

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 452 022**

51 Int. Cl.:

B30B 15/14 (2006.01)

G05B 19/418 (2006.01)

B21D 43/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2006 E 06011673 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 1815972**

54 Título: **Sistema de línea de prensas y método**

30 Prioridad:

06.02.2006 US 765183 P

06.02.2006 US 765182 P

04.04.2006 WO PCT/SE2006/050055

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

31.03.2014

73 Titular/es:

ABB RESEARCH LTD. (100.0%)

AFFOLTERNSTRASSE 52

8050 ZÜRICH, CH

72 Inventor/es:

BOSGA, SJOERD y

SEGURA GOLORONS, MARC

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 452 022 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

Sistema de línea de prensas y método

5 CAMPO TÉCNICO

La invención se refiere a una línea de prensas del tipo usado para prensados, estampado, embutición o punzonado de principalmente piezas metálicas a partir de primordios. En particular, la invención da a conocer una línea de prensas que comprende una prensa mecánica mejorada que puede sincronizarse con otros dispositivos en la línea de prensas en una forma dinámica o adaptativa. La invención es particularmente ventajosa para uso en la obtención de piezas estampadas o prensadas para la industria del automóvil y para electrodomésticos.

ANTECEDENTES TÉCNICOS

15 Las prensas mecánicas se suelen utilizar para obtener piezas del automóvil estampadas a partir de formas metálicas tales como primordios de acero o piezas a trabajar. Una o varias de dichas prensas mecánicas suelen estar dispuestas en una línea de prensas para realizar una serie de operaciones en un primordio o pieza a trabajar.

20 Las líneas de prensas fueron automatizadas a finales de la década de los años 1970 usando brazos mecánicos para cargar-descargar las piezas desde las prensas. Durante los últimos años 1980, se introdujeron robots en los talleres de prensas para desempeñar la misma función. El sistema de control (normalmente un Controlador de Lógica Programable o PLC) solía gestionar toda la información procedente de los robots y de las prensas y proporcionaba autorizaciones digitales a la prensa y a otros dispositivos en la línea de prensas para cargar, estampar y descargar. Los sistemas de la línea de prensas funcionaban de una forma asíncrona, de modo que si un robot llegaba con anterioridad a descargar tenía que esperar hasta que la prensa estuviera suficientemente abierta. De manera similar, podía suceder que un robot llegara tarde a cargar, lo que significaba que la prensa tenía que esperar. Unas y otras acciones daban lugar a ciclos de movimiento-parada-movimiento para los robots, y para una prensa, lo que causaba un desgaste extra de las cajas de engranajes y también podía generar desgaste en los frenos del motor. Además, la tasa de velocidad de la línea no podía ir más allá de determinados límites. Una mejora importante en las líneas de prensas, que incluye a robots de carga/descargas fue conseguida con robots industriales denominados ABB, que incorporaban una función denominada 'Sync to Sensor'. Por medio de un sensor o de un codificador, el robot con sincronización para sensor puede efectuar la lectura de la posición de la prensa y a continuación, el controlador del robot adapta, de forma dinámica, la velocidad del robot, de modo que el robot llegue "a tiempo" al punto de descarga. Una mejora correspondiente fue conseguida para la operación de carga. El robot de carga 'lee' la posición del dispositivo de descarga a través de un bus de conexión y el controlador del robot adapta la velocidad del robot para llegar también "a tiempo" para cargar. De este modo, ha llegado a desarrollarse una línea de prensas en la que un robot de carga/descarga puede sincronizarse con algunos movimientos de una prensa.

40 Sin embargo, las prensas mecánicas tienen un ciclo fijo. Tradicionalmente, el sistema de suministro y de transmisión de energía de la prensa, o cinemática, de una prensa mecánica se impulsa mediante un volante. La función del volante es almacenar la energía necesaria para realizar un ciclo. El volante se conecta y desconecta a la cinemática por medio de un sistema de embrague y de freno (que puede ser neumático o hidráulico). Se requiere tareas de mantenimiento para cualquier embrague o freno en la cadena de transmisión del movimiento.

45 Una vez que se haya establecido el funcionamiento con una matriz dada, los ciclos de trabajo de las prensas mecánicas tradicionales impulsadas por volante, prensas de bielas, prensas de cigüeñal y similares son fijos. A modo de ejemplo, una vez que se establezca la velocidad del volante y se acople el embrague, la prensa se moverá siguiendo una configuración fija, tal como el representado en las Figuras 7a, 8 (Técnica anterior), repetida tantas veces como se requiera. La velocidad de la prensa se describe aquí en términos de una velocidad de rotación del motor o de una parte de la transmisión mecánica tal como una velocidad lineal o excéntrica de la prensa, ariete o deslizadera. La característica de tener un ciclo fijo significa que cualquier ajuste u optimización del ciclo de prensado exige una interrupción de la producción y el ajuste los componentes mecánicos de la transmisión impulsora, del volante etc. para poder modificar el ciclo de prensado. La Figura 8 (Técnica anterior) representa un diagrama general para un ciclo de producción de una prensa mecánica tradicional, un perfil de velocidad, expresado en términos de una velocidad de excéntrica W_{27} con respecto al tiempo. El tiempo de ciclo de producción, el tiempo total para un ciclo de producción completo desde el inicio a la conclusión e incluyendo un ciclo de prensado, suele incluir un tiempo de aceleración corto al inicio del ciclo de prensado hasta la velocidad de prensado W_p , un periodo de tiempo a velocidad de prensado W_p constante, un periodo de tiempo P durante la operación de prensado real cuando suele disminuir la velocidad, un tiempo después del prensado durante cuyo periodo la velocidad aumenta gradualmente de nuevo a la velocidad de prensado y por último, un periodo de tiempo de desaceleración o frenado cuando la prensa se lleva a un cese de actividad al final del ciclo de prensado. Por último, y normalmente cuando la prensa se está descargando y recargando, la prensa suele permanecer en una situación de cese de actividad durante un periodo de tiempo. De este modo, el ciclo de producción comienza con el inicio de un ciclo de prensado y finaliza al terminar un ciclo de prensado con la adición de cualquier tiempo de cese de actividad.

65 La prensa se suele llevar a una condición de cese de actividad mediante frenado mecánico. La Figura 8 (Técnica

anterior) ilustra un diagrama del perfil de velocidad general, incluyendo un ciclo de producción completo expresado en términos de la velocidad con respecto al tiempo del ariete o de la deslizadera. El perfil de velocidad ilustra un ciclo que se inicia con la posición del ariete en el Punto Muerto Superior (TDC) y a continuación, el ariete se desplaza a una posición inferior hasta una etapa de prensado que se inicia con el punto de impacto I entre la matriz de la prensa y la pieza a trabajar. El ariete se sigue desplazando hacia abajo al Punto Muerto Inferior (BDC), la más baja posición del ariete, con la prensa completamente cerrada. Después del BDC, el ariete se acelera de nuevo hacia TDC, en cuyo punto está, de nuevo, en una posición completamente abierta. Las prensas mecánicas tradicionales están limitadas a realizar un ciclo fijo, y otros dispositivos en una línea de prensas deben sincronizarse con la prensa para conseguir tiempos de ciclos cortos para optimizar un ciclo de prensado para cualquier otra limitación operativa, tal como para un ciclo de producción completo de la línea de prensas total. Solamente el punto de partida del ciclo de prensado puede variarse para su adaptación a un dispositivo de carga más rápido o más lento.

Según una técnica anterior conocida a partir del documento US 2004/0003729, se da a conocer un método de impulsión de la prensa y una unidad motriz de la prensa que comprende dos sistemas de impulsión. Un primer sistema para impulsar un volante con un motor principal y la impulsión del eje de transmisión por intermedio de un embrague dispuesto entre el volante y el eje de transmisión y un segundo sistema motriz para impulsar el eje de transmisión a una velocidad variable. En el documento EP-A1-1279447 se da a conocer una prensa punzonadora, en la que un medio de control del eje del ariete hace girar un servomotor que impulsa el ariete en un movimiento de subida y bajada y de este modo, desplaza la herramienta de punzonado hacia arriba y abajo. El medio de control del eje del ariete tiene una unidad generadora de configuraciones de velocidad del motor y una configuración de velocidad del motor se genera en función de una distancia de transferencia del material de la placa calculada. La velocidad del motor puede variarse y la configuración de velocidad del motor se genera con anticipación al ciclo de prensado. Además, a partir del documento EP-A-1615090 se tiene conocimiento previo de un sistema de control sincronizado para p.e. una línea de prensas, que comprende una pluralidad de prensas que realizan un movimiento cíclico y una pluralidad de dispositivos de transferencia de piezas. Para cada dispositivo de transferencia de piezas se establece una ruta óptima de recogida de piezas en relación con el ciclo de prensado inmediatamente flujo arriba y una ruta de posicionamiento de pieza óptima se establece en relación con el ciclo de prensado inmediatamente flujo abajo. La sincronización se consigue ajustando la velocidad de cada dispositivo de transferencia y de este modo, su ruta a dicha ruta de recogida de piezas preestablecida y ruta de posicionamiento de piezas.

SUMARIO DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es dar a conocer un método perfeccionado para hacer funcionar una línea de prensas y un sistema que comprende dicha línea de prensas mejorada. Este y otros objetivos se obtienen mediante un método y un sistema caracterizado por las reivindicaciones independientes adjuntas. Formas de realización ventajosas se describen en reivindicaciones subordinadas a las reivindicaciones anteriores.

Según una forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas, comprendiendo dicha línea de prensas al menos una prensa mecánica con un motor eléctrico impulsor de velocidad variable, un ariete, un medio mecánico para hacer funcionar dicha prensa, y que comprende al menos otro dispositivo para las tareas de carga, descarga o prensado, siendo dicho otro dispositivo cualquiera de entre el grupo de: un dispositivo de carga, un dispositivo de descarga, un robot u otra prensa. El método comprende la etapa de realizar una sincronización durante al menos una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado, cuya sincronización comprende sincronizar un movimiento de dicha prensa con un movimiento o una posición de al menos otro de dicho dispositivo en dicha línea de prensas, controlando y variando la velocidad de dicho motor eléctrico impulsor de velocidad variable en una manera continua o dinámica o adaptativa. El método está caracterizado por cuanto que consiste en sincronizar un dispositivo o robot de descarga durante al menos una parte de un ciclo de prensado como una unidad esclava para dicha prensa y luego, sincronizar un dispositivo o robot de carga como una unidad esclava para el dispositivo o robot de descarga y luego, sincronizar dicha prensa como una unidad esclava para el dispositivo o robot de carga.

Según otra forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende el control de dicho otro dispositivo durante la, por lo menos, una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado y sincronizar el movimiento de dicho otro dispositivo con un movimiento de dicha prensa, otro dispositivo u otra prensa en dicha línea de prensas.

Según otra forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende el control del dicho otro dispositivo con el fin de poder sincronizar a un movimiento o una posición de un dispositivo, flujo abajo de dicho otro dispositivo en dicha línea de prensas durante una primera parte de un ciclo de prensado y controlando el movimiento de dicho otro dispositivo para poder sincronizarlo con un movimiento o una posición de un dispositivo, flujo arriba de dicho otro dispositivo, en dicha línea de prensas durante una segunda parte del ciclo de prensado.

Según una forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende el control del dicho otro dispositivo para poder hacerlo funcionar, tan rápido como sea

posible durante una primera parte de un ciclo de prensado y controlando el movimiento de dicha prensa para poder hacer funcionar la prensa, tan rápida como sea posible, en una segunda parte del ciclo de prensado, en donde dicho otro dispositivo puede ser cualquiera de entre el grupo de: un dispositivo de carga, un dispositivo de descarga, un robot u otra prensa.

5 Según una un forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende el control de un dispositivo de carga o un dispositivo de descarga o robot dispuesto para cargar, o respectivamente descargar dicha prensa y también controlar el dispositivo para hacerle funcionar como un dispositivo de descarga, respectivamente de carga, de otra prensa.

10 Según otra forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas en donde una unidad de control de robot calcula una ruta para un robot y calcula los valores de puntos de ajuste del movimiento o de la posición para una prensa y los valores de control de la velocidad y/o de la posición para una unidad de control o unidad motriz de una prensa.

15 Según una forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende controlar la velocidad de al menos un motor eléctrico impulsor y optimizar dicha línea de prensas dependiendo de parámetros de cualquiera del grupo de: un estado operativo de un proceso flujo abajo; un estado operativo de un proceso flujo arriba; consumo de energía o potencia global; alisado de los picos de consumo de energía.

20 Según otra forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende controlar la velocidad de dicho al menos un motor eléctrico impulsor durante la, por lo menos, una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado de dicha prensa con el fin de variar y ser mayor que la velocidad de dicho motor impulsor durante una parte de prensado del ciclo de prensado.

25 Según otra forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende controlar dicho al menos un motor impulsor, de modo que dicho ciclo de prensado, realizado en dicho primer sentido de rotación comprenda una etapa de reversión de dicho motor impulsor al final de cada ciclo de prensado completo y hacerle funcionar en un segundo sentido de rotación.

30 Según otra forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende controlar dicho al menos un motor impulsor de modo que dicho ciclo de prensado realizado en dicho primer sentido de rotación comprenda una etapa de reversión de dicho motor impulsor al final de cada ciclo de prensado completo antes de iniciar un nuevo ciclo de prensado en el primer sentido de rotación.

35 Según otra forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende controlar dicho motor, de modo que dicho motor se desacelere a una velocidad reducida o a una velocidad nula por medio, en parte, de un frenado regenerativo.

40 Según otra forma de realización de la invención, se da a conocer un método para hacer funcionar una línea de prensas en donde dicha línea de prensas incluye al menos una prensa que comprende un segundo motor impulsor, o accionador, dispuesto conectado a dicho ariete, de modo que controlando la velocidad de dicho segundo motor impulsor se pueda variar un movimiento de dicha prensa durante al menos una parte de un ciclo de prensado.

45 Según un aspecto de la invención, se describe una línea de prensas, que incluye al menos una prensa mecánica, que incluye un motor eléctrico impulsor de velocidad variable, un ariete, un medio mecánico para hacer funcionar dicha prensa y al menos un otro dispositivo para cargar, descargar o prensar, cuyo dicho otro dispositivo es cualquiera del grupo de: un dispositivo de carga, un dispositivo de descarga, un robot u otra prensa. La prensa está dispuesta de modo que, durante al menos una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado, la prensa entre en un estado de sincronización en el que pueda variarse la velocidad de dicho motor impulsor y la velocidad de dicho motor impulsor se controle, de una manera continua o dinámica o adaptativa, de modo que un movimiento de dicha prensa se sincronice con un movimiento o una posición de al menos un dicho otro dispositivo en dicha línea de prensas, y un dispositivo o robot de descarga se sincronice durante al menos una parte de un ciclo de prensado como una unidad esclava para dicha prensa y luego, un dispositivo o robot de carga se sincronice como una unidad esclava al dispositivo o robot de descarga y, a continuación, dicha prensa se sincroniza como una unidad esclava para el dispositivo o robot de carga.

50 La impulsión directa de velocidad variable entre motor y cigüeñal (o ariete) permite que la velocidad de la prensa, a lo largo de la carrera de deslizamiento, sea controlada de forma dinámica, durante diferentes partes de un ciclo de prensado. Partes de un ciclo de prensado tales como: antes de que la matriz móvil entre en contacto con la pieza a trabajar o primordio a prensarse; después del cierre de la matriz y durante una parte del ciclo en donde la pieza a trabajar esté siendo objeto de prensado y después de la nueva apertura de la matriz y durante la parte del ciclo entre el final del prensado y el inicio del prensado de la pieza a trabajar siguiente.

65 El sistema de control de la línea de prensas mejorada comprende, preferentemente, una disposición en bucle

cerrado constituida por la sincronización de dispositivo con prensa, la sincronización de dispositivo con dispositivo y la sincronización de prensa con dispositivo. De este modo, en algunas formas de realización, lo que antecede puede comprender, al menos en parte, una disposición triangular de sincronización de robot con prensa, la sincronización de robot con robot y la sincronización de prensa con robot. La capacidad para sincronizar la prensa con un dispositivo externo se posibilita por medio de una prensa mecánica dispuesta para funcionar con un motor eléctrico impulsor de velocidad variable, proporcionando así los medios para que una prensa funcione a velocidades variables. El sistema de control de la línea de prensas mejorada permite que las líneas de prensas consigan más altas tasas de producción optimizando la coordinación de los movimientos de los robots y de las prensas.

El método mejorado de control e impulsión del motor permite que pueda variarse la velocidad del motor durante partes de un ciclo de producción total, algo que no es posible para las prensas de volante de la técnica anterior. La velocidad del motor puede variarse incluso en una manera continua o dinámica o adaptativa, de modo que la velocidad del motor y/o la velocidad del ariete no estén limitadas a una o más velocidades predeterminadas. A diferencia con las prensas de la técnica anterior, una prensa mecánica mejorada, tal como la descrita en una solicitud de patente US 60/765183, se dispone de una velocidad máxima que proporciona una velocidad de rotación $W1$ de la excéntrica o del cigüeñal que puede ser mayor que velocidad de prensado Wp de la excéntrica. En algunas formas de realización, la velocidad puede variar entre una velocidad negativa, esto es, la velocidad en un sentido inverso, a través de cero y hasta un máximo de digamos $W1$ en un sentido directo, según se detalla, a continuación, en la descripción de las formas de realización preferidas. En la técnica anterior, las prensas mecánicas con un volante están limitadas a una velocidad de cigüeñal fija porque la velocidad del volante suele ser más o menos constante.

Una línea de prensas de la técnica anterior que comprende una prensa mecánica tradicional se representa esquemáticamente en la Figura 2. Ilustra una prensa 99 dispuesta con un controlador de impulsión eléctrica 101 para el motor de prensa principal, un Controlador de Lógica Programable PLC 110 de control de prensa para controlar el movimiento de la prensa y un controlador de seguridad de prensa 120 para controlar los interruptores de seguridad de la prensa e interruptores de paradas de emergencia dispuestos en y alrededor de la prensa.

En la línea de prensas mejorada, el movimiento de la prensa mecánica mejorada puede adaptarse a la operación de otras máquinas intervinientes en una secuencia de producción. El movimiento de la prensa puede optimizarse en relación con otras máquinas en una secuencia de producción. A modo de ejemplo, el movimiento de la prensa puede optimizarse para acciones mediante dispositivos externos, como es el caso de cuando las piezas a trabajar se cargan en la prensa y/o las partes estampadas se descargan desde la prensa por intermedio de dispositivos de transferencia u otros dispositivos automatizados. Dichas otras máquinas en la secuencia de producción pueden comprender uno o varios robots industriales o brazos de manipulador. El control de la prensa en sincronización con el control de la alimentación por los alimentadores automáticos, otros alimentadores, robots de carga/descarga, etc. proporciona un control mejorado y oportunidades de sincronización del movimiento del alimentador/dispositivo de carga/dispositivo de descarga y el movimiento de la prensa, que proporciona, a su vez, a modo de ejemplo, tiempos de ciclo de producción global reducidos sin menoscabo de la calidad del prensado. En términos de control, la prensa mejorada, incluida en la línea de prensas mejorada puede hacerse funcionar de modo que una prensa sea una unidad esclava para un dispositivo de descarga en una parte del ciclo de prensado. La construcción de la prensa y el sistema de control permiten, además, que la prensa se haga funcionar como una unidad esclava para el dispositivo de carga en otra parte del mismo ciclo de prensado. Esta variabilidad en la configuración de control es simplemente no posible utilizando una prensa accionada por un volante, en donde el movimiento de la prensa, en un ciclo de prensado, se fija desde el momento en que se acopla el embrague.

En condiciones normales, la ventaja preferida de la línea de prensas mejorada comparada con una línea de prensas que utiliza una o más prensas mecánicas tradicionales es un tiempo del ciclo de producción acortado. Cuando se compara con las líneas de prensas provistas de prensas mecánicas tradicionales, las ventajas de la invención pueden incluir:

- Controlabilidad: aunque un movimiento preestablecido sería adecuado durante la parte del proceso de estampado de un ciclo de prensado, puede aplicarse un control durante el resto del ciclo de movimiento. De este modo, pueden obtenerse las siguientes ventajas y características operativas:
- Nuevas oportunidades para optimizar la duración del ciclo de prensado configurando la prensa para sincronizarse como una unidad esclava para otro dispositivo así como, en cambio, sincronizando el otro dispositivo como una unidad esclava para la prensa en una o más partes de un ciclo de prensado,
- mayor velocidad durante la apertura/cierre de la prensa (mientras que, a modo de ejemplo, se mantiene la velocidad original durante la parte de estampado del ciclo), lo que da lugar a tiempos de ciclos reducidos,
- adaptación del perfil de velocidad utilizando un control de la velocidad para reducir el ruido audible, la vibración, los estrés operativos p.e. reduciendo la velocidad inmediatamente antes del impacto durante el cierre de la prensa,

- la variación de la velocidad entre una velocidad de prensado objetivo W_p y cero durante el prensado para optimizar el resultado del proceso de prensado o la calidad.

En otro aspecto de la idea inventiva, la línea de prensas mejorada comprende al menos una prensa mecánica con dos o más motores eléctricos impulsores, según se describe en la solicitud de patente internacional WO/SE2006/050055. En esta prensa mejorada, se añade un segundo motor a una prensa mecánica. La más importante función del segundo motor es impulsar la prensa durante aquellas partes del ciclo en donde la prensa no está realmente efectuando un prensado. Para la etapa de prensado real, el volante puede seguir utilizándose como actualmente. El embrague y el freno, aunque todavía sean necesarios, pueden ser mucho más simples y más económicos que en la prensa mecánica tradicional. Esta solución consigue el rendimiento operativo de un tipo de prensa servoasistida sin la necesidad de muy grandes instalaciones de suministro de energía eléctrica. La solución es adecuada, en particular, como una opción adicional, regeneradora o de modernización para prensas existentes. Además, se da a conocer una opción para utilizar ambos motores al mismo tiempo, preferentemente durante la parte de trabajo (prensado) del ciclo de prensado, a modo de ejemplo.

A diferencia de las prensas de la técnica anterior, el motor de la prensa mecánica mejorada, si es una prensa servoasistida descrita primero en el documento US 60/765183 o la prensa servoasistida híbrida del documento WO/SE2006/050055, se hace funcionar de modo que la velocidad durante un ciclo de prensado sea variable entre cero y una velocidad máxima proporcionando así una velocidad de rotación W_1 de la excéntrica, que puede ser mayor que la velocidad de prensado W_p de la excéntrica. En algunas formas de realización la velocidad puede variar entre una velocidad negativa y cero, lo que significa una velocidad en una dirección inversa, así como una velocidad en una dirección directa entre cero y W_1 , según se detalla a continuación en la descripción de las formas de realización preferidas.

En otra forma de realización de la invención, las dimensiones requeridas del motor de la prensa mejorada se reducen disponiendo la prensa y el control de la prensa control para permitir al motor una mayor parte del ciclo de prensado en donde acelerar hasta las velocidades requeridas. En una o más formas de realización preferidas, los métodos de control de la prensa mejorada están dispuestos de modo que se proporcione un ciclo de prensado completo que supere el ángulo de rotación del cigüeñal de 360 grados tradicional o en términos de la posición de TDC dos veces el TDC pasado, y puede todavía, no obstante, tener un tiempo de ciclo de producción total más corto para el ciclo de producción completo cuando se compara con las prensas mecánicas del tipo de volante de tonelaje similar. El ciclo de prensado que comprende una rotación del ángulo del cigüeñal de más de 360 grados puede conseguirse en una de al menos dos maneras, según se describe en detalle en el documento US 60/765183 para una prensa servoasistida o en el WO/SE2006/050055 para una prensa híbrida. En resumen, los métodos de estas formas de realización comprenden la inversión de una prensa al final de un ciclo e iniciar el siguiente ciclo desde una posición antes de la posición de parada del ciclo anterior o bien, invirtiendo la marcha de una prensa al final del ciclo y realizando el siguiente ciclo completo en sentido inverso al sentido de rotación del primer ciclo de prensado.

En una sincronización entre robot con prensa, robot con robot y/o prensa con robot, según una forma de realización de la invención, el robot de carga puede controlarse en, a modo de ejemplo, cuatro etapas tales como:

sincronizado con el dispositivo de descarga, libre, descargando la prensa anterior estando sincronizado con la prensa, libre;

el robot de dispositivo de carga también: sincronizado con la prensa, libre, cargando la siguiente prensa en sincronización con el siguiente dispositivo de descarga, libre.

Por supuesto, pueden existir algunas variantes al principio y al final de la línea. La prensa suele tener dos etapas: sincronizada al dispositivo de carga o de descarga y libre.

La ventaja primaria de la línea de prensas mejorada es que proporciona una mayor oportunidad para la optimización de una línea de prensas coordinando el movimiento de una sola prensa, cualesquiera prensas o todas las prensas en la línea de prensas y los mecanismos de alimentación o de transferencia de los dispositivos de carga/descarga, tales como robots de carga/descarga, en el proceso o línea de prensas. La coordinación entre prensas y/o prensas y dispositivos de carga/descarga puede realizarse controlando, a modo de ejemplo, dicha línea utilizando un controlador único. La coordinación puede optimizarse dependiendo de parámetros tales como: un estado de un proceso flujo abajo o un estado de un proceso flujo arriba u otra consideración tal como el consumo de energía o potencia global; con una reducción de los picos de consumo en la línea de prensas.

En una forma de realización preferida del método de la invención, el método puede realizarse o controlarse por uno o más dispositivos informáticos que comprenden una o más unidades de microprocesadores u ordenadores. Las unidades de control comprenden medios de memorización para memorizar uno o varios programas informáticos para realizar los métodos mejorados para controlar la operación de una o más prensas mecánicas. Preferentemente, dichos programas informáticos contienen instrucciones para que el procesador realice el método según se indicó con anterioridad y se describirá, a continuación, con más detalle. En otra forma de realización, se da a conocer el programa informático registrado en medios portadores de datos legibles por ordenador tales como un DVD, un

dispositivo de datos magnético u óptico o bien, suministrado a través de una red de datos desde un servidor, servidor de datos o similar.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Formas de realización de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo solamente, haciendo referencia particular a los dibujos adjuntos en los que:

10 La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático para una línea de prensas mejorada según una forma de realización de la invención;

La Figura 2 (Técnica anterior) es a un diagrama esquemático que ilustra una línea de prensas conocida;

15 La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra una línea de prensas mejorada según otra forma de realización de la invención;

La Figura 4 (Técnica anterior) es un diagrama esquemático para una prensa mecánica tradicional y también representa un diagrama para un ciclo de prensado según la técnica anterior;

20 La Figura 5 es un diagrama esquemático para una prensa mecánica mejorada del tipo de servomecanismo según una forma de realización de la línea de prensas mejorada;

25 La Figura 6 es un diagrama esquemático para una prensa mecánica mejorada del tipo híbrida según una forma de realización de la línea de prensas mejorada;

La Figura 7a (Técnica anterior) ilustra un ciclo de prensado de 360 grados estándar en conformidad con un ciclo de prensado conocido;

30 Las Figuras 7b-7d ilustran diagramas esquemáticos del ciclo de prensado en relación con la posición de arranque/parada y el sentido de rotación según una forma de realización de la invención;

La Figura 8 (Técnica anterior) es un diagrama esquemático que representa un perfil de velocidad-tiempo según un ciclo de prensado para una prensa mecánica conocida de una línea de prensas conocida;

35 La Figura 9 es un diagrama esquemático que representa un perfil de velocidad-tiempo según un ciclo de prensado de una prensa mejorada, que puede incluirse en una forma de realización de la línea de prensas mejorada;

40 La Figura 10 es un diagrama de flujo esquemático para un método para hacer funcionar una prensa mecánica mejorada que comprende un volante y un embrague según una forma de realización de la invención;

45 La Figura 11 es un diagrama esquemático de un método para sincronizar uno o más dispositivos y una prensa que comprende estados de sincronización de unidad esclava o libre en una línea de prensas mejorada según una forma de realización de la invención;

La Figura 12 es un diagrama de flujo esquemático de un método para hacer funcionar una prensa mecánica mejorada que comprende un volante y un embrague que pueden incluirse en otra forma de realización de la línea de prensas mejorada según la invención;

50 La Figura 13 es un diagrama de flujo esquemático de un método para hacer funcionar una prensa mecánica mejorada según otra forma de realización de la línea de prensas mejorada según la invención;

55 La Figura 14 es un diagrama de flujo esquemático de un método para hacer funcionar una prensa mecánica mejorada según una forma de realización de la línea de prensas mejorada según la invención, que comprende una prensa de tipo híbrido;

60 La Figura 15 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra estados de sincronización de unidad esclava o libre en una línea de prensas mejorada según una forma de realización de la invención para prensa y dispositivo de carga/descarga, cuyos estados de sincronización pueden cambiar durante un ciclo de prensado;

La Figura 16 es un diagrama esquemático que ilustra parte de un ciclo de prensado bidireccional en relación con posiciones para los ángulos de DP y de UC;

65 La Figura 17 es un diagrama esquemático que ilustra una línea de prensas mejorada en donde las unidades de control de robots comprenden medios de cálculo de sincronización y medios generadores de instrucciones de control instrucción para la prensa y otros dispositivos según otra forma de realización preferida de la invención;

La Figura 18 es un diagrama esquemático para una sincronización de robot-prensa-robot de una configuración triangular;

5 La Figura 19 es un perfil de velocidad para un ciclo de prensado bidireccional de la línea de prensas mejorada según otra forma de realización preferida de la invención;

La Figura 20 es un diagrama de sincronización de robot en relación con dos prensas para parte de un ciclo de prensado de la línea de prensas mejorada según otra forma de realización de la invención.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

La Figura 2 ilustra una disposición general de una línea de prensas según la técnica anterior, según se mencionó con anterioridad. La disposición general de esta técnica anterior se describirá primero con el fin de simplificar la explicación de las mejoras según la invención. La Figura 2 ilustra una prensa 99 dispuesta con una unidad motriz 15 101 (o un controlador de impulsión eléctrica 101) para el motor eléctrico impulsor principal de la prensa. Los movimientos de la prensa se controlan por un dispositivo controlador de prensa 110. El dispositivo controlador de prensa 110 comprende un controlador de prensa 111 PLC (PLC, Controlador de Lógica Programable). El dispositivo controlador de prensa 110 controla la potencia para la unidad motriz 101, puede recibir entradas desde dispositivos de entrada/salida (I/O) distribuidos 112, desde codificadores 113 o sensores y puede estar también provisto de una interfaz HMI (Interfaz hombre-máquina) de prensa 114, esto es, un panel de control de prensa o un panel de control de prensa gráfico.

Un controlador independiente, un controlador de seguridad de prensa 120 está dispuesto conectado a todos los interruptores de seguridad de la prensa y con los interruptores de paradas de emergencia dispuestos en y alrededor de la prensa. El controlador de seguridad de prensa 120 incluye un circuito PLC del controlador de seguridad de la prensa 121, que está también conectado a la unidad motriz 101 y diseñado para interrumpir el movimiento de la prensa si se detecta una situación operativa insegura por un interruptor abierto o por estar pulsado un botón de emergencia o alarma. El circuito PLC del controlador de seguridad de la prensa 121 está también conectado a los interruptores de embrague y de freno para hacer funcionar válvulas o interruptores 126 y también dispuesto para interrumpir el movimiento de la prensa si surge una situación operativa insegura. El controlador de seguridad PLC de prensa puede recibir entradas desde dispositivos de seguridad, tales como botones de parada de emergencia 122, interruptores de puertas 123, cortinas luminosas 124, bloques de seguridad 125 y/o desde válvulas de embrague y freno 126.

35 La Figura 1 ilustra una disposición general esquemática para una línea de prensas mejorada según una forma de realización de la invención. Esta disposición general o tecnología de control coloca la prensa como una parte integral en un sistema de automatización, en lugar de cómo un dispositivo incorporado a un sistema de automatización.

La Figura 1 ilustra una línea de prensas simple, una célula simple que comprende una prensa mecánica mejorada 40 100. La prensa 100 está dispuesta con una unidad motriz 101 (o controlador de impulsión eléctrica 101) para el motor eléctrico principal impulsor de la prensa. Los movimientos de la prensa se controlan por un dispositivo controlador de prensa 110, como en la técnica anterior representada en la Figura 2. Sin embargo, a un más alto nivel de una jerarquía de control, según una forma de realización de la invención, los movimientos de la prensa 100 se controlan también por un controlador de automatización 200, que puede ser un circuito PLC. El controlador de automatización 200 está conectado por medio de un bus de campo de control 117 a un primer dispositivo de carga 45 118, a un dispositivo controlador de prensa 110 y a un segundo dispositivo de carga o descarga 119. El controlador de automatización 200 puede estar dispuesto con una interfaz HMI de carga 115 para controlar, programar y/o supervisar las operaciones de carga de la prensa y/o con una HMI de descarga 116 para controlar, programar y/o supervisar las operaciones de caga/descarga de la prensa. El controlador de automatización 200 puede estar también provisto de una interfaz HMI 214 para controlar, programar y/o supervisar la línea de prensas.

La Figura 1 ilustra también un controlador de seguridad de automatización 128 separado, que puede ser un circuito PLC. El controlador de seguridad de automatización 128 está conectado, por intermedio de un bus de campo de seguridad 127, al controlador de seguridad de prensa 120 y, de este modo, al circuito PLC del controlador de seguridad de la prensa 121, así como a dos dispositivos de carga 118, 119. En esta vista, a modo de ejemplo, un robot 118 se ilustra como siendo un dispositivo de carga y un segundo robot 119 funciona como un dispositivo de descarga. La dirección del flujo de trabajo es desde izquierda a derecha según se indica por la flecha F. Según se ilustra en la Figura, todas las funciones de seguridad de la línea de prensas se controlan por un solo controlador, el controlador de seguridad de automatización 128. El dispositivo controlador de prensa 110 puede estar conectado, en la misma manera que para la técnica anterior, a un controlador de seguridad de prensa 120 separado, para interrumpir el movimiento de la prensa si se detecta una situación operativa insegura por un interruptor abierto o por una alarma o por un botón de emergencia que se está pulsando. El dispositivo controlador de prensa 110 puede estar provisto de una interfaz HMI de prensa 114, una interfaz gráfica de usuario, a modo de ejemplo, para controlar y/o supervisar el movimiento de la prensa. Los controladores, tales como el controlador de prensa 111, pueden ser un PLC o pueden ser cualquier controlador industrial PC adecuado, o un PC mecánicamente reforzado o procesador industrial o similar.

Un importante aspecto de la disposición general o de la topología de control de la Figura 1 es que el control de automatización PLC 200 está conectado mediante el bus de campo de control 117 a un PLC de control de prensa 111. Está también conectado a controladores (no ilustrados) de los dispositivos de carga/descarga, los robots 118, 119. En esta topología de control, cualquier objeto de control controlado por el controlador de automatización 200 puede estar operativamente dispuesto para control como una unidad esclava de cualquier otro dispositivo. De este modo, en cualquier punto en un ciclo de prensado, la prensa 100 puede controlarse como una unidad esclava para el robot de carga 118, o viceversa, el dispositivo de descarga 119 puede controlarse como una unidad esclava para la prensa 100 o viceversa. A modo de ejemplo, la temporización de las señales de control, según una forma de realización de la invención, puede estar dispuesta en cualquier ciclo de prensado dado, en función de cuando los diferentes dispositivos alcancen las posiciones siguientes:

- la prensa alcanza la posición de descarga; a continuación
- el robot de descarga se desplaza para descargar una pieza a trabajar; cuando se libera luego
- el robot del dispositivo de carga se desplaza a una nueva pieza a trabajar; cuando abandona la prensa luego:
- la prensa pasa por la posición de protección de la matriz y realiza un nuevo ciclo de prensado.

La Figura 15 ilustra una vista esquemática para la sincronización en donde un primer dispositivo está trabajando como una unidad esclava para otro dispositivo, estado de unidad esclava o bien trabajando en un estado operativo "libre" en donde el dispositivo no es una unidad esclava para otro dispositivo. De este modo, en el nivel superior para una prensa, el diagrama ilustra que la prensa puede cambiar su estado de sincronización durante el ciclo desde

- prensa libre (pf) cambiando inmediatamente antes de la leva de descarga (UC) a
- prensa sincronizada al dispositivo de carga (p s para L) hasta Protección de Matriz (DP), luego
- prensa libre (pf)...

El estado de sincronización para un dispositivo o robot de descarga en el nivel medio se muestra luego

- después de DP establecido para dispositivo de carga libre (UL f)
- aproximación de UC establecida para dispositivo de descarga sincronizado con la prensa (UL s para p)
- después de UC establecida para dispositivo de descarga libre (UL f)
- antes de aproximación a DP, el dispositivo de descarga conmuta la función operativa al dispositivo de carga para la siguiente prensa y se sincroniza con el dispositivo de descarga de la siguiente prensa (UL>L siguiente p, s para n UL),
- después de DP se establece a dispositivo de descarga libre (UL f).

El estado de sincronización para un dispositivo o robot en el más bajo nivel se muestra luego siendo

- en la aproximación a UC se establece para dispositivo de carga libre (L f)
- después de UC, se establece para dispositivo de carga sincronizado para dispositivo de descarga (L s para UL)
- después de que el dispositivo de descarga comience a salir de la prensa, se establece dispositivo de carga para dispositivo de carga libre (L f) y
- después de DP, el dispositivo de carga conmuta su función operativa a dispositivo de descarga para la prensa anterior y se sincroniza con la prensa anterior (L>UL prev p, s para pp).

En estos modos de sincronización, la prensa o un dispositivo tal como de carga/de descarga puede tener solamente un estado operativo de unidad esclava o libre.

Figure 18 ilustra un sistema de sincronización en el que una prensa o otro dispositivo o robot puede ser una unidad maestra y/o una unidad esclava. La Figura ilustra, a la izquierda, que el Robot R1 puede una unidad maestra para la prensa 1, esto es, R1 se hace funcionar como un dispositivo de carga y la prensa 1 se sincroniza con R1. En una parte subsiguiente u otra o solapante del ciclo, la Prensa 1 es una unidad maestra para el robot R2, que está actuando como un dispositivo de descarga para la prensa 1. El movimiento del dispositivo de descarga está regulado para esta parte del ciclo por el progreso de la prensa 1. El robot R2 puede ser también un dispositivo de

carga para la Prensa 2. En este caso, se tiene un segundo "triángulo", el robot R2 es una unidad maestra para la prensa 2, mientras está cargando la prensa 2. La prensa 2, a continuación, a su vez, se convierte en unidad maestra para su dispositivo de descarga, robot R3. Al principio del ciclo de prensado anterior, el robot del dispositivo de carga 1 funciona como una unidad esclava para el robot del dispositivo de descarga R2, solamente entrando por completo en la prensa cuando el robot del dispositivo de descarga R2 comienza a abandonar la prensa. De este modo, durante una sola parte de un ciclo, una prensa u otro dispositivo puede tener el estado operativo de sincronización de una unidad maestra y durante otra (o la misma o solapante) parte del ciclo puede presentar el estado operativo de sincronización de una unidad esclava. Además, se ilustra que un dispositivo, tal como el robot R1, R2 etc. puede tener más de una función operativa y funcionar como un dispositivo de descarga para una sola prensa en una parte del ciclo y como un dispositivo de carga para otra parte del ciclo. Este método en el que un robot o la prensa puede impulsarse como unidad esclava en una parte de un ciclo de prensado y funcionar libre o impulsarse como una unidad maestra en otra parte del mismo ciclo de prensado es también descrito a continuación en relación con la Figura 17, en una forma de realización en donde las unidades de control de robot comprenden funciones de sincronización.

Otro importante aspecto según la invención es el uso de una prensa mecánica mejorada capaz de un ciclo de prensado variable, tal como la prensa servoasistida dada a conocer en el documento US 60/765183 y/o la prensa híbrida dada a conocer en WO/SE2006/050055. Dichas prensas pueden impulsarse a velocidades, que se pueden controlar de forma variable y por lo tanto, controlarse con el fin de sincronizar el movimiento de la prensa con el movimiento de otros dispositivos. Las prensas mecánicas tradicionales, con un volante y un embrague, tienen un ciclo de movimiento fijo una vez que se acopla el embrague y se inicia el movimiento para un ciclo de prensado. Una línea de prensas mejorada con más grados de libertad disponibles para optimización con el fin de satisfacer las exigencias de la calidad y/o producción y/o limitaciones en el consumo de energía se consigue, de este modo, combinando la topología de control de la prensa mejorada, anteriormente descrita, en relación con la Figura 1 y aplicándola a una prensa de velocidad variable.

La sincronización entre dos robots se suele conseguir adaptando continuamente el movimiento del robot "esclavo" al movimiento del robot "maestro". De este modo, si en cualquier instante el movimiento del robot maestro es, por algún motivo, retardado, este retardo se refleja, operativamente de inmediato, en el movimiento del robot esclavo. De la misma manera, si el robot maestro se acelera en cualquier instante, esta desviación es también imitada por el robot esclavo. Este tipo de sincronización funciona adecuadamente en caso de que el movimiento del robot maestro sea relativamente suave, esto es, el robot esclavo recibe una referencia de movimiento sin mucho ruido o variaciones en torno a una magnitud media deseada. Otra condición para que esta disposición operativa funcione de forma adecuada es que la unidad esclava debe tener potencia suficiente disponible, en relación con su masa o inercia, de modo que sea capaz de seguir el movimiento de la unidad maestra. Este suele ser el caso de cuando la unidad maestra y la unidad esclava son máquinas similares con capacidades de movimiento también similares.

El caso de sincronización de la prensa con el robot de carga es más exigente por cuanto que el dispositivo impulsor de la prensa tiene solamente una potencia limitada disponible en comparación con la inercia de la prensa. Puede ser que durante la parte del ciclo de prensado en donde se requiere que la prensa se sincronice con el dispositivo de carga, puede ser operativo con el par total del motor, en primer lugar desacelerar la prensa a un funcionamiento estacionario y luego, posiblemente hacer funcionar en sentido inverso la prensa hasta una posición de partida deseada del ciclo de prensado siguiente, y por último, acelerar la prensa desde la posición estacionaria hasta una alta velocidad. Entre estas partes del movimiento con un par de torsión del movimiento positivo o negativo completo, pueden existir periodos cortos de velocidad constante o de cese de actividad de la prensa (par de torsión nulo), pero, en numerosos casos, la operación está utilizando el par completo para obtener el más corto tiempo de prensado posible (véase, a modo de ejemplo, T2 en la Figura 8 (técnica anterior), Figura 9). Además, en tanto que la prensa esté suficientemente abierta para el robot del dispositivo de descarga y de carga para desplazarse libremente en el interior de la prensa, no puede existir necesidad de adaptar el movimiento de la prensa al movimiento del dispositivo de carga (o de descarga). Esto es diferente de, a modo de ejemplo, la sincronización del dispositivo de carga con el dispositivo de descarga, en donde se necesita una sincronización continua para que el dispositivo de carga esté lo más próximo posible al dispositivo de descarga durante algún tiempo de la carga. La sincronización de la prensa al dispositivo de carga debe asegurar solamente que en un instante dado en el tiempo (una posición en el movimiento del dispositivo de carga), la prensa esté en un determinado punto DP.

En un perfil de movimiento en donde la impulsión de la prensa está utilizando el par de torsión total, la sincronización en la forma tradicional no es posible ni deseable, por el motivo siguiente. El perfil de movimiento de la prensa se suele optimizar para dar la más corta duración de ciclo posible. Para ello, la prensa – en la parte de movimiento en donde no depende del robot de carga – ha de desplazarse a la más alta velocidad posible o admisible. De este modo, en el punto en donde el dispositivo de carga abandona la prensa, esto es, el punto en donde se interrumpe la sincronización de la prensa con el robot, la prensa debe estar ya a una muy alta velocidad. Para alcanzar esta velocidad, la unidad motriz suele tener que acelerar al par de torsión total desde una posición de partida. Cualquier intento de desacelerar la prensa (para sincronización) en esta parte del movimiento afectaría negativamente a la duración del movimiento de la prensa en la parte no sincronizada del ciclo. Cualquier intento de acelerar la prensa todavía más, para su sincronización, es probable que fallara puesto que la unidad de impulsión está ya proporcionando el par de torsión total.

Los inventores han determinado que el movimiento del robot de carga y en particular, la última parte de este movimiento, es muy predecible. Sea cual fuere el movimiento exacto del robot, será suficientemente bien conocido más que, p.e., un segundo en anticipación en qué instante el robot de carga abandonará la prensa. Este conocimiento puede utilizarse para planificar el movimiento de la prensa con anticipación, de tal manera que no solamente la prensa alcance el punto deseado de sincronización en el mismo instante en que el robot abandona la prensa, sino que también la prensa alcance este punto con una muy alta velocidad de modo que se obtenga la duración del ciclo más corta posible. Dependiendo de cuánto tiempo transcurra antes de alcanzar dicho punto de sincronización, el movimiento de la prensa puede adaptarse para alcanzar el punto de sincronización en la manera optimiza utilizando cualquiera o una combinación de cualquiera de los métodos siguientes:

- un cambio del par de torsión, un cambio de velocidad;
- una pausa (cese de actividad durante algún tiempo) en el movimiento en un punto adecuado (posición, instante en el tiempo), tal como
- introducción de una pausa en un punto en donde no existía ninguna pausa en el movimiento originalmente planificado;
- aumento de la duración de una pausa;
- disminución de la duración de una pausa;
- un cambio en una reversión en el movimiento, tal como
- introducción de una parte de marcha inversa en un movimiento que originalmente no tenía ninguna (prensado unidireccional, cambio desde el movimiento unidireccional a movimiento "bidireccional" alternativo);
- un cambio de la posición o de las posiciones en las que la prensa cambia de sentido de rotación (aplicable para el movimiento bidireccional y el movimiento "bidireccional alternativo");
- eliminación de una parte de inversión de marcha;
- un cambio en un punto de velocidad mínima en un movimiento sin punto de velocidad nula (suponiendo un movimiento continuo de la prensa, en donde la prensa se desacelera para dar tiempo a los dispositivos de descarga y de carga);
- desaceleración anterior o posterior al final del ciclo de prensado.

Según una forma de realización, la jerarquía de control puede disponerse como sigue:

- 1: Robot de descarga, unidad esclava de la prensa; luego
- 2: Robot de carga, unidad esclava del robot de descarga; luego
- 3: Unidad esclava de la prensa del robot de carga;

en donde, en el primer nivel, el momento en que la prensa llegará a la posición de la leva de descarga puede predecirse con gran exactitud para la sincronización. El tercer nivel, en particular, emplea las capacidades para control de velocidad variable del movimiento de la prensa disponible con una prensa de servomecanismo o una prensa híbrida de los tipos anteriormente descritos.

La Figura 3 ilustra una línea de prensas mejorada según otra forma de realización de la invención. una vez más, cada controlador de dispositivos está conectado a un bus de campo de control 117 y subordinado al control PLC del controlador de automatización 200. El controlador de seguridad de automatización, la interfaz HMI de la línea de prensas y el bus de campo de seguridad serían según se ilustra en la Figura 1, pero han sido omitidos de la Figura 3 con el fin de simplificar el diagrama. El circuito PLC del controlador de automatización 200 se ilustra dispuesto para el control de tres prensas 100a-c. La prensa 100a está dispuesta con un robot de carga 118a y un robot de descarga 119a. El robot de descarga 119a puede funcionar también como un dispositivo de carga para la segunda prensa 100b, en cuyo caso puede indicarse como 119a/118b para indicar así esta posibilidad de más de una función. La prensa 100a está dispuesta como antes con un controlador de prensa 110a y un controlador de seguridad 120a, que se conectarían a un bus de campo de seguridad (no ilustrado) según se representa en la Figura 1.

Una configuración del controlador de unidad motriz eléctrica mejorada 210 se ilustra en esta representación. Los tres motores impulsores Ma-c de las prensas 100a-c se muestran cada uno suministrados por un dispositivo motriz tal como el dispositivo de impulsión 101c. En esta realización, a modo de ejemplo, este dispositivo de impulsión eléctrico es un convertidor que puede suministrar energía eléctrica al motor en una manera controlada. Con esta

mejora operativa, los tres convertidores reciben suministro de energía a través de un solo rectificador 201, un dispositivo de potencia única tal como un inversor, que suministra energía a uno o más motores que impulsan cada uno de ellos una pluralidad de prensas. Una unidad motriz múltiple puede incluir, de forma opcional, uno o más inversores. Dicha unidad de impulsión múltiple 201 puede, de modo opcional, suministrar también energía a otros dispositivos de línea de prensas tales como bombas hidráulicas, equipos de refrigeración, equipos de transferencia, mesas giratorias, etc. La disposición del suministro de energía comprende un PWR de conexión a una rejilla de distribución de energía y un dispositivo de gestión de energía, una disposición o función para dicha gestión. A modo de ejemplo, una disposición limitadora de suministro de energía limitará la potencia total o la potencia máxima del motor de volante además del segundo motor auxiliar. Asociada con la función de control de la disposición de suministro de energía se dispone de una unidad o función D para procesar la información de la matriz y una unidad o función SC para sincronizar los movimientos de los robots. La unidad o función D está también conectada al PLC del control de automatización 200, a modo de ejemplo, por intermedio del bus de campo de control 117. Las funciones D de procesamiento de información de la matriz pueden incluirse también en el PLC del controlador de automatización 200 o pueden distribuirse en alguna otra manera, similar a la manera en que pueden distribuirse las funciones de SC.

Las funciones de cálculos de la sincronización (SC) para los dispositivos, robots y movimientos de la prensa pueden incluirse en una unidad independiente según se indica por SC en el diagrama. Los cálculos de la sincronización y los algoritmos para la función de sincronización pueden incluirse, de modo opcional, en una o más de las unidades de control de robots para controlar los robots 118, 119, etc. (véase forma de realización de la Figura 17 siguiente) o incluirse en una de las unidades motrices 101a-c o en una unidad de impulsión múltiple 210. Esta función puede distribuirse también en el sistema de alguna manera. La función de cálculo de sincronización SC suele utilizar información de posición procedente de la prensa o prensas, de los robots y de otros dispositivos cuando sea necesario para calcular datos de sincronización para sincronizar las operaciones de movimiento así como las operaciones de sincronización de puntos operativos.

Una línea de prensas mejorada, tal como la línea de prensas de la Figura 3, puede incluir una o más prensas mejoradas según una o más formas de realización de la invención. A modo de ejemplo, una o más prensas pueden incluirse en una línea de prensas, en donde una pluralidad de prensas funcionan en los mismos productos o productos relacionados. En el contexto de la línea de prensas, algunos de los métodos de optimización y de coordinación aplicables para optimizar el ciclo de prensas para una prensa autónoma única pueden extenderse al grupo de procesos. De este modo, la energía recuperada, a modo de ejemplo, puede consumirse por otras máquinas y no solamente una prensa mejorada autónoma. La potencia máxima combinada de, o el uso de energía por, más de una máquina puede optimizarse o coordinarse, a modo de ejemplo, para reducir el consumo de potencia máxima total o para reducir los picos o máximos, potencialmente disruptivos, en el uso de la energía. Dichas consideraciones para el uso de la energía global por una línea de prensas puede introducir también restricciones para los tiempos de aceleración, desaceleración, etc., que pueden intervenir en un ciclo de prensa dado o su método, tal como se describe haciendo referencia a las Figuras 7b-d. A modo de ejemplo, para obtener la duración más corta posible para un ciclo de producción, la prensa se acelera tal como se indica en la etapa 60 de la Figura 13 con la mayor rapidez posible; pero la aceleración puede variarse a menos del máximo para evitar un pico de potencia instantánea para líneas de prensas como un conjunto. La primera etapa de aceleración 60 puede no ser lineal y puede disponerse para la concordancia en un periodo de tiempo, con la cantidad de tiempo que necesita un dispositivo de carga para insertar la pieza a trabajar y de este modo, dedicar al menos un tiempo dado para alcanzar el ángulo DP, en lugar de una aceleración en línea recta y/o máxima. De modo similar, el frenado regenerativo que se suele realizar, tal como en relación, a modo de ejemplo, con las etapas 62, 66 de la Figura 13, puede disponerse con restricciones para proporcionar una energía de retorno a cualquiera de la misma prensa u otra máquina, la línea de prensas o la rejilla de distribución de energía. Dicha coordinación u optimización entre prensas puede disponerse en relación con otros aspectos de la prensa mejorada. A modo de ejemplo, cuando se optimiza una línea de prensas, las posiciones de arranque/parada en cada ciclo de prensa, que se ejecuta en cada prensa, puede seleccionarse o ajustarse. Esto permite una mayor libertad para disponer tiempos de producción globales óptimos para una línea de prensas.

La Figura 5 ilustra una disposición general esquemática para una prensa mecánica mejorada según una forma de realización de la invención. Ilustra, de una manera simplificada, un ariete de prensa 23, una rueda impulsora excéntrica 27, un mecanismo de engranajes de prensas 29 y un motor eléctrico impulsor 22. Además, ilustra la fuente de suministro de energía del motor y los medios de control 22a y 21b. La Figura ilustra el ariete de prensa 23, que se impulsa en un movimiento alternativo arriba y abajo S mediante una rueda de impulsión excéntrica 27 o un cigüeñal y una biela 25. La rueda de impulsión excéntrica se impulsa, a su vez, por un mecanismo de engranajes de prensa 29 que se ilustra en una sección transversal simplificada en donde los dientes de los engranajes se indican por un rayado cruzado. La rueda excéntrica se impulsa por intermedio del mecanismo de engranajes de la prensa por el motor impulsor 22. El motor impulsor 22 que puede ser un servomotor, está dispuesto con un inversor 22a y un rectificador 21b que están conectados a una rejilla o red de distribución de energía (no ilustrada). Pueden sustituirse por otros medios de control de motor. La Figura ilustra también un frenado de emergencia opcional 31a y una caja de engranajes opcional 33, uno de los cuales puede añadirse a la prensa si así se requiere. Conviene señalar que esta forma de realización no suele comprender un volante y un embrague.

La Figura 5 ilustra el ariete de prensa 23 que se impulsa en un movimiento alternativo arriba y abajo S por una rueda impulsora excéntrica 27 o un cigüeñal y una biela 25. Otras transmisiones mecánicas son conocidas, de las cuales algunas son adecuadas para transmitir energía desde el motor e impulsar mecánicamente la deslizadera. A modo de ejemplo, un sistema de mando de tornillos de bolas para transferir movimiento impulsor giratorio desde un motor eléctrico de velocidad variable en la prensa en un movimiento lineal del ariete o deslizadera de la prensa. De forma similar, algunos mecanismos de doble articulación o buje pueden servir de sustitución también para un mecanismo de excéntrica.

El motor impulsor puede tener un suministro de corriente alterna AC según se ilustra o un suministro de corriente de carga DC. Los medios de control de velocidad del motor pueden ser un convertidor de frecuencia, un inversor/rectificador según se ilustra u otros medios de control de la velocidad del motor. La forma de realización ilustrada tiene un motor impulsor relativamente grande. Como alternativa, se utiliza un motor más pequeño y se dispone en una configuración que comprende una inercia extra. La inercia extra pueda adoptar la forma de un pequeño volante constantemente conectado o un motor que tenga alta inercia o una caja de engranajes de alta inercia 33 u otros medios mecánicos. La inercia extra puede ser también variable o desechable en alguna manera.

La Figura 6 ilustra una prensa mejorada del tipo híbrido según se describe en el documento WO/SE2006/050055. Comprende al menos un segundo motor impulsor 22, además de un primer motor impulsor 20 para impulsar el volante 35 de la prensa. En esta realización, a modo de ejemplo, un solo rectificador 21b suministra al menos a dos inversores 21a, 22a, que suministran energía al motor impulsor del volante 20 y al segundo motor impulsor auxiliar 22, respectivamente. Esta disposición tiene la ventaja operativa de más bajas pérdidas que las topologías en las que la energía se transmite desde un rectificador a otro rectificador antes de consumirse por un motor. En cambio, en esta disposición la energía se transmite desde un motor a otro a través del enlace de corriente continua compartido entre el rectificador 21b y los inversores 21a, 22a. Una caja de engranajes opcional 39 se indica así como un freno de emergencia opcional 31.

La Figura 4 de la técnica anterior se describe brevemente como una prensa mecánica tradicional. La Figura 4 ilustra también un diagrama esquemático para un ciclo de prensado tradicional según la técnica anterior. El ciclo de prensado suele iniciarse en el centro de punto muerto o TDC y se desplaza, p.e., en el sentido horario. Cuando la prensa comienza a cerrarse en la etapa de pre-prensado, se llega a un punto después del que la prensa se haya cerrado a una medida en que ya no exista un espacio libre suficiente para cargar una pieza a trabajar sin dañar a la matriz de la prensa o al dispositivo de carga. Este punto, según se mide en términos de ángulo del cigüeñal, se denomina como protección de la matriz o el ángulo de protección de la matriz, DP. (El punto puede ser objeto de otra clase de referencia en otros términos tales como de posición en la carrera operativa de la prensa, la distancia lineal desde TDC o BDC entre el ariete y la matriz, etc.). El ciclo de prensado continúa hacia un ángulo de 180 grados y el punto muerto inferior BDC. La prensa a trabajar es impactada, punto I, y prensada o estampada, punzonada, embutida, etc., durante la etapa de prensado P. El ciclo continúa, en sentido horario, más allá del punto muerto inferior BDC y la prensa se abre y alcanza un punto UC, de leva de descarga. El ángulo de leva de descarga (UC) se utiliza aquí para significar el punto límite o tiempo en que se abre la matriz suficientemente para retirar y descargar la pieza después de su conformación. El ángulo de protección de la matriz y el ángulo de leva de descarga pueden variar, en alguna medida, entre la producción de diferentes artículos, siendo normalmente dependiente del primordio utilizado y de la profundidad a la que es embutido el primordio sobre una matriz y la longitud de la carrera operativa de la prensa.

Puede deducirse del diagrama del ciclo representado en la Figura 4 que el acceso a la prensa para la finalidad de descargar piezas a trabajar procesadas o para cargar nuevos primordios, piezas a trabajar, es durante el tiempo T_1 entre UC y DP. Este tiempo está limitado, incluso aunque la prensa pueda detenerse entre ciclos y se suele planificar para ser lo más corto posible. El tiempo disponible para descarga/carga está limitado por los periodos C entre DP y P de nuevo, entre el prensado P y UC. Todos los puntos DP, P, UC, en el ciclo de prensado tradicional, son puntos fijos.

La Figura 9 ilustra otros aspectos del ciclo de producción de la prensa mejorada, que se refieren a la carga de un primordio, o pieza a trabajar, en la prensa y la posterior retirada de la pieza a trabajar después de la etapa de prensado (estampado, punzonado, etc.). En el inicio del ciclo de prensado, la prensa se abre y se puede cargar un primordio. Cuando la prensa inicia el cierre en la etapa de pre-prensado, se llega a un punto denominado aquí el ángulo de protección de la matriz, DP. En correspondencia, existe también un punto en una etapa de no prensado que sigue a la etapa de prensado, después del cual la prensa se ha abierto suficientemente, en que la pieza a trabajar puede retirarse sin dañar dicha pieza a trabajar ni la matriz. Este punto, según se mide en términos del ángulo del cigüeñal, se denomina el ángulo de leva de descarga. El ángulo de leva de descarga (UC) se utiliza aquí para significar el punto límite o tiempo en que se está abriendo la matriz y se ha abierto suficientemente para retirar y descargar la pieza a trabajar después de su conformación. Tanto el ángulo de protección de la matriz con el ángulo de leva de descarga pueden variar, en alguna medida, entre la producción de diferentes artículos, siendo normalmente dependientes del primordio o de la pieza a trabajar que se utilice o de la profundidad a la que la pieza a trabajar sea objeto de embutición sobre una matriz.

De este modo, en la Figura 9, las etapas del ciclo de prensado ilustrado comprenden las etapas de pre-prensado,

una etapa de prensado y etapas de post-prensado. El ciclo de prensado puede describirse como sigue:

- 5 - una primera etapa de no prensado, que suele producir una aceleración de modo que se alcance lo antes posible la velocidad máxima de la prensa W1 o cuando se sincroniza, se obtenga una aceleración lo más rápida posible de la velocidad en DP pero sincronizada con la llegada del dispositivo de descarga y después de DP acelerar a W1;
- 10 - una segunda etapa que mantiene la velocidad de prensa máxima de W1;
- una tercera etapa de no prensado que reduce a Wp lo más tarde posible;
- una etapa de prensado con velocidad objetivo para el prensado de p.e., Wp;
- 15 - dentro de la etapa de prensado, la velocidad objetivo Wp puede reducirse y/o mantenerse en una condición de cese de actividad en función de las técnicas específicas de estampado/embutición/prensado;
- una cuarta etapa de no prensado en la que se acelera lo más rápido posible (normalmente) a W1;
- 20 - una quinta etapa de no prensado que se mantiene a alta velocidad p.e., W1;
- cuando la sincronización se desacelera a UC, p.e., con la prensa como unidad esclava para el robot o dispositivo de descarga;
- 25 - una sexta etapa de no prensado en la que se reduce la velocidad a cero lo más tarde posible y de modo que la prensa pare en la posición requerida.

El ciclo de prensado mejorado, proporcionado por el método de control mejorado, permite que el tiempo total para un ciclo de producción sea más corto que el tiempo del ciclo de producción de una prensa mecánica tradicional de la técnica anterior acortando el tiempo dedicado a realizar las partes de no prensado del ciclo de prensado entre DP y UC. En particular, el periodo de tiempo desde el más tardío punto de carga DP al más próximo punto de descarga UC, indicado como T2, puede acortarse por medio del funcionamiento del motor impulsor a velocidades incrementadas tales como W1 para impulsar la excéntrica a velocidades superiores a la velocidad de prensado Wp y luego, reducir a la velocidad de la excéntrica Wp o, al final del ciclo, reducirla a cero. Lo que antecede se indica, de forma esquemática, en el diagrama por la diferencia en tiempo para T2, $\Delta T2$ en el perfil de la velocidad de la Figura 9 en comparación con la Figura 8 (técnica anterior). Aunque el ciclo de prensado mejorado se describe principalmente en términos de un ciclo o de ciclos separados, puede aplicarse en una operación de carrera operativa única y/o a una operación continua. En este último caso, la prensa no se para en absoluto entre ciclos de producción.

40 La Figura 10 es un diagrama de flujo para un método para hacer funcionar la línea de prensa mejorada que comprende una prensa mecánica híbrida que incluye al menos un segundo motor impulsor, según una forma de realización preferida de la invención. El método ilustra el ciclo de prensado para incluir una etapa de prensado y una pluralidad de etapas de no prensado. El método puede describirse, además, como incluyendo las etapas de pre-prensado, una etapa de prensado y etapas post-prensado y en este caso, es una forma de realización con un movimiento inverso al final del ciclo de prensado. El diagrama de flujo comprende los siguientes bloques para controlar la prensa de la línea de prensas mejorada:

- 50 139 La prensa espera en un instante de tiempo calculado basado en la sincronización antes de la iniciación operativa;
- 140a Aceleración de la prensa, con la mayor rapidez posible sincronizada, p.e., con el dispositivo de descarga y con el fin de alcanzar DP a una alta velocidad;
- 55 140b Después de DP, acelerar a la velocidad máxima W1 lo antes posible;
- 141 Mantener W1;
- 142 Lo más tarde posible, desacelerar el segundo motor a la velocidad de prensado Wp;
- 60 142.5 Aplicar el embrague entre el volante y la excéntrica con sincronización de posición/ velocidad o no;
- 143 Durante la etapa de prensado P, establecer la velocidad objetivo a Wp, a no ser que se requieran variaciones para el proceso de prensado/estampado, p.e., mantener bajo presión durante un tiempo T_{HS} ;
- 65 143.5 Desacoplar el embrague entre el volante y la excéntrica;

144 Acelerar el segundo motor a W1;

145 Mantener el segundo motor a W1 el mayor tiempo posible;

5 147 Preparar para la sincronización con el dispositivo de carga en el ciclo siguiente;

148 Invertir la marcha del segundo motor a una posición inicial seleccionada para la sincronización óptima con el dispositivo de carga en el ciclo siguiente;

10 150 Retroceder a 139 (o si no es así, efectuar la parada).

De este modo, cuando una prensa de tipo híbrido está presente en la línea de prensas, una prensa que comprende un segundo motor impulsor así como un primer motor impulsor (volante) se puede realizar la sincronización en la que el primer motor (20) no está siempre mecánicamente acoplado a dicha prensa y en donde el segundo motor (22) está siempre mecánicamente acoplado a dicha prensa.

La Figura 11 ilustra un método de control de la prensa, en la línea de prensas, cuando la prensa invierte su marcha, en alguna distancia, al final de un ciclo, antes del inicio del ciclo de prensado siguiente. Véase también el diagrama de Figura 16 que ilustra un primer sentido de rotación (horario) R_c y un segundo sentido de rotación (anti-horario) R_{AC} . Una ventaja de este tipo de ciclo bidireccional alternativo es que permite una fase de aceleración más larga hasta la protección de la matriz. De este modo, las etapas 40 a 47 sin similares a las etapas 137-149 de la Figura 10.

La Figura 12 ilustra un método de control que se refiere al primer motor 20, el motor de volante de una prensa híbrida en la línea de prensas. Ilustra un bloque 51 en donde el segundo motor de la prensa puede sincronizarse con el primer motor 20, el motor de volante si se requiere antes de acoplar el embrague 52 para la etapa de prensado, P. Además, ilustra cómo después de la etapa de prensado, en la referencia 54, el volante puede desacoplarse por el embrague, de modo que la prensa pueda impulsarse más rápida que W_p .

La Figura 13 describe un método de control de la prensa en la línea de prensas cuando no se utiliza la sincronización. El método se inicia con:

60 acelerar, p.e., lo más rápido posible, desde el inicio hasta W1;

35 61 mantener la velocidad del motor a la velocidad máxima de W1;

62 reducir la velocidad del motor desde W1 a la velocidad de prensado W_p lo más tarde posible;

63 establecer la velocidad objetivo del motor, tal como W_p , para la etapa de prensado P o para velocidades de prensado variables (p.e., 63") en función del proceso de embutición/estampado/plegado/prensado requerido;

64 una cuarta etapa de no prensado de aceleración, p.e., lo más rápido posible, a W1;

65 una quinta etapa de no prensado en la que se mantiene la velocidad motor a una velocidad máxima tanto tiempo como sea posible;

66 una sexta etapa de no prensado de reducción a cero.

Este método puede aplicarse a la prensa de tipo de servomecanismos así como un tipo de prensa híbrida. Conviene señalar que si la velocidad de prensado ha de reducirse durante el prensado o la prensa mantenerse estable bajo presión durante la etapa de prensado P, entonces, el embrague debe desinsertarse para desacoplar el volante desde la excéntrica en el caso de la prensa híbrida.

Uno o más motores impulsores pueden controlarse para funcionar a altas velocidades durante una parte de un circuito de prensado por intermedio de un método de control conocido como de debilitación de campo.

Este método comprende etapas para controlar la prensa mejorada con el fin de conseguir un ciclo de producción total que tarde el menor tiempo posible. Otras limitaciones pueden incluirse o condicionalmente incluirse en el método anterior para controlar una línea de prensas, a modo de ejemplo, para coordinar o sincronizar con los requisitos de carga/descarga para la prensa y/o para optimizar la potencia máxima y/o consumo de energía para esta prensa. Esta potencia máxima y/o consumo de energía puede, a modo de ejemplo, optimizarse con respecto a la aceleración y frenado regenerativo durante los periodos de reducción de la velocidad.

La Figura 13 ilustra también una variante del método descrito en relación con el diagrama de flujo de las Figuras 10 y 11. En algunas operaciones, a modo de ejemplo en el estampado en caliente, es deseable que la prensa se detenga durante la etapa de prensado, 63" y mantenga la pieza a trabajar bajo presión aplicada durante un periodo

de tiempo, indicado como T^{HS} . Este cese de actividad se suele realizar en la posición de BDC o en sus proximidades. Se trata de una tarea sencilla para incluir una o más etapas funcionales adicionales para controlar la prensa mejorada según una o más formas de realización.

5 La Figura 14 ilustra un diagrama de flujo para sincronizar la prensa con el movimiento de un dispositivo de carga o un robot de carga. El motor impulsor referido puede ser un motor impulsor único 20 o un segundo motor o motor híbrido 22. La Figura ilustra el ciclo de prensado comenzando con el bloque:

10 40a aceleración hacia $W_{max DP}$, la velocidad máxima que la prensa puede alcanzar en el momento en que el dispositivo de carga abandone la prensa en un punto de tiempo antes o en DP;

40b recepción de la señal de que el dispositivo o robot de carga está fuera de la prensa;

15 40c aceleración a la velocidad máxima $W1$;

41 mantener el motor de impulsor en la velocidad $W1$.

20 El tiempo en que el dispositivo de carga estará fuera de la prensa es predecible. La unidad de control calcula una aceleración máxima para el motor impulsor en el periodo de tiempo hasta la salida del dispositivo de carga, en o inmediatamente antes de DP. El motor impulsor está así acelerando, pero no cerrará la prensa antes del tiempo previsto.

25 El consumo de energía eléctrica del motor impulsor de una prensa puede mejorarse o suavizarse mediante el uso de un frenado regenerativo. El motor puede desacelerarse a una velocidad reducida o a una velocidad cero por medio en parte de un frenado regenerativo. A modo de ejemplo, una reducción de la velocidad del motor durante la primera etapa de pre-prensado de $W1$ a Wp y una reducción de la velocidad del motor después del prensado desde $W1$ a cero. Un sistema que incluye una prensa mejorada según una forma de realización de la invención puede comprender medios de recuperación de la energía para recuperar la energía desde el motor, a modo de ejemplo, durante los periodos de desaceleración o frenado. La recuperación de la energía puede disponerse también para tener lugar durante cualquier otra reducción en la energía cinética del sistema o parte de, tal como durante la variación en la inercia de un sistema de prensas. El medio de recuperación de energía puede ser cualquier medio de recuperación tal como, a modo de ejemplo, eléctrico, mecánico o químico. A modo de ejemplo, en la Figura 3 se indica un sistema/dispositivo de gestión de energía 210 que puede comprender una combinación de funciones y/o dispositivos. La gestión y recuperación de la energía puede implicar el uso de uno o más condensadores, baterías, dispositivos mecanismos tales como volantes, resortes mecanismos o dispositivos que comprenden un depósito de un fluido compresible. A modo de ejemplo, la energía almacenada en el volante de una prensa puede utilizarse en el método de optimización de la energía mediante un motor impulsor 20 o 22 de otra prensa o para reducir el consumo de energía por el segundo motor 22 durante una parte de un ciclo de prensado.

40 La energía almacenada se reutiliza principalmente durante uno o más de los periodos siguientes del ciclo de prensado: aceleración inicial al inicio del ciclo de prensado; prensado, nueva aceleración después del prensado. La energía recuperada puede también o, en cambio, realimentarse a la rejilla de distribución de energía. La Figura 3 ilustra un rectificador que suministra energía a tres inversores que cada uno de ellos suministra energía al motor impulsor Ma-c de las tres prensas según se ilustra como 100a-c. Esta disposición tiene la ventaja de más bajas pérdidas que las topologías en las que la energía se transmite desde un rectificador a otro rectificador antes de consumirse por el motor. En cambio, la energía se transmite desde un motor a otro a través del enlace de corriente continua compartido entre el rectificador 201 y los inversores 101a-c de las prensas 100a-c.

50 En, a modo de ejemplo, la industria del automóvil, los volúmenes de producción típicos de este sector significa que las características de optimización de la energía de la línea de prensa mejorada puede ser muy ventajosa en, a modo de ejemplo, reducir el consumo de energía. Sin embargo, la línea de prensas mejorada puede utilizarse también en otras aplicaciones de estampado, corte, embutición, formación de muescas, prensado o embutición profunda en donde han de encontrarse prensas mecánicas e incluso alguna aplicación en donde se utilizan prensas hidráulicas, tales como aplicaciones en la producción de electrodomésticos o utensilios domésticos, de estanterías industriales, paneles de revestimiento metálicos, armarios metálicos y muebles metálicos y para obtener cospeles de monedas o acuñar monedas.

60 Además de ofrecer una línea de prensas mejorada para prensas utilizadas para operaciones de conformación, plegado, estampado, punzonado, embutición profunda, etc., de piezas metálicas, una línea de prensas que comprende las características de una o más formas de realización de la invención puede utilizarse también para conformar piezas a partir de materiales plásticos. Una línea de prensas mejorada, que incluye una o más prensas mecánicas mejoradas, según se describió anteriormente, pueden disponerse también de forma adecuada para el moldeo de materiales plásticos, plásticos termoplásticos y de termofraguado y/o mezclas de polímeros y compuestos. Los termoplásticos permiten el uso del moldeo por inyección, termoconformado, moldeo por soplado, extrusión y otras técnicas de procesamiento. A modo de ejemplo, al menos las partes de funciones de las prensas, funciones de sujeción de matriz y de fijación de matriz, de una máquina de moldeo por inyección pueden realizarse

5 por la prensa mecánica según una forma de realización de la invención. Las prensas de conformación de termoplásticos pueden comprender motores servocontrolados de alta velocidad que proporcionan a la prensa la capacidad para realizar un cierre rápido de hasta 1.000 ipm (imágenes por minuto) cuando las velocidades de procesamiento del moldeo suelen ser de hasta 100 ipm. Las prensas pueden ser de tamaño moderado de unos pocos centenares de toneladas hasta 1500 toneladas de presión o más.

10 El termofraguado de plásticos forma enlaces químicos entre moléculas poliméricas, también denominados enlaces cruzados o a veces, cuando se aplican a materiales de caucho, la vulcanización. Algunos termofraguados pueden ser además polimerizados añadiendo calor. Materiales tales como materiales fenólicos y resinas epoxídicas pueden inyectarse o transferirse en, o comprimirse dentro, de un molde caliente. Los poliuretanos moldeados por RIM (moldeo por inyección de reacción) requieren una reacción química controlada dentro del molde. No solamente se realiza una pieza, sino que se crea también material plástico puesto que el molde es también una vasija de reacción de polimerización como mezcla de componentes y con su reacción cuando entran en el molde. El procedimiento RIM de poliuretano puede producir piezas que varían desde una parte de núcleo de espuma muy flexible a una parte maciza rígida. La densidad de las piezas puede variar en gran medida, además, con pesos específicos que varían desde 0.2 a 1.6. El proceso se utiliza ampliamente en la industria del automóvil para piezas interiores tales como tableros de instrumentos y también piezas externas tales como visores, defensas, amortiguadores. Las prensas hidráulicas se suelen utilizar para el moldeo por compresión. La presente invención es muy adecuada debido a la facilidad con la que pueden cambiarse los parámetros de un ciclo de prensado para adaptarse a los productos que pueden variar según los requisitos del proceso del material plástico y los espesores de las paredes de la pieza, etc. A modo de ejemplo, para ajustar los tiempos de permanencia, los tiempos de reposo con la matriz todavía bajo presión, se configura fácilmente con la prensa mejorada. Las prensas pueden estar dispuestas para ciclos de calentamiento o curado que varían desde varios segundos hasta más de una hora. Las tolerancias dimensionales del moldeo se mejoran por la oportunidad creciente para un control preciso de la velocidad/posición durante el proceso de prensado debido al servocontrol de los motores eléctricos de prensas. Las dimensiones de las prensas para el moldeo por compresión pueden ser también moderadas, variando desde unos pocos centenares de toneladas hasta 2000 toneladas o más.

30 Dicha línea de prensas de moldeo de plásticos puede sincronizar los dispositivos de descarga u otros dispositivos para la prensa. La prensa puede ser también sincronizada para un dispositivo de descarga, recortador, apilador u otro dispositivo en una línea de prensas. La carga de materiales plásticos en una matriz para moldeo por medio de robot no será necesaria para la mayoría de los materiales plásticos, pero un robot o brazo manipulador puede utilizarse para colocar piezas de inserción, etc., en una matriz antes para el moldeo de plástico alrededor de la pieza de inserción. La retirada de los productos moldeados y su transferencia a una herramienta de recorte, limpieza, eliminación de escorias o proceso similar puede realizarse por un dispositivo de descarga o un robot de descarga. El apilamiento de las piezas moldeadas o su transferencia a otro proceso puede realizarse también por un robot u otro dispositivo.

40 Según otra forma de realización de la invención, el motor impulsor de la prensa se controla para hacer funcionar la prensa en un ciclo de prensado mejorado, que se extiende en más de un ángulo de cigüeñal de 360 grados o equivalente cuando se expresa en términos de una distancia de apertura de prensa. Una prensa mecánica convencional tiene un ciclo de prensado de hasta 360 grados y suele iniciarse y terminarse en el Punto Muerto Superior (TDC).

45 La Figura 7a ilustra un ciclo de prensado estándar de la técnica anterior. Ilustra un ciclo de 360 grados en una dirección rotacional. El ciclo se inicia y se interrumpe en 0/360 grados. Las posiciones relativas para DP y UC están indicadas de forma esquemática.

50 La Figura 7b ilustra una forma de realización general. La posición de T1, el periodo T1 entre UC y DP se indica en la Figura 7b. La Figura 7c ilustra una forma de realización en la que la prensa funciona en sentido bidireccional. Un ciclo en sentido horario S_c , línea continua, comienza en Start 1 en una posición de aproximadamente las '10 en punto' y continúa, en sentido horario, a DP_c en aproximadamente la posición de las '2 en punto', en torno hasta UC_c en aproximadamente las '10 en punto' y acaba en Stop 1 en aproximadamente las '2 en punto'. Dependiendo de los requisitos del proceso o del producto, las posiciones de arranque/parada pueden ser más próximas a TDC que las posiciones ilustradas en la Figura pero, en raras ocasiones, más alejadas del ángulo de UC. De modo similar, la prensa gira luego en un sentido inverso, línea de trazos, comenzando en la posición de Start 2 de aproximadamente las '2 en punto' y continuando, en sentido anti-horario a DP_{AC} en aproximadamente las '11 en punto', continúa alrededor de UC_{AC} en aproximadamente las '2 en punto' y acaba en la posición Stop 2 en aproximadamente las '10 en punto' que es la misma posición que la posición Start 1 para la rotación en sentido horario.

60 La Figura 7d ilustra una forma de realización alternativa en donde la prensa gira en una primera dirección rotacional a través de un ciclo de prensado mayor que 360 grados. Al final del ciclo de producción, la prensa invierte su marcha luego a la posición de inicio. Éste es el tipo de método que se representa en un diagrama de flujo en la Figura 10. La Figura 7d ilustra un arranque en aproximadamente las '10 en punto' que gira en sentido horario, línea continua, a DP_c en aproximadamente la '1 en punto', en sentido horario alrededor de UC_c en aproximadamente las '10 en punto', continuando para acabar en la parada en aproximadamente las '2 en punto'. A continuación, la prensa

invierte su marcha R_{AC} , en un sentido anti-horario, a la posición inicial en aproximadamente las '10 en punto'. Las posiciones de arranque y parada pueden disponerse simétricamente en torno a TDC según se ilustra en las formas de realización anteriores o no hacerlo; y los puntos de inicio y parada pueden colocarse también más próximos a TDC que en donde se indica esquemáticamente en las Figuras. Las posiciones de arranque/parada no se suelen colocar más alejadas de TDC que el ángulo de UC o sus proximidades.

Según otra forma de realización de la presente invención, se da a conocer una mejora para los métodos para hacer funcionar una prensa mecánica que incluye un motor impulsor eléctrico en donde la prensa se desplaza hacia atrás entre operaciones sucesivas de los ciclos de producción de la prensa en lugar de cambiar el sentido de rotación de la operación de la prensa para cada ciclo alternativo. Esta forma de realización es especialmente ventajosa para prensas que, debido a motivos de diseño u otros motivos, no pueden impulsarse en sentido inverso para un ciclo de prensado completo.

Según otra y preferida forma de realización de la presente invención se da a conocer una mejora de los métodos para hacer funcionar una prensa mecánica que comprende un motor eléctrico impulsor, en donde la prensa se controla, en parte, por una unidad de control de robot. La Figura 17 ilustra una prensa única simple, a modo de ejemplo, para una línea de prensas, en donde dos unidades de control de robot comprenden, además, medios de control para la prensa. La Figura 17 ilustra una prensa 100 provista de un robot 118 en una posición de carga y un segundo robot 119 en una posición de descarga. El robot 118 se controla por una unidad de control de robot 218 y el robot 119 por una unidad de control 219. Se ilustra una prensa 100, en este caso con dos motores impulsores, que pueden considerarse como las referencias 20, 22 en la Figura 6. El controlador de automatización 200 es el controlador supervisor para la automatización de prensa según las Figuras 1, 3, y se comunica por intermedio de un bus de campo como antes fue descrito en este caso un denominado Profibus 117 con un controlador de prensa 110. Además, el controlador de automatización 200 se comunica con cada unidad de control de robot, 218 y 219. Las dos unidades de control de robots están conectadas por otro bus de campo, que puede ser una conexión del denominado Device Net DN según se ilustra en esta realización a modo de ejemplo. Una unidad maestra RS de función de sincronización de controlador de robot incluida en el controlador de robot 218 está conectada por intermedio de la línea de Profibus '117' a la unidad esclava RS 1 y a la unidad esclava RS 2. La unidad de control de robot 219 comprende también una unidad maestra RS y una unidad esclava RS.

En esta forma de realización, los cálculos para sincronización y para algunas referencias de velocidad necesarias para la prensa se realizan en una unidad de control de robot 218, 219. Al menos una unidad de control de robot 218, 219, está provista, siendo capaz de controlar un eje que es externo al robot. De este modo, un controlador de robot, durante al menos una parte de un ciclo de prensado controla la prensa como si fuera un eje adicional del robot. A modo de ejemplo, en el esquema de la Figura 17, un sistema de control puede comprender las etapas siguientes:

- a) la unidad de control 218 calcula una ruta para robot 118 (como dispositivo de carga)
- b) la unidad de control 218 calcula valores para W_1 ,
- c) la unidad de control 218 envía referencias de velocidad a la unidad motriz de la prensa para la primera parte de velocidad W_1 del inicio de un ciclo de prensado, (véase también la Figura 9) lo que significa que la velocidad de la prensa se controla con el fin de:
 - (i) acelerar de modo que la velocidad máxima de la prensa W_1 se alcance tan pronto como sea posible o cuando se sincronice, acelerar una velocidad tan rápido como sea posible en DP, pero sincronizar a la llegada del dispositivo de descarga y
 - (ii) después de DP, acelerar a W_1
 - (iii) mantener en W_1 el mayor tiempo posible.

Conviene señalar, además, que en la primera etapa (i) la prensa y el robot de carga pueden impulsarse como unidad esclava para el dispositivo de descarga durante un periodo de tiempo en el que tenga lugar la descarga, y luego, durante un tiempo en el que tiene lugar la carga, la prensa se hace unidad esclava para el dispositivo de carga.

La Figura 19 es un perfil de velocidad para un ciclo de prensado bidireccional de la línea de prensas mejorada, según otra forma de realización preferida. La Figura ilustra una forma de calcular puntos de ajuste para la velocidad del motor W en un ciclo de prensado. En el ciclo de prensado ilustrado, el motor pasa a través de un punto cero en Z_1 y realiza la inversión a una velocidad negativa máxima W_r , y luego, desacelera y pasa a través de un punto cero en Z_2 . Se pueden calcular puntos de ajuste para la velocidad máxima W_1 , para la velocidad en DP, W_{DP} y para la velocidad durante el prensado W_p . Estos puntos de ajuste se pueden generar por una unidad de control de robot que calcula y genera señales de control de sincronización, tales como las unidades de control 218, 219 de una disposición ilustrada en la Figura 17.

La Figura 20 ilustra un diagrama esquemático para una sincronización de robots en relación con dos prensas 100n y

100n+1 durante parte de un ciclo de prensado con la línea de prensas mejorada. El diagrama indica con la flecha F una dirección de flujo de trabajo, de izquierda a derecha. El movimiento sincronizado se inicia en SS y finaliza en ES. Esto ilustra un objetivo de una estrategia de sincronización que es la de que el robot debe alcanzar el punto para esperar la descarga tan solo cuando la prensa pase a través de la posición (Descargar Leva UC) en donde es posible entrar en la prensa para descargarla. En términos del ciclo de prensado, la parte circular del diagrama ilustra un movimiento sincronizado en el ciclo SS que se inicia en la posición aproximada de la '1 en punto' y finaliza en ES inmediatamente antes de la posición de las '10 en punto'.

Uno o más microprocesadores {o procesadores u ordenadores) comprenden una unidad central de proceso CPU que realiza las etapas de los métodos según uno o más aspectos de la invención, según se describe, a modo de ejemplo, con referencia a las Figuras 10 a 14. El método o los métodos se realizan con la ayuda de uno o más programas informáticos, que se memorizan, al menos en parte, en una memoria accesible por los uno o más procesadores. Ha de entenderse que los programas informáticos para realizar métodos, según una la invención, puede ejecutarse también en uno o más microprocesadores u ordenadores industriales de uso general, en lugar de uno o más ordenadores o procesadores con adaptaciones especiales.

El programa informático comprende elementos de códigos de programas informáticos o partes de códigos de software que hacen que el ordenador o el procesador realicen los métodos utilizando ecuaciones, algoritmos, datos, valores memorizados, cálculos y elementos similares para los métodos anteriormente descritos, a modo de ejemplo en relación con las Figuras 10 a 14 y en relación con el perfil de velocidad de la Figura 9, así como con los métodos descritos en relación con las Figuras 7c,d y 16 con respecto a la impulsión de la prensa en más de una dirección rotacional y con las Figuras 15, 17 18 con respecto a la sincronización. Una parte del programa se puede memorizar en un procesador como se describió con anterioridad, pero también en un circuito integrado de memoria ROM, RAM, PROM, EPROM o EEPROM o similar u otro medio de memorización adecuado. Los programas o algunos de los programas, en parte o en su totalidad, se puede memorizar también al nivel local (o central) sobre, o en, otro medio legible por ordenador adecuado, tal como un disco magnético, disco CD-ROM o DVD, disco duro, medios de memorización magneto-ópticas, en memoria volátil, memoria instantánea, como firmware o memorizarse en un servidor de datos. Otros medios conocidos y adecuados, incluyendo medios de memorización retirables, tales como lápiz de memoria de Sony (TM) y otras memorias instantáneas extraíbles, discos duros, etc. se pueden utilizar también con esta finalidad. El programa puede suministrarse también, en parte, desde una red de datos, incluyendo una red pública tal como Internet. Los programas informáticos descritos pueden estar también dispuestos, en parte, como una aplicación distribuida capaz de ejecutarse en varios ordenadores o sistemas informáticos diferentes en más o menos el mismo tiempo.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método para hacer funcionar una línea de prensas que comprende al menos una prensa mecánica con un motor eléctrico impulsor de velocidad variable (22), un ariete (23), un medio mecánico (27, 25) para hacer funcionar dicha prensa y que comprende al menos otro dispositivo para cargar (118), descargar (119) o prensar (100), cuyo dicho otro dispositivo es no importa qué dispositivo entre el grupo de: un dispositivo de carga, un dispositivo de descarga, un robot, otra prensa y en donde el método comprende la etapa de:
- 10 - realizar una sincronización durante al menos una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado, cuya sincronización comprende sincronizar un movimiento de dicha prensa a un movimiento o posición de al menos un dicho otro dispositivo en dicha línea de prensas, caracterizado por cuanto que controla y varía la velocidad de dicho motor eléctrico impulsor de velocidad variable(22) en una manera continua o dinámica o adaptativa,
- 15 - sincronizar un dispositivo o robot de descarga durante al menos una parte de un ciclo de prensado como una unidad esclava para dicha prensa, y luego, sincronizar un dispositivo o robot de carga como una unidad esclava para el dispositivo o robot de descarga y a continuación, sincronizar dicha prensa como una unidad esclava para el dispositivo o robot de carga.
- 20 **2.** Un método según una reivindicación 1 que comprende, además, controlar dicho otro dispositivo durante al menos una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado y sincronizar el movimiento de dicho otro dispositivo a un movimiento o posición de dicha prensa, u otro dispositivo, que puede ser otra prensa en dicha línea de prensas.
- 25 **3.** Un método según una reivindicación 2 que comprende, además, controlar dicha prensa y sincronizar un movimiento de dicha prensa o dicho otro dispositivo durante el al menos una al menos una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado, en donde dicha prensa y dicho otro dispositivo son unidades esclavas para el dispositivo o son libres
- 30 **4.** Un método según una reivindicación 1 que comprende, además, el control de dicho otro dispositivo y la sincronización a un movimiento de un dispositivo que puede ser dicha prensa, otra prensa o cualquier otro dispositivo en dicha línea durante una primera parte de un ciclo de prensado y la sincronización a un movimiento de un diferente dispositivo durante una segunda parte del ciclo de prensado.
- 35 **5.** Un método según una reivindicación 1 o 2, que comprende, además, el control de dicho otro dispositivo con el fin de sincronizarle con un movimiento o una posición de un dispositivo situado flujo abajo de dicho otro dispositivo en dicha línea de prensas durante una primera parte de un ciclo de prensado y controlando el movimiento de dicho otro dispositivo con el fin de sincronizarle a un movimiento o una posición de un dispositivo situado flujo arriba de dicho otro dispositivo en dicha línea de prensas durante una segunda parte del ciclo de prensado.
- 40 **6.** Un método según una reivindicación 1 o 2, que comprende, además, el control de dicho otro dispositivo con el fin de hacer funcionar, tan rápido como sea posible, durante una primera parte de un ciclo de prensado y controlando el movimiento de dicha prensa con el fin de hacer funcionar la prensa, tan rápido como sea posible, en una segunda parte del ciclo de prensado.
- 45 **7.** Un método según una reivindicación 1 o 5, que comprende, además, El cálculo de una predicción de cuando un dispositivo (100, 118, 119) alcanzará un punto determinado en una parte del ciclo de prensado.
- 50 **8.** Un método según una reivindicación 7, que comprende, además, el suministro de esta predicción a otro dispositivo o a un controlador.
- 55 **9.** Un método según una reivindicación 1, en donde dicho otro dispositivo es al menos un dispositivo de carga o al menos un robot dispuesto para cargar dicha prensa.
- 60 **10.** Un método según una reivindicación 1, en donde dicho otro dispositivo es al menos un dispositivo de descarga o al menos un robot dispuesto para descargar dicha prensa.
- 60 **11.** Un método según una reivindicación 9 o 10, en donde el dispositivo o el robot de carga o de descarga, dispuesto para cargar, o descargar respectivamente, dicha prensa está también dispuesto como un dispositivo de descarga o como dispositivo de carga, respectivamente, de otra prensa.
- 65 **12.** Un método según una reivindicación 9 o 10, en donde el dispositivo de carga y/o de descarga están dispuesto como dos dispositivos o robots que trabajan juntos para cargar y/o descargar como un par.

13. Un método según una reivindicación 12, en donde el primero de los dos dispositivos o robots, que trabajan juntos, se controla y sincroniza como una unidad esclava para el segundo dispositivo o robot del par.
- 5 14. Un método según la reivindicación 1 o según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una unidad de control de robot (218, 219) calcula una trayectoria para un robot (118, 119), y calcula un movimiento o una posición para a prensa y envía valores de control para un movimiento sincronizado a una unidad de control (110) o unidad motriz (111) de una prensa (100).
- 10 15. Un método según la reivindicación 1 o una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una unidad de control de robot (218, 219) calcula una trayectoria para un robot (118, 119) y calcula valores de punto de ajuste de movimiento para una prensa y envía valores de ajuste de par de torsión y/o de velocidad y/o de posición a una unidad de control (110) o unidad motriz (111) de una prensa (100).
- 15 16. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 14 ó 15, que comprende, además, el control de la velocidad de dicho motor eléctrico impulsor (22) con el fin de optimizar al menos un ciclo de prensado de dicha prensa.
- 20 17. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, que comprende, además, el control de la velocidad de dicho motor eléctrico impulsor y la optimización de dicha línea de prensas según parámetros del grupo entre: un estado de un proceso de flujo abajo; un estado de un proceso de flujo arriba; el consumo global de potencia o de energía; el alisado de los picos de consumo de potencia.
- 25 18. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 17, que comprende, además, el control de la velocidad de dicho motor eléctrico impulsor (22) durante al menos una parte de un ciclo de prensado para esperar o hacer funcionar más lentamente o con una demanda de potencia o un consumo de energía reducidos, mientras se mantiene dentro de los límites de un tiempo objetivo para el ciclo de prensado, como un conjunto.
- 30 19. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en donde la velocidad (W) de dicho motor eléctrico impulsor (22) durante al menos una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado de dicha prensa se controla para variar y es mayor que la velocidad de dicho motor impulsor (Wp) durante una parte de prensado del ciclo de prensado.
- 35 20. Un método según la reivindicación 1, en donde dicho ciclo de prensado puede realizarse en un primer sentido de rotación de un ciclo de producción y extenderse en más de 360 grados del ángulo del cigüeñal o de rotación de la excéntrica (27).
- 40 21. Un método según la reivindicación 20, en donde dicho ciclo de prensado realizado en dicho primer sentido de rotación(S_c) comprende una etapa de inversión de marcha de dicho motor impulsor al final de cada ciclo de prensado completo y de marcha en un segundo sentido de rotación (S_{AC}).
- 45 22. Un método según una reivindicación 1, en donde la velocidad de dicho motor impulsor se mantiene a una gran velocidad o a una máxima velocidad (W1) mayor que la velocidad del motor durante el prensado (Wp) durante un periodo de tiempo.
- 50 23. Un método según una reivindicación 22, en donde la velocidad de dicho motor impulsor se reduce desde una velocidad de prensado (Wp) y puede aproximarse a una velocidad nula durante un periodo de tiempo durante la parte de prensado de dicho ciclo de prensado.
- 55 24. Un método según la reivindicación 23, que comprende el suministro de una salida de control a un medio control de impulsión del motor eléctrico impulsor cuando dicho motor se desacelera y cuando la prensa se mantiene en condición de cese de actividad cuando se alcanza el Punto Muerto Inferior BDC, o casi se alcanza, durante un periodo de tiempo (T_{HS}).
- 60 25. Un método según una reivindicación 1 o 21, que comprende el suministro de una salida de control a un medio control de la impulsión del motor eléctrico impulsor para desplazar dicho ariete a una posición de inicio de ciclo para cada ciclo de prensado, que es una pluralidad de grados de ángulo de cigüeñal hacia atrás en un segundo sentido de rotación (R_{AC}) con respecto a la posición de parada del ciclo de prensado anterior o a la posición de velocidad nula.
- 65 26. Un método según una reivindicación 21, en donde dicha prensa invierte su marcha desde el primer sentido rotación (R_c) al segundo sentido de rotación (R_{AC}) a través de una pluralidad de grados entre la parada (stop1) de un primer ciclo de prensado y el inicio (start2) de un segundo ciclo de prensado.
27. Un método según una reivindicación 1, en donde dicho motor se controla de modo que el movimiento de rotación dicho motor cambie de sentido desde un primer sentido de rotación (C) a un segundo sentido de rotación opuesto (AC) entre cada ciclo de prensado sucesivo y completo.

28. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, en donde dicho motor se desacelera a una velocidad reducida o una velocidad nula por medio, parcialmente, de un frenado regenerativo.
- 5 29. Un método según la reivindicación 1, en donde la velocidad del motor eléctrico impulsor se controla de manera variable de modo que se ralentice la prensa hasta que se alcance la posición de 'leva de descarga' (UC) o en las proximidades de dicha posición, durante un periodo de tiempo para fines de sincronización y reaccelerar la prensa antes de alcanzar una posición de 'protección de matriz (DP), o en su proximidad, del siguiente ciclo de prensado.
- 10 30. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha línea de prensas incluye al menos un prensa que comprende, además, un motor impulsor (20) suplementario que tiene un volante (35).
- 15 31. Un método según una reivindicación 30, en donde la velocidad o la posición del motor eléctrico impulsor de velocidad variable (22) se controla para sincronizarle con una velocidad o posición del volante (35) o del motor eléctrico impulsor (20) suplementario de dicha prensa antes de y/o durante el accionamiento de un embrague (30) de dicha prensa.
- 20 32. Un método según una reivindicación 31, en donde el accionamiento del embrague se sincroniza con un movimiento o una posición de dicha prensa o con el motor eléctrico impulsor de velocidad variable (22) de dicha prensa.
- 25 33. Un método según la reivindicación 31, en donde el motor impulsor de volante (20) suplementario se controla para optimizar o minimizar para dicha prensa o dicha línea de prensas cualquier parámetro de entre el grupo de: consumo de potencia de punta, consumo de energía, tiempo de ciclo o cualquiera de sus combinaciones.
- 30 34. Un sistema que comprende una línea de prensas que incluye al menos una prensa mecánica con un motor eléctrico impulsor de velocidad variable (22), un ariete (23), un medio mecánico (27, 25) para hacer funcionar dicha prensa y al menos otro dispositivo para cargar (118), descargar (119) o prensar (120), cuyo dicho otro dispositivo es cualquiera de entre el grupo de: un dispositivo de carga, un dispositivo de descarga, un robot u otra prensa, caracterizado por cuanto que dicha prensa de dicho sistema está dispuesto de modo que, durante al menos una parte de prensado o de no prensado de un ciclo de prensado, la prensa entra en un estado de sincronización, en donde la velocidad (W) de dicho motor impulsor puede variarse y la velocidad de dicho motor impulsor se controla en una manera continua o dinámica o adaptativa, de modo que un movimiento de dicha prensa se sincroniza con un movimiento o una posición de al menos un dicho otro dispositivo en dicha línea de prensas y un dispositivo o un robot de descarga se sincroniza durante al menos una parte de un ciclo de prensado como una unidad esclava para dicha prensa y a continuación, un dispositivo o robot de carga se sincroniza como una unidad esclava para el dispositivo o robot de de descarga y luego, dicha prensa se sincroniza como una unidad esclava para el dispositivo o al robot de carga.
- 35 35. Un sistema según la reivindicación 34, que comprende un medio para controlar dicho otro dispositivo durante una primera parte de un ciclo de prensado y para sincronizar el movimiento de dicho otro dispositivo con un movimiento o una posición de dicha prensa, o de otro dispositivo que puede ser otra prensa en dicha línea de prensas.
- 40 36. Un sistema según una reivindicación 34, en donde un dispositivo o robot de carga es al menos otro dicho dispositivo y dicha prensa se controla de modo que se sincronice con un movimiento del dispositivo o robot de carga durante una primera parte de un ciclo de prensado.
- 45 37. Un sistema según la reivindicación 34 o 36, que comprende, además, un medio para controlar dicho otro dispositivo y para sincronizarle con un movimiento o una posición de un dispositivo, que puede ser dicha prensa, otra prensa o cualquier otro dispositivo en dicha línea de prensas durante una primera parte de un ciclo de prensado y para controlar el movimiento de dicha prensa y para sincronizarla con un movimiento o una posición de un diferente dispositivo, durante una segunda parte del ciclo de prensado.
- 50 38. Un sistema según la reivindicación 34, que comprende, además, el control de dicho otro dispositivo con el fin de sincronizarle con un movimiento o una posición de un dispositivo flujo abajo, que puede ser dicha prensa, otra prensa o cualquier otro dispositivo en dicha línea de prensas durante una primera parte de un ciclo de prensado y controlando el movimiento de dicho otro dispositivo con el fin de sincronizarlo con un movimiento o una posición de un diferente dispositivo situado flujo arriba de dicho otro dispositivo, durante una segunda parte del ciclo de prensado.
- 55 39. Un sistema según la reivindicación 34, que comprende, además, un medio para el control de un primer dispositivo en dicha línea de prensas sincronizado con un segundo dispositivo en dicha línea de prensas por un método siguiendo un movimiento constante, como para el primero y el segundo dispositivo siendo un primero y segundo robot (118, 119).
- 60 40. Un sistema según la reivindicación 34, que comprende, además, un medio para controlar un primer dispositivo
- 65

en dicha línea de prensas sincronizado con un segundo dispositivo en dicha línea de prensas por un método de sincronización con un punto o una position, para dispositivos tales como una prensa (100a-c) y un robot (118, 119).

- 5 **41.** Un sistema según la reivindicación 34, que comprende, además, un medio para calcular una predicción de cuando un dispositivo (100, 118, 119) alcanzará un punto concreto en una parte del ciclo de prensado.
- 42.** Un sistema según la reivindicación 41, que comprende, además, un medio para suministrar la predicción de cuando el dispositivo alcanzará el punto concreto para otro dispositivo o para un controlador.
- 10 **43.** Un sistema según la reivindicación 34 o según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 34 a 42, que comprende, además, una unidad de control de robot (218, 219) con un medio para calcular una trayectoria para un robot (118, 119) y para calcular un movimiento o una posición para una prensa y un medio para enviar valores de control para un movimiento sincronizado basado en estos cálculos con una unidad de control (110) o una unidad motriz (111) de una prensa (100).
- 15 **44.** Un sistema según la reivindicación 34 o una cualquiera de las reivindicaciones 34 a 43 anteriores, que comprende, además, una unidad de control de robot (218, 219) con un medio para calcular una trayectoria para un robot (118, 119) y para calcular valores de punto de ajuste de movimiento para una prensa y un medio para enviar valores de ajuste de par de torsión y/o de velocidad y/o de posición para una unidad de control (110) o unidad motriz (111) de la prensa (100).
- 20 **45.** Un sistema según la reivindicación 34, que comprende, además, un medio para controlar dicha prensa, de modo que sea reversible desde un primer sentido de rotación (R_c) a un segundo sentido de rotación (R_{AC}) a través de una pluralidad de grados entre la parada (stop) de un primer ciclo de prensado y el inicio (start) de un segundo ciclo de prensado.
- 25 **46.** Un sistema según la reivindicación 34, que comprende, además, un medio para controlar dicha prensa, de modo que un dicho ciclo de prensado pueda realizarse en dicho primer sentido de rotación (S_c o R_c) e incluye una etapa de inversión de marcha de dicho motor impulsor al final de cada ciclo de prensado completo y de la marcha en un segundo sentido de rotación (S_{AC} o R_{AC}).
- 30 **47.** Un sistema según la reivindicación 34, que comprende, además, un medio de gestión de energía o de potencia que comprende una disposición de limitación de potencia para limitar la potencia total o de pico del consumo total del motor eléctrico impulsor de velocidad variable (22) y de un motor impulsor de volante (20) suplementario.
- 35 **48.** Un sistema según la reivindicación 34, en donde dicha prensa está dispuesta de modo que sea controlada por al menos dos procesadores (111, 121) o unidades centrales de control CPUs cuyo procesador controla los dispositivos de seguridad y el segundo procesador controla el resto de los dispositivos.
- 40 **49.** Un sistema según la reivindicación 34 o 48, en donde el motor impulsor (22) de dicha prensa se controla por el procesador o la unidad central de control CPU y se utiliza para acelerar la prensa desde una velocidad a otra velocidad.
- 45 **50.** Un sistema según la reivindicación 34, en donde los al menos dos procesadores (111, 121) o unidades centrales CPUs están dispuestos conectados en el sistema por medio de barras colectoras de campos industriales (117,127).
- 51.** Un sistema según la reivindicación 34, en donde dicha línea de prensas es una de entre una pluralidad de líneas de prensas.
- 50 **52.** Un sistema según la reivindicación 34, en donde un controlador para el movimiento de las prensa y/o el movimiento de los dispositivos comprende medios (SC, 218, 219) para realizar cálculos para la sincronización en la línea de prensas.
- 55 **53.** Un sistema según la reivindicación 34, en donde un controlador para dicha línea de prensas comprende medios (SC, 218, 219) para efectuar cálculos para la sincronización en la línea de prensas.
- 60 **54.** Un sistema según la reivindicación 34, en donde dicha línea de prensas está dispuesta con al menos un dispositivo de suministro de energía eléctrica que comprende al menos un rectificador (201) dispuesto para suministrar corriente eléctrica simultáneamente para más de un motor eléctrico (20,22) incluido en dicha prensa, otra prensa (Ma-c) u otro dispositivo (118, 119) de dicha línea de prensas.
- 65 **55.** Un sistema según la reivindicación 34 o 54, en donde, por lo menos, un suministro de energía eléctrica para dicha línea de prensas puede incluir cualquier dispositivo de entre el grupo de: rectificador simple, enlace de corriente continua DC simple, inversores múltiples.

56. Un sistema según la reivindicación 55, en donde un dispositivo de suministro de energía eléctrica (21b, 201) del por lo menos un suministro de energía eléctrica está dispuesto para suministrar corriente a dicha prensa, que comprende más de un motor eléctrico.
- 5 57. Un sistema según la reivindicación 34, en donde dicha al menos una prensa mecánica comprende un medio mecánico para hacer funcionar la prensa, que comprende cualquier tipo de transmisión de entre el grupo de: cigüeñal, rótula, biela, leva, tornillo, tornillo de bolas, mecanismo de tipo cremallera.
- 10 58. Un sistema según la reivindicación 34, en donde dicha al menos una prensa mecánica comprende un medio para medir una velocidad y/o una posición de dicho motor impulsor (22).
- 15 59. Un sistema según la reivindicación 34, en donde el sistema comprende al menos una de dicha prensa mecánica, que comprende un motor impulsor (20) suplementario que incluye un volante (35), cuyo motor impulsor (20) suplementario está también dispuesto para impulsar dicha prensa.
- 20 60. Un sistema según la reivindicación 34, en donde el sistema comprende un medio de recuperación de energía o un medio de almacenamiento para recuperar la energía en dicha prensa, sincronizado y/o optimizado para reducir al mínimo un consumo de potencia de pico de dicha línea de prensas.
- 25 61. Un sistema según la reivindicación 34, en donde el sistema comprende un medio de recuperación de energía o un medio de almacenamiento para recuperar la energía en dicha prensa, sincronizado y/o optimizado para reducir al mínimo un consumo de energía de dicha línea de prensas.
- 30 62. Un sistema según la reivindicación 34, en donde este sistema comprende una dicha prensa en la que uno o más motores se controlan para sincronizar un movimiento de dicha prensa con uno o varios de los al menos uno de dichos otros dispositivos, de modo que un primer motor (20) no esté siempre acoplado mecánicamente a dicha prensa y en donde un segundo motor (22) está siempre acoplado mecánicamente a dicha prensa.
- 35 63. Un programa informático para hacer funcionar una línea de prensas que comprende al menos una prensa mecánica con al menos un motor eléctrico impulsor (22), un ariete (23), un medio mecánico (27, 25) para hacer funcionar dicha prensa, y otro dispositivo, en donde dicha prensa está dispuesta con al menos un motor eléctrico impulsor (22) para hacer funcionar dicha prensa, de modo que la velocidad del al menos un dicho motor impulsor se varíe durante al menos una de dicha parte de prensado o de no prensado de dicho ciclo de prensado, comprendiendo dicho programa informático un medio de código de ordenador y/o partes de de códigos de software para hacer ejecutar a un ordenador, o procesador, un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 33.
- 40 64. Uno o varios medios legibles por ordenador que soportan un programa informático según la reivindicación 63.
- 45 65. Utilización de un sistema que comprende una línea de prensas según una cualquiera de las reivindicaciones 34 a 62 para la operación de carrera operativa única, la operación continua o ambas maneras a la vez para cualquier operación sobre primordios metálicos o piezas a trabajar de entre el grupo de: prensado, plegado, estampado, estampado en caliente, embutición profunda, corte, formación de muescas, estampado de ranuras, acuñación, punzonado.
- 50 66. Utilización de un sistema que comprende una línea de prensas según una cualquiera de las reivindicaciones 34 a 62 para la operación de carrera única, la operación continua o ambas maneras a la vez para cualquier operación en un material, que comprende un plástico, de entre el grupo de: prensado, moldeo, moldeo por compresión, moldeo por reacción, moldeo por inyección y reacción, moldeo por soplado, moldeo en pasta, moldeo por inyección, moldeo termoplástico.
- 55

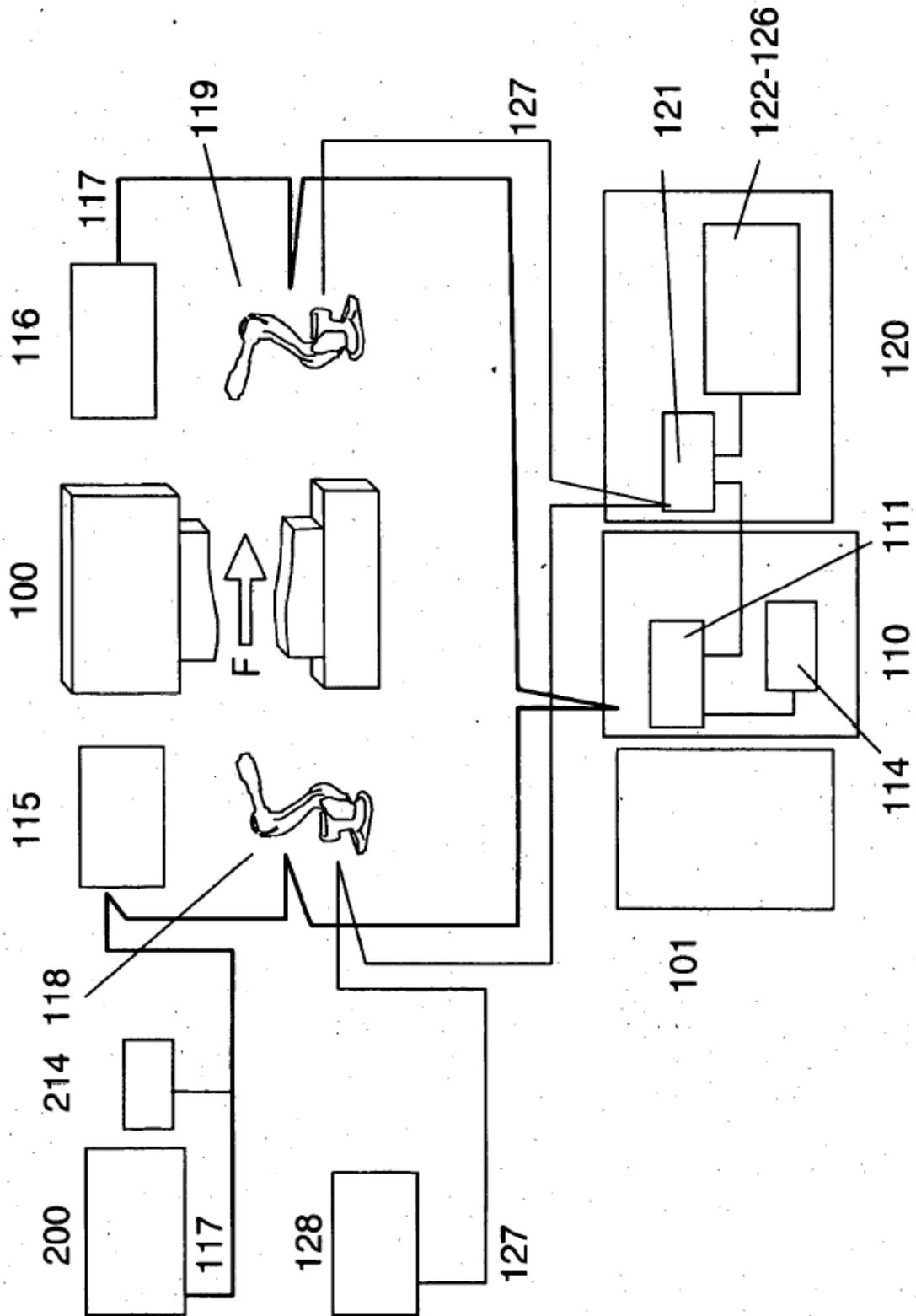


Fig 1

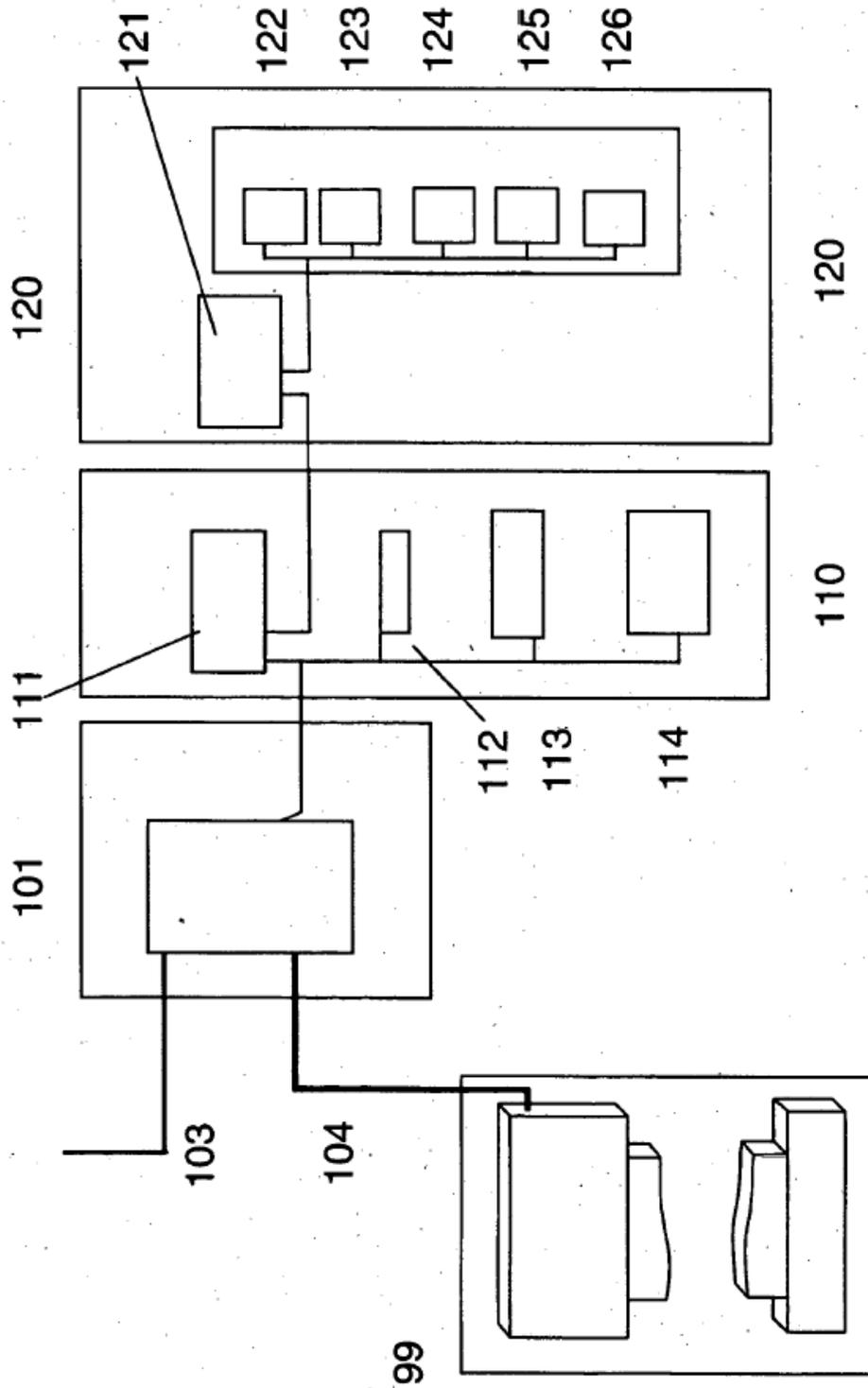


Fig 2

TÉCNICA ANTERIOR

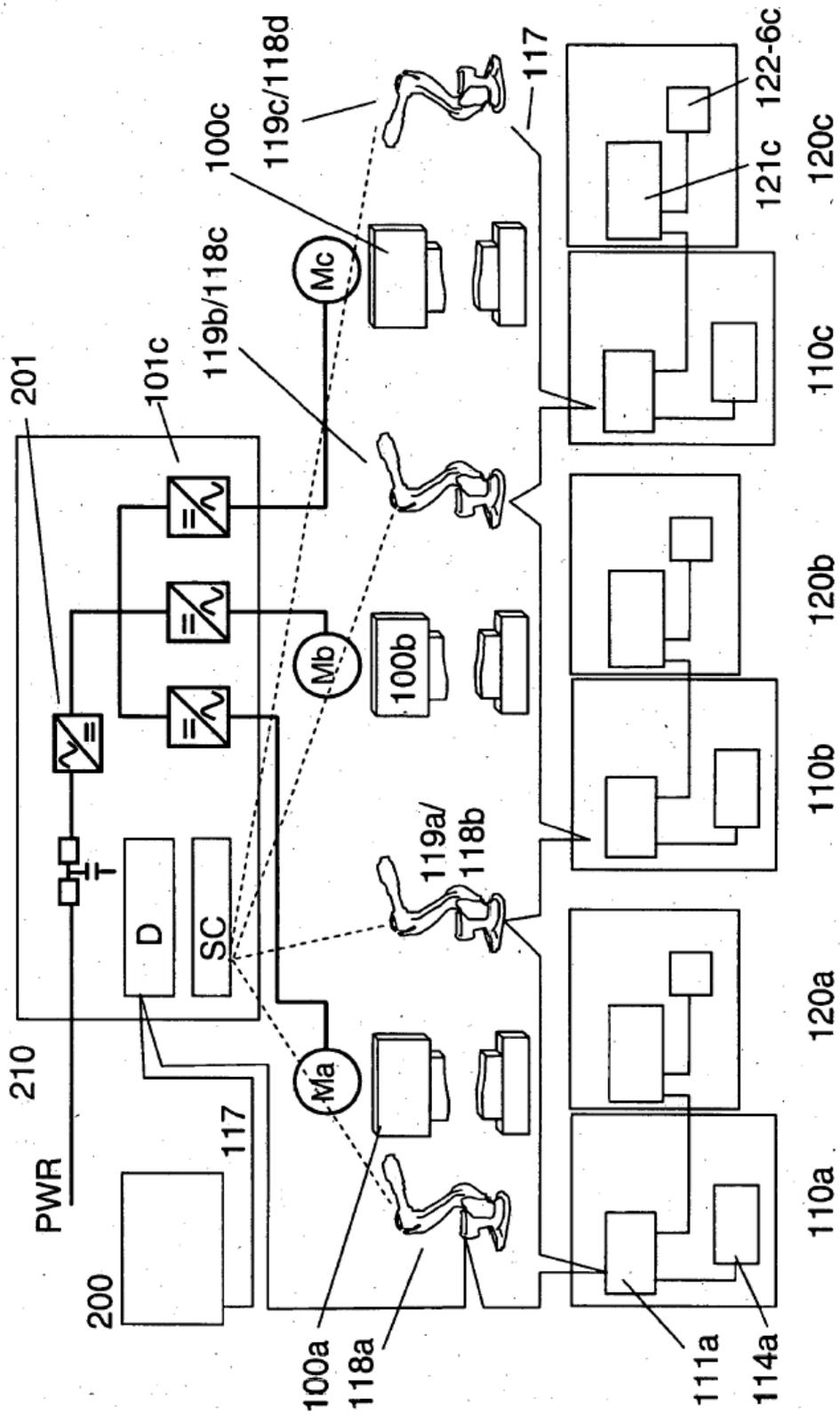


Fig 3

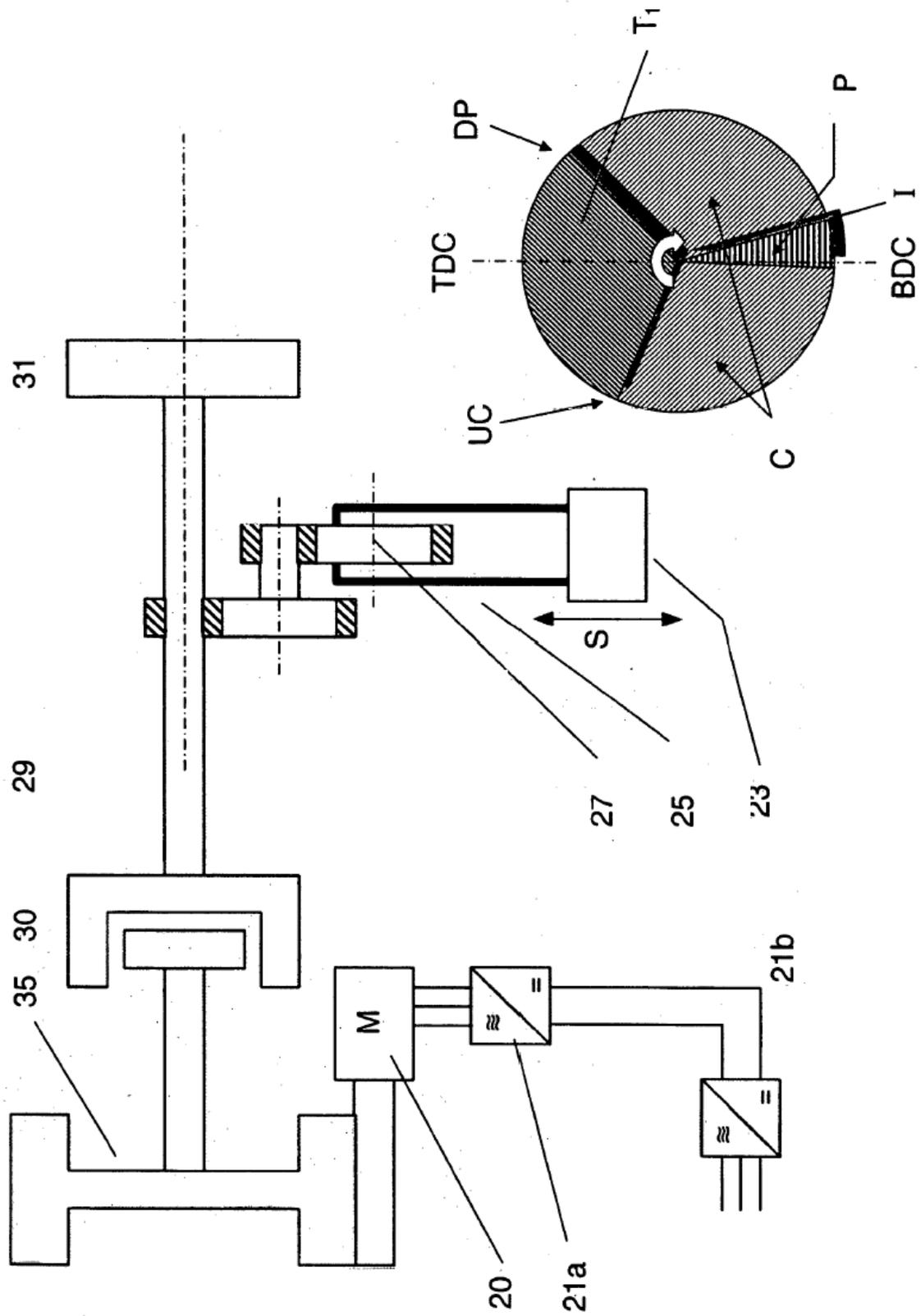


Fig 4

TÉCNICA ANTERIOR

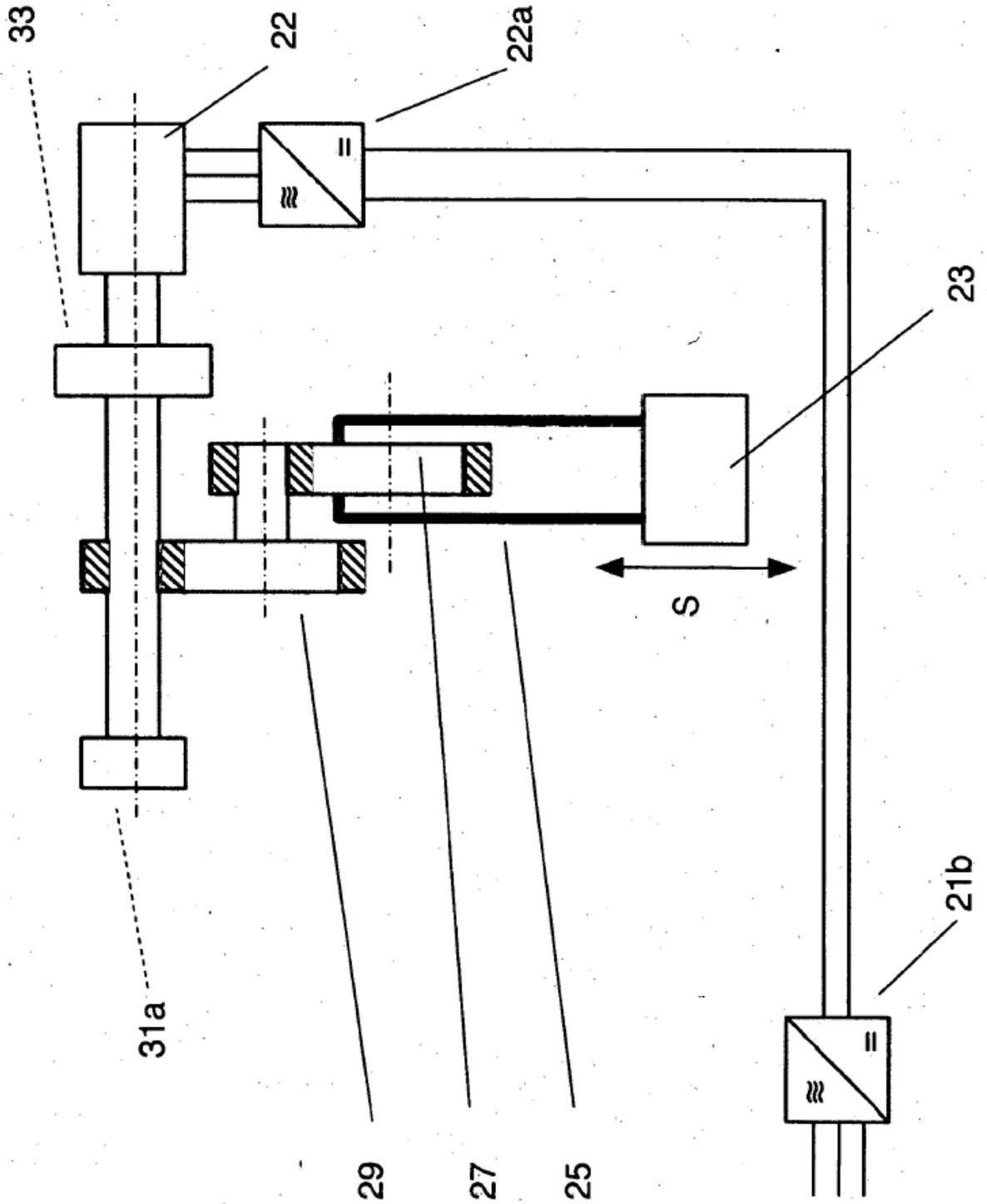


Fig 5

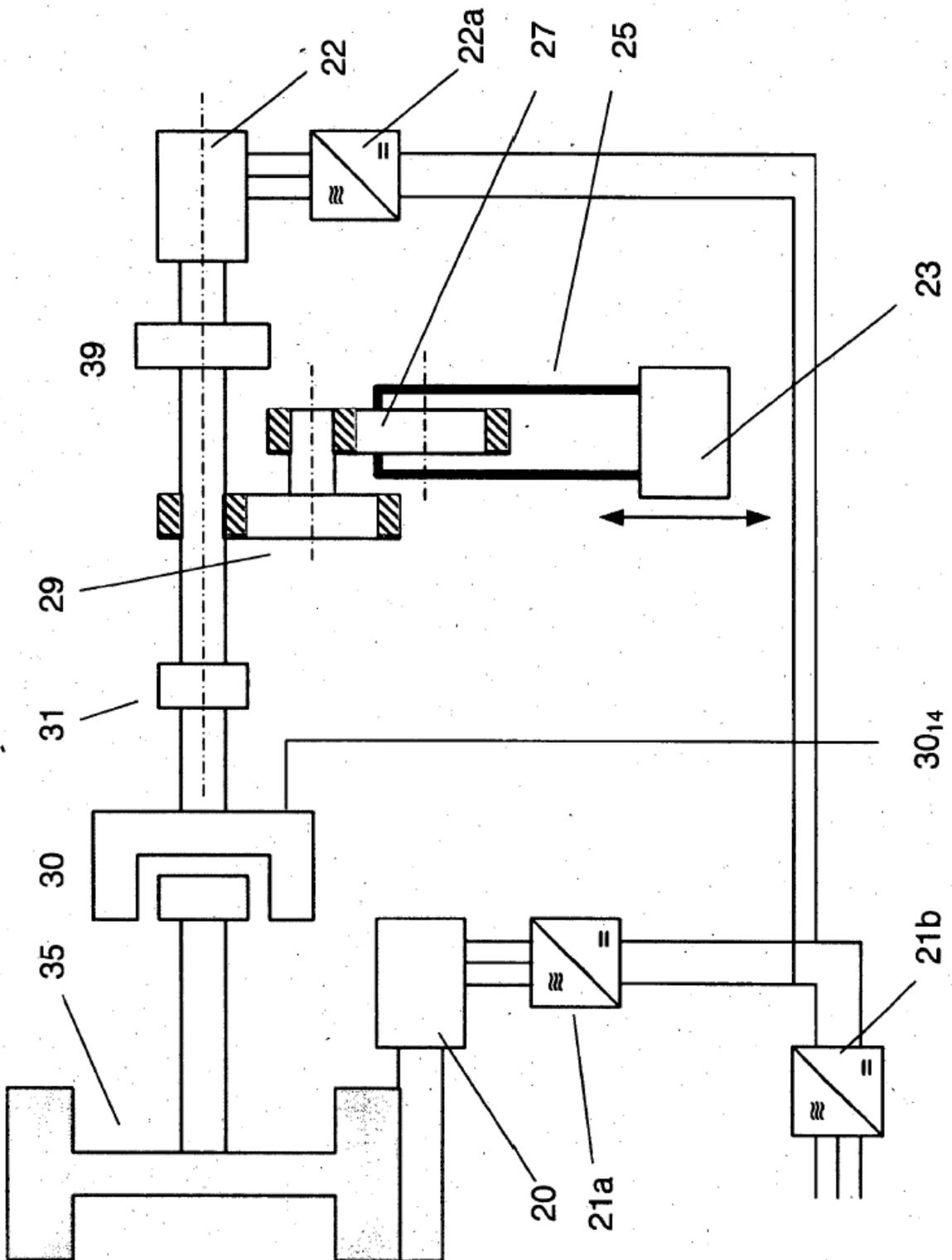


Fig 6

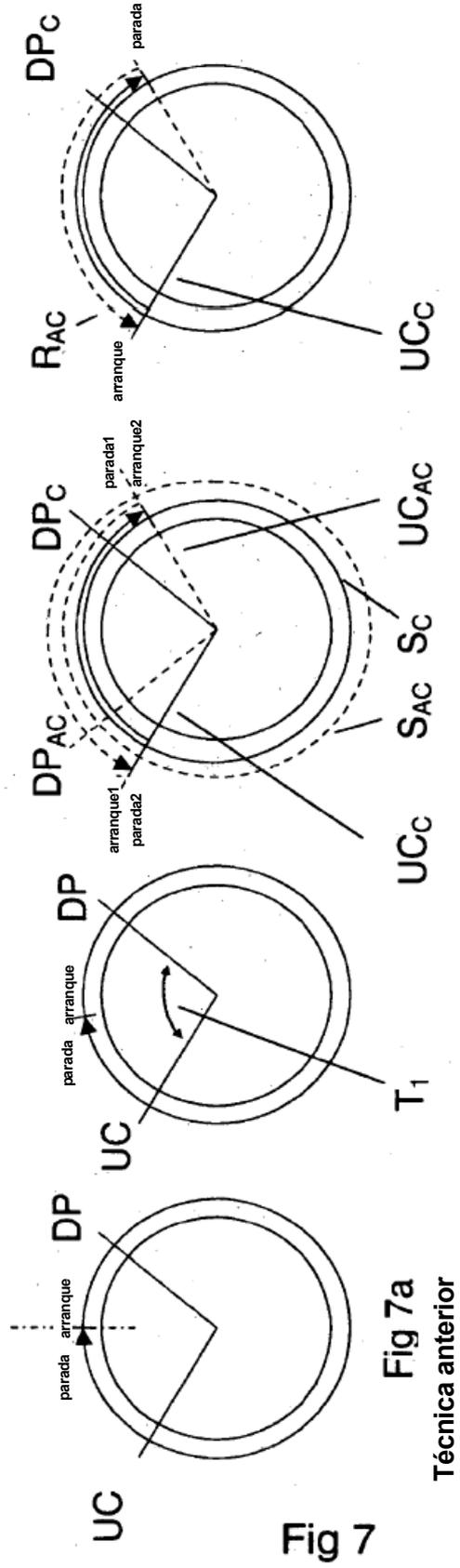


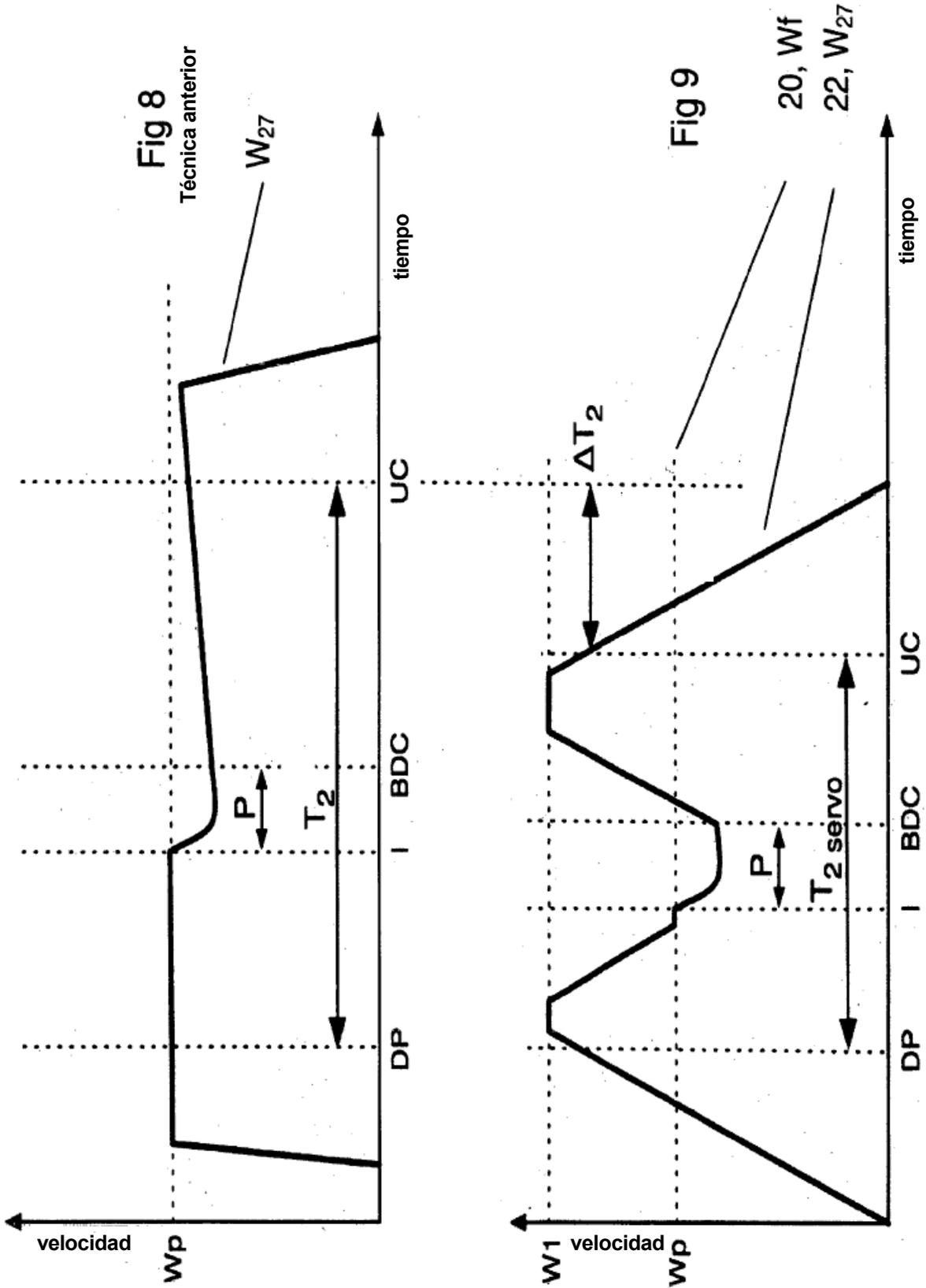
Fig 7

Fig 7a
Técnica anterior

Fig 7b

Fig 7c

Fig 7d



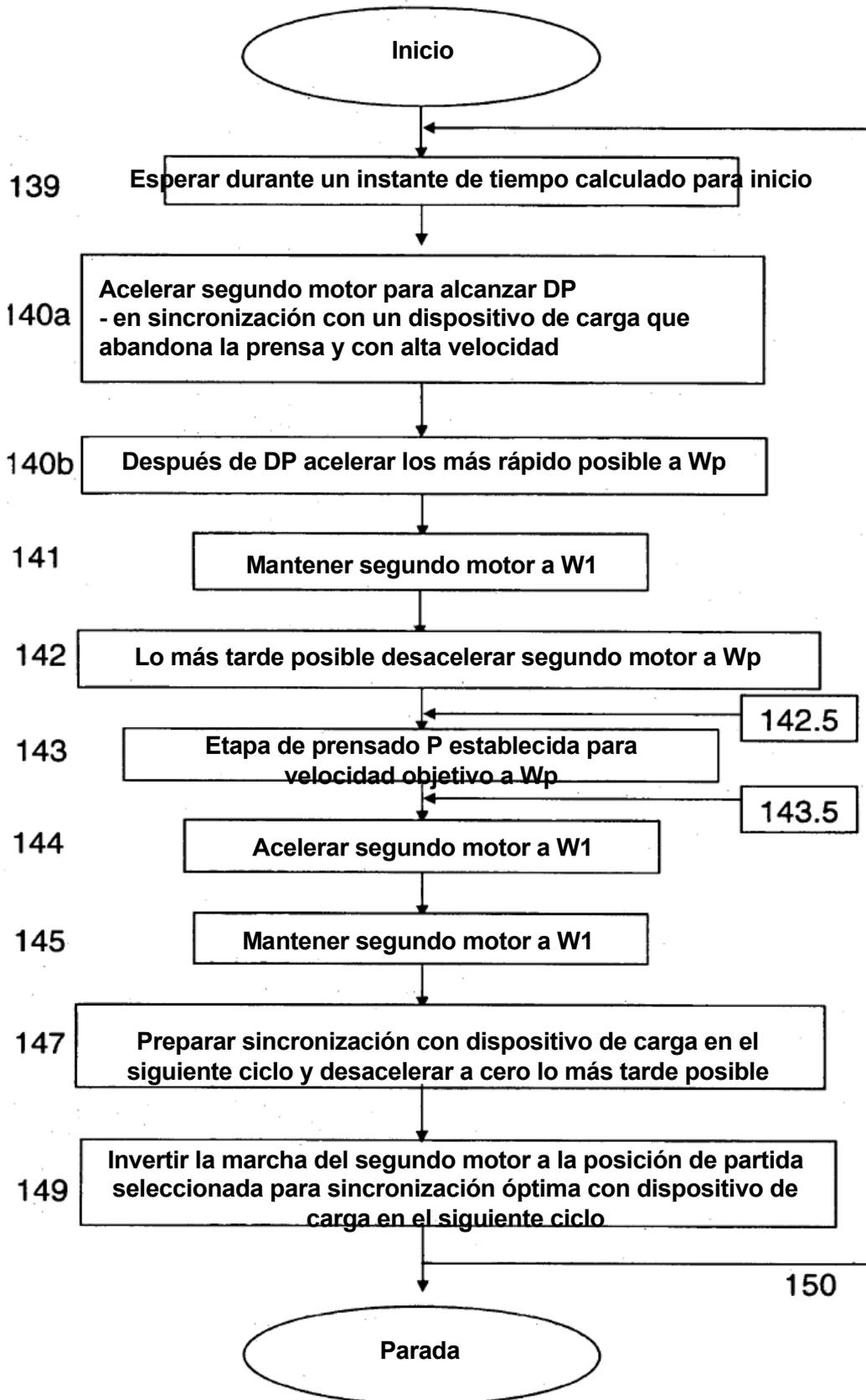


Fig 10

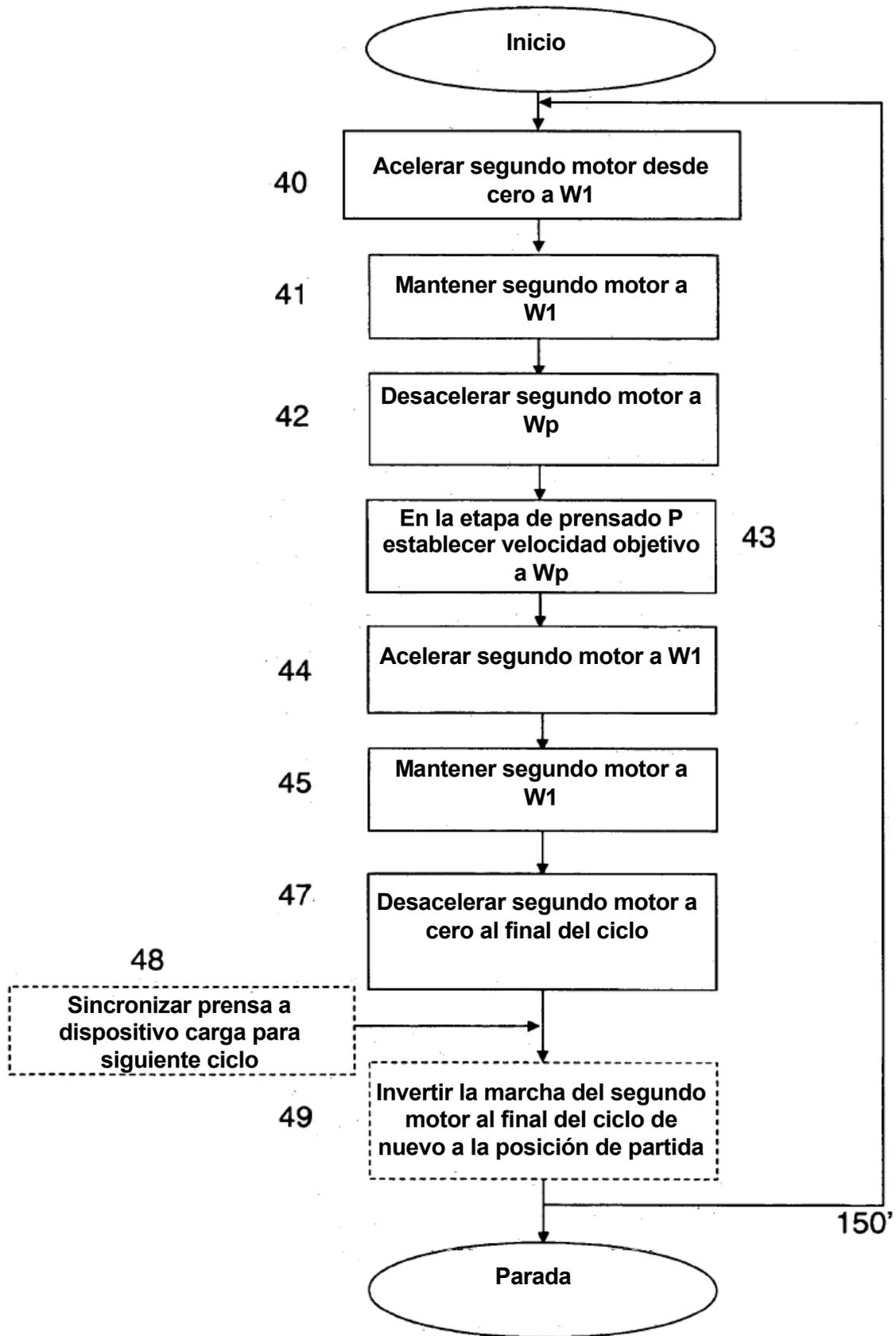


Fig 11

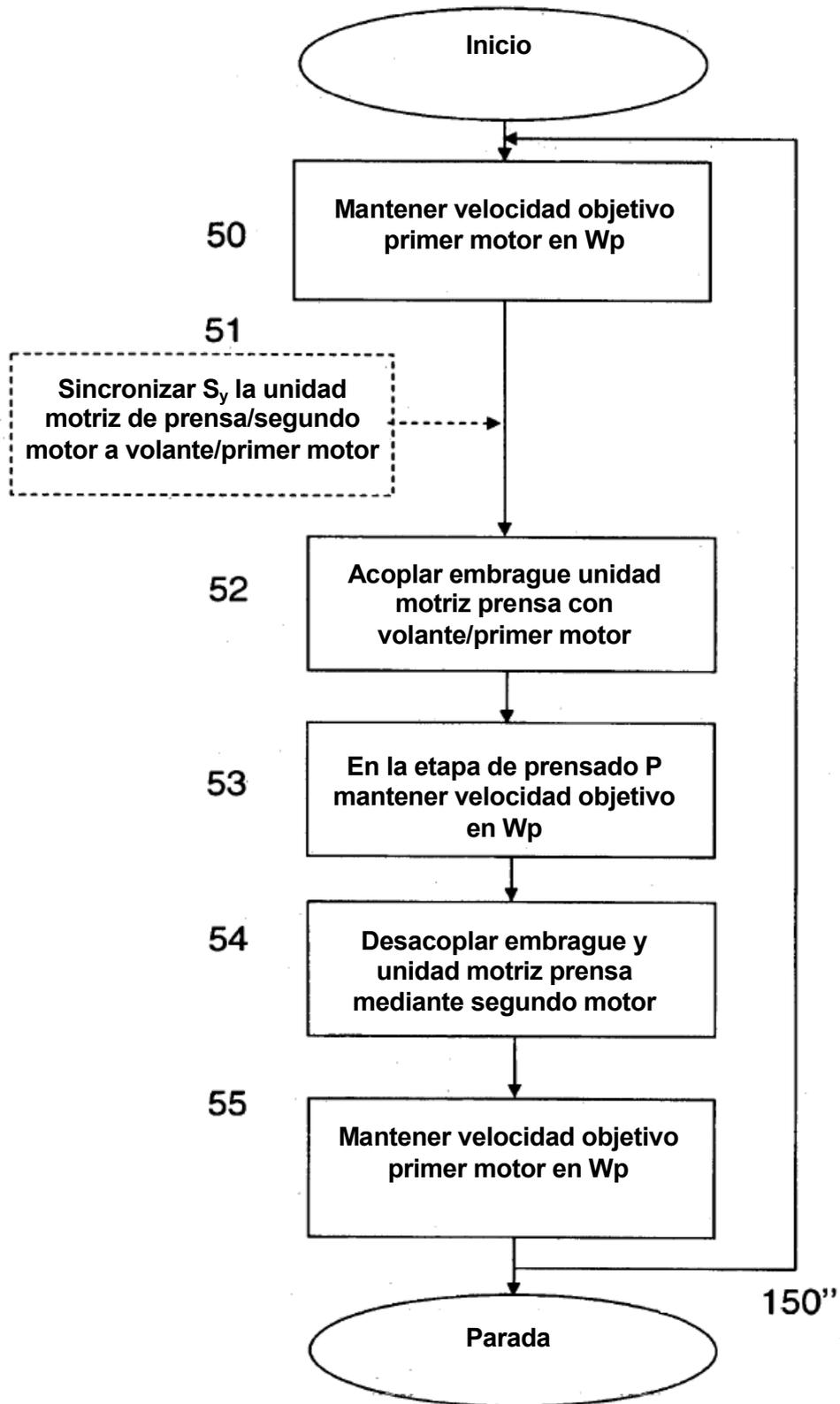


Fig 12

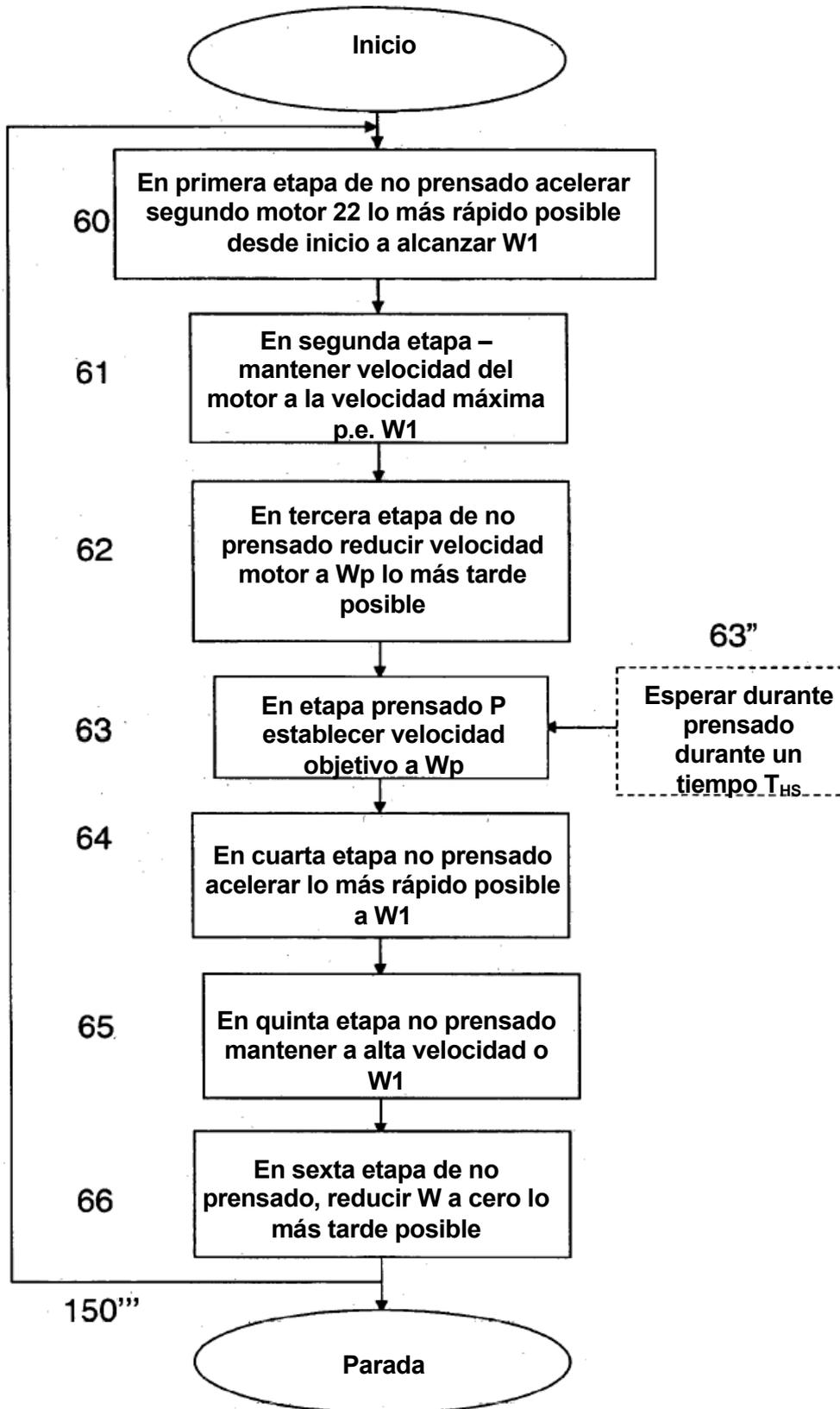


Fig 13

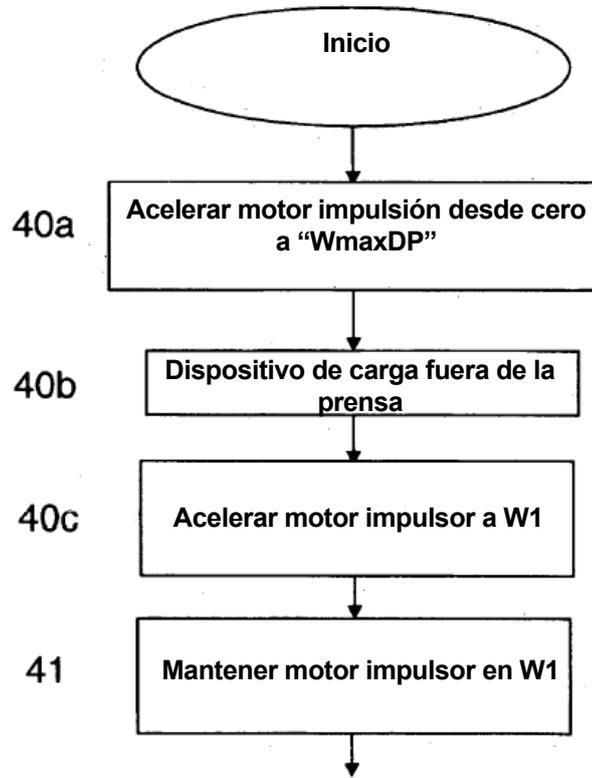


Fig 14

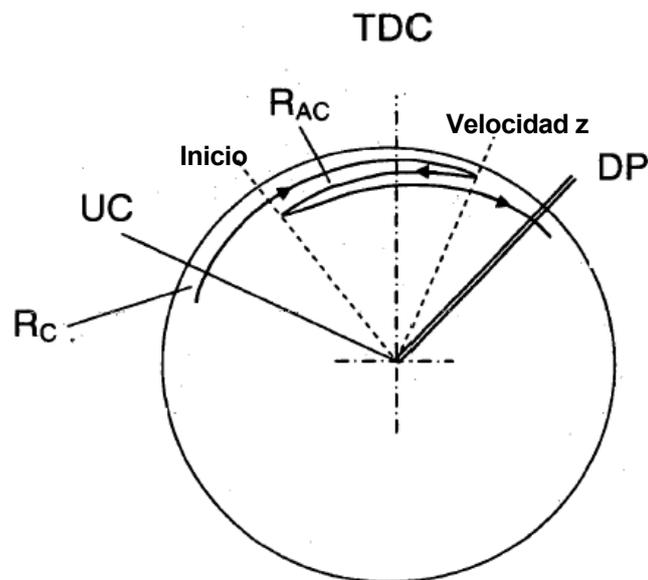


Fig 16

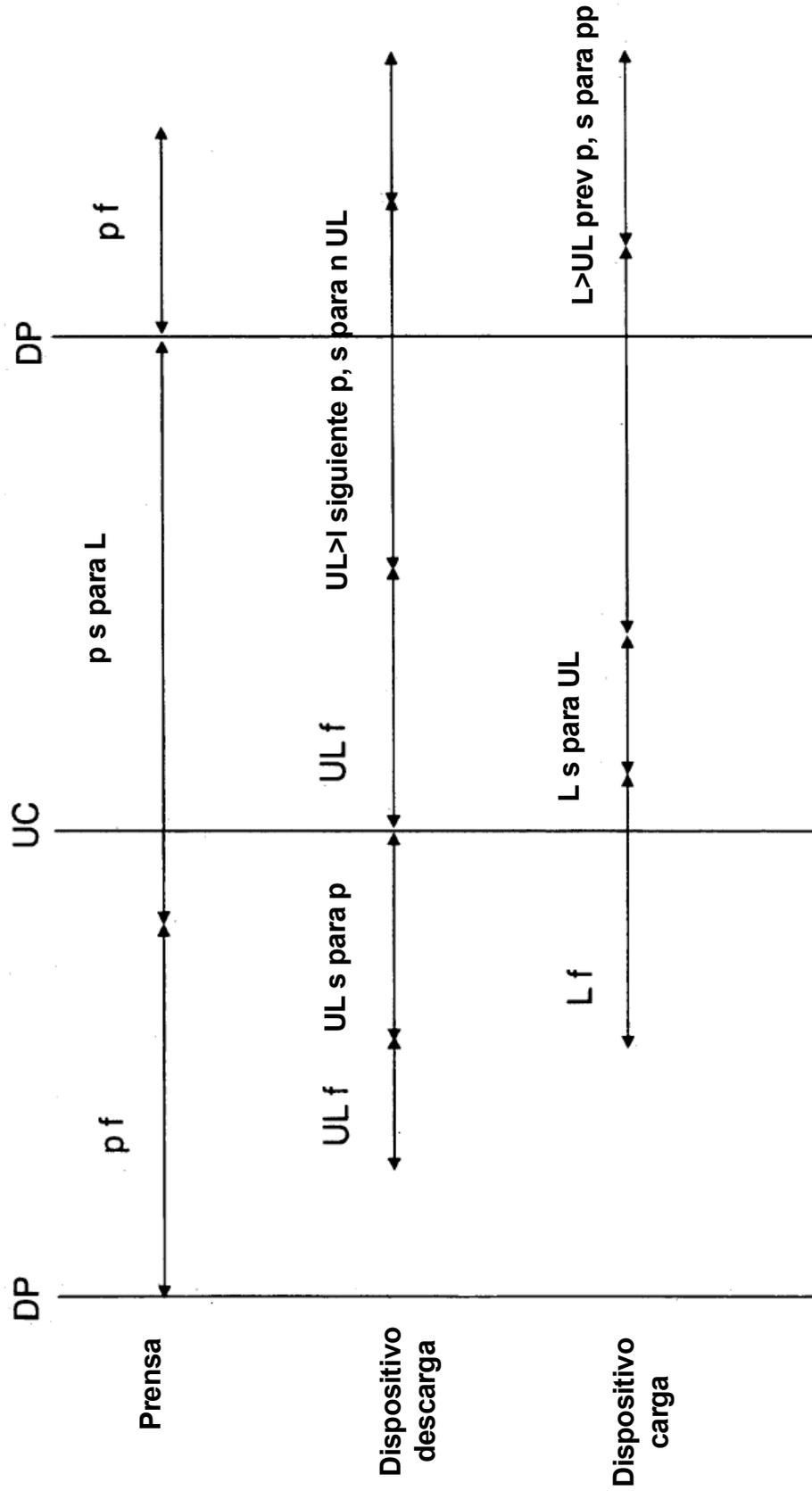


Fig 15

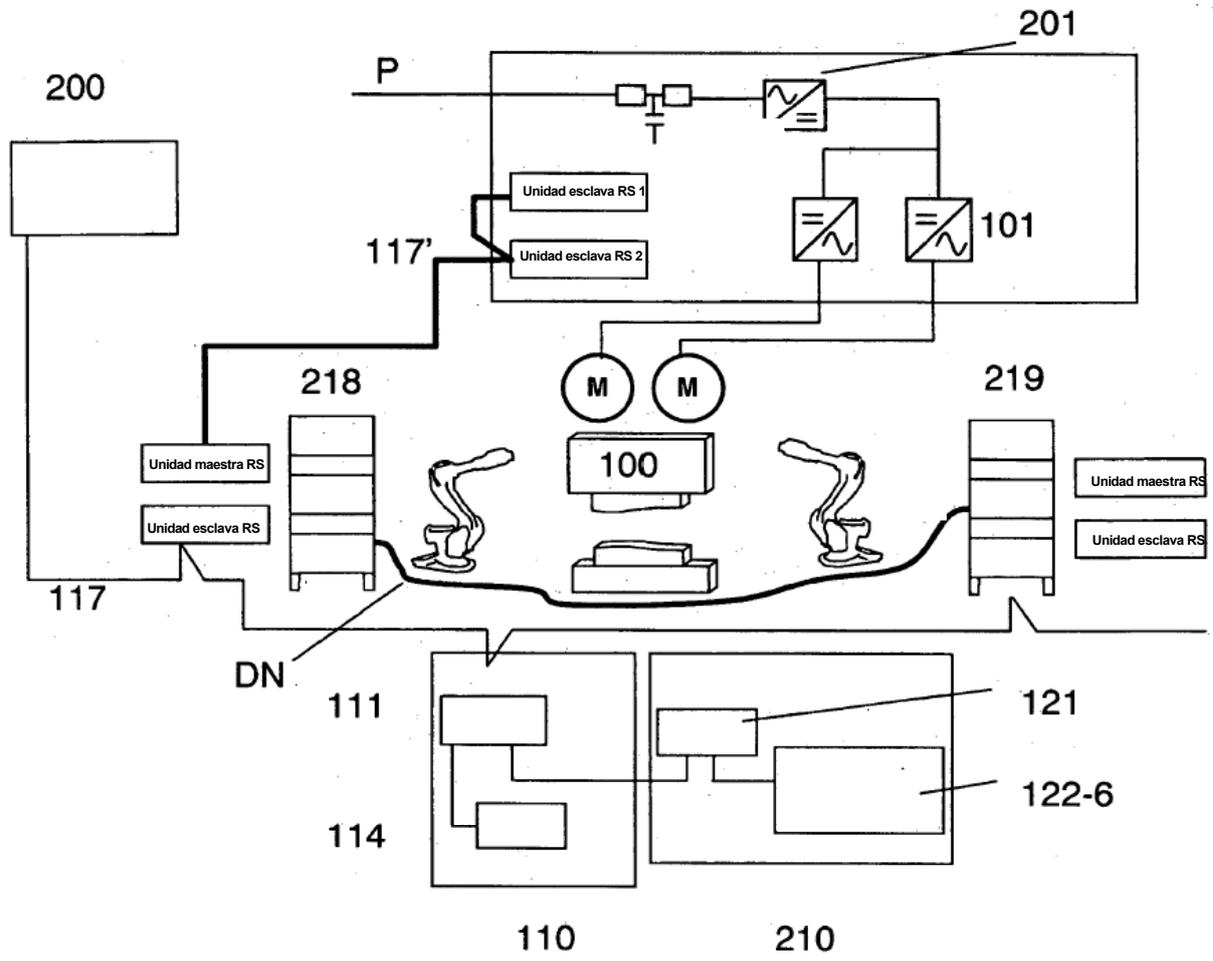


Fig 17

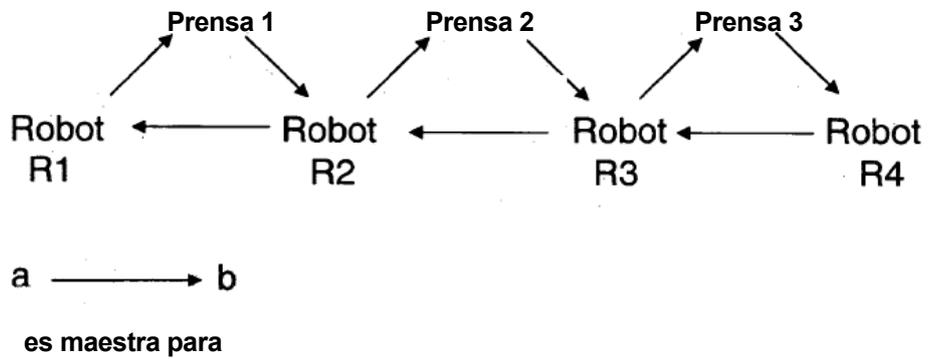


Fig 18

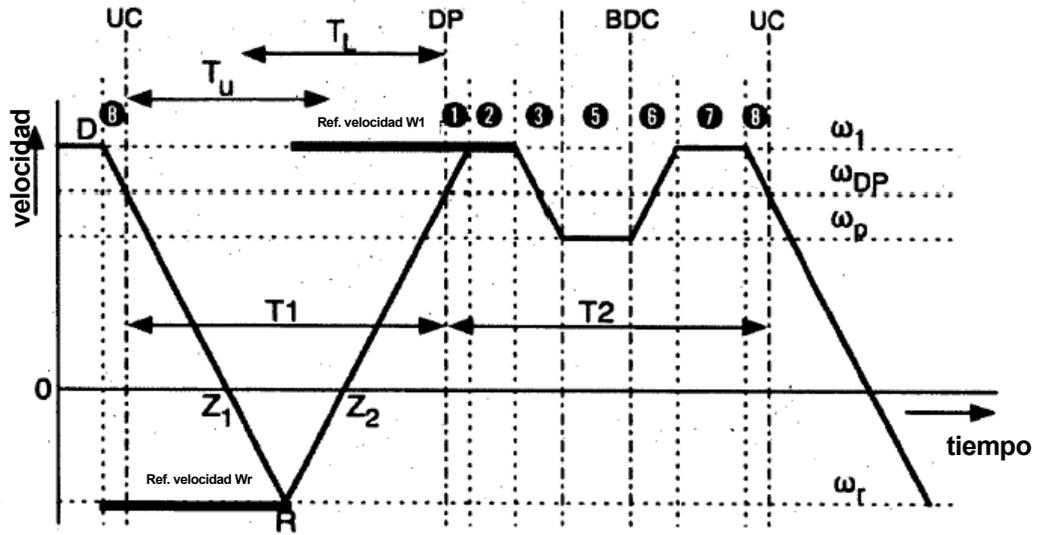


Fig 19

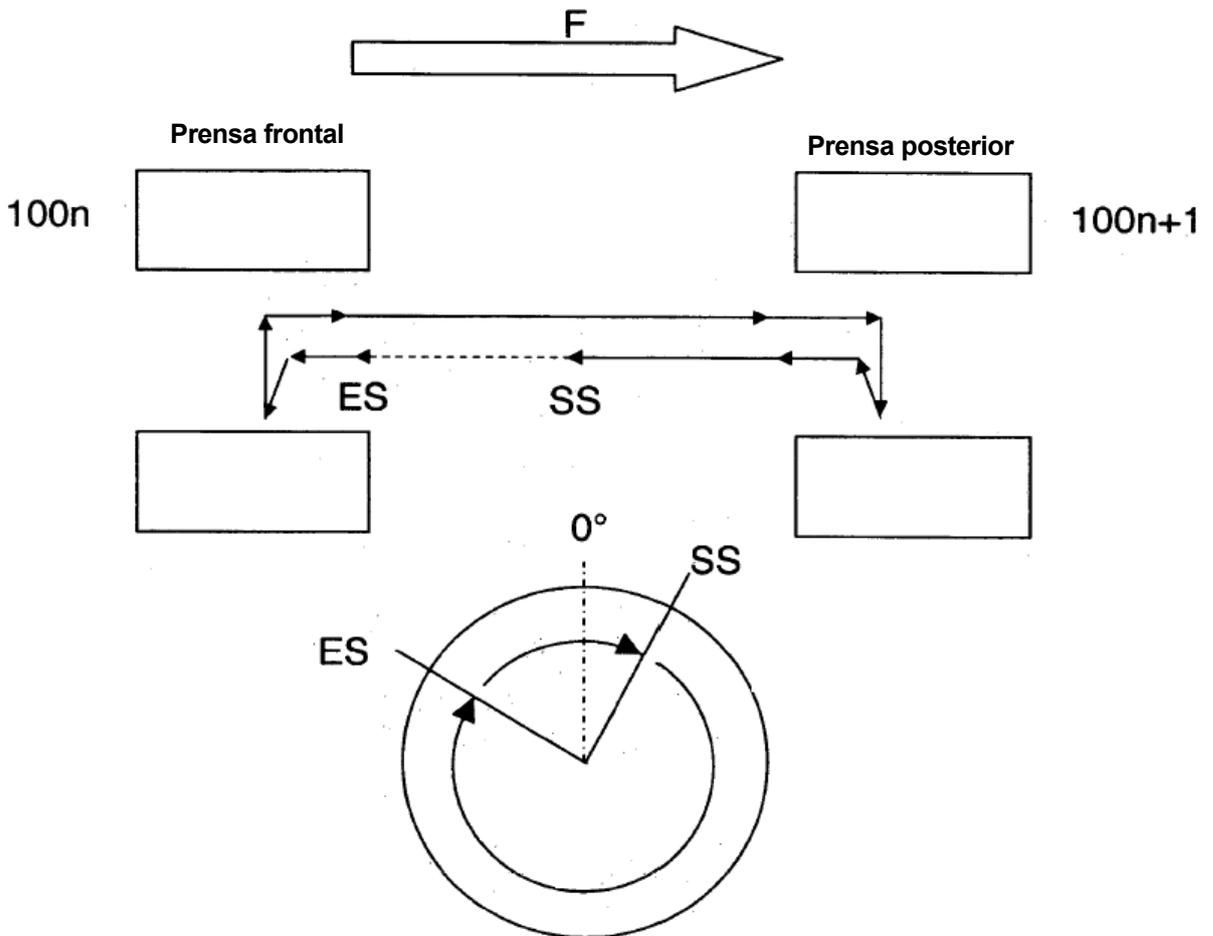


Fig 20