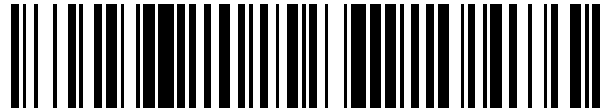


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 820 698**

51 Int. Cl.:

B65H 23/198 (2006.01)

B65H 7/00 (2006.01)

G05D 17/02 (2006.01)

B65H 23/182 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2013 PCT/IB2013/052600**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013 WO13168026**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2013 E 13787067 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2020 EP 2847115**

54 Título: **Controlador y sistema para hacer girar de manera controlable un rollo de material**

30 Prioridad:

08.05.2012 US 201213466258

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

22.04.2021

73 Titular/es:

**KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC. (100.0%)
2300 Winchester Road
Neenah, Wisconsin 54956, US**

72 Inventor/es:

**DOLLEVOET, MARK GARY;
KARANDIKAR, VIVEK MORESHWAR;
JULIEN, JASON MICHAEL y
SKARDA, JEFFREY GEORGE**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 820 698 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

Controlador y sistema para hacer girar de manera controlable un rollo de material

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere en general al manejo de tramas de material y, más particularmente, a un controlador y sistema para hacer girar de manera controlable un rollo de material.

10 Antecedentes de la invención

Se utilizan varios procesos de manejo diferentes para procesar tramas continuas de material en segmentos definidos, tales como tramas discretas cortadas de una trama continua para su posterior procesamiento. En general, una línea de fabricación en la que se utilizan tramas discretas incluye un rollo preenrollado de la trama continua de material que se desenrolla mediante un mecanismo de accionamiento adecuado y se alimenta (a menudo a través de varias estaciones de la línea de fabricación) a una estación de corte en la que la trama se corta secuencialmente en tramas discretas del material. Típicamente, la trama continua se mantiene en tensión mientras se transporta desde el rollo enrollado a la estación de corte. Las tramas discretas se transportan luego desde la estación de corte a otra estación de la línea de fabricación en la que las tramas discretas se ensamblan con otros componentes del producto que se está formando.

Típicamente, el mecanismo de accionamiento intenta mantener una tensión constante en la trama de material, ya que los cambios inesperados de tensión en uno o más puntos de la línea de fabricación pueden provocar desgarres o roturas no deseadas en la trama continua de material. Tales desgarres o roturas interrumpen el proceso de fabricación y pueden provocar tiempos de inactividad significativos y/o incurrir en costos.

Uno o más puntos de ajuste de velocidad se utilizan para controlar la velocidad de desenrollado de la trama continua de material. Si se producen variaciones entre el punto de ajuste de velocidad y la velocidad real de la trama en diferentes puntos a lo largo de la trama de material, la tensión puede no coincidir a lo largo de la trama de material. El mecanismo de accionamiento intenta rastrear la velocidad real de la trama al punto de ajuste de velocidad lo más cerca posible al controlar el par de torsión generado por el motor.

A medida que se desenrolla el rollo de material, cambia la inercia del rollo. Más específicamente, la inercia del rollo se basa en la densidad del material y la cantidad de material que queda en el rollo. Al menos algunos sistemas conocidos utilizan algoritmos de compensación de inercia para ajustar el par de torsión del mecanismo de accionamiento para compensar el cambio de inercia debido al desenrollado del rollo. Los algoritmos típicamente incluyen un valor "codificado" o estático, para la densidad del material, por ejemplo, basado en una densidad de línea de base o típica del material medida en un punto anterior en el tiempo. Sin embargo, la densidad del material puede cambiar en función de factores ambientales tales como la humedad, la temperatura y similares, y/o en función de otros factores. En consecuencia, los algoritmos utilizados en la industria hoy en día no compensan con precisión la inercia del rollo de material cuando se desenrolla debido a variaciones en la densidad, lo que genera el riesgo de que la trama continua de material se rompa o desgarre. Un controlador configurado para hacer girar un rollo de material que se considera que representa el estado de la técnica más cercano se describe en el documento JP 2007084317 A.

45 Resumen

En una modalidad, un controlador para un motor se configura para hacer girar un rollo de material. El controlador incluye un regulador de velocidad de accionamiento configurado para generar un comando de par de torsión inicial basado en una diferencia entre un punto de ajuste de velocidad y una velocidad de accionamiento medida del motor. El controlador también incluye un módulo observador configurado para estimar un error de densidad del rollo de material. El comando de par de torsión inicial se ajusta en función del error de densidad para obtener un comando de par de torsión total. El controlador también incluye un regulador del par de torsión configurado para controlar el motor en función del comando de par de torsión total.

En otra modalidad, un sistema de manejo de trama para su uso con un rollo de material incluye un motor configurado para desenrollar y enrollar el rollo de material, y un controlador configurado para controlar una velocidad de accionamiento del motor. El controlador incluye un regulador de velocidad de accionamiento configurado para generar un comando de par de torsión inicial basado en una diferencia entre un punto de ajuste de velocidad y una velocidad de accionamiento medida del motor. El controlador también incluye un módulo observador configurado para estimar un error de densidad del rollo de material. El comando de par de torsión inicial se ajusta en función del error de densidad para obtener un comando de par de torsión total. El controlador también incluye un regulador del par de torsión configurado para controlar el motor en función del comando de par de torsión total.

Breve descripción de las figuras

65

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una modalidad de un sistema de manejo de trama para desenrollar una trama continua de material;

5 La Figura 2 es un diagrama esquemático de un husillo de desenrollado, un rollo enrollado de material de trama y un sistema de monitoreo de tensión de desenrollado del sistema de manejo de trama de la Figura 1; y

La Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de una modalidad de un controlador de accionamiento que puede usarse con el sistema de manejo de trama de la Figura 1.

10 Los caracteres de referencia correspondientes indican las partes correspondientes en todos los dibujos.

Descripción detallada de la invención

15 Con referencia ahora a los dibujos, la Figura 1 es un diagrama esquemático de un ejemplo de un sistema de manejo de tramas, generalmente indicado en 21, para crear tramas discretas 23a de material, tal como material absorbente, en un momento después de que las tramas se cortan a partir de una trama continua 23b de material, y más particularmente a partir de un rollo enrollado 25 de tal trama continua de material. El sistema de manejo de trama ilustrado 21 alimenta adecuadamente una línea de fabricación de productos absorbentes (una parte de la cual se indica generalmente con 29 en la Figura 1) en la que varios componentes de un producto absorbente se ensamblan juntos a medida que los componentes y, por lo tanto, el producto absorbente en varias etapas de ensamblaje del mismo, se mueve a través de la línea de fabricación en una dirección de la máquina MD. Ejemplos de tales productos absorbentes incluyen, sin limitación, toallas de papel, pañuelos faciales, pañuelos de baño, servilletas y similares.

25 Sin embargo, se entiende que el sistema de manejo de trama 21 y los métodos descritos en la presente descripción pueden usarse por sí mismos para producir tramas discretas o para alimentar una línea de fabricación para fabricar artículos distintos de los productos absorbentes, y permanecen dentro del alcance de esta invención. Como se usa en la presente descripción, el término "dirección de la máquina" se refiere a la dirección en la que la trama 23b (y las tramas discretas 23a después del corte) se mueven a través del sistema de manejo de trama 21.

30 Si bien el sistema y los métodos ilustrados y descritos en la presente descripción son para un sistema de manejo de trama 21 en el que una trama continua se corta en segmentos discretos de material de trama, también se entiende que el sistema de manejo de trama y los métodos descritos en la presente descripción pueden usarse para controlar la longitud de segmentos particulares (por ejemplo, segmentos discretos) de una trama continua de material absorbente, tal como entre marcas de registro u otros marcadores en una trama continua, después del procesamiento de la trama durante el cual la trama se tensa y posteriormente se libera en su totalidad o en parte de dicha tensión. En consecuencia, el término "segmento discreto" como se usa en la presente descripción se entiende para referirse a un segmento cortado de material de trama cortado a partir de una trama continua o a un segmento de material de trama definido (por ejemplo, entre marcas de registro u otros marcadores) a lo largo de una trama continua.

40 El sistema de manejo de trama 21 incluye adecuadamente un husillo de desenrollado 27 (en sentido amplio, un dispositivo de desenrollado) sobre el cual se monta el rollo enrollado 25 de la trama continua 23b de material absorbente. El sistema ilustrado 21 incluye particularmente un segundo husillo de desenrollado 27' y otro rollo enrollado 25' de la trama continua 23b de material absorbente. Con esta disposición, cuando uno de los rollos 25 se desenrolla completamente y necesita ser reemplazado, el sistema 21 extrae desde el otro rollo enrollado mientras se reemplaza el rollo desenrollado. Se entiende, sin embargo, que puede usarse un solo dispositivo de desenrollado y un solo rollo enrollado 25 sin apartarse del alcance de esta descripción. También se contempla que dos o más tramas 23b pueden extraerse de los respectivos rollos enrollados y laminarse o asegurarse juntas de otro modo para formar una trama continua de material absorbente antes de que la trama se corte en las tramas discretas 23a.

50 Un mecanismo de accionamiento adecuado, tal como en la forma de un rodillo impulsor accionado de forma giratoria 31, opera para extraer la trama continua 23b del rollo enrollado 25 (desenrollando así el rollo enrollado) para mover la trama en la dirección de la máquina MD a lo largo de una primera trayectoria P1 del sistema 21. El husillo de desenrollado 27, de acuerdo con una modalidad, también puede ser accionado. A medida que la trama continua 23b se desenrolla del rollo enrollado 25, se extrae a lo largo de la trayectoria Plover una serie de rodillos guía 33 (también denominados a veces rodillos estacionarios o rodillos tensores) y luego sobre un rodillo libre móvil o estacionario 35 (en sentido amplio, un control de tensión de la trama) antes de llegar al rodillo impulsor 31. En una modalidad, el rodillo libre 35 puede ser, o puede incluir, un rodillo tensor que incluye una celda de carga para medir la tensión de la trama continua 23b. Un rodillo libre 35 se usa comúnmente para controlar la tensión en una trama móvil dentro de un intervalo predeterminado de tensiones. Por ejemplo, si bien se pretende que la tensión de la trama permanezca generalmente constante, esta puede variar debido a factores tales como propiedades no uniformes de la trama, rollos enrollados desiguales o desalineación de la trama, cambios de velocidad en el rodillo impulsor y otros factores. El rodillo libre 35 también puede usarse para monitorear la tensión en la trama 23b a medida que la trama se extrae desde el rollo enrollado 25 al rodillo impulsor 31 (por ejemplo, en base al intervalo de tensión predeterminado dentro del cual se establece inicialmente el rodillo libre para mantener la trama en tensión). Debe entenderse que, aunque el rollo enrollado 25 se describe aquí como que se desenrolla por el mecanismo de accionamiento y el sistema de manejo de trama 21, el mecanismo de accionamiento y el sistema de manejo de trama también pueden usarse para enrollar o

añadir material al rollo enrollado, y/o hacer girar de otro modo el rollo enrollado para que funcione como se describe en la presente descripción.

5 Se contempla que pueden usarse otros controles de tensión de la trama para controlar la tensión en la trama móvil 23b después de que la trama se extrae del rollo enrollado 25. Por ejemplo, puede usarse un festón (no mostrado) en lugar de, o además, del rodillo libre 35 para controlar y monitorear la tensión en la trama 23b.

10 La velocidad de rotación del rodillo impulsor 31 generalmente determina la velocidad en la dirección de la máquina MD de la trama 23b a medida que se mueve a lo largo de la trayectoria P1 desde el rollo enrollado 25 al rodillo impulsor. La tensión en la trama continua 23b a lo largo de la trayectoria P1 también es, al menos en parte, una función de la
15 velocidad de rotación del husillo de desenrollado 27 si el husillo es accionado (es decir, una función del diferencial entre la velocidad de rotación del rodillo impulsor y la velocidad de accionamiento del husillo de desenrollado). Cuando el husillo de desenrollado 27 no está accionado (es decir, generalmente libre para girar), la tensión en la trama móvil 23b a lo largo de la trayectoria P1 es una función de la velocidad de rotación del rodillo impulsor 31 y la inercia del rollo enrollado 25 y el husillo de desenrollado.

20 Un rodillo de alimentación al vacío 37, situado aguas abajo del rodillo impulsor 31 en la dirección de la máquina MD del sistema 21, se acciona de forma giratoria para extraer adicionalmente la trama continua 23b en la dirección de la máquina a lo largo de una trayectoria P2 desde el rodillo impulsor al rodillo de alimentación. Los rodillos guía adicionales 39 se colocan a lo largo de la trayectoria P2 junto con una celda de carga 41 usada de manera convencional para monitorear la tensión en la trama 23b cuando la trama se extrae a lo largo de la trayectoria P2 desde el rodillo impulsor 31 al rodillo de alimentación al vacío 37. La tensión en la trama 23b a lo largo de la trayectoria P2 es generalmente una función de la diferencia de velocidad de rotación entre el rodillo de alimentación al vacío impulsado 37 y el rodillo impulsor 31. Se contempla que un control de tensión adecuado, tal como otro rodillo libre, un festón u otro control adecuado, también puede disponerse entre el rodillo impulsor 31 y el rodillo de alimentación al vacío 37 en lugar de o además de la celda de carga 41.
25

30 La rotación impulsada del rodillo de alimentación al vacío 37 alimenta la trama continua 23b, todavía bajo tensión, a una estación de corte, indicada generalmente con 43, del sistema de manejo de trama 21. La estación de corte 43 comprende adecuadamente un rodillo de cuchillas 45 y un rodillo yunque accionado de manera giratoria 47, con uno o más mecanismos de corte (por ejemplo, hojas de corte) dispuestos en el rodillo de cuchillas para cortar la trama continua 23b en las tramas discretas 23a (en sentido amplio, segmentos discretos) en intervalos regulares. Es decir, la longitud de la trama discreta 23a en la estación de corte (denominada además en la presente descripción como la "longitud de corte" de las tramas discretas de material absorbente) depende generalmente de la velocidad de rotación accionada del rodillo yunque 47, el nivel de vacío del rodillo yunque y la velocidad del rodillo de alimentación 37, y cuando se usa más de un yunque, también depende de la separación entre los yunques. Por lo tanto, la longitud de corte puede preestablecerse por el operador del sistema de manejo de trama 21 al ajustar la velocidad de rotación del rodillo yunque 47, el nivel de vacío y/o la velocidad de rotación del rodillo de alimentación, o puede controlarse mediante un control de velocidad adecuado (no mostrado) basado en una longitud de corte objetivo predeterminada.
35 40 La trayectoria en la dirección de la máquina MD a lo largo de la cual se mueve la trama 23b desde el rodillo de alimentación al vacío 37 hasta el rodillo yunque 47 se identifica como la trayectoria P3 en la Figura 1.

45 El término "longitud" como se usa en referencia a la trama 23b, o la trama discreta 23a (es decir, segmento discreto), de material se refiere a la longitud de la misma en la dirección de la máquina MD, es decir, la dirección en la que se estira la trama antes de y luego se retrae después del corte y/o procesamiento. La longitud no se refiere necesariamente a la dimensión plana más larga de la trama discreta 23a después del corte (o al segmento discreto de una trama continua después del procesamiento). El rodillo impulsor 31, el rodillo de alimentación al vacío 37 y el rodillo yunque 47 juntos definen en sentido amplio en la presente descripción un sistema de suministro que es operable para desenrollar la trama continua 23b desde el rollo enrollado 25 y entregar la trama continua a la estación de corte 43.
50

55 Un rodillo de transferencia de vacío 49 recibe las tramas discretas 23a del rodillo yunque 47 después del corte y transfiere las tramas discretas sobre un dispositivo de transferencia adecuado, tal como una cinta transportadora de vacío 50, para el transporte en la dirección de la máquina MD lejos de la estación de corte. Los dispositivos de transferencia adicionales (no mostrados) transportan además las tramas discretas 23a a la línea de fabricación 29, donde las tramas discretas pueden ensamblarse con (por ejemplo, adherirse o unirse a) otros componentes del producto absorbente que se mueve a lo largo de la línea de fabricación.

60 Uno o más sistemas de detección o monitoreo para detectar y determinar la longitud, u otras características adecuadas, de las tramas discretas 23a en ubicaciones particulares o en un momento después del corte se disponen en ubicaciones predeterminadas, tales como entre el rodillo de transferencia de vacío 49 y la línea de fabricación 29. Por ejemplo, en la modalidad ilustrada, un sistema de inspección 55, y más adecuadamente un sistema de inspección por visión, se ubica aguas abajo (en la dirección de la máquina MD) del rodillo de transferencia de vacío 49 a una distancia del mismo para determinar la longitud de la trama discreta 23a a medida que la trama se acerca a la línea de fabricación 29.
65

Debe reconocerse que los sistemas de detección o monitoreo, tales como el sistema de inspección 55, son opcionales y pueden omitirse en algunas modalidades. Además, la estación de corte 43 y el rodillo de transferencia de vacío 49 pueden omitirse en algunas modalidades. Por ejemplo, la trama continua 23b puede desenrollarse como se describió anteriormente, y puede alimentarse mediante un proceso intermedio, tal como el calandrado. La trama continua 23b puede volver a enrollarse en una etapa o proceso posterior según se desee. Debe reconocerse que las modalidades descritas anteriormente son ilustrativas, en lugar de limitantes, y las modalidades, procesos y/o componentes del sistema de manejo de trama 21 pueden añadirse, eliminarse o modificarse según se desee.

Las distancias en la dirección de la máquina MD entre los diversos componentes y estaciones del sistema de manejo de trama 21 y la línea de fabricación 29 ilustrados en la Figura 1 no están necesariamente a escala, pero son generalmente indicativas de la separación relativa entre tales componentes. Por lo tanto, dada la velocidad de la trama móvil 23b (que puede monitorearse por varios sensores de velocidad, no mostrados, dispuestos a lo largo de las trayectorias P1, P2 o en otros lugares a lo largo del sistema de manejo de trama 21) y la distancia en la dirección de la máquina MD conocida entre cualquier dos estaciones o componentes del sistema, el tiempo que tarda la trama en llegar a cualquier estación o componente en particular puede determinarse fácilmente.

Durante el funcionamiento del sistema de manejo de trama 21 ilustrado, la trama continua 23b puede experimentar varios niveles de tensión durante ciertos periodos de tiempo antes de llegar a la estación de corte 43 (u otra estación de procesamiento). Por ejemplo, mientras está en el rollo enrollado 25, la trama continua 23b se somete a tensiones tanto radiales como circunferenciales que contribuyen a lo que se denomina en la presente descripción como tensión de desenrollado (es decir, la tensión en la trama continua cuando la trama se desenrolla del rollo enrollado durante el funcionamiento).

En una modalidad particularmente adecuada, la tensión de desenrollado puede determinarse mediante un sistema de monitoreo de tensión de desenrollado adecuado, generalmente indicado como 61 en la Figura 2, cuando la trama 23b se desenrolla del rollo enrollado 25. Por ejemplo, el sistema de monitoreo de la tensión de desenrollado ilustrado 61 comprende una celda de carga 63 (similar a la celda de carga 41 utilizada para determinar la tensión en la trama a lo largo de la trayectoria P2 en el sistema 21 de la Figura 1) ubicada dentro del rollo enrollado 25 entre el enrollado más exterior y el enrollado inmediatamente subyacente de la trama continua 23b. La celda de carga 63 mide la tensión en el enrollado más exterior (que está a punto de desenrollarse del rollo 25) en libras. Dividir esta tensión por el grosor promedio y el ancho promedio de la trama determina la tensión de desenrollado, en libras por pulgada cuadrada, de la trama continua.

En modalidades alternativas, la tensión de desenrollado puede estar predeterminada, tal como durante el enrollado inicial de la trama continua 23b sobre el rollo enrollado 25 o en un sistema de enrollado separado (no mostrado) dispuesto fuera de línea del sistema de manejo de trama 21, para desarrollar un perfil de tensión de desenrollado en el que la tensión de desenrollado se registra como una función del radio del rollo enrollado 25 o como una función de la ubicación lineal a lo largo de la longitud de la trama continua 23b en el rollo enrollado. En una modalidad de este tipo, el sistema de monitoreo de la tensión de desenrollado 61 puede comprender un sensor adecuado (no mostrado) para monitorear el radio del rollo enrollado 25 y/o la ubicación lineal de la trama 23b a lo largo del rollo enrollado.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, el sistema de manejo de trama ilustrado 21 comprende además un sistema de control 71 para controlar el funcionamiento del sistema de manejo de trama. El sistema de control 71 puede ser parte de, o puede proporcionar entrada y recibir retroalimentación de, un sistema de control de fabricación (no mostrado) de la línea de fabricación 29 a la que se suministran las tramas discretas para su incorporación en el producto absorbente. El sistema de control 71 está adecuadamente en comunicación con los diversos componentes operativos del sistema 21 y es capaz de monitorear y ajustar (o hacer que se ajusten) varios parámetros operativos del sistema (como lo indican las flechas dibujadas entre el sistema de control y los componentes operativos respectivos en la Figura 1). Los parámetros pueden incluir, sin limitación, las velocidades del rodillo impulsor 31, el rodillo de alimentación al vacío 37 y otros dispositivos de transferencia para controlar así la velocidad en la dirección de la máquina MD de la trama continua 23b (hacia la estación de corte 43) y las tramas discretas 23a (aguas abajo de la estación de corte), la tensión en la trama a lo largo de las trayectorias P1, P2 y P3, y/o la longitud de corte de las tramas discretas en la estación de corte. El sistema de control 71 también se comunica de manera adecuada con y recibe la entrada del sistema de monitoreo de la tensión de desenrollado 61, la celda de carga 63 y el sistema de inspección 55. El sistema de control 71 puede comprender adecuadamente un circuito de control, un ordenador que ejecuta el software de control, un controlador lógico programable y/u otros dispositivos de control adecuados. Por ejemplo, en una modalidad adecuada, el sistema de control 71 incluye al menos un controlador de accionamiento 73 que controla la velocidad de accionamiento rotacional de uno o más motores, tales como los motores (no mostrados) del rodillo impulsor 31, el rodillo de alimentación al vacío 37, y/o el rodillo de transferencia de vacío 49.

El controlador de accionamiento 73 se programa para mantener una tensión sustancialmente uniforme de la trama continua 23b, por ejemplo, para evitar que el material de la trama se desgarré cuando la trama se acelera o desacelera. El par de torsión uniforme se mantiene al hacer coincidir sustancialmente una velocidad de rotación del rodillo impulsor 31, el rodillo de alimentación al vacío 37, el rodillo de transferencia de vacío 49 y/u otros componentes del sistema de manejo de trama 21. Más específicamente, se establecen un punto de ajuste de velocidad y una trayectoria de velocidad para el punto de ajuste de velocidad para la trama continua 23b y los componentes giratorios del sistema

de manejo de trama 21. Si el controlador de accionamiento 73 controla los motores para accionar, o girar, los componentes del sistema de manejo de trama 21 a velocidades sustancialmente iguales a los puntos de ajuste de velocidad y/o las trayectorias de velocidad, se facilita el mantenimiento de una tensión sustancialmente uniforme.

5 El controlador de accionamiento 73 controla la velocidad de rotación de los motores y/o los componentes del sistema de manejo de trama 21 al controlar el par de torsión generado por los motores. El par de torsión generado debe tener en cuenta la inercia de los componentes para hacer que los componentes giren a la trayectoria de velocidad deseada durante los periodos de aceleración o desaceleración. Por ejemplo, el controlador de accionamiento 73 debe tener en cuenta la inercia del rollo enrollado 25 (y de otros componentes) para calcular el par de torsión requerido generado por el motor para acelerar o desacelerar el rollo enrollado 25 para permanecer en la trayectoria del punto de ajuste de velocidad mientras el sistema de manejo de trama 21 aumenta (es decir, acelera) o disminuye la velocidad (es decir, desacelera). Sin embargo, la inercia del rollo enrollado 25 cambia con el tiempo a medida que la trama continua 23b se desenrolla del rollo. Además, la densidad de la trama continua 23b afecta la inercia del rollo enrollado 25, y debe tenerse en cuenta al calcular la inercia del rollo para calcular correctamente el par de torsión requerido para lograr la trayectoria de velocidad durante la aceleración y desaceleración para el motor controlado por el controlador de accionamiento 73.

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un controlador de accionamiento 73 que puede usarse con el sistema de control 71 mostrado en la Figura 1. Más específicamente, el controlador de accionamiento 73 controla uno o más motores 102 del sistema de manejo de trama 21 y/o el mecanismo de accionamiento descrito en la Figura 1, tales como uno o más motores del rodillo impulsor 31, el rodillo de alimentación al vacío 37 y/o el rodillo de transferencia de vacío 49 mostrados en la Figura 1.

El controlador de accionamiento 73 controla la velocidad de rotación del motor 102 al controlar el par de torsión generado por el motor. El par de torsión hace que el rodillo impulsor 31, el rodillo de alimentación al vacío 37 y/o el rodillo de transferencia de vacío 49 muevan la trama continua 23b a una velocidad deseada, como se describió anteriormente.

El controlador de accionamiento 73 incluye un regulador de la velocidad de accionamiento 104, un regulador del par de torsión 106 y una pluralidad de módulos 108 que calculan los parámetros operativos utilizados por el controlador de accionamiento 73 para controlar el par de torsión del motor 102. Los módulos 108 se incorporan dentro de uno o más circuitos y/o programas de software ejecutables por ordenador dentro del controlador de accionamiento 73.

El controlador de accionamiento 73 recibe un comando de velocidad angular 110 (también conocido como el punto de ajuste de velocidad de rotación) para el motor 102 y recibe una velocidad de rotación medida 112 (también conocida como una velocidad de accionamiento medida) del motor 102. Por ejemplo, un sensor de velocidad 114 mide la velocidad de rotación de un eje de transmisión 116 del motor 102 y transmite una señal representativa de la velocidad de rotación medida al controlador de accionamiento 73. El controlador de accionamiento 73 resta la velocidad de rotación medida 112 del comando de velocidad 110 para obtener una señal de error de velocidad 118. La señal de error de velocidad 118 se transmite al regulador de velocidad de accionamiento 104.

El regulador de velocidad de accionamiento 104 calcula una cantidad de par de torsión a generar por el motor para facilitar la reducción de la señal de error de velocidad 118 a cero. El regulador de velocidad de accionamiento 104 genera un comando de par de torsión inicial 120 que es representativo de la cantidad calculada del par de torsión.

Un módulo de cálculo de fricción de Coulomb 122 recibe el comando de velocidad 110 y calcula una cantidad de fricción de Coulomb que experimenta, o se espera que experimente, el motor 102. La cantidad calculada de fricción de Coulomb se limita por un módulo limitador 124 y se emite como un comando de par de torsión de fricción de Coulomb 126. El comando de par de torsión de fricción de Coulomb 126 representa una cantidad adicional del par de torsión que el motor 102 debe generar para compensar las fuerzas de fricción de Coulomb.

Un módulo de cálculo de la fricción de amortiguación 128 recibe el comando de velocidad 110 y calcula una cantidad de fricción de amortiguación que se espera que experimenten los enrollados del motor 102. El módulo de cálculo de la fricción de amortiguación 128 genera un comando de par de torsión de amortiguación 130 que es representativo de una cantidad adicional del par de torsión que el motor 102 debe generar para compensar las fuerzas de fricción de amortiguación.

Además, un módulo de derivación 132 genera un comando de aceleración angular 134 al calcular una derivada del comando de velocidad 110. El comando de aceleración 134 se transmite a un módulo de cálculo de inercia 136 que calcula una inercia del rollo enrollado 25, como se describe más completamente en la presente descripción. El módulo de cálculo de inercia 136 genera un comando de par de torsión de inercia 138 (también denominado comando de compensación de inercia) que es representativo de una cantidad adicional (o menor) del par de torsión que debe generar el motor 102 para compensar los cambios en la inercia del rollo enrollado 25, o para tener en cuenta los cambios en la inercia y/o la densidad estimada del rollo enrollado.

65

El comando de par de torsión de inercia 138, el comando de par de torsión de amortiguación 130 y el comando de par de torsión de fricción de Coulomb 126 se suman para obtener un comando de par de torsión de avance 140. El comando de par de torsión de avance 140 se añade al comando de par de torsión inicial 120 para obtener un comando de par de torsión total 142. El comando de par de torsión total 142 es representativo de la cantidad total de par de torsión que se espera que se requiera para alcanzar el punto de ajuste de velocidad mientras se ajusta por consideraciones de fricción e inercia del rollo enrollado 25 y/o el sistema de manejo de trama 21. El comando de par de torsión total 142 se transmite al regulador del par de torsión 106 para generar una señal de par de torsión 144 representativa del comando de par de torsión total 142. La señal del par de torsión 144 se transforma de un dominio de transformada discreta o Z, a un dominio de tiempo continuo o de Laplace mediante el uso de un módulo de transformación 146. Una señal de accionamiento 148 sale del módulo de transformación 146 y se transmite al motor 102, haciendo así que el motor 102 genere la cantidad de par de torsión representada por la señal de par de torsión 144.

Además, el comando de par de torsión total 142 se usa para facilitar el cálculo de la inercia y la densidad estimada del rollo enrollado 25. Más específicamente, el comando de par de torsión de avance 140 se resta del comando de par de torsión total 142 para obtener un comando de par de torsión diferencial 150. Debería reconocerse que el comando de par de torsión diferencial 150 es igual al comando de par de torsión inicial 120 emitido por el regulador de velocidad de accionamiento 104. El comando de par de torsión diferencial 150 se transmite a un módulo de cálculo de error de densidad 152.

El módulo de cálculo del error de densidad 152 calcula o estima un error de densidad 154 del rollo enrollado 25 mediante el uso del comando de par de torsión diferencial 150, el comando de aceleración 134 y un radio medido (no mostrado) del rollo enrollado. El radio del rollo enrollado 25 se mide, por ejemplo, mediante el uso de un sensor de proximidad (no mostrado), o cualquier otro sensor adecuado, que se acople o coloque cerca del rollo enrollado para medir una distancia desde el sensor a una superficie exterior del rollo enrollado. La distancia medida puede restarse de una distancia previamente medida desde el sensor hasta el husillo de desenrollado 27 mostrado en la Figura 1 para calcular el radio del rollo enrollado 25 (es decir, el radio del material enrollado alrededor del husillo de desenrollado).

El módulo de cálculo del error de densidad 152 divide el comando de par de torsión diferencial 150 por el término $(r^4 \cdot \pi \cdot l \cdot \alpha)$, en donde r es el radio del material del rollo enrollado, l es el ancho de la trama continua 23b (en una dirección dentro del plano de la trama continua 23b perpendicular a la longitud de la trama), y α es el comando de aceleración angular 134. En consecuencia, el módulo de cálculo del error de densidad 152 estima el error de densidad del rollo enrollado 25 en base a la salida del regulador de velocidad de accionamiento 104 (es decir, en base al comando de par de torsión inicial 120).

El error de densidad calculado o estimado 154 se transmite a un módulo observador 156 que calcula o estima la densidad del rollo enrollado 25. El módulo observador 156 se ajusta para proporcionar un cambio estimado en la densidad requerida para forzar la salida del regulador de velocidad de accionamiento 104 (es decir, el comando de par de torsión inicial 120) a reducirse sustancialmente y, en algunos casos, hasta cero.

El módulo observador 156 se implementa como uno o más algoritmos basados en software y/o hardware que combinan las señales detectadas con el conocimiento del sistema de manejo de trama 21 para permitir que el módulo observador 156 funcione como se describe en la presente descripción. En una modalidad, el módulo observador 156 se implementa como un controlador proporcional integral derivativo (PID). El módulo observador 156 se habilita cuando la trama continua 23b y el rollo enrollado 25 se aceleran o se desaceleran, y se deshabilita cuando el rollo enrollado 25 y la trama continua 23b se mantienen a una velocidad angular sustancialmente constante. El módulo observador 156 calcula o estima el cambio de densidad 158 requerido para reducir el comando de par de torsión inicial 120 a cero.

En otras palabras, el módulo observador 156 incorpora algoritmos basados en el conocimiento del sistema de manejo de trama 21 y los efectos del mismo sobre la inercia del rollo enrollado 25 para estimar el cambio de densidad. La inercia de un rollo enrollado de material, tal como material absorbente, de radio variable, J_{material} , puede calcularse en función de la densidad, radio y ancho del material mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$J_{\text{material}} = \left[\frac{\pi * L * d}{2 * g} \right] * (R_o^4 - R_i^4) \quad \text{Ecuación 1}$$

donde L es el ancho del rollo, d es la densidad del material del rollo, g es la constante gravitacional, R_o es el radio exterior del rollo y R_i es el radio interior del rollo. Mientras que L, g y R_i son términos constantes, R_o varía a medida que el rollo se desenrolla y debe tenerse en cuenta en la inercia calculada. La densidad, d, también variará con el grado del material y los factores ambientales y, a menudo, puede tratarse como la segunda variable en el cálculo de la inercia.

Dado que los observadores se basan en el conocimiento del sistema físico, las siguientes ecuaciones se usan en el algoritmo del observador:

5
$$J_{total} = J_{material} + J_{sistema}$$
 Ecuación 2

donde $J_{material}$ es la inercia debido a la masa del material, $J_{sistema}$ es la inercia de los componentes mecánicos entre el motor y el rollo, y J_{total} es la inercia total;

10
$$T = J_{total} * a^*$$
 Ecuación 3

donde T es el par de torsión aplicado en el eje de transmisión del motor y a^* es el comando de aceleración angular del motor; y

15
$$T^* = T_{\omega}^* + T_{cff}^*$$
 Ecuación 4

20 donde T^* es la referencia del par de torsión aplicado, T_{ω}^* es la salida del par de torsión del regulador de velocidad de accionamiento, y T_{cff}^* es el par de torsión de avance del comando total (también denominado en la presente descripción como el comando de par de torsión de avance).

25
$$\Delta d_{est} = 2 * g \left[\frac{T^* - T_{cff}^*}{\pi * L * a^*} \right] / (R_o^4 - R_i^4)$$
 Ecuación 5

30 Sustituir en las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 produce el error en la densidad, Δd_{est} , como se muestra en la ecuación 5.

El cambio estimado en la densidad 158 (es decir, Δd_{est}) se calcula en consecuencia y se transmite al módulo de cálculo de inercia 136. Más específicamente, el error de densidad estimado 154 calculado por el módulo de cálculo del error de densidad 152 se usa con las ecuaciones descritas anteriormente para determinar el cambio de densidad requerido. En una modalidad, el módulo observador 156 usa el conocimiento del sistema de manejo de trama 21 (por ejemplo, las ecuaciones descritas anteriormente) para establecer el cambio estimado en la densidad 158 igual al error de densidad estimado 154.

El módulo de cálculo de inercia 136 calcula la inercia en base al cambio estimado en la densidad 158. Más específicamente, el módulo de cálculo de inercia 136 suma el cambio estimado en la densidad 158 y un valor de densidad actual del rollo enrollado 25 para obtener un valor de densidad ajustado. El valor de densidad actual puede ser un valor "codificado" introducido por un usuario o un administrador en base a un valor de densidad típico para el material de la trama continua 23b. Alternativamente, el valor de densidad actual puede ser el valor de densidad de un cálculo anterior del módulo de cálculo de inercia 136 (por ejemplo, el valor de densidad ajustado anterior). El valor de densidad ajustado se multiplica por el término ($r^4 * \pi * l * a$) descrito anteriormente para obtener el comando de par de torsión de inercia 138.

En consecuencia, el controlador de accionamiento 73 calcula una densidad estimada del rollo enrollado 25 en base a la salida del regulador de velocidad de accionamiento 104 e incorpora la densidad estimada en una trayectoria de avance de compensación de inercia (por ejemplo, el módulo de cálculo de inercia 136) para facilitar la reducción de la salida del regulador de velocidad de accionamiento 104 a cero. Por lo tanto, el controlador de accionamiento 73 facilita que un motor 102 siga con mayor precisión una trayectoria de velocidad de accionamiento durante los periodos de aceleración o desaceleración en comparación con al menos algunos sistemas del estado de la técnica.

Cuando se introducen los elementos de la presente invención o la(s) modalidad(es) preferida(s) de la misma, los artículos "un", "una", "el/la" y "dicho/dicha" se refieren a que hay uno o más de los elementos. Los términos "que comprende", "que incluye" y "que tiene" pretenden ser inclusivos y significan que puede haber elementos adicionales además de los elementos enumerados.

60 Como podrían realizarse varios cambios en las construcciones anteriores sin apartarse del alcance de la invención, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior o mostrada en las figuras adjuntas se interprete como ilustrativa y no en un sentido limitativo.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador (73) para un motor (102) configurado para hacer girar un rollo de material, el controlador que comprende:
 5 un regulador de velocidad de accionamiento (104) configurado para generar un comando de par de torsión inicial (120) basado en una diferencia entre un punto de ajuste de velocidad (110) y una velocidad de accionamiento medida (112) del motor; **caracterizado por**
 un módulo observador (156) configurado para estimar un error de densidad (158) del rollo de material, en donde el comando de par de torsión inicial se ajusta en base al error de densidad para obtener un comando de par de torsión total (142); y
 10 un regulador de par de torsión (106) configurado para controlar el motor en base al comando de par de torsión total.
2. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 1, en donde el módulo observador (156) se configura para transmitir el error de densidad estimado (158) a un módulo de cálculo de inercia (136) configurado para calcular una inercia del rollo de material.
3. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 2, en donde el módulo de cálculo de inercia (136) se configura para generar un comando de par de torsión de inercia (138) en base a la inercia calculada del rollo de material.
4. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 3, en donde un comando de par de torsión de avance (140) se añade al comando de par de torsión inicial (120) para obtener el comando de par de torsión total (142).
- 25 5. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 4, en donde el comando de par de torsión de avance (140) se basa al menos parcialmente en el comando de par de torsión de inercia (138).
6. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 5, en donde un comando de par de torsión de amortiguación (130) se genera en base a una cantidad esperada de fricción de amortiguación del motor (102), el comando de par de torsión de avance (140) que se basa además en el comando de par de torsión de amortiguación.
- 30 7. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 6, en donde un comando de par de torsión de fricción de Coulomb (126) se genera en base a una cantidad esperada de la fricción de Coulomb experimentada por el motor (102), el comando de par de torsión de avance (140) que se basa además en el comando de par de torsión de fricción de Coulomb.
- 35 8. Un sistema de manejo de trama (21) para su uso con un rollo de material, el sistema de manejo de trama que comprende:
 40 un motor (102) configurado para desenrollar y enrollar el rollo de material; y
 un controlador (73) configurado para controlar una velocidad de accionamiento del motor, el controlador que comprende:
 un regulador de velocidad de accionamiento (104) configurado para generar un comando de par de torsión inicial (120) basado en una diferencia entre un punto de ajuste de velocidad y una velocidad de accionamiento medida del motor; **caracterizado por**
 45 un módulo observador (156) configurado para estimar un error de densidad del rollo de material, en donde el comando de par de torsión inicial se ajusta en base al error de densidad para obtener un comando de par de torsión total (142); y
 un regulador de par de torsión (106) configurado para controlar el motor en base al comando de par de torsión total.
 50
9. El sistema de manejo de la trama (21) como se expone en la reivindicación 8, en donde el módulo observador (156) se configura para transmitir el error de densidad estimado a un módulo de cálculo de inercia (136) configurado para calcular una inercia del rollo de material.
- 55 10. El sistema de manejo de trama (21) como se expone en la reivindicación 9, en donde el módulo de cálculo de inercia (136) se configura para generar un comando de par de torsión de inercia (138) basado en la inercia calculada del rollo de material.
- 60 11. El sistema de manejo de trama (21) como se expone en la reivindicación 10, en donde un comando de par de torsión de avance (140) se añade al comando de par de torsión inicial (120) para obtener el comando de par de torsión total (142).
- 65 12. El sistema de manejo de trama (21) como se expone en la reivindicación 11, en donde el comando de par de torsión de avance (140) se basa al menos parcialmente en el comando de par de torsión de inercia (138); en donde opcionalmente se genera un comando de par de torsión de amortiguación

- (130) en base a una cantidad esperada de fricción de amortiguación del motor, el comando de par de torsión de avance que se basa además en el comando de par de torsión de amortiguación; y en donde opcionalmente se genera un comando de par de torsión de fricción de Coulomb (126) en base a una cantidad esperada de fricción de Coulomb experimentada por el motor, el comando de par de torsión de avance que se basa además en el comando de par de torsión de fricción de Coulomb.
- 5
13. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 1 o el sistema de manejo de trama (21) como se expone en la reivindicación 8, en donde el módulo observador (156) se habilita si el rollo de material se acelera o desacelera.
- 10
14. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 1 o el sistema de manejo de la trama (21) como se expone en la reivindicación 8, en donde el módulo observador (156) se deshabilita si el rollo de material se mantiene a una velocidad sustancialmente constante.
- 15
15. El controlador (73) como se expone en la reivindicación 1 o el sistema de manejo de trama (21) como se expone en la reivindicación 8, en donde el módulo observador (156) se configura para estimar el error de densidad del rollo de material en base al comando de par de torsión inicial (120) del regulador de velocidad de accionamiento (104).

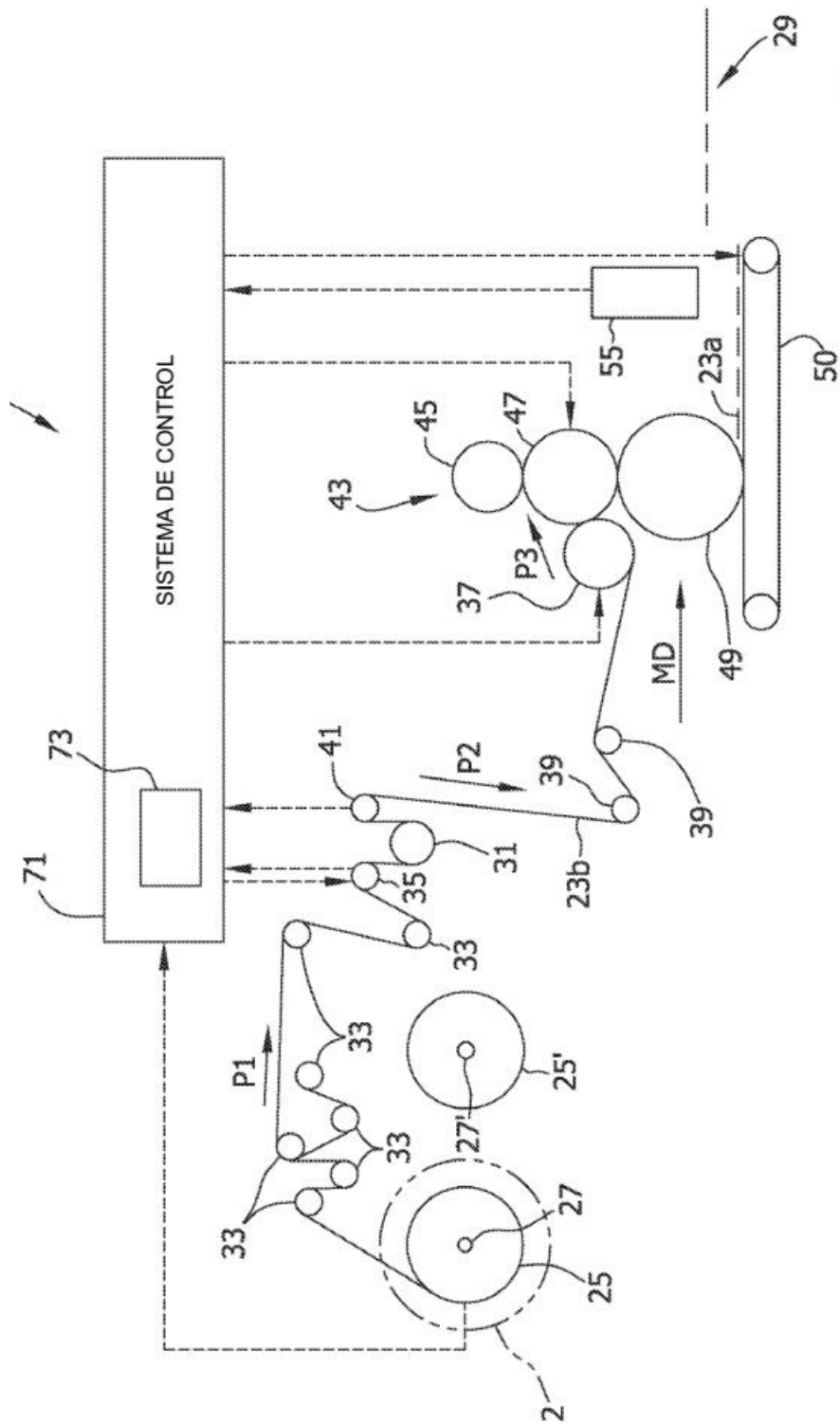


Figura 1

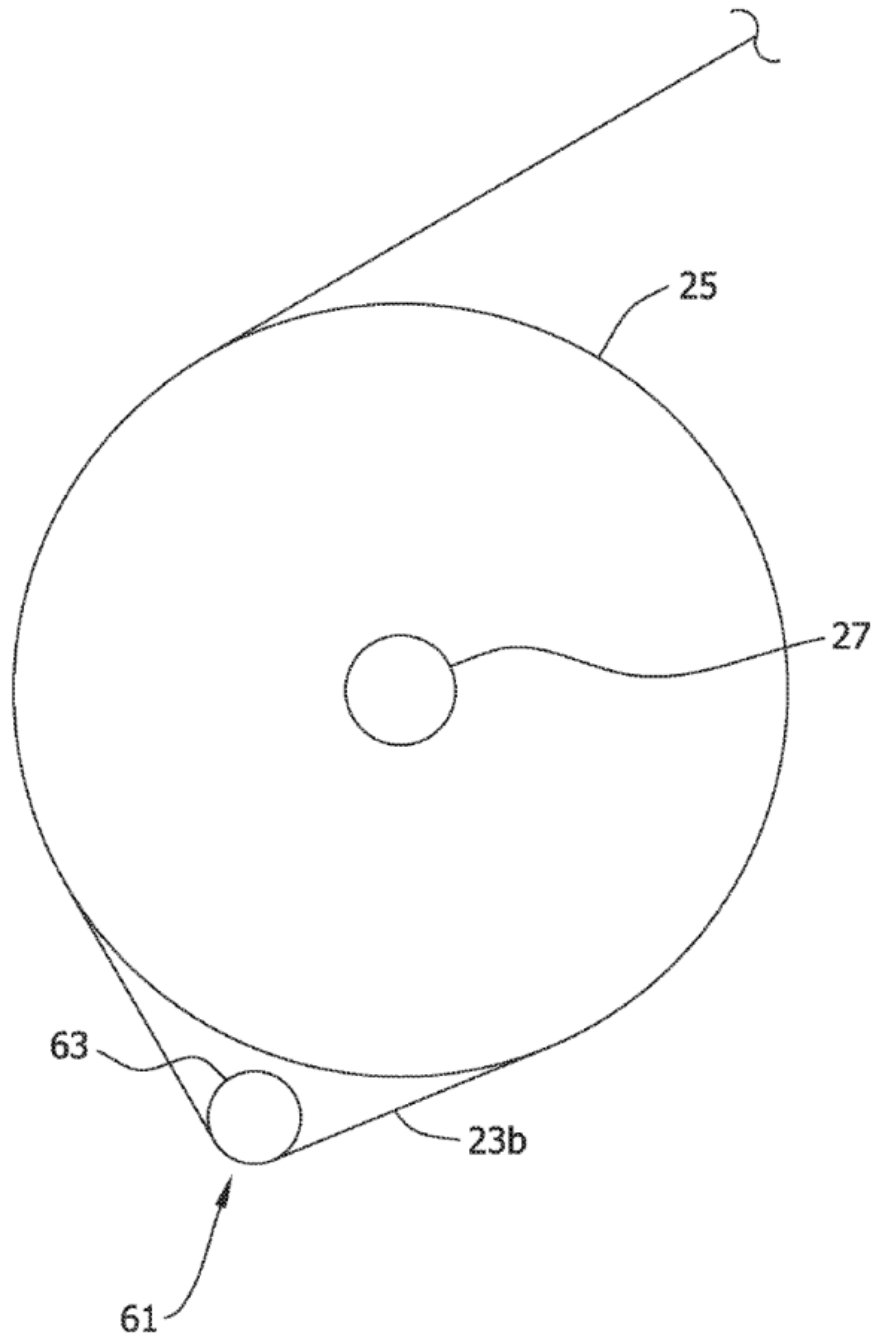


Figura 2

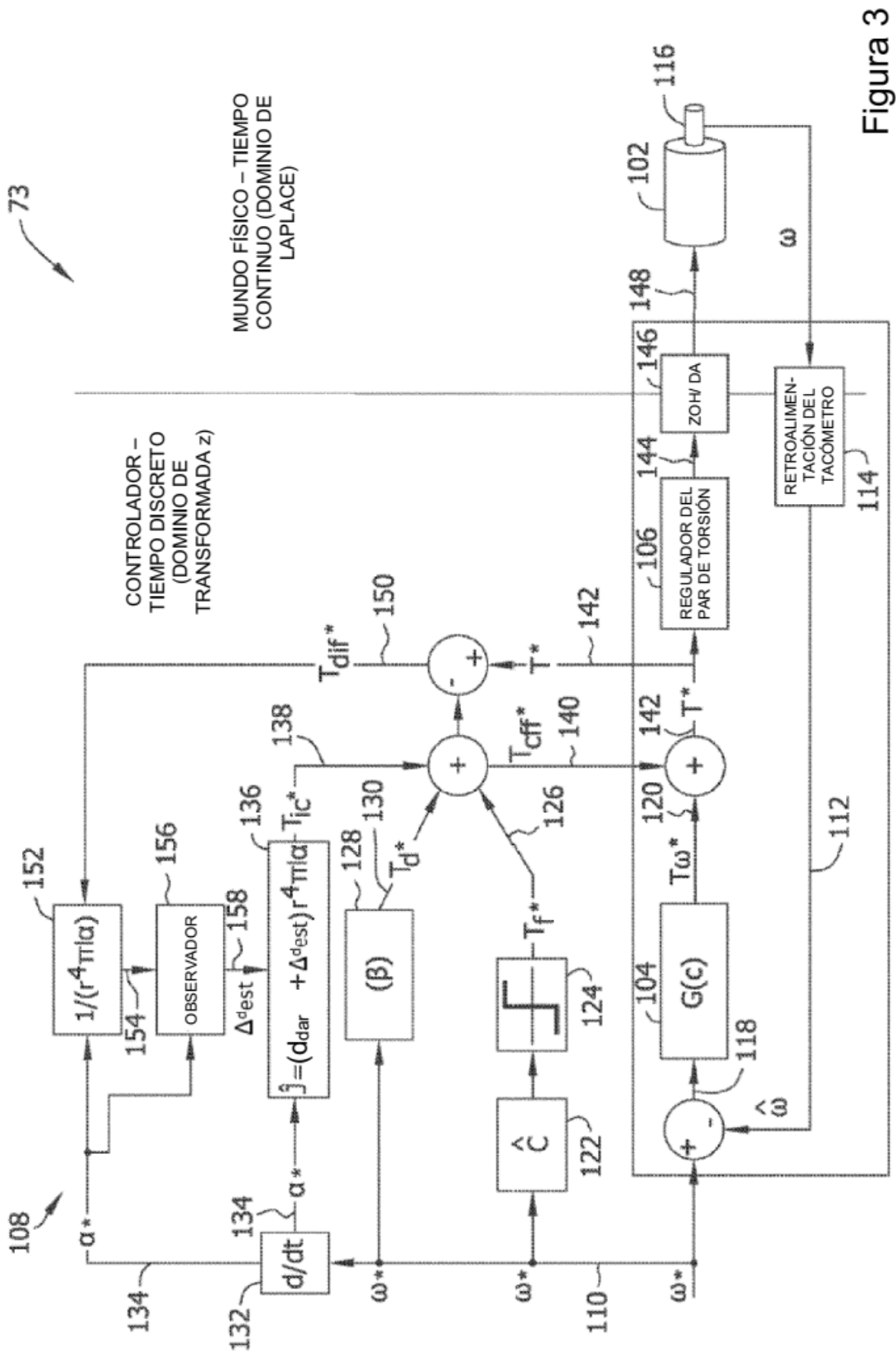


Figura 3