

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 721**

51 Int. Cl.:

**B30B 1/26** (2006.01)

**B30B 15/14** (2006.01)

**G05B 19/418** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2007 E 07734821 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2024796**

54 Título: **Método y sistema mejorados para el funcionamiento de una máquina de producción cíclica en coordinación con una máquina de carga y descarga**

30 Prioridad:

**06.06.2006 EP 06011673**

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

**11.12.2015**

73 Titular/es:

**ABB RESEARCH LTD (100.0%)  
AFFOLTERNSTRASSE 44  
8050 ZÜRICH, CH**

72 Inventor/es:

**BOSGA, SJOERD**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 553 721 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 sistema mejorados para el funcionamiento de una máquina de producción cíclica en coordinación con una máquina de carga y descarga

**Campo técnico**

5 La invención se refiere a un método mejorado para la sincronización de una primera máquina de la sección de proceso de fabricación con al menos una segunda máquina para cargar y/o descargar la primera máquina. En particular, la invención describe una sección de proceso, en la que la primera máquina comprende una prensa mecánica de un tipo utilizado para prensar, estampar o punzar partes metálicas a partir de piezas en bruto. La prensa es accionada por al menos un motor eléctrico y la segunda máquina es una máquina de carga o descarga, tal como un robot industrial.

**Antecedentes técnicos**

15 Las prensas mecánicas tales como una prensa de enlace, una prensa de manivela o una prensa excéntrica se utilizan comúnmente para producir partes de automóviles estampadas o prensadas a partir de piezas brutas de acero. Actualmente las prensas mecánicas grandes son accionadas muy frecuentemente por un volante. La función del volante es almacenar la energía necesaria para realizar una operación de prensado. Un motor eléctrico de potencia relativamente baja acciona el volante de manera que antes de la puesta en marcha de una operación de la prensa el volante está girando a la velocidad a la que se producirá el prensado. Los servo accionamientos mecánicos de prensas del tipo de "accionamiento directo" o del tipo servo mecánico utilizan la potencia de un servo motor eléctrico de potencia relativamente alta para proporcionar la energía para el prensado. Otro tipo de servo prensa es un tipo de "accionamiento híbrido", o prensa híbrida. En este diseño, el volante proporciona todavía la energía necesaria para el prensado, pero la potencia para el movimiento de la prensa es suministrada en parte por un servo motor adicional, generalmente un motor más pequeño en una prensa híbrida que en una servo prensa mecánica directa.

25 El documento US4.653.311 describe una prensa de un tipo tradicional, que se utiliza en cooperación con una segunda máquina, un mecanismo de transferencia, cuyo mecanismo de transferencia está controlado en función de una posición en la primera máquina, es decir, la posición angular de la excéntrica (o ángulo de cigüeñal). El documento GB 1.179.447 describe un sistema de control de aceleración de prensa de potencia, en el que un número de prensas en una línea de prensa son controladas para funcionar a la misma velocidad de funcionamiento constante que la primera prensa. El documento EP 1.615.090 describe un control sincronizado de un sistema de una línea de máquinas, particularmente prensas, que funcionan esencialmente a velocidad constante, en el que se puede variar la velocidad de un de carga / desde carga (segunda máquina), y en el que la prensa puede ser parada para permitir que el dispositivo de carga compense un retraso. El documento EP 1.279.447 describe una prensa de punzón con puntos fijos en un ciclo de prensa de HH1 para comenzar el funcionamiento y HH2 justo cuando se cierra la prensa. La aceleración del servo motor de la prensa es constante. El documento US 6.242.877 describe un método y una interfaz gráfica con la que un operador puede seleccionar o diseñar uno o más perfiles de velocidad fuera de línea durante más de un accionamiento en una máquina, tal como una máquina de formación térmica. Esto permite controlar accionamientos separados en un proceso de formación de acuerdo con un perfil de velocidad separado para que una máquina o una pieza de trabajo alcancen un punto seleccionado en el proceso en un tiempo seleccionado.

40 En líneas de prensas grandes para la industria de automoción, se utilizan con frecuencia robots para mover partes desde una prensa a la siguiente. Para productividad óptima, el movimiento de cada robot de descarga está sincronizado con el movimiento de una prensa y el movimiento de un robot de carga está sincronizado con el movimiento del robot que descarga la misma prensa. Sin embargo, el movimiento de la prensa propiamente dicha no se puede controlar normalmente. Solamente el instante inicial del funcionamiento de la prensa se puede seleccionar con relación al movimiento del robot de carga.

45 El ciclo de producción de una prensa como se describe aquí incluye una etapa de prensado y una etapa de no-prensado. La estampación, prensado, troquelado, formación, etc. tienen lugar durante la etapa de prensado. Después de la etapa de prensado, la etapa de no-prensado incluye un primer tiempo después de que la prensa ha comenzado a abrirse, en el que una herramienta o robot puede alcanzar la prensa y descargar una pieza de trabajo, que ha sido formada o prensada. Después de eso y antes de que la prensa se cierre, un robot u otro aparato coloca una nueva pieza de trabajo en la prensa preparada para la siguiente operación de prensado/formación. Los objetivos del tipo convencional de sincronización de la prensa con respecto al robot son comúnmente los siguientes:

- 55 - la prensa debería alcanzar un cierto punto de su movimiento (llamado "El Protegido", DP) durante la carga de una pieza o pieza bruta no antes de que el robot haya pasado un cierto punto de su movimiento, principalmente el instante en el que el robot de carga ha salido de entre las partes móviles de la prensa. Si no se hace a tiempo, esto significa que ocurrirá una colisión, provocando daño en el troquel de la prensa

y/o en la herramienta de robot,

- la prensa debería pasar el punto DP tan pronto como sea posible después de que el robot ha pasado el cierto punto anterior de su movimiento. Si no se hace a tiempo, esto significa pérdida de tiempo, es decir, productividad reducida.

5 El mecanismo de sincronización actual se base en el supuesto de que la prensa está parada en una posición bien definida al comienzo de cada ciclo de la prensa, y de que la prensa se moverá entonces con un perfil de movimiento pre-definido que no se puede variar. Estas condiciones de funcionamiento son una consecuencia directa de la construcción mecánica del accionamiento de la prensa, que consta de un volante, un embrague y un freno. Por el contrario, los servo accionamientos de prensa o bien del tipo de “accionamiento directo” o “accionamiento híbrido”,  
10 tienen fundamentalmente diferentes limitaciones.

Por ejemplo, una servo prensa puede estar dispuesta con un accionamiento que tiene una potencia punta de aproximadamente 10 veces la potencia punta del motor que acciona e volante en las prensas actuales. Un servo motor de este tipo permite una aceleración muy rápida de la prensa desde el estado parado hasta alta velocidad. De esta manera, la prensa podría ponerse en marcha y pararse de la misma manera que una combinación tradicional de volante-embrague-freno, y la sincronización de los robots podría ser muy similar al esquema existente. Sin embargo, puesto que tal potencia punta alta va acompañada de costes de accionamiento y de instalación inaceptablemente altos, se puede utilizar en su lugar una prensa con un servo accionamiento con potencia punta mucho más baja. Por ejemplo, una potencia del motor directo o auxiliar puede estar dispuesta para que esté entre 1 y 4 veces la del motor de volante tradicional. Un inconveniente de este método es que la aceleración de la prensa desde el estado parado hasta la velocidad máxima tiene lugar en 1 – 1,5 segundos, que es mucho menos que la aceleración utilizando el embrague y, por lo tanto, ocupa una parte significativa del ciclo de producción (que puede ser típicamente alrededor de 5 segundos en total).  
15  
20

#### Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, comprendiendo dicho ciclo de producción una parte de prensado y una parte de no prensado, en el que dicha máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina y en el que dicha primera máquina realiza un proceso durante la parte de trabajo del ciclo en una pieza de trabajo que está cargada en y/o descargada desde dicha primera máquina por dicha al menos una segunda máquina durante la parte no operativa de cada ciclo del proceso, y la sincronización de dicha primera máquina con dicha segunda máquina controlando la velocidad de dicha primera máquina para desacelerar dicha primera máquina en un punto antes del punto inicial de una etapa de descarga después del cual se permite la descarga y en función de una velocidad o posición de dicha segunda máquina.  
25  
30

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, cuya dicha primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina sincronizando la velocidad de dicha primera máquina a dicha segunda máquina controlando la velocidad de dicha primera máquina y acelerándola o desacelerándola de acuerdo con un tiempo estimado para dicha segunda máquina para alcanzar el punto inicial o el punto final de una etapa de descarga o de carga del ciclo de proceso.  
35

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, cuya dicha primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina sincronizando la velocidad de dicha primera máquina a dicha segunda máquina controlando la velocidad de dicha primera máquina y desacelerando dicha primera máquina en un punto inicial antes de un tiempo estimado, en el que dicha primera máquina debe alcanzar el comienzo de la etapa del punto de descarga hacia velocidad cero y acelerando dicha primera máquina para alcanzar el punto final de la etapa de carga a la velocidad máxima posible.  
40  
45

De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, comprendiendo dicho ciclo de producción una parte de prensado y una parte de no-prensado, cuya dicha primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina y cuya primera máquina realiza un proceso durante la parte de trabajo del ciclo sobre una pieza de trabajo, que se carga y/o descarga en /o desde dicha primera máquina por dicha al menos una segunda máquina durante la parte de trabajo de cada ciclo del proceso, y sincronización por inversión de dicha primera máquina después de alcanzar una velocidad cero y posteriormente acelerar en una dirección de avance, de manera que dicha primera máquina está funcionando a la velocidad máxima posible, que puede ser mayor que una velocidad de prensado normal, cuando alcanza el punto final de la fase de carga.  
50  
55

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para

5 accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, cuya primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina y sincronización por inversión de dicha primera máquina después de alcanzar una velocidad cero y posteriormente acelerar dicha primera máquina en una dirección de avance, de manera que alcanza una velocidad cero durante un segundo tiempo, de tal manera que dicha primera máquina está funcionando a la velocidad máxima posible, que alcanza el punto final de la fase de carga.

10 De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, cuya primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina, y sincronización después de la detección de que la fase de carga se ha retrasado, antes de que el tiempo de desaceleración haya comenzado antes de comienzo de la descarga, cambiando posteriormente de par motor positivo a par motor negativo y acelerando dicha primera máquina en una dirección de avance desde un ángulo inverso incrementado, de manera que dicha primera máquina alcanza el final de la etapa de carga en el tiempo más corto posible.

15 De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, cuya primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina, y sincronización mediante la estimación de un tiempo en el que dicha segunda máquina debe alcanzar el comienzo de la etapa del punto de descarga (UC), luego calcular a partir de la estimación un tiempo en el que dicha primera máquina debe alcanzar el punto final de la etapa de carga (DP).

20 De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, cuya primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina, y sincronización mediante el cálculo de un punto en el que debe iniciarse la desaceleración de dicha primera máquina, de tal manera que la velocidad de dicha primera máquina al comienzo de la fase de descarga y al final de la fase de carga es lo más alta posible, y en la que el final del punto de la fase de carga se alcanza en el momento en el que la carga está completa.

25 De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, se proporciona una mejora a métodos para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar un ciclo de producción, cuya primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina mediante la sincronización de la velocidad de dicha primera máquina a dicha segunda máquina controlando la velocidad de dicha primera máquina, en la que se utilizan adicionalmente datos que describen el movimiento de dicha segunda máquina recopilados durante un número finito o infinito de ciclos previos para calcular el instante de tiempo deseado.

30 La invención comprende modos de adaptar el movimiento de la prensa de tal manera que la prensa es sincronizada al movimiento del robot de descarga y/o de carga, resultando tiempos óptimos del ciclo. El método propuesto comprende cambiar puntos de referencia en el movimiento de la prensa en función de un punto de tiempo de sincronización estimado. La invención proporciona también un método para optimizar automáticamente la línea de la prensa durante el funcionamiento. Además, se describen métodos propuestos que se pueden utilizar para sincronizar también el robot de descarga con la prensa. Para optimizar la productividad de líneas de prensa y/o servo líneas de prensa, debería sincronizarse el movimiento de la prensa al movimiento del equipo de carga y viceversa. Especialmente para el movimiento de inversión ("alternativo bi-direccional"), esto requiere un concepto nuevo para sincronización, diferente del que se ha utilizado para prensas mecánicas. Una línea de prensa comprende un número de prensas, dispuestas normalmente para realizar una secuencia de operaciones. En esta memoria descriptiva, el término "línea de prensas" puede incluir también una prensa individual y un cargador y/o descargador mecanizado.

35 Para la finalidad de control, los inventores describen el ciclo de producción (prensado) que comprende dos partes: la etapa de prensado, y la etapa de no-prensado. En la etapa de no-prensado se llama "abierta". Durante la etapa de no-prensado, la prensa está suficientemente abierta para que un cargador/descargador entre en la prensa para cargar y/o descargar. La parte abierta del ciclo está limitada por dos puntos en el ciclo. El primer punto se llama aquí punto UC (leva de descarga), el punto más temprano en el ciclo donde el cargador puede entrar la prensa sin que tenga lugar ninguna colisión. El segundo punto es el punto DP (protección del troquel), el punto después del cual el cargador debe estar fuera de la prensa para evitar una colisión. De acuerdo con un aspecto de la invención, DP no es tratado como una posición fija en el ciclo. Cuando la prensa se mueve lentamente (por ejemplo cuando se frena), se permite que la prensa se mueva más abajo que cuando se mueve rápidamente, puesto que DP se selecciona para que en DP se inicia un frenado de emergencia, no se toca un cargador o descargador dentro de la prensa. Puesto que el frenado a alta velocidad requiere una distancia de frenado más larga, DP es más alto (más temprano en el ciclo) a alta velocidad que a baja velocidad.

55 Los sistemas de servo accionamiento (directo / completo e híbrido) para prensas mecánicas introducen dos

condiciones nuevas en la sincronización de la prensa con el robot de acuerdo con la invención, cuyas condiciones comprenden:

- 5 - la prensa debería pasar el punto DP a medida que se cierra a una velocidad más alta posible. Puesto que la velocidad después de DP afecta al tiempo del ciclo, la prensa debería acelerarse lo más posible delante de este punto. Nota: antes de DP, el tiempo del ciclo depende de la velocidad de los robots, puesto que aquí la prensa está esperando esencialmente los robots; y
- la prensa debería pasar el punto UC a medida que se abre a la más alta velocidad posible.

10 La segunda condición puede requerir alguna explicación adicional. El punto UC, donde UC representa leva de descarga, es el punto en el movimiento de la prensa donde la prensa se ha abierto suficientemente para que el robot de descarga entre en la prensa. Ver, por ejemplo, la figura 8 en la que el punto UC en un ciclo de avance (en sentido horario) se muestra algunos grados después del prensado y, en este caso, delante de TDC. Desde un punto de vista de control, UC es el punto en el tiempo del comienzo de la etapa de descarga.

15 Tradicionalmente, el movimiento de la prensa cerca de este punto no tiene ninguna relación de ningún modo con la sincronización de la prensa con un cargador cerca del punto DP. Sin embargo, de acuerdo con el concepto servo descrito aquí, y en particular cuando se utiliza "movimiento alternativo unidireccional", tal como se describe en la solicitud EP número EP 06011673.8 presentada el 06-06-2006, la prensa nunca se puede detener completamente entre UC y DP. Los inventores han determinado que el movimiento óptimo de la prensa, para un tamaño dado de motor, prensa, etc. puede requerir en ciertos casos comenzar la aceleración de par motor completo antes de alcanzar UC, y después de alcanzar la velocidad cero, invertir la prensa sobre un cierto ángulo, también con par motor completo y luego, sin pausa, re-acelerar la prensa con par motor completo hasta después de pasar DP.

20 Típicamente, la ventaja principal es un tiempo reducido del ciclo de producción. En ajustes de la producción donde más de una prensa trabaja en un mismo proceso de producción o proceso relacionado, o es una prensa en una línea de varias prensas, los métodos de sincronización de la invención proporcionan mayor oportunidad para la optimización de una línea de prensas controlando de manera adaptable el movimiento de cada una de las prensas y alimentadores o mecanismos de transferencia / descargadores, tales como robots de carga/descarga, en el proceso o línea de prensas.

25 Por ejemplo, se puede mejorar la coordinación de las líneas de una sección entera del proceso controlando tal línea utilizando un controlador individual dispuesto para realizar métodos de acuerdo con una forma de realización de la invención, debido, en parte, a la facilidad de control mejorada de servo prensas directas o servo prensas híbridas. La coordinación u optimización se puede conseguir, en parte, adaptando la velocidad durante la apertura/cierre de una prensa (manteniendo al mismo tiempo, por ejemplo, una velocidad y una salida de energía requeridas durante la parte de prensado / estampación del ciclo), resultando tiempos del ciclo que se pueden reducir en función de parámetros tales como: un estado de un proceso curso abajo; o un estado de un proceso curso arriba u otra consideración tal como el consumo total de potencia; consumo reducido de energía; alisamiento de los picos de consumo de potencia en la línea de prensas.

30 Una característica de los métodos descritos es que se utiliza una predicción mejorada para el tiempo estimado de llegada de la prensa en puntos de sincronización tales como UC y DP. Esta estimación es también adaptable y se puede actualizar antes de la llegada real a un punto de sincronización. La estimación mejorada es producida por una función de control del motor. Puesto que el control de una servo prensa directa o servo prensa híbrida es por medio de control del motor, un convertidor de frecuencia y un motor controlan el movimiento de la prensa. El controlador de la prensa cruzará el ángulo de la leva de descarga. Puesto que la velocidad de la prensa es controlada por el servo motor directo o servo motor híbrido, esta predicción puede ser más exacta que una predicción tradicional (que se basa en el supuesto de una operación a velocidad constante para una prensa mecánica tradicional, por ejemplo, con una rueda excéntrica). El control de la prensa comunica la estimación del momento en que llegará a UC al controlador del descargador, que controlará el robot de descarga para entrar en la prensa exactamente tan pronto como el movimiento de la prensa lo permita en o después de UC. Mientras la prensa se aproxima al ángulo de la leva de descarga, el control de la prensa puede emitir, si es necesario, una predicción actualizada del tiempo de llegada a UC al controlador del descargador. El control del cargador, a su vez, comunica entonces al control de la prensa el momento que ha calculado un tiempo estimado para que el cargador abandone la prensa. El control de la prensa determina entonces cuándo iniciar, reanudar o cambiar la velocidad del movimiento de la prensa y cómo controlar la velocidad de la prensa de tal manera que la prensa cruce el ángulo de protección del troquel DP exactamente en el momento en el que el cargador abandona la prensa. Durante todo el tiempo de la carga, el control del cargador puede emitir, si es necesario, y actualizar la predicción.

35 Como resultado de este método de sincronización, será posible una sincronización mejor que con el sistema actual, resultando un tiempo reducido del ciclo. Incluso puede ser posible incrementar el ángulo de protección del troquel, que dará como resultado una reducción adicional.

Puesto que sólo se comunican instantes de tiempo entre el control de la prensa y el control del descargador o bien

del cargador. La anchura de banda de comunicación requerida entre estos controladores es baja. Esto es una ventaja en el caso de que el control de la prensa sea una unidad separada, es decir, no integrada con el control del descargador y del cargador.

5 Otra ventaja de la invención es que es aplicable a una gama de condiciones. Por ejemplo, los métodos propuestos no están limitados al caso en el que el par motor máximo es una constante. El par motor utilizado en la desaceleración y la aceleración es ventajosamente igual al par motor máximo que el accionamiento puede suministrar, pero este máximo puede ser una función de la velocidad del motor, o temperatura del motor, o temperatura del convertidor, limitaciones impuestas por engranajes, otras limitaciones mecánicas, etc.

10 Otra ventaja es que el método de sincronización propuesto no está limitado a una prensa mecánica con un mecanismo excéntrico. Se puede utilizar también en prensas con un llamado mecanismo de accionamiento de enlace, sin modificación. Con algunas modificaciones, el método se puede utilizar también en una prensa mecánica que utiliza un mecanismo de tornillo de bola (que utiliza típicamente operación bi-direccional). Además, el método se puede utilizar para servo prensas del tipo híbrido (en el que se utilizan un embrague y un volante para dar fuerza durante el prensado) y del tipo directo (en el que no está presente un embrague).

15 Aunque el método se describe para el caso donde la prensa en cada ciclo se mueve en la misma dirección, con algunas modificaciones el método se puede utilizar también en una prensa en la que se realiza cualquier otro ciclo en una dirección diferente (dirección bi-direccional).

20 El método propuesto para predecir el movimiento del robot se puede utilizar también para predecir el movimiento de la prensa. Puesto que el movimiento de la prensa depende de muchos parámetros (masas de diferentes partes del mecanismo, ajuste de la presión en cilindro de contrapeso, masa del troquel superior, etc.), que son difíciles de tener en cuenta en un controlador de la prensa, se propone analizar en línea el movimiento de la prensa para ajustes dados, tales como la velocidad de prensado, posición donde la desaceleración se inicia en o antes del comienzo de la etapa de descarga, posición o tiempo o velocidad a la que el par motor se invierte, velocidad máxima de la prensa). Sobre la base del movimiento obtenido durante un número finito o infinito de ciclos previos de la prensa, los ajustes mencionados anteriormente se pueden adaptar de tal manera que se obtiene un tiempo de ciclo y un instante de tiempo óptimos para pasar DP.

30 El método proporciona la máxima productividad posible para una línea de prensas. El movimiento puede ser optimizado con relación a otras máquinas en una secuencia de producción cuando se cargan, por ejemplo, piezas brutas en la prensa y/o partes estampadas descargadas desde la prensa por dispositivos de transferencia u otros dispositivos automáticos. Tales otras máquinas en la secuencia de producción pueden ser uno o más robots. El control de la prensa en sincronización con el control de la alimentación por alimentadores automáticos, otros alimentadores, adyuvantes, robots de carga / descarga, etc. proporciona la ventaja de la sincronización del movimiento del alimentador / cargador y el movimiento de la prensa, proporcionando tiempos de ciclos del proceso de producción general reducidos, sin comprometer la calidad del prensado. Una línea de prensas comprende un número de prensas, dispuestas normalmente para realizar una secuencia de operaciones. En esta memoria descriptiva, el término línea de prensas puede incluir también una prensa individual y un cargador y/o descargador mecánico.

40 En una forma de realización del método de la invención, el método se puede realizar por un dispositivo de cálculo que comprende una o más unidades de microprocesador u ordenadores. Una o más unidades de control comprenden medios de memoria o un dispositivo de almacenamiento de memoria para almacenar uno o más programas de ordenador para realizar los métodos mejorados para controlar la operación de una prensa mecánica. Con preferencia, tal programa de ordenador contiene instrucciones para que el procesador realice el método como se ha mencionado anteriormente y se describe con más detalle a continuación. En otra forma de realización, el programa de ordenador está previsto en un soporte de datos legible por ordenador, tal como un DVD, o almacenados en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán formas de realización de la invención, solamente de forma ejemplar, con referencia particular a los dibujos que se acompañan, en los que:

50 La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un ciclo de producción, en el que una parte de no-prensado está dividida en tres intervalos de tiempo relevantes para la sincronización de una prensa con una segunda máquina, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

55 La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra perfiles de velocidad y tiempo para un ciclo de la prensa que muestra puntos de sincronización sobre los perfiles relevantes para la sincronización de una prensa con una segunda máquina que funciona como un cargador que puede ser tardío, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La figura 3 es un diagrama esquemático que muestra perfiles de la velocidad y tiempo en un caso en el que el movimiento de inversión de una prensa está limitado a un ángulo pequeño, de acuerdo con otra forma de realización de la invención.

5 La figura 4 es un ciclo esquemático de la prensa que muestra los puntos de sincronización de los perfiles de la velocidad sobre un ciclo de la prensa, en el que no se produce inversión, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La figura 5 es un diagrama de flujo esquemático que muestra un método de sincronización para la sincronización de la prensa con un robot de descarga o de carga en el caso de un descargador tardío, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

10 La figura 6 es un diagrama de flujo esquemático que muestra un método de sincronización para la sincronización de la prensa con un robot de carga o descarga en el caso de un cargador anterior, de acuerdo con otra forma de realización de la invención; y la figura 8 es un diagrama esquemático para in ciclo de producción de la prensa que muestra una rotación angular de avance en una dirección horaria, con inversión, junto con posiciones angulares de UC y DP de acuerdo con una forma de realización de la invención.

### 15 Descripción detallada de las formas de realización

La sincronización de la prensa con un robot de carga u otra máquina de caga como se describe aquí comprende dos partes. La primera parte se refiere a la obtención de una predicción del instante en el que el robot de carga pasará el punto de sincronización. La segunda parte consta de métodos para adaptar el movimiento de la prensa de tal manera que se obtenga la sincronización óptima.

20 La sincronización se puede describir en términos de dividir el ciclo de la prensa en las cuatro partes siguientes, como se muestra en la figura 1. La figura muestra un diagrama de velocidad / tiempo para el ciclo de la prensa. Éste muestra comenzando desde el lado izquierdo del diagrama el funcionamiento de la prensa a una velocidad W que puede ser una velocidad máxima. En o después de D, un punto delante de UC (leva de descarga, el punto más temprano para la descarga) puede comenzar la desaceleración de la prensa. Después de UC ha comenzado la etapa de no-prensado. La figura 1 muestra que durante la etapa de no-prensado existen tres partes T3, T1 y T4, donde:

- T3 es el tiempo entre el momento en que la prensa cruza la posición UC y el momento en el que el descargador entra en la prensa;
- T1 es el tiempo en el que el descargador y el cargador están dentro de la prensa;
- 30 - T4 es el tiempo en el que el cargador está fuera de la prensa, antes de que la prensa cruce la posición DP.

En segundo lugar y durante la etapa de prensado T2:

- T2 es el tiempo en el que la prensa está cerrada, éste incluye cerrar, prensar (parte de trabajo del ciclo) y abrir; éste es el tiempo total entre el paso de DP y el paso de UC. El tiempo total del ciclo, que determina la productividad, es  $T1+T2+T3+T4$ .

35 El objetivo de la sincronización del descargador con la prensa es reducir al mínimo T3, es decir, de manera que T3 se aproxime a cero o sea cero. Otro objetivo de la sincronización del descargador con la prensa es también asegurar que el descargador entre en la prensa lo más rápidamente posible, para reducir al mínimo el descargador dependiente en parte de T1. El objetivo de la sincronización del cargador con el descargador es también reducir al mínimo T1.

40 El objetivo de la sincronización de la prensa con el cargador puede estar relacionado con más de un periodo de tiempo. Lo primero de todo, la sincronización debe mantener al mínimo T4. Cuando T4 es cero, esto significa que la prensa cruza DP exactamente cuando el cargador abandona la prensa (aunque se puede incluir cierto margen de seguridad). En segundo lugar, se pretende reducir al mínimo el tiempo total de la etapa de prensado T2. Esto se hace asegurando que la velocidad de la prensa en DP y la velocidad de la prensa en UC son ambas lo más altas posible. En un estado estable, se encuentra un óptimo para T2 donde la velocidad en UC y la velocidad en DP pueden ser aproximadamente iguales.

50 En el caso de equipo de carga / descarga muy rápido, o un servo accionamiento muy potente, o una distancia angular muy grande entre DP y UC, la velocidad en UC y DP pueden ser iguales hasta la velocidad máxima de la prensa. En ese caso, la desaceleración de la prensa se puede iniciar después de UC, y la re-aceleración se completará en o antes de DP. En este caso, puede ser posible accionar el accionamiento (entre UC y DP) a menos que el par motor máximo, sin deterioro del tiempo del ciclo. Esto sería apropiado para reducir pérdidas de energía en el accionamiento.

No obstante, típicamente estas tres condiciones no se cumplen todas. En este caso, se obtiene el tiempo del ciclo más corto posible solamente accionando el motor con par motor máximo durante la desaceleración, cualquier inversión posible y la re-aceleración. En este caso, la desaceleración comenzará antes de alcanzar UC, en un punto D, y la re-aceleración continuará incluso después de pasar el punto DP.

5 Puesto que el control de una servo prensa directa o servo prensa híbrida se realiza por medio de un control del motor, por ejemplo un convertidor de frecuencia o un motor controlan el movimiento de la prensa. El controlador de la prensa es capaz de calcular y predecir el momento exacto en el que la prensa cruzará el ángulo de la leva de descarga. Puesto que la velocidad de la prensa está controlada, esta predicción puede ser más exacta que una predicción tradicional (que se basa en el supuesto de operación de velocidad constante de una prensa mecánica, por ejemplo, con una rueda excéntrica). El control de la prensa comunica la estimación del momento, llegará en UC al controlador del descargador, que controlará el robot de descarga para entrar en la prensa exactamente tan pronto como el movimiento de la prensa lo permite en o después de UC. Mientras la prensa se aproxima al ángulo de la leva de descarga, el control de la prensa, si es necesario, puede emitir una predicción actualizada del tiempo de llegada en UC hasta el controlador del descargador.

15 El control del cargador, a su vez, comunica entonces al control de la prensa el momento en el que calcula un tiempo estimado para abandonar la prensa. El control de la prensa determina entonces cuando iniciar o reanudar el movimiento de la prensa y cómo calcular la velocidad de la prensa, de tal manera que la prensa cruce el ángulo de protección del troquel DP exactamente en el momento en el que el cargador abandona la prensa. Todo el tiempo durante la carga, el control del cargador puede emitir, si es necesario, una predicción actualizada del tiempo estimado para abandonar la prensa al control de la prensa. A diferencia de las prensas mecánicas actuales, la servo prensa permitirá un grado de adaptación del movimiento de la prensa incluso después de iniciar el movimiento.

25 Tres métodos para la sincronización se describen en las figuras 2 a 4, uno de los cuales, la línea C1 de la figura 4, es un resultado similar a la sincronización de una prensa mecánica, pero los otros métodos son nuevo y específicos para la servo prensa con movimiento bidireccional. Métodos para la sincronización con un cargador tardío se ilustran en la figura 2. La figura 2 muestra cuatro perfiles específicos C1, C1', C1'', C1''' sobre ejes de velocidad y tiempo de la prensa. Todos los cuatro perfiles pasan un punto al comienzo UC de una etapa de descarga, en el que un tiempo  $T_{np}$  comienza a funcionar. En la figura,  $T_3+T_1+T_4$  es el tiempo requerido por los robots para descargar y cargar la prensa. Este tiempo comienza en UC (suponiendo que el descargados esté sincronizado idealmente con la prensa) y termina en DP (suponiendo que la prensa alcanza este punto exactamente cuando el robot ha acabado la carga).

30 En la figura 2, la curva C1 representa el movimiento óptimo de la prensa para un tiempo dado de descarga y carga del robot  $T_{np}$ . En este movimiento, la desaceleración comienza en un punto D, antes de alcanzar el punto UC donde se inicia la descarga. Desde el punto D, la prensa se desacelera con par motor completo. Para el punto UC y alcanza la velocidad cero en el punto Z1. El movimiento continúa con el mismo par motor completo, que ahora provoca la inversión de la prensa, lo que en los ejemplos en las figuras 1 a 4 y 8 significa girar en un sentido contrario a las agujas del reloj. En el punto R, que ha sido calculado para que DP sea alcanzado en un tiempo  $T_{np} = T_3+T_1+T_4$  después de pasar UC, se cambia el signo del par motor. La prensa ralentiza ahora su movimiento de inversión hasta que se alcanza la velocidad cero durante un segundo tiempo en el punto Z2. La prensa continúa entonces con par motor completo hasta después de DP, cuando se alcanza velocidad completa y dentro de la etapa de pensado. Entonces la prensa es sincronizada de esta manera como el dispositivo auxiliar de un dispositivo cargador.

45 La figura 8 muestra un ciclo de producción de una prensa con inversión y en términos de rotación angular y las posiciones tradicionales del ciclo de la prensa de TDC (centro muerto superior) y BDC (centro muerto inferior). La figura 8 muestra el movimiento de la prensa en un sentido horario más allá de BDC y hacia TDC. La prensa tiene una velocidad cero o cruza la velocidad cero en Z1. Después de alcanzar Z1 en el diagrama, la prensa se invierte entonces hasta un punto mostrado R, y se invierte de nuevo en dirección hacia delante, en sentido horario y cruza de nuevo la velocidad cero en Z2. La prensa continúa acelerando, más a menudo a par motor completo, para pasar a través de DP a la velocidad máxima. Esto se puede comparar con los mismos eventos en las figuras 2, 3.

50 El método de sincronización a seleccionar para un cargador posterior depende del momento durante el movimiento en el que se obtiene información sobre la demora. (Ver también la figura 6). Si se obtiene información después del punto de paso R', la sincronización consistirá en pausar el movimiento de la prensa en el punto Z2, como se muestra por la curva C1' en la figura 2. Este método da un resultado que es similar a la sincronización de la prensa mecánica – la prensa esperar antes de ser reiniciada en Z2'. El perfil del movimiento de la prensa como una función de la posición de la prensa no está afectado por este método.

55 Si la información sobre la demora del cargador está disponible más temprana en el ciclo, es decir, después de pasar el punto D, pero antes de pasar el punto R, la sincronización se obtiene de manera ventajosa cambiando la posición del punto R. Revirtiendo sobre un ángulo mayor, como se ilustra por la curva C1'' en la figura 2, no sólo se obtiene un tiempo más largo  $T_{np} = T_3+T_1+T_4$ , sino que se incrementa también la velocidad en DP''- Esto da como resultado una reducción en el tiempo del ciclo comparado con el caso donde la prensa tendría que esperar a Z2 para obtener



el mismo  $T_{np}$ .

5 Si la información sobre la demora del cargador está disponible todavía más pronto en el ciclo, es decir, antes de pasar el punto D, la sincronización se obtiene de manera ventajosa cambiando el punto D donde se inicia la desaceleración. Iniciando la desaceleración más tarde, y al mismo tiempo adaptado el punto R, se obtiene un tiempo de ciclo más corto para un  $T_{np}$  dado que cambiando el punto R solamente. Esto es debido al hecho de que cuando la aceleración se inicia más tarde, se mantiene alta velocidad durante un tiempo más largo y se alcanza una velocidad más alta en DP.

10 La figura 7 muestra la aceptación general de la desaceleración / aceleración. La figura 5 muestra la adaptación de la desaceleración / aceleración de la prensa dependiendo de qué punto en el tiempo se conozca información sobre un descargador tardío. Por lo tanto, como se muestra en la figura 5, se pueden realizar las etapas siguientes:

60 hallar delante de D

61 el robot de descarga estará tarde en D,

entonces 62 ajustar D más tarde

60 hallar delante de D

15 64 el robot de descarga estará a tiempo

50a desacelerar el motor de accionamiento desde D en mar motor máximo, y

52 ajustar el par motor para invertir con par motor completo y pasar a través de velocidad cero  $Z_1$ ;

65 hallar después de D y delante de R que

66 el robot de carga estará tarde en DP

20 entonces 67 invertir sobre un ángulo mayor a R

54 ajustar el motor para cambiar el signo del par motor en R y acelerar hacia delante con par motor completo y pasar a través de velocidad cero de nuevo  $Z_2$ ;

68 hallar después de R que el robot de carga estará tarde en DP

entonces 70 pausa en punto  $Z_2$  y entonces

25 56 acelerar el motor de accionamiento hasta velocidad máxima o  $W1$  de manera que la prensa está a velocidad máxima cuando alcanza DP.

De manera similar, la figura 6 resume la adaptación de la desaceleración/aceleración de la prensa en función del punto en el tiempo en el que se conoce información sobre un cargador anterior. Por lo tanto, como se muestra en la figura 6, se pueden realizar las siguientes etapas:

30 71 hallar bien delante de D que

72 el robot de carga llegará antes a D

entonces 62 ajustar D más pronto, y

50a desacelerar el motor de accionamiento desde el punto D con par motor máximo,

52 ajustar motor para invertir con par motor completo y pasar a través de velocidad cero  $Z_1$ ,

35 74 hallar después de D y antes de R que el robot de carga llegará antes a DP

entonces 76 invertir a R sobre un ángulo menor,

54 ajustar el motor para cambiar el signo en R y desacelerar hacia delante con par motor completo y pasar a través de velocidad cero de nuevo  $Z_2$ ,

40 56 acelerar el motor de accionamiento a velocidad máxima o  $W1$  de manera que la prensa alcanza DP a velocidad máxima.

La aplicación de estos métodos está limitada por el ángulo del movimiento de la prensa que está disponible para la inversión. Si se invirtiese la prensa demasiado de esta manera, esto puede provocar, por ejemplo, una colisión entre

la prensa y el descargador y/o cargador cerca del punto Z2. De manera similar si, por ejemplo, se inicia la desaceleración demasiado tarde, existe un riesgo de que cerca del punto Z1 la prensa se cierre tanto que se produzca una colisión.

5 La figura 3 muestra un ejemplo de cómo se pueden localizar los diferentes puntos D, Z1, R, Z2 y DP para un caso donde la prensa se invierte solamente sobre un ángulo pequeño (ver también la figura 3 siguiente).

10 La sincronización de un cargador anterior se realiza con métodos similares, como se ilustra en la figura 4. No obstante, si se obtiene información sobre un cargador anterior solamente después de pasar el punto R, no existe ninguna posibilidad de que la prensa adapte su movimiento, puesto que después de este punto está ya acelerando a par motor completo. Si la información sobre la antelación del cargador se conoce después del inicio de la desaceleración, pero antes del punto R, se obtiene la sincronización moviendo el punto R más cerca del punto Z1, como se muestra por la curva C1' en la figura 3. Desafortunadamente, como muestra esta curva, DP se pasa a una velocidad menor, pero el tiempo del ciclo perdido en la aceleración más larga después de DP es más que compensado por una ganancia de tiempo del ciclo, puesto que DP se alcanza mucho más pronto.

15 Si la información sobre la antelación del cargador se conoce antes del inicio de la desaceleración, se obtiene la sincronización iniciando la desaceleración más pronto, como se muestra por la curva C1''. De nuevo, esta desaceleración más temprana dará como resultado un deterioro del tiempo de la prensa (UC'' y DP'' se pasan a una velocidad menor), que es más que compensado por la ganancia en  $T_{np}$ , ya que DP se alcanza mucho más pronto. Este método proporciona un tiempo del ciclo ligeramente mejorado comparador con el caso donde la información sobre la antelación se conoció después del inicio de la desaceleración.

20 A partir de lo anterior está claro que para sincronización óptima es esencial una predicción fiable del movimiento del robot. Los inventores recomiendan que el controlador del robot sea utilizado para calcular una predicción (estimación) para el instante de tiempo en el que la prensa debería alcanzar la posición DP, y actualizar esta estimación durante el movimiento del robot. El método descrito para la predicción del instante de tiempo en el que la prensa debería alcanzar la posición DP comprende dos partes, como se ha mencionado anteriormente. Puesto que es importante para el control de la prensa conocer el instante de tiempo requerido ya antes del comienzo de la desaceleración el final del ciclo de la prensa, no es posible basarse solamente en una estimación o predicción en tiempo real del movimiento del robot. En hecho, el movimiento del robot de carga no se conoce muy probablemente con exactitud tan pronto en el tiempo, puesto que el robot de carga al comienzo del ciclo puede estar todavía trabajando como robot de descarga para otra prensa o está siendo sincronizado con el robot de descarga de esta prensa. Es decir, que para parte del ciclo el robot de carga está sincronizado como un subordinado del robot de descarga. Sin embargo, el movimiento de este robot será típicamente el mismo en cada ciclo. Por lo tanto, se propone calcular una estimación, una predicción, basada en el movimiento del robot de carga durante un número finito o infinito de ciclos previos de la prensa, y utilizar esta estimación para determinar el punto de partida para la desaceleración de la prensa y posiblemente también el punto R del movimiento de la prensa. Una vez que el robot de carga no está ya sincronizado con el robot de descarga, puede ser capaz de proporcionar una estimación exacta de su propio movimiento. En este momento, el controlador del robot de carga puede proporcionar una actualización del tiempo objetivo exacto para el tiempo estimado en el que la prensa alcanzará DP durante el presente ciclo. Este tiempo objetivo puede sustituir entonces el tiempo objetivo calculado sobre la base de ciclos anteriores.

40 En lugar de robots para cargar y descargar la prensa, también se pueden utilizar otros tipos de equipo de carga y descarga, tales como mecanismos de transferencia diseñados para esta tarea. En otra forma de realización, los cálculos para la predicción de cuándo un cargador / descargador alcanzará un cierto punto se puede realizar en un dispositivo de control o unidad de control distinta a un controlador de robot.

45 El método descrito para sincronizar un movimiento bidireccional de la prensa al movimiento de cualquier (otro dispositivo) se puede aplicar también al movimiento de un robot (de descarga). Para descargar la prensa lo más rápidamente posible, es importante que el descargador entre en la prensa no sólo en el momento exacto en el que la prensa cruza la posición UC, sino que haga esto también a la mayor velocidad posible. Introduciendo el movimiento "alternativo bi-direccional" para el robot de descarga y sincronizando este movimiento con la prensa, la descarga se realizará más rápidamente que con el método de sincronización actual. En esta memoria descriptiva, las palabras "movimiento alternativo bi-direccional" se utilizan para significan: en lugar de detener un movimiento en el centro entre dos puntos para esperar la sincronización, permitir la desaceleración sobre una distancia más larga que el movimiento hacia atrás sobre una cierta distancia y finalmente re-acelerar desde una posición anterior.

55 Para casos donde no está disponible tiempo suficiente para movimiento alternativo bi-direccional, o la inversión no está permitida o no es posible por alguna razón, los métodos propuestos se pueden adaptar también para movimiento unidireccional. Esto ha sido ilustrado en la figura 4. Durante tiempos de carga y descarga cortos, el movimiento se vuelve continuo, es decir, que no existe ningún punto en el que se alcance la velocidad cero. La figura 4 muestra los puntos de sincronización sobre los perfiles de velocidad sobre un ciclo de la presa en el que no

ocurre la inversión, sino en el que puede ocurrir tiempo de espera variable.

Los métodos descritos no se limitan al caso en el que el par motor máximo es constante. El par motor utilizado en la desaceleración y la aceleración es ventajosamente igual al par motor máximo que el accionamiento puede suministrar, pero este máximo puede ser una función de una velocidad del motor, de la temperatura del motor, de la tensión disponible, de la temperatura del convertidor, de las limitaciones impuestas por los engranajes, otras limitaciones mecánicas, etc. El método de sincronización descrito no está limitado a una prensa con un mecanismo excéntrico. Se puede utilizar también en prensas con un llamado mecanismo de accionamiento de enlace, sin modificación. Con algunas modificaciones, el método se puede utilizar en una prensa utilizando un mecanismo de tornillo y bola (típicamente utilizando operación bi-direccional). Con modificaciones similares, el método se puede utilizar en una servo prensa directa (es decir, no híbrida) utilizando operación bi-direccional o también operación bi-direccional alternativa.

El método propuesto para predecir el movimiento del robot se puede utilizar también para predecir el movimiento de la prensa. Puesto que el movimiento de la prensa depende de muchos parámetros (masas de diferentes partes del mecanismo, ajuste de la presión en cilindro de contrapeso, masa del troquel superior, etc.), que son difíciles de tener en cuenta en un controlador de prensa, se propone analizar en línea el movimiento de la prensa para ajustes dados (tales como velocidad de prensado, posición D donde se inicia la desaceleración, posición R donde se invierte el par motor, velocidad máxima de la prensa). Sobre la base del movimiento obtenido durante un número finito o infinito de ciclos previos de la prensa, los ajustes mencionados anteriormente se pueden adaptar de tal manera que se obtiene un tiempo de ciclo óptimo y un instante de tiempo de requerido para pasar DP.

La figura 8 muestra un diagrama esquemático para un ciclo de la prensa de acuerdo con un método mejorado para accionar una prensa mecánica de acuerdo con una forma de realización de la invención. La figura muestra, en este caso para la rotación en una dirección horaria, que la prensa se aproxima al punto de desaceleración D en el punto 8 justo delante del punto UC. La desaceleración se inicia y la prensa gira a través de UC, cuando el descargador / cargador entre en la prensa para descargar la parte. La prensa continúa la desaceleración a par motor máximo y pasa a través de la velocidad cero en  $Z_1$  y entonces se invierte sobre un ángulo pequeño desde  $Z_1$  hasta  $R'$ . En el punto  $R'$ , la prensa se acelera a par motor completo de nuevo en la dirección horaria hacia delante, y pasa a través de cero durante un segundo tiempo en  $Z_2'$  acelerando desde  $Z_2'$  hacia DP para pasar DP a la mayor velocidad posible hacia el punto 1. En el instante en el que la prensa alcanza DP, el robot de carga/descarga que ha estado cargando una pieza nueva debe estar fuera de la prensa. En la etapa de prensado, en una prensa mecánica tradicional con un volante, la parte de trabajo de la prensa ocurre normalmente en o durante el tiempo en el que la prensa llega a la posición BDC. En este instante, la velocidad de una prensa tradicional tiende a caer a medida que se transfiere energía en la pieza de trabajo. Sin embargo, en una servo prensa híbrida o servo prensa directa de acuerdo con una forma de realización de la invención, el servo motor híbrido o directo se puede re-acelerar en cualquier tiempos seleccionado después del impacto que puede ser antes de que se alcance BDC, por ejemplo en el punto dp en la figura 8.

El consumo de potencia eléctrica del motor de accionamiento de una prensa se puede mejorar o moderar mediante el uso de frenado regenerativo. El segundo motor, en particular, puede ser desacelerado a una velocidad reducida o a una velocidad cero, en parte, por medio de frenado regenerativo. Por ejemplo, una reducción de la velocidad desde  $W1$  hasta  $Wp$  durante la etapa de prensado, y una reducción de la velocidad después de UC en la etapa de no-prensado desde  $W1$  hasta cero. Un sistema que realiza métodos de acuerdo con una forma de realización de la invención puede comprender medios de recuperación de energía para recuperar energía desde el primero o segundo motor de la prensa o primera máquina durante la desaceleración o frenado. Éste puede ser cualquier medio de recuperación tal como, por ejemplo, eléctrico, mecánico o químico. Esto puede implicar el uso de uno o más condensadores, baterías, dispositivos mecánicos, tales como volantes, muelles o dispositivos mecánicos que comprenden un depósito de un fluido compresible. Por ejemplo, la energía recuperada desde el segundo motor puede ser almacenada en el volante accionado por el primer motor de accionamiento. La energía almacenada es reutilizada principalmente durante uno o más de los siguientes periodos del ciclo de la prensa: aceleración inicial al comienzo del ciclo de la prensa; prensado; re-aceleración después de prensado; aceleración durante la inversión; re-aceleración del volante durante el prensado.

De una manera similar, se puede mejorar (o moderar) el consumo de potencia eléctrica del motor de accionamiento de una servo prensa directa mediante el uso de frenado regenerativo. La cantidad de energía a regenerar (y/o moderar) sería mayor que para una servo máquina híbrida de una prensa de tonelaje similar). El servo motor. En particular, se puede desacelerar hasta una velocidad reducida o hasta una velocidad cero, en parte, por medio de frenado regenerativo. Por ejemplo, una reducción de la velocidad desde  $W1$  hasta  $Wp$  durante la etapa de prensado, y una reducción de la velocidad en la etapa de no-prensado desde  $W1$  hasta cero. Un sistema que realiza métodos de acuerdo con una forma de realización de la invención puede comprender medios de recuperación de la energía, tales como uno cualquiera de los ejemplos anteriores en el párrafo anterior para una prensa híbrida, para recuperación de energía desde el servo motor de la prensa o primera máquina durante la desaceleración o frenado.

En otras formas de realización:

- el control de la carga tendrá típicamente sincronización, por lo tanto, con el descargador de la prensa anterior en la línea (no mostrado en las figuras). El control del descargador dará típicamente señales de sincronización al cargador de la prensa siguiente en la línea;
- 5 - aunque la figura muestra un control de motor utilizando un sensor de posición sobre el motor, este sensor puede ser sustituido por un algoritmo de estimación de la posición (control sin sensor);
- aunque se utiliza típicamente un sensor de rotación para la posición de la rueda excéntrica, alternativamente se puede utilizar un sensor lineal que da la posición del troquel;
- 10 - el control de la prensa se puede integrar con el control del motor, posiblemente en un solo procesador (como parte de la unidad de accionamiento que consta de control de la prensa, control del motor y convertidor);
- el control de la prensa se puede integrar con el control de descarga o el control del cargador, equivalente al control de un eje externo en un controlador del robot;
- 15 - puede existir un control de nivel más alto que controla una línea de prensas completa o parte de ella. La comunicación mostrada entre los controles puede pasar a través del control de nivel más alto o a través de un bus;
- el descargador de una prensa puede ser la misma unidad física que el cargador de la prensa siguiente. En ese caso, el control del descargador para una prensa puede ser el mismo hardware que el control del cargador de la prensa siguiente. Es decir, que el método propuesto puede aplicarse independientemente de si se realiza una descarga y carga por un robot individual, dos robots separados, o incluso un número mayor de robots. En lugar de robots estándar, se pueden utilizar también aparatos exclusivos de carga y descarga.
- 20

Uno o más microprocesadores (o procesadores u ordenadores) comprenden una unidad de procesamiento central CPU que realiza las etapas de los métodos de acuerdo con uno o más aspectos de la invención, como se describe, por ejemplo, con referencia al diagrama de flujo de la figura 7 o los esquemas de flujo de las figuras 5 y 6. El método o métodos se realizan con la ayuda de uno o más programas de ordenador, que están almacenados al menos en parte en memoria o en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador accesible por uno o más procesadores. Debe entenderse que los programas de ordenador para realizar los métodos de acuerdo con la invención se pueden ejecutar en uno o más microprocesadores u ordenadores industriales de aplicación general en lugar de uno o más ordenadores o procesadores adaptados especialmente.

25

30

El programa de ordenador comprende elementos de códigos de programa de ordenador o porciones de códigos de software que hacen que el ordenador o procesador realicen los métodos utilizando ecuaciones, algoritmos, datos, valores almacenados, cálculos y similares para los métodos descritos anteriormente, por ejemplo en relación con las figuras 5 a 7 y en relación con el perfil de la velocidad de las figuras 2 a 4 y a los métodos descritos con relación a las figuras 5 a 6. El programa de ordenador puede incluir uno o más programas pequeños ejecutables. Una parte del programa puede almacenarse en un procesador como anteriormente, pero también en un chip ROM, RAM, PROM, EPROM o EEPROM o medio de memoria similar. El o alguno de estos programas en parte o en su totalidad se pueden almacenar también localmente (o centralmente) sobre o en otro medio adecuado legible por ordenador, tal como un disco magnético, CD-ROM o disco DVD, disco duro, medios de almacenamiento de memoria magneto-ópticos, en memoria volátil, en memoria Flash, como Firmware, incluyendo medios de memoria desmontables, o pueden almacenarse en un servidor de datos. El programa puede ser suministrado, en parte, desde una red de datos, incluyendo una red pública tal como Internet. Los programas de ordenados descritos pueden estar dispuestos también, en parte, como una aplicación distribuida apta para ser ejecutada en varios ordenadores o sistemas de ordenadores diferentes más o menos al mismo tiempo.

35

40

45

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método para accionar una primera máquina de una sección de proceso de fabricación dispuesta para realizar u ciclo de producción, comprendiendo dicho ciclo de producción una parte de prensado y una parte de no-prensado, cuya dicha primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina y cuya dicha primera máquina realiza un proceso durante la parte de trabajo del ciclo en una pieza de trabajo, que es cargada en y/o descargada desde dicha primera máquina por dicha al menos una segunda máquina durante la parte no operativa de cada ciclo del proceso, caracterizado por controlar de forma adaptable la velocidad (W) de dicha primera máquina para desacelerar dicha primera máquina en un punto (D) antes del punto de inicio (UC) después del cual se permite la descarga en función de una velocidad o posición de dicha segunda máquina y la sincronización de dicha primera máquina con dicha segunda máquina controlando la velocidad de dicha primera máquina y la aceleración o desaceleración de la misma de acuerdo con un tiempo estimado para que la segunda máquina alcance el punto inicial (UC) o punto final (DP) de una fase de descarga o de carga del ciclo de proceso.
- 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por la sincronización de dicha primera máquina con dicha segunda máquina controlando la velocidad de dicha primera máquina y
- desacelerar dicha primera máquina en un punto inicial (D) antes de un tiempo estimado en el que la primera máquina deberá alcanzar el comienzo de la fase del punto de descarga (UC) hacia la velocidad cero ( $Z_1$ ), y
  - acelerar dicha primera máquina para alcanzar el punto final de la etapa de carga (DP) a la máxima velocidad posible ( $W_1$ ).
- 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por invertir dicha primera máquina después de alcanzar una velocidad cero ( $Z_1$ ) y posteriormente acelerar en una dirección de avance de manera que dicha primera máquina está funcionando a la máxima velocidad posible ( $W_1$ ) cuando alcanza el punto final de la etapa de carga (DP).
- 4.- Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que después de detectar que la etapa de carga se ha retrasado, antes de que se inicie el tiempo de desaceleración (D) antes de comenzar la descarga (UC), se cambia posteriormente desde par motor positivo a par motor negativo y se desacelera dicha primera máquina en una dirección de avance desde un ángulo inverso incrementado o después de que se ha iniciado la desaceleración y antes de que dicha máquina haya cambiado desde para negativo hasta par motor positivo para moverse en la dirección de avance (R), en lugar de continuar en par motor negativo y volviendo a un ángulo mayor y cambiando a par motor positivo en un instante posterior al tiempo planificado, y posteriormente acelerando en la dirección de avance, de manera que dicha máquina alcanza el final de la etapa de carga (DP) en el tiempo más corto posible ( $T_1$ ).
- 5.- Un método de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que después de detectar, después de haber cambiado la dirección a la dirección de avance (R), que debe retrasarse la etapa de carga, se retiene dicha primera máquina a velocidad cero durante un periodo de tiempo ( $Z_2-Z_1$ ) antes de cambiar a par motor positivo y acelerar en la dirección de avance a plena velocidad de avance ( $W_1$ ).
- 6.- Un método de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que después de detectar, antes de que comience el tiempo de desaceleración (D) que precede a la descarga (UC), que la etapa de carga debe retrasarse, se retrasar el cambio de par motor y se inicia la desaceleración en un instante posterior ( $D''$ ) y se cambia a un ángulo mayor y se cambia desde par motor negativo a par motor positivo en un punto posterior en el tiempo ( $R'''$ ) que el planificado o después de la detección de que la etapa de carga puede comenzar de manera anticipada en un instante después de que la desaceleración ha comenzado (D) y antes de que dicha primera máquina haya cambiado a la dirección de avance (R), se cambia a un ángulo más estrecho y se cambia desde par motor positivo a par motor negativo en un instante todavía anterior en el tiempo ( $R'$ ) que el planificado antes de accionar la primera máquina en la dirección de avance.
- 7.- Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, caracterizado por invertir dicha primera máquina después de alcanzar una velocidad cero ( $Z_1$ ) y después de detectar, antes del tiempo de desaceleración (D) antes de que se inicie la descarga (UC), que la etapa de carga debe retrasarse, cambiar posteriormente desde par motor negativo a par motor positivo en un instante posterior de tiempo ( $R'$ ,  $R''$ ) y de esta manera acelerar dicha primera máquina en una dirección de avance, de manera que la primera máquina alcanza el final de la etapa de carga (DP) en el tiempo más corto posible ( $T_1'$ ,  $T_1''$ ).
- 8.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por
- estimar un tiempo en el que dicha segunda máquina debe alcanzar el comienzo de la etapa del punto de descarga (UC),
  - calcular a partir de la estimación un tiempo en el que dicha primera máquina debe alcanzar el punto final de la

etapa de carga (DP).

- 9.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por calcular un punto (R) en el que el par motor de accionamiento se cambia desde negativo máximo hasta positivo máximo, de tal manera que el punto final de la etapa de carga (DP) se alcanza en un instante de tiempo deseado con una velocidad lo más alta posible.
- 5 10.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado que se utilizan adicionalmente datos que describen el movimiento de dicha segunda máquina recopilados durante un número finito o infinito de ciclos previos para calcular el instante de tiempo deseado.
- 10 11.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 6, caracterizado por accionar dicha primera máquina y optimizar la velocidad de dicha primera máquina, de tal manera que dicha primera máquina alcanza la máxima velocidad posible al comienzo de la descarga (UC) de la parte de no prensado del ciclo previo, mientras que al mismo tiempo se reduce al mínimo la diferencia de tiempo (T4) entre la salida de la segunda máquina desde la primera máquina y el punto final de la etapa de carga (DP).
- 15 12.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 6, caracterizado por accionar dicha primera máquina y optimizar la velocidad de dicha primera máquina de tal manera que dicha primera máquina alcanza la máxima velocidad posible al comienzo de la descarga (UC) de la parte de no prensado del ciclo del proceso, mientras que al mismo tiempo alcanza una velocidad máxima en el punto final de la etapa de carga.
- 20 13.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que o bien dicha primera máquina o dicha al menos una segunda máquina pueden invertirse durante la parte de carga / descarga del ciclo.
- 25 14.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por recuperar energía desde la primera máquina y almacenarla en un medio de recuperación de energía y regular el consumo de energía eléctrica de la primera máquina.
- 30 15.- Un sistema que comprende una sección de proceso de fabricación y una primera máquina de la sección de proceso de fabricación, dispuesta para realizar un ciclo de producción que comprende una parte de trabajo y una parte no operativa, cuya dicha primera máquina es accionada en combinación con al menos una segunda máquina y cuya dicha primera máquina realiza un proceso durante la parte de trabajo del ciclo en una pieza de trabajo, que es cargada en y/o descargada desde dicha primera máquina por dicha al menos una segunda máquina durante la parte no operativa de cada ciclo del proceso, caracterizado por que dicho sistema comprende, además, al menos un dispositivo de control dispuesto para controlar de manera adaptable dicha primera máquina para desacelerar dicha primera máquina desde un punto (D) antes del punto inicial (UC) después del cual se permite la descarga en función de una velocidad o posición de dicha segunda máquina controlando la velocidad de dicha primera máquina y acelerando o desacelerando la misma de acuerdo con un tiempo estimado para que dicha segunda máquina alcance el punto inicial (UC) o punto final (DP) de una etapa de descarga o de carga del ciclo del proceso, sincronizando de esta manera dicha primera máquina a dicha segunda máquina controlando la velocidad (W) de dicha primera máquina.
- 35 16.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en el que al menos un dispositivo de control comprende hardware y/o software para estimar un tiempo en el que dicha segunda máquina debe llegar al comienzo de la etapa del punto de descarga (UC) para descargar dicha primera máquina.
- 40 17.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dicho al menos un dispositivo de control comprende aparatos para estimar un tiempo en el que dicha segunda máquina llegará al punto final de la etapa de carga (DP).
- 45 18.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en el que al menos dicha primera máquina es una prensa mecánica que comprende al menos un motor de accionamiento eléctrico, un medio de control del accionamiento para controlar el motor, un martinete, un volante, un embrague y un miembro para transformar el movimiento de rotación de dicho volante en una primera dirección de rotación en un movimiento lineal de dicho martinete dispuesto para ser bajado y subido a lo largo de una trayectoria lineal para accionar dicha prensa para realizar un ciclo de producción de la prensa que incluye una parte de prensado y una o más partes de no prensado de dicho ciclo.
- 50 19.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la prensa mecánica comprende un segundo motor o actuador de accionamiento dispuesto conectado a dicho martinete y proporcionar una salida de control a un medio de control del accionamiento de dicho segundo motor de accionamiento, de tal manera que la velocidad de dicho segundo motor de accionamiento se varía durante una parte de dicho ciclo de producción de la prensa.
- 20.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 15 ó 17, en el que dicha segunda máquina es un dispositivo de transferencia o un robot de carga y/o desde carga que carga y/o descarga la pieza de trabajo en y/o desde la primera máquina durante la parte de carga/descarga del ciclo del proceso.
- 21.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en el que o bien dicha primera máquina o dicha al menos una

segunda máquina se pueden invertir durante la parte de carga y/o descarga del ciclo.

22.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en el que el al menos un dispositivo de control comprende uno o más programas de ordenador para controlar la velocidad o par motor del al menos un motor de accionamiento de la prensa mecánica.

- 5 23.- Un sistema de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado por que comprende medios de recuperación de energía para recuperar energía desde el primero o segundo motor de la prensa o primera máquina.

24.- Un medio legible por ordenador que comprende medios de códigos de ordenador y/o porciones de códigos de software para hacer que un ordenador o procesador ejecute un método de acuerdo con un cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 registrados en él.

- 10 25.- Utilización de un sistema de acuerdo con las reivindicaciones 15 a 23 para realizar una operación de configuración o preparación de la producción para un proceso cualquiera de la lista de: estampación, estampación en caliente, prensado, embutición profunda, corte, troquelado.

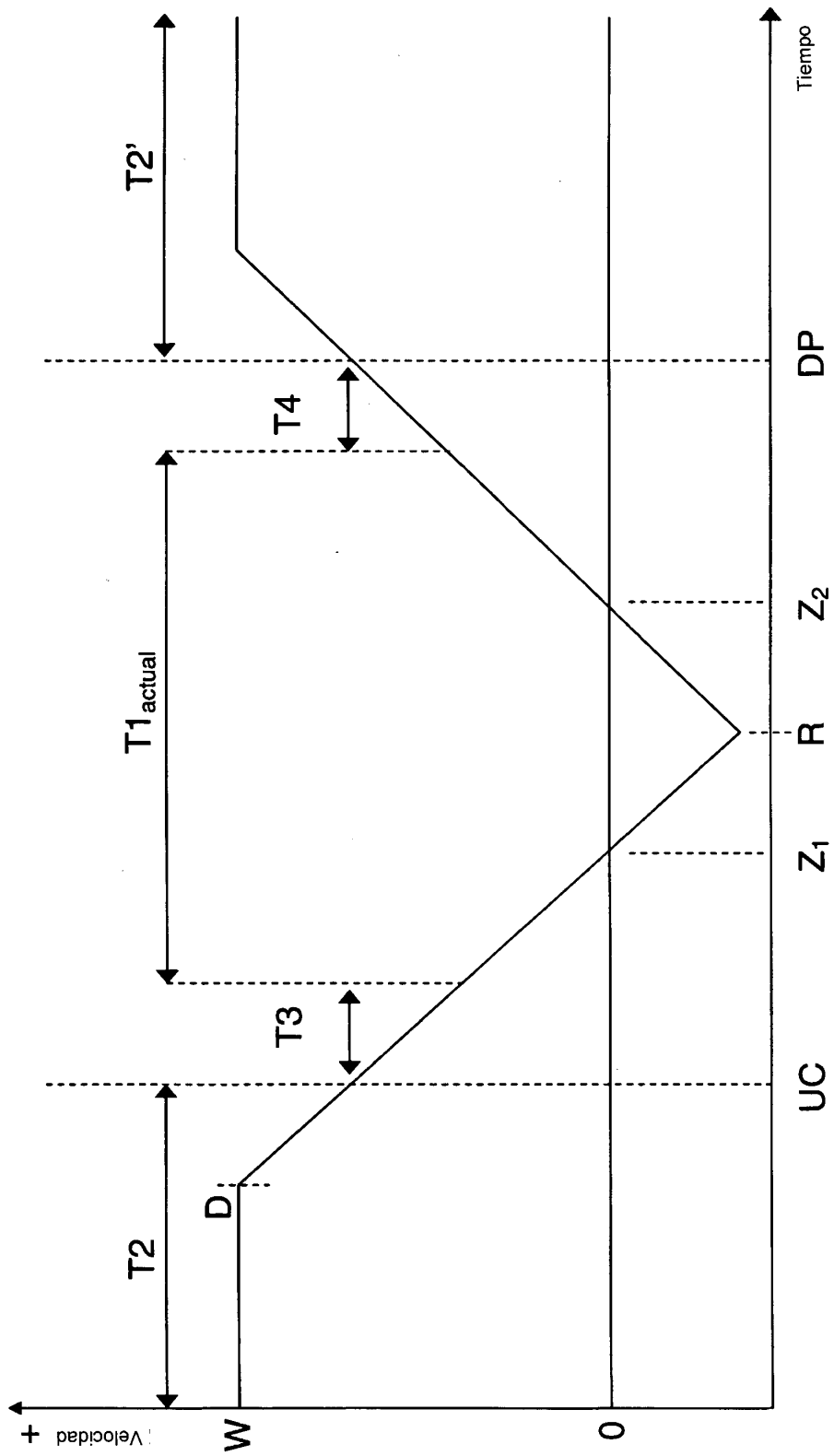


Fig 1



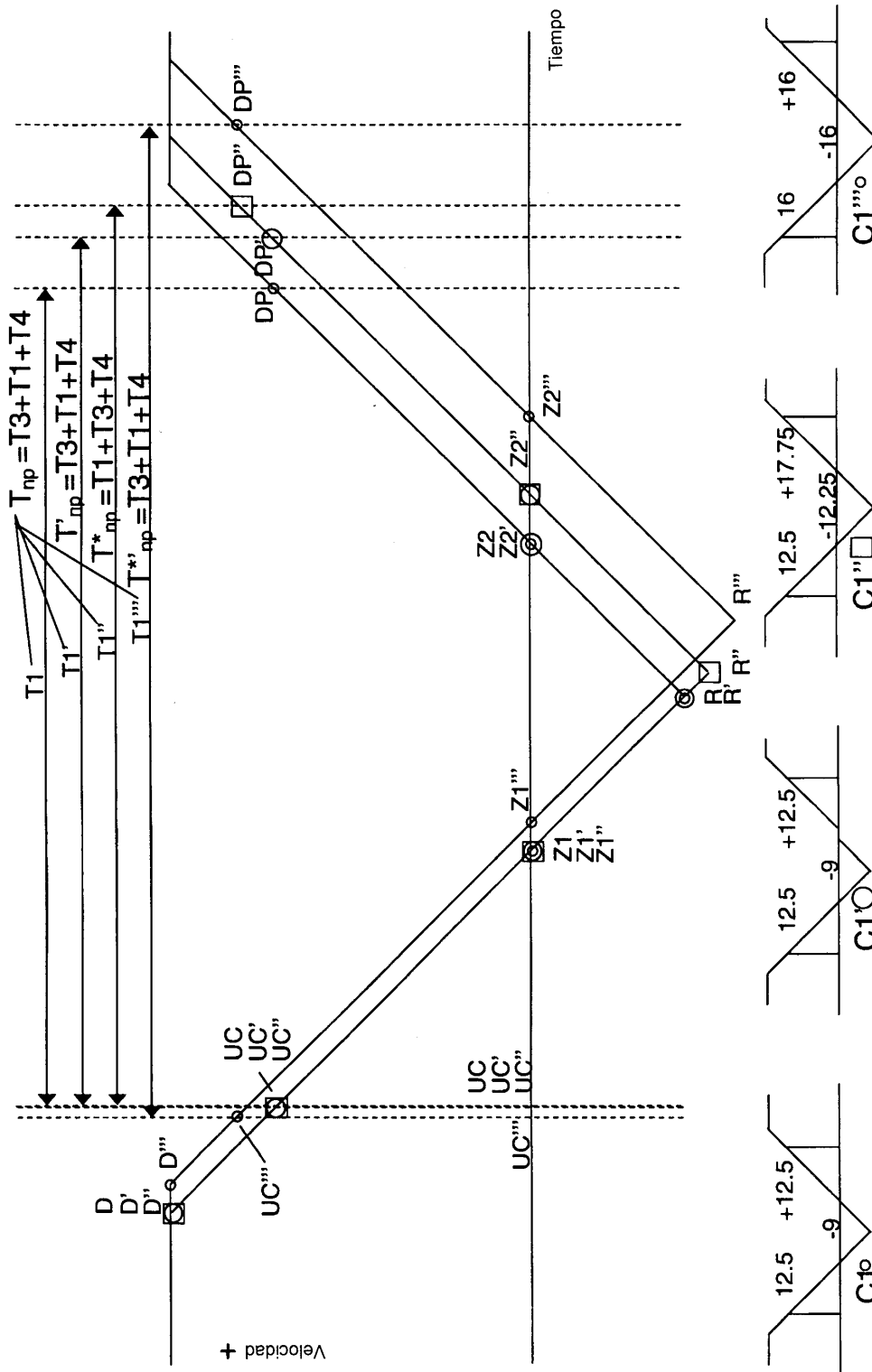


Fig 2

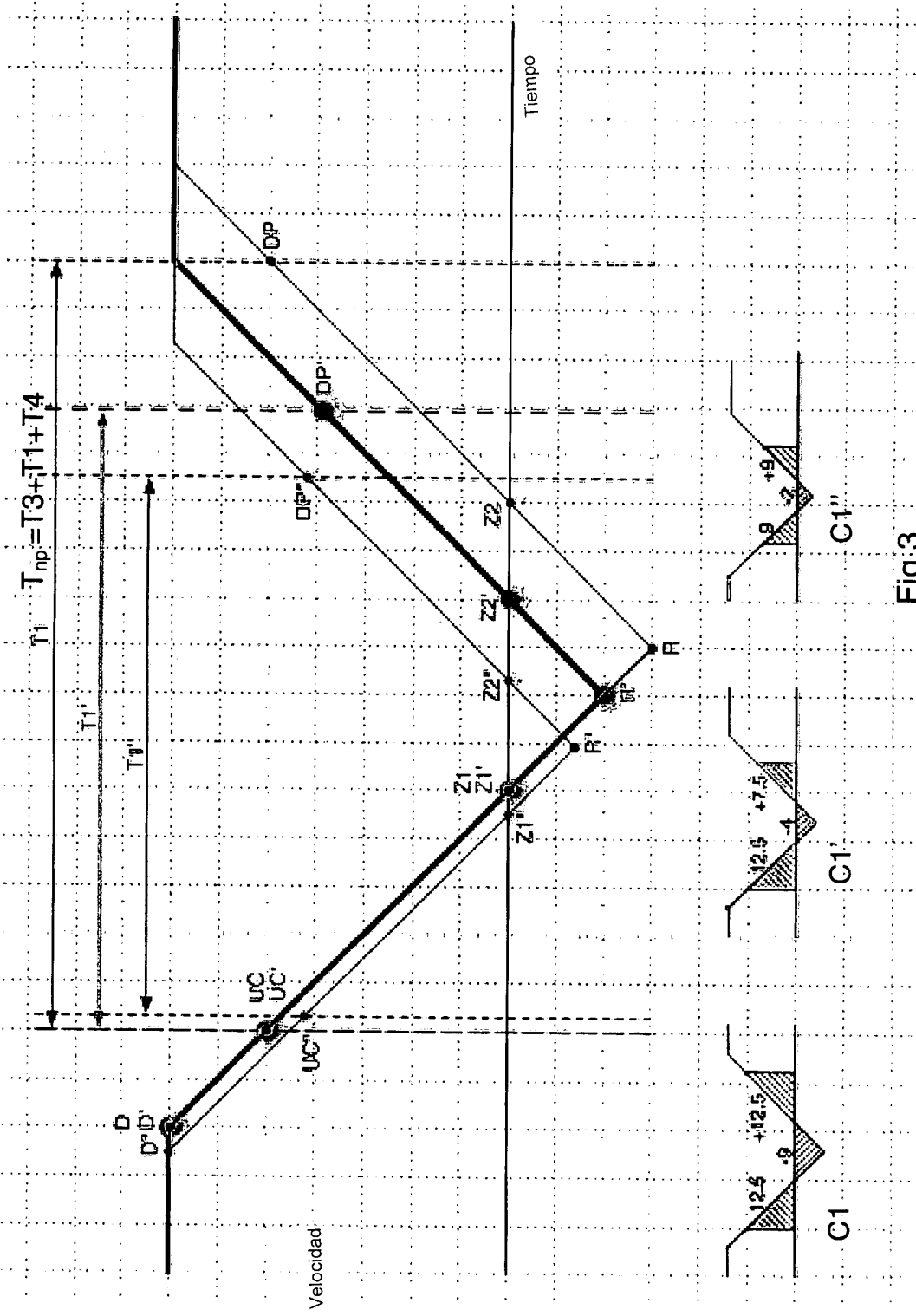


Fig:3

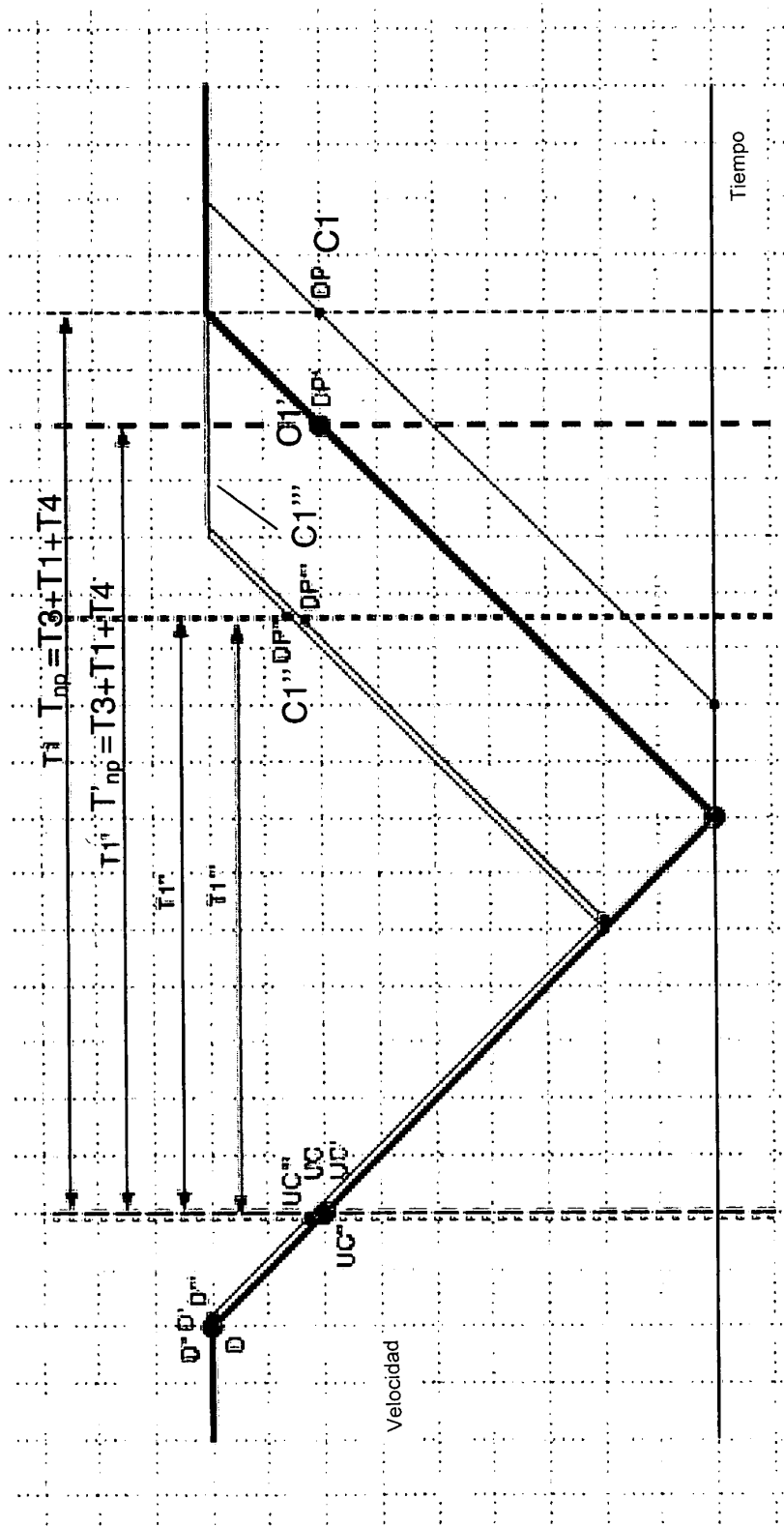


Fig 4