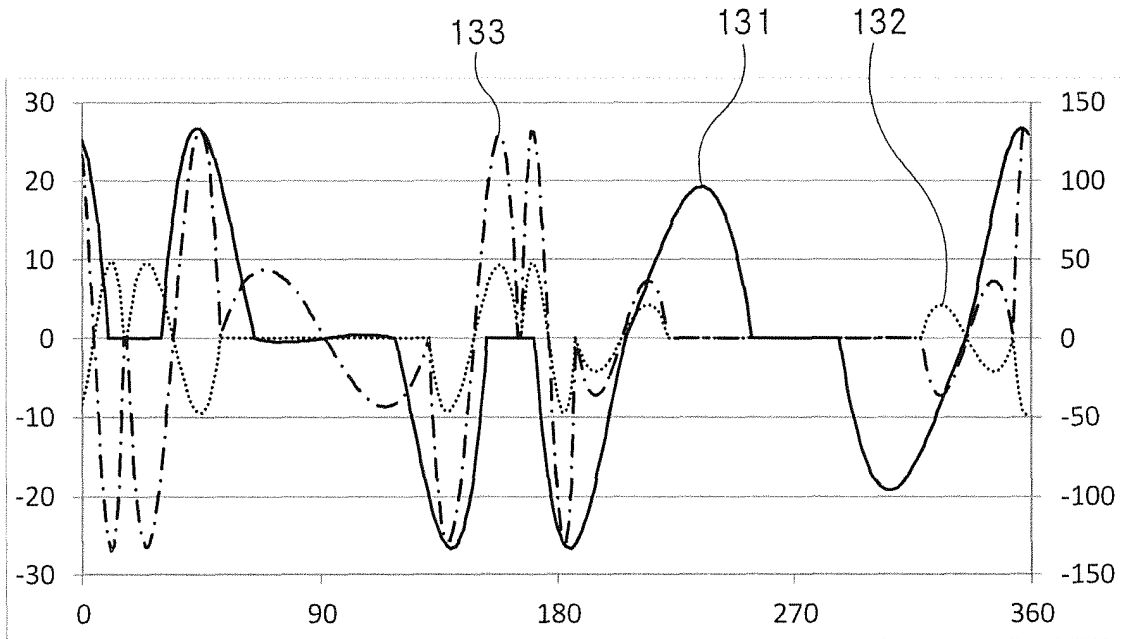


Fig. 24

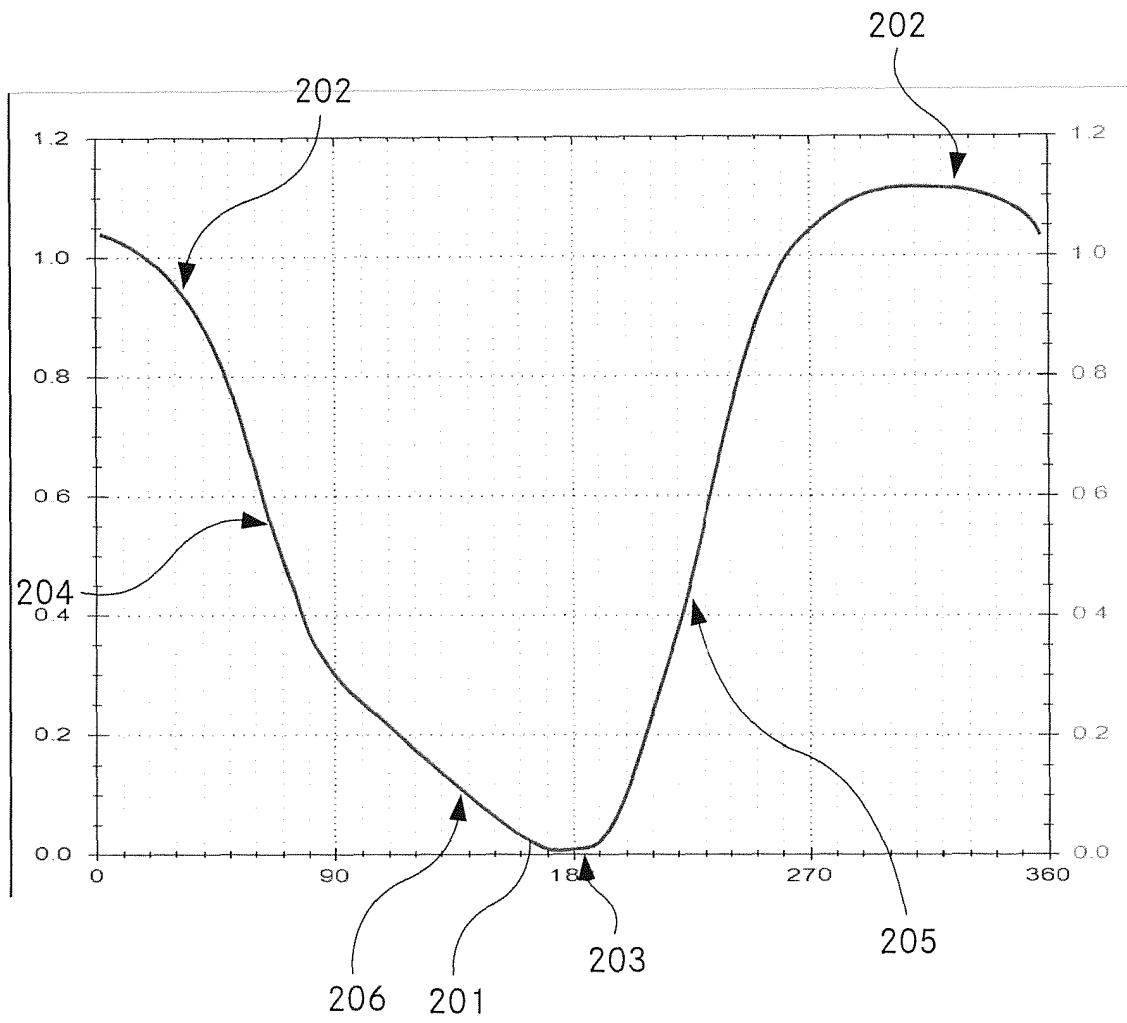


Fig. 25

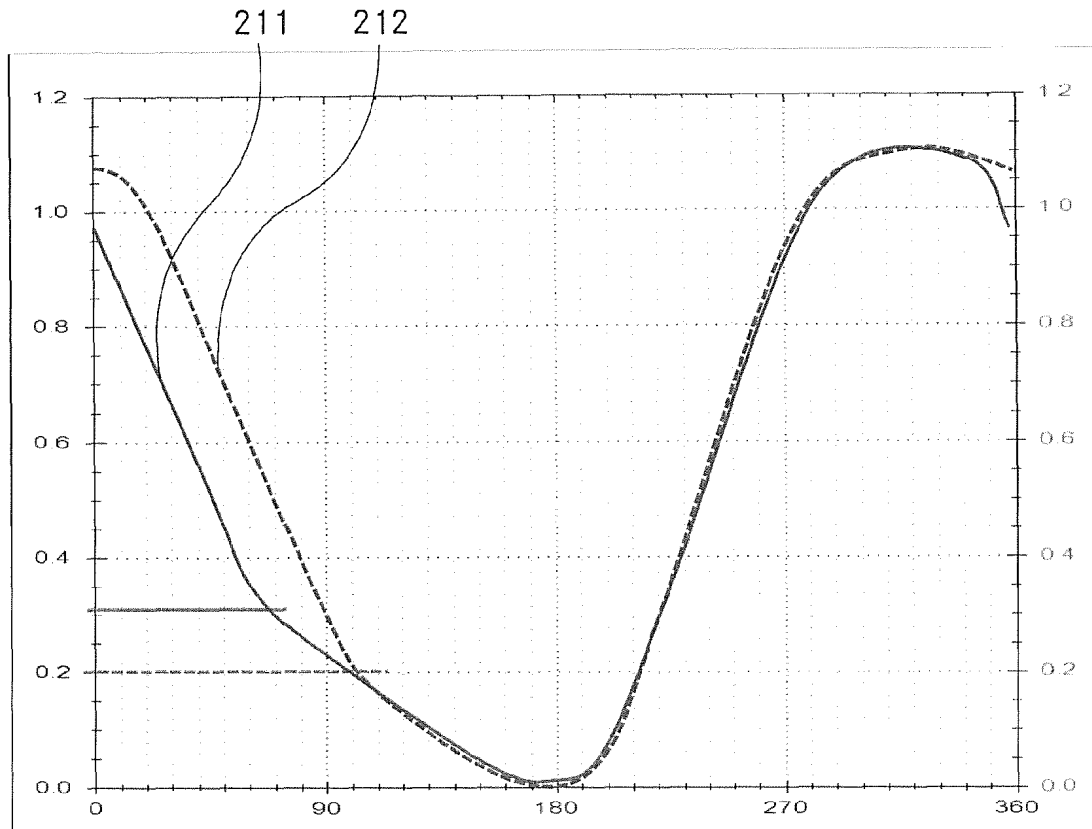


Fig. 26

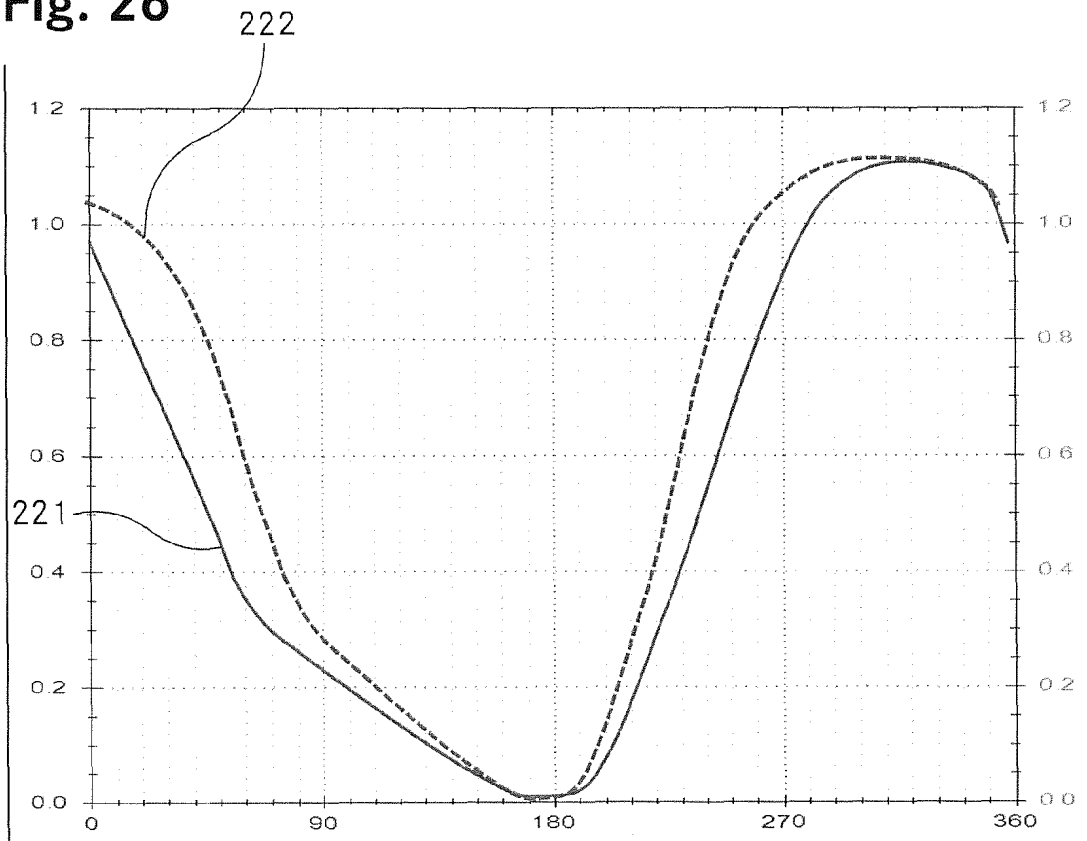


Fig. 27

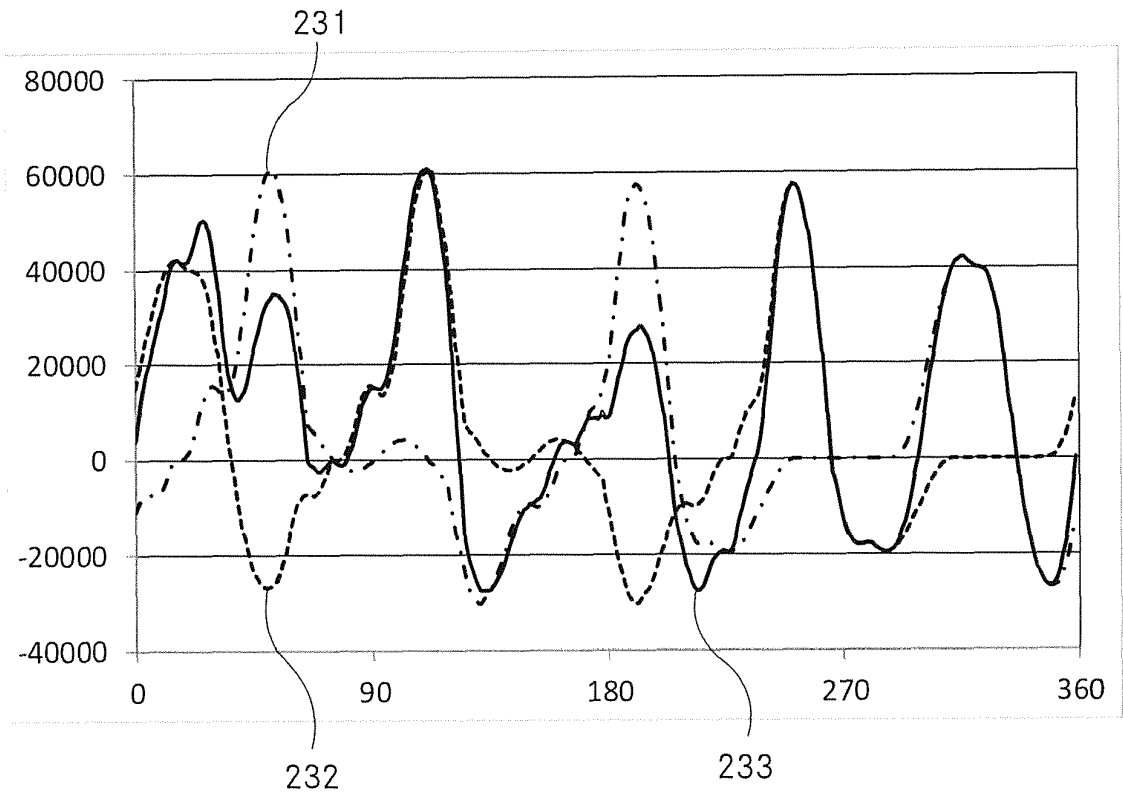


Fig. 28