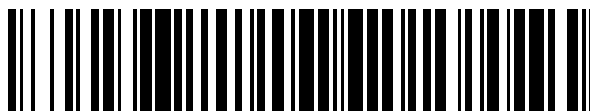


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 918 779**

51 Int. Cl.:

B65G 33/14 (2006.01)

B65G 33/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2017 PCT/IB2017/056026**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2018 WO18060955**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2017 E 17791163 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2022 EP 3519330**

54 Título: **Transportador de tornillo para transportar material en polvo, en particular cemento o similar**

30 Prioridad:

29.09.2016 IT 201600097907

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

20.07.2022

73 Titular/es:

WAMGROUP S.P.A. (100.0%)

Strada degli Schiocchi, 12

41124 Modena, IT

72 Inventor/es:

MARCHESINI, VAINER

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 918 779 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

Transportador de tornillo para transportar material en polvo, en particular cemento o similar

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un transportador de tornillo para transportar un material en polvo, en particular cemento o similar.

De hecho, este transportador de tornillo también es adecuado para transportar otros “productos deslizantes” casi fluidos, que, en uso, llegan al transportador de tornillo cuando ya se han aireado, tales como, por ejemplo cementos, cales, productos de relleno y similares. Por tanto, lo que se presenta a continuación no puede aplicarse a materiales tales como arena y grava, que no son productos deslizantes en el sentido anteriormente mencionado.

10 **Antecedentes de la técnica**

En la técnica se conoce bien que tales productos deslizantes (cementos, cales, productos de relleno, etc.) están normalmente contenidos en silos que están dotados en el interior de uno o más dispositivos (tales como uno o más chorros de aire comprimido) para fluidizar con un gas el producto en polvo incluso antes de su entrada en el canal del transportador de tornillo.

15 Por tanto, el término “aireación” se refiere en este caso a las propiedades de determinados materiales compuestos por partículas finas (tales como, por ejemplo, cementos, cales, productos de relleno, etc.) en cuya masa las partículas se separan por medio de la absorción y la distribución de aire de fluidización.

Por esos motivos, la densidad de los materiales durante su uso se reduce, y la mezcla de material particulado/gas muestra temporalmente algunas de sus propiedades de fluido.

20 Habitualmente, cuanto mayor es la aireación, mayor es la fluidez de la masa aireada.

Además, ya se conoce que la probabilidad de que un material aireado de este tipo tenga comportamientos casi fluidos es inversamente proporcional al tamaño de las partículas que forman la masa de material.

En algunas realizaciones, el soplado de aire de fluidización al interior del material puede ir junto con vibraciones mecánicas o neumáticas inducidas en la masa de material para obtener un comportamiento casi fluido.

25 Además, se sabe bien que, además de aire, pueden usarse otros gases para proporcionar una fluidez apreciable al material en polvo tales como, por ejemplo, nitrógeno, dióxido de carbono, etc. Sin embargo, se ha encontrado que la eficiencia del sistema aumenta limitando lo más posible la turbulencia dentro del producto casi fluido.

Con respecto a esto, se ha encontrado experimentalmente que la turbulencia es directamente proporcional a los saltos diferenciados del paso de tornillo de transportador; en este sentido, la soldadura de tramos de tornillo individuales también representa saltos diferenciados con una pérdida consiguiente de eficiencia del dispositivo de transportador.

30 Por tanto, existe una necesidad de estudios dirigidos a la producción de tornillos de transportador (también conocidos como “tornillos de Arquímedes”) diseñados para transportar materiales en polvo aireados con un consumo de potencia óptimo, que sea significativamente inferior al de los dispositivos actuales.

35 Por tanto, uno de los objetivos de la presente invención es la reducción de la potencia absorbida por el dispositivo cuando se transporta el material a través de una serie de enfoques estructurales.

Normalmente, en realizaciones de la técnica anterior, todo el transportador de tornillo tiene el mismo paso en cualquier punto.

40 Sin embargo, un reciente estudio exhaustivo de fenómenos mecánicos y de dinámica de fluidos que se producen dentro del transportador de tornillo ha mostrado la importancia de dividir el transportador de tornillo en porciones de tornillo con diferentes características funcionales con el objetivo de maximizar la eficiencia de cada porción de tornillo.

Por tanto, se han creado transportadores de tornillo que están divididos en porciones de tornillo, dispuestas en serie, con diferentes características geométricas; teniendo cada porción de tornillo un paso constante distinto del de la porción de tornillo anterior y del de la siguiente porción de tornillo.

45 En tales realizaciones recién concebidas, las diferentes porciones de tornillo tienen diferentes pasos para realizar funciones particulares tales como extraer, compactar y transportar el material.

Por ejemplo, el documento EP-A2-0 816 938 (MITA INDUSTRIAL Co. LTD) da a conocer una solución que implica el uso de diferentes porciones de tornillo con diferentes pasos, dispuestas en serie. Sin embargo, cada porción de tornillo tiene el mismo paso en cada punto.

50

Sin embargo, a pesar de algunos aspectos positivos, estas soluciones no resuelven el problema de minimizar el consumo de potencia para transportar material en polvo y maximizar el llenado de las espirales.

5 También se ha observado que, si los tornillos de transferencia realizados según las enseñanzas del documento EP-A2-0 816 938 (MITA INDUSTRIAL CO. LTD) presentan una inclinación con un determinado ángulo (por ejemplo, para levantar el material en polvo del suelo al piso de un edificio) muestran una baja eficiencia (pérdida de potencia) para transportar el material en polvo.

Además, el documento US-B-3 056 487 (KIPPER) da a conocer un tornillo de transferencia para transportar un material de desecho fibroso que se deriva, por ejemplo, del procesamiento de caña de azúcar.

10 El transportador de tornillo descrito en el documento US-B-3 056 487 (KIPPER) incluye un tornillo de transferencia y un canal que contiene el tornillo de transferencia. Los pasos de tornillo varían según una ley de variación continua.

15 Sin embargo, el transportador de tornillo descrito en el documento US-B-3 056 487 (KIPPER) no es adecuado para instalarse en una planta compleja para transportar un material en polvo aireado, por ejemplo una mezcla de cemento en polvo y aire (o cualquier otro gas adecuado). En particular, este transportador de tornillo no es adecuado porque no permite un llenado óptimo de las espirales del tornillo de transferencia durante la etapa de llenado, por un lado, y durante la etapa de aceleración y lanzamiento, por el otro.

Por tanto, la solución técnica propuesta por la presente invención pretende superar las desventajas anteriormente mencionadas. El documento CN2661644Y da a conocer un transportador de tornillo según el preámbulo de la reivindicación 1.

Divulgación de la invención

20 Por tanto, el objetivo principal de la presente invención es proporcionar un transportador de tornillo para transportar un material en polvo aireado en el que se minimice el residuo en polvo diseñando cuidadosamente las diversas porciones de tornillo en el transportador de tornillo, en particular seleccionando cuidadosamente para cada porción de tornillo la ley que regula las variaciones de paso de los puntos que pertenecen a esa porción de tornillo particular.

25 Por tanto, la presente invención proporciona un transportador de tornillo para transportar un material en polvo según la reivindicación 1 o según cualquiera de las reivindicaciones, directa o indirectamente, dependientes de la reivindicación 1.

30 En particular, en una "porción de tornillo de transferencia" del material en polvo, los pasos de los diversos puntos que pertenecen a esa "porción de tornillo de transferencia" varían más que los pasos de los puntos que pertenecen a una "porción de tornillo de extracción" que está "aguas arriba" de dicha "porción de tornillo de transferencia" en el sentido de avance del material.

De tal manera, tal como se da mejor a conocer a continuación, la densidad del material disminuye (enrarecimiento) mientras pasa desde la "porción de tornillo de transferencia" hasta la "porción de tornillo de extracción".

35 El aumento gradual del paso de los puntos que pertenecen a una misma porción de tornillo reduce en gran medida la resistencia al avance del material, porque ya no hay partículas finas aglomeradas y compactas que deben deslizarse sobre el tornillo para avanzar, sino más bien partículas finas diluidas y enrarecidas que en vez de eso deben empujarse.

Además, el aumento del paso de los puntos que pertenecen a una "porción de tornillo de aceleración y lanzamiento" del material en polvo debe ser incluso más pronunciado, estando tal "porción de tornillo de aceleración y lanzamiento" aguas abajo de la "porción de tornillo de transferencia" anteriormente mencionada.

40 De hecho, la potencia del producto casi fluido facilitada por el mezclado íntimo de las partículas con el gas (aire, nitrógeno, dióxido de carbono, etc.) al final de la "porción de tornillo de aceleración y lanzamiento" debe superar fácilmente cualquier soporte intermedio sin tornillo del transportador de tornillo. Además, tal como se muestra en una realización particular de la presente invención, una "porción de tornillo antisifonaje" está preferiblemente insertada entre la "porción de tornillo de transferencia" y la "porción de tornillo de aceleración y lanzamiento" para evitar lo que se denomina "efecto de sifonaje", mostrando dicha porción de tornillo antisifonaje una reducción repentina y momentánea de los pasos de los puntos que pertenecen a esa porción de tornillo.

50 El "efecto de sifonaje" tiene lugar cuando la velocidad de flujo efectiva del transportador de tornillo es mayor que la que se había calculado y era teóricamente posible. Tal fenómeno se produce con fluidos o productos casi fluidos, debido a su propia naturaleza o porque están fluidizados. Por tanto, el material fluidizado tiene una alta fluidez e inercia y, de manera inadvertida, tiende a presentar fugas a partir del transportador de tornillo; e incluso cuando se detiene la planta, el material fluidizado continúa presentando fugas de manera inadvertida por inercia a partir de la planta.

Este problema también está relacionado con la inclinación del transportador de tornillo. En particular, cuanto mayor es el ángulo de inclinación del transportador de tornillo, menor es el "efecto de sifonaje".

Tal como se mencionó anteriormente, el sifonaje del material fluidizado en un tramo preciso del transportador de tornillo puede evitarse reduciendo el paso, creando por tanto una especie de "acumulación de producto" (esencialmente una especie de "tapón" de material) para aumentar el nivel de llenado del dispositivo.

5 Se ha encontrado experimentalmente que una variación del paso de los puntos dentro de una porción de tornillo dada del transportador de tornillo maximiza la eficiencia de transporte y reduce significativamente la cantidad de potencia consumida para el transporte.

Por tanto, el objeto de la presente invención es un transportador de tornillo para transportar un material en polvo, en particular cemento. El transportador de tornillo incluye:

- un tornillo de transferencia; y

10 - un canal que contiene el tornillo; estando el canal dotado de una sección de entrada y una sección de salida del material en polvo.

El transportador de tornillo está caracterizado porque el tornillo comprende:

15 - al menos una primera porción de tornillo que tiene una primera ley de variación continua de los pasos de tornillo, que puede representarse gráficamente por medio de una primera función que tiene, en al menos un tramo, una primera derivada distinta de cero; y

- al menos una segunda porción de tornillo que tiene una segunda ley de variación continua de los pasos de tornillo, que puede representarse gráficamente por medio de una segunda función que tiene, en al menos un tramo, una primera derivada distinta de cero. La primera ley de variación continua de los pasos es diferente de la segunda ley de variación continua de los pasos.

20 Dicho de otro modo, una primera función gráficamente representable corresponde a una primera ley de variación continua de los pasos de tornillo, mientras que una segunda función, que también puede representarse gráficamente, corresponde a una segunda ley de variación continua de los pasos de tornillo.

Breve descripción de los dibujos

25 Para entender mejor la presente invención, ahora se describirán algunas realizaciones, haciendo tres de ellas referencia a la técnica anterior y haciendo las otras dos referencias a la presente invención, en las que:

la figura 1 (con el gráfico relativo de la figura 1a) muestra esquemáticamente una sección longitudinal de una porción de tornillo de un tornillo que tiene un paso constante (técnica anterior);

la figura 2 (con el gráfico relativo de la figura 2a) muestra esquemáticamente una sección longitudinal de una porción de tornillo que tiene un paso que varía según una función escalonada (técnica anterior);

30 la figura 3 (con el gráfico relativo de la figura 3a) muestra esquemáticamente una sección longitudinal de una porción de tornillo que tiene un paso que varía de manera continua según una línea recta inclinada o una curva (técnica anterior);

la figura 4 (con el gráfico relativo de la figura 4a) muestra esquemáticamente una sección longitudinal de una primera realización de un transportador de tornillo realizado según las enseñanzas de la presente invención; y

35 la figura 5 (con el gráfico relativo de la figura 5a) muestra esquemáticamente una sección longitudinal de una segunda realización de un transportador de tornillo realizado según las enseñanzas de la presente invención.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

40 Con respecto a esto, la distancia axial (a lo largo de un eje de simetría longitudinal del tornillo) que separa cualquier punto de la cresta de su homólogo en la siguiente cresta se definirá en el presente documento como el "paso" de un punto de la cresta de tornillo (PTC). Además, una "porción de tornillo" (SEC) indica cualquier porción de un tornillo posiblemente enrollada alrededor de un tubo central con la misma ley de variación de los pasos de los puntos; pudiendo representarse dicha ley de variación de los pasos de los puntos mediante una función que tiene en cualquier punto una primera derivada distinta de cero.

45 Además, en este contexto, el término "tramo" indica una "envergadura" dentro de la "porción de tornillo" (SEC) anteriormente mencionada. Además, tal como ya se conoce a partir del teorema de Fermat sobre puntos estacionarios, en cualquier función, la primera derivada es igual a cero cuando la tangente es horizontal; es decir en puntos máximos, en puntos mínimos o en puntos de inflexión con una tangente horizontal.

50 En el primer ejemplo que hace referencia a la técnica anterior, mostrado en la figura 1 y en el gráfico correspondiente de la figura 1a, cualquier punto (PNT1) de un tornillo 70 tiene un paso (PTC1) igual al paso de otro punto (PNT2) cerca del mismo (en el que (L) es la distancia geométrica de cualquier punto del tornillo 70 desde un

punto de partida (P0) (punto cero)).

5 En más detalle, el gráfico de la figura 1a muestra gráficamente la ley de variación del paso (en este caso, constante) del tornillo tomando el eje de simetría longitudinal (X) como el eje de las abscisas y tomando el eje de los valores de los pasos como el eje de las ordenadas. Por tanto, en este caso, la “ley de variación de los pasos de los puntos” se representa mediante una línea recta en el eje de las ordenadas, paralela al eje de las abscisas (es decir, el eje de simetría longitudinal (X) del tornillo 70), indicando la línea recta en el presente caso la constancia del valor del paso (PTC) en cualquier punto (PNT1) (PNT2) del tornillo 70.

10 Si, por otro lado (figura 2 y gráfico relativo de la figura 2a, técnica anterior), hay un paso diferenciado desde una “primera porción de tornillo” (SEC1) del tornillo 70 hasta una “segunda porción de tornillo” (SEC2) (todavía del tornillo 70), esto significa que hay un paso desde un paso (PTC1) de todos los puntos que pertenecen a la primera porción de tornillo (SEC1) hasta un paso (PTC2) de todos los puntos que pertenecen a la segunda porción de tornillo (SEC2); y esta es la situación realmente descrita y mostrada en el documento EP-A2-0 816 938 (MITA INDUSTRIAL CO. LTD).

15 Por tanto, tal como se muestra en la figura 2, haciendo todavía referencia a un caso de la técnica anterior, hay una primera “ley de variación de los pasos de los puntos” representada por una primera línea recta, paralela al eje de las abscisas (gráfico de la figura 2a), que indica la constancia del valor del paso (PTC1) en cualquier punto (PNT1’), (PNT2’) de la “primera porción de tornillo” (SEC1) del tornillo 70.

20 Además, todavía en la figura 2 (técnica anterior), hay una segunda “ley de variación de los pasos de los puntos” representada mediante una segunda línea recta, paralela al eje de las abscisas (gráfico de la figura 2a), que indica la constancia del valor del paso (PTC2) en cualquier punto (PNT1’), (PNT2’) de la “segunda porción de tornillo” (SEC2) del tornillo 70. Con respecto a esto, el gráfico de la figura 2a también representa gráficamente la ley de variación de los pasos de tornillo tomando el eje de simetría longitudinal (X) del tornillo como el eje de las abscisas y el eje de los valores de los pasos como el eje de las ordenadas.

25 La figura 3 y el gráfico correspondiente de la figura 3a, que hacen referencia a un tercer caso todavía perteneciente a la técnica anterior, muestran una situación en la que una porción de tornillo (SEC3) tiene una misma ley de variación de los pasos (PTC) de los puntos individuales (PNT) que forman el tornillo 70.

El gráfico de la figura 3a también representa gráficamente la ley de variación de los pasos de tornillo tomando el eje de simetría longitudinal (X) como el eje de las abscisas y el eje de los valores de los pasos como el eje de las ordenadas.

30 Tal como ya se conoce, la variación de velocidad (aceleración) puede ser proporcional al tiempo (movimiento acelerado de manera uniforme) o puede estar limitada al cuadrado del tiempo (véase a continuación) o a otros tipos de funciones.

35 Por tanto, si, tal como se muestra en la figura 3 y en el gráfico de la figura 3a, el tubo central 50 se somete a una aceleración a lo largo del sentido de avance, cualquier primer punto (PNT1) de la porción de tornillo (SEC3) tendrá un paso (PTC1) distinto (en este caso menor) del paso (PTC2) de un segundo punto (PNT2) (adyacente al primer punto (PNT1)) que pertenece a la misma porción de tornillo (SEC3).

40 Dicho de otro modo, los dos puntos (PNT1) y (PNT2) que pertenecen a la misma porción de tornillo (SEC3) sólo comparten la ley de variación de velocidad (aceleración) del tubo central 50 cuando el tornillo 70 se enrolla alrededor del mismo en la fase de construcción. Esto da como resultado una diferencia de paso, de un punto a otro, en la misma porción de tornillo (SEC3).

Evidentemente, cuando se usa de manera normal el tornillo para transportar granos o material en polvo, todos los puntos que pertenecen a la cresta de una porción de tornillo dada tienen la misma velocidad angular y la misma velocidad tangencial dado que tienen la misma distancia desde el eje (X).

45 Por tanto, un aspecto denominado “estructural” del tornillo, tal como se describió anteriormente, debe distinguirse de un aspecto “funcional” del tornillo cuando está realmente montado en un transportador de tornillo.

En resumen, la figura 3a muestra una línea recta (LN) cuando la variación del paso para cada punto que pertenece a la misma porción de tornillo (SEC3) es constante, o una línea curva (CV) cuando la variación del paso para cada punto que pertenece a la misma porción de tornillo (SEC3) aumenta (o disminuye), por ejemplo con el cuadrado de la distancia entre el punto de tornillo y un punto de partida (P0) (punto cero).

50 La figura 4 indica con el número de referencia 100 en su conjunto una primera realización de un transportador de tornillo para transportar un material en polvo realizado según las enseñanzas de la presente invención.

El transportador de tornillo 100 comprende una hoja en espiral 90 de un tornillo 70 enrollada alrededor del tubo central 50 y contenida en un canal exterior 80 dotado de una sección de entrada 81 y una sección de salida 82 del material en polvo fluidizado; estas secciones se conocen con respecto al estado de la técnica. Con respecto a esto,

exactamente en una boca de carga (HP) del transportador de tornillo 100, hay una porción de tornillo (ESEC) para la extracción del material en polvo, pero no se analizará en detalle en la presente descripción porque es de un tipo conocido.

En uso, el presente transportador de tornillo 100 crea una depresión de succión.

5 Por tanto, la sección de entrada 81 es la primera sección transversal inmediatamente después de la boca de descarga de tolva (HP).

10 Se hace rotar el tornillo 70 mediante un motor eléctrico (MT). En cuanto a la construcción, el tornillo 70 realizado según las enseñanzas de la presente invención se obtiene por medio de un movimiento rototraslación de un tubo central 50 (alrededor y/o a lo largo del eje de simetría longitudinal (X) del tornillo 70) y enrollando alrededor del mismo una hoja en espiral 90.

En este caso, el eje de simetría longitudinal (X) del tornillo 70 es el mismo que el eje de simetría longitudinal del tubo central 50.

Además, en la presente invención, el tubo central 50 tiene una determinada ley de aceleración a lo largo del eje (X).

15 En la presente invención, las leyes de aceleración del tubo central 50 varían pasando desde una "porción de tornillo" (SEC) hasta otra, mientras que se usa siempre y en cualquier caso una misma hoja en espiral 90 para el mismo tornillo 70.

20 La primera realización mostrada en las figuras 4 y 4a, que tiene una longitud total del transportador de tornillo (L1) (desde la sección de entrada 81 hasta la sección de salida 82), muestra las siguientes dos porciones de tornillo 70 diferentes (aparte de la porción de tornillo de extracción (ESEC) anteriormente mencionada, cuya anchura coincide sustancialmente con la anchura de la boca de carga (HP)):

- una primera porción de tornillo de transferencia (TSEC) que tiene una longitud (L2) y que se extiende entre la sección de entrada 81 y una sección intermedia 83; teniendo la primera porción de tornillo de transferencia (TSEC), según la invención, un paso que aumenta de manera continua (según una primera ley de variación), teniendo por tanto una primera derivada distinta de cero; y

25 - una segunda porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC) que tiene una longitud (L3) y que se extiende, a su vez, desde la sección intermedia 83 hasta la sección de salida 82; teniendo la segunda porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC), según la invención, un paso que varía de manera continua (según una primera ley de variación), teniendo por tanto una primera derivada distinta de cero.

30 Generalmente, las leyes de variaciones de los pasos de los puntos que pertenecen a las porciones (TSEC) y (LSEC) son diferentes.

Además, las dos porciones (TSEC) y (LSEC) del mismo tornillo 70 se realizan ventajosamente usando la misma hoja en espiral 90 preferiblemente de metal enrollada alrededor del mismo tubo central 50.

35 Sin embargo, el tornillo 70 según la invención también puede fabricarse mediante un procedimiento de moldeo o similar. De hecho, tal como se muestra en la figura 4a, la evolución de los pasos basándose en la distancia del punto de la cresta de tornillo con respecto a un punto de partida (P0) (punto cero) puede representarse mediante una línea discontinua con dos segmentos inclinados (RT1) y (RT2); en el que el segmento inclinado (RT1) corresponde a la porción de tornillo respectiva (TSEC), mientras que el segmento inclinado (RT2) corresponde a la porción de tornillo respectiva (LSEC), siendo uno la continuación del otro.

40 El gráfico de la figura 4a también muestra gráficamente la ley de variación de los pasos de tornillo tomando el eje de simetría longitudinal (X) como el eje de las abscisas y el eje de los valores de los pasos como el eje de las ordenadas. La pendiente (β_2) del segmento inclinado (RT2) es diferente de la pendiente (β_1) del segmento inclinado (RT1).

45 En este caso, las pendientes (β_1), (β_2) del segmento (RT1) y respectivamente del segmento (RT2) representan las denominadas "primeras derivadas" de los dos segmentos (RT1), (RT2) y tales pendientes (β_1), (β_2) son ambas distintas de cero.

En particular, de manera ventajosa pero no necesaria, la pendiente (β_2) del segmento inclinado (RT2) es mayor que la pendiente (β_1) del segmento inclinado (RT1) (figura 4a).

50 Una segunda realización de la presente invención mostrada en las figuras 5, 5a, en las que los elementos correspondientes se indican con los mismos números y símbolos de las figuras 4, 4a, muestra las siguientes tres porciones de tornillo 70 diferentes (aparte de la porción de tornillo de extracción (ESEC) anteriormente mencionada, cuya anchura coincide sustancialmente con la anchura de la boca de carga (HP)):

- una primera porción de un tornillo de transferencia (TSEC) que tiene una longitud (L2), sustancialmente igual a la

primera porción análoga de las figuras 4 y 4a;

- una segunda porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC), que tiene una longitud (L3), sustancialmente igual a la segunda porción análoga de las figuras 4 y 4a; y

5 - una tercera porción de tornillo antisifonaje (ASEC) que tiene una longitud (L4); estando la tercera porción de tornillo antisifonaje (ASEC) comprendida entre la primera porción de tornillo de transferencia (TSEC) y la segunda porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC); teniendo la tercera porción de tornillo antisifonaje (ASEC) un paso que disminuye de manera continua, de un punto a otro, y un ángulo de inclinación decreciente (con una primera derivada distinta de cero).

10 El gráfico de la figura 5a también muestra gráficamente la ley de variación de los pasos de tornillo tomando el eje de simetría longitudinal (X) como el eje de las abscisas y el eje de los valores de los pasos como el eje de las ordenadas. Además, las tres porciones (TSEC), (LSEC) y (ASEC) del mismo tornillo 70 se realizan usando la misma hoja en espiral 90 preferiblemente de metal enrollada alrededor del mismo tubo central 50. Por tanto, en la segunda realización (figuras 5, 5a), que también proporciona la porción de tornillo antisifonaje (ASEC) (definida por las secciones intermedias 83 y 84) entre el primer segmento inclinado (RT1) que tiene un ángulo de inclinación (β_1) (con una primera derivada distinta de cero) y el segundo segmento inclinado (RT2) que tiene un ángulo de inclinación (β_2) (con una primera derivada distinta de cero), hay un tercer segmento inclinado (RT3) con un tercer ángulo de inclinación (β_3) (con una primera derivada distinta de cero) y que tiene un sentido opuesto con respecto a los ángulos de inclinación (β_1) y (β_2). En este caso, las pendientes (β_1), (β_2), (β_3) de los tres segmentos (RT1), (RT2), (RT3) representan las denominadas "primeras derivadas" de los tres segmentos (RT1), (RT2) y (RT3) y dichas pendientes (β_1), (β_2) y (β_3) son todas ellas distintas de cero.

En una realización adicional no mostrada, la primera ley de variación de los pasos de tornillo (PTC) es una ley lineal (correspondiente a una función, que puede representarse gráficamente mediante un segmento inclinado) mientras que la segunda ley de variación de los pasos de tornillo (PTC) es una ley curva (correspondiente a una función que puede representarse gráficamente mediante una curva).

25 Dos porciones adyacentes (TSEC), (ASEC), (LSEC) pueden estar conectadas de manera continua sin vértices en las zonas de unión. Esta solución técnica permite una mejora adicional de la eficiencia del dispositivo, evitando también la turbulencia generada mediante saltos de paso repentinos entre diferentes porciones de tornillo.

La principal ventaja del transportador de tornillo objeto de la presente invención es el hecho de que, a la misma velocidad de flujo de material en polvo, hay menos consumo de potencia (por ejemplo, potencia eléctrica consumida por el motor (MT)) para hacer rotar el tornillo de transferencia.

30 Una ventaja adicional del presente transportador de tornillo es el hecho de que funciona de manera más eficiente aunque tenga una determinada pendiente con respecto al suelo. Por ejemplo, estos transportadores de tornillo mantienen altos rendimientos incluso con ángulos de inclinación con respecto al suelo de más de 35°.

REIVINDICACIONES

1. Transportador de tornillo (100) para transportar un material en polvo, en particular cemento; comprendiendo dicho transportador de tornillo (100):
 - un tornillo de transferencia (70); y
- 5 - un canal (80) que contiene dicho tornillo de transferencia (70); estando dicho canal (80) dotado de una sección de entrada (81) y una sección de salida (82) para el material en polvo;

en el que dicho tornillo (70) comprende:

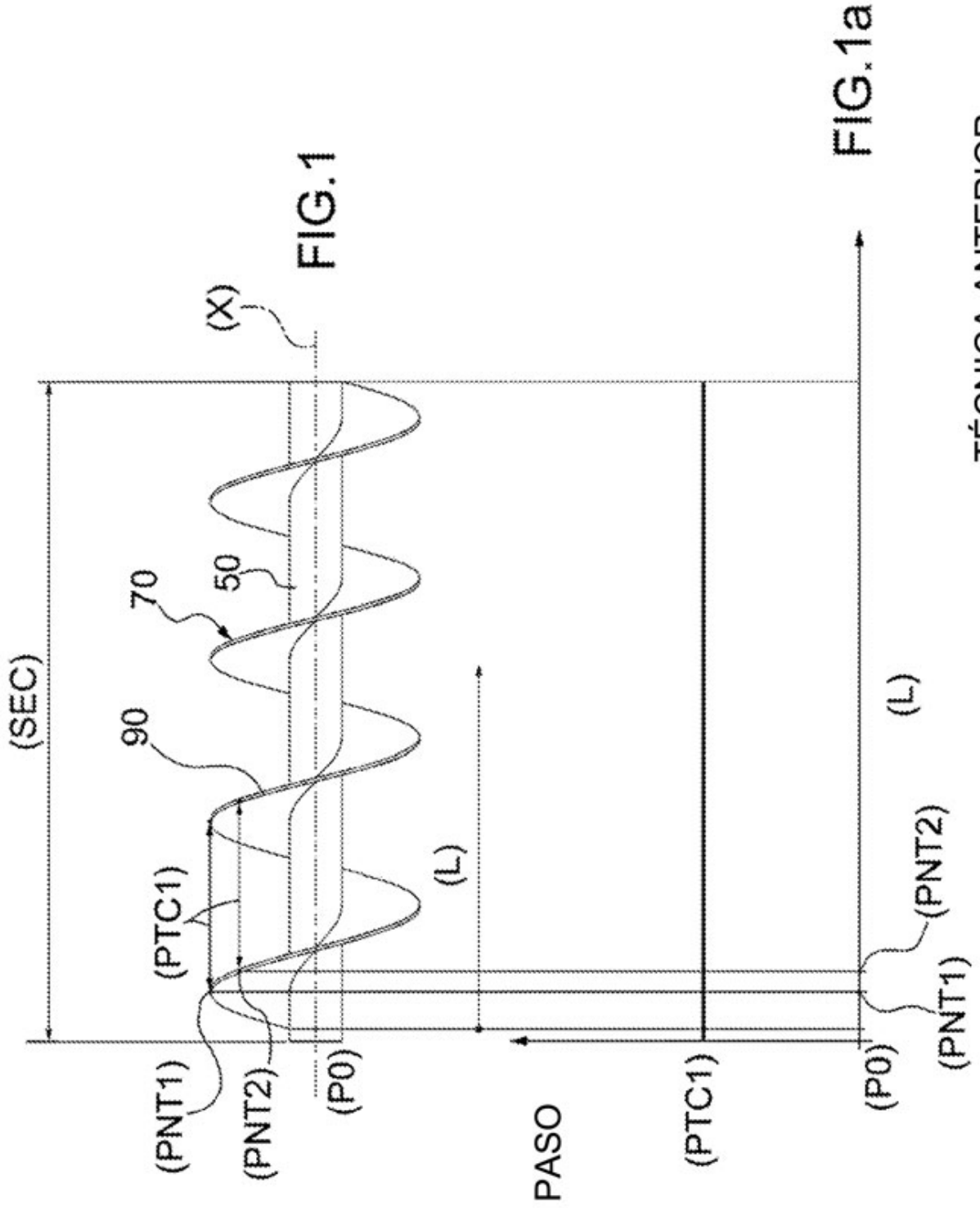
 - al menos una primera porción de tornillo ((TSEC); (ASEC)) que tiene una primera ley de variación continua de los pasos (PTC) del tornillo (70), que puede representarse gráficamente por medio de una primera función que tiene, en al menos un tramo, una primera derivada distinta de cero; y
 - al menos una segunda porción de tornillo ((LSEC); (ASEC)) que tiene una segunda ley de variación continua de los pasos (PTC) del tornillo (70), que puede representarse gráficamente por medio de una segunda función que tiene, en al menos un tramo, una primera derivada distinta de cero;

caracterizado porque dicha primera ley de variación continua de los pasos (PTC) es diferente de dicha segunda ley de variación continua de los pasos (PTC);

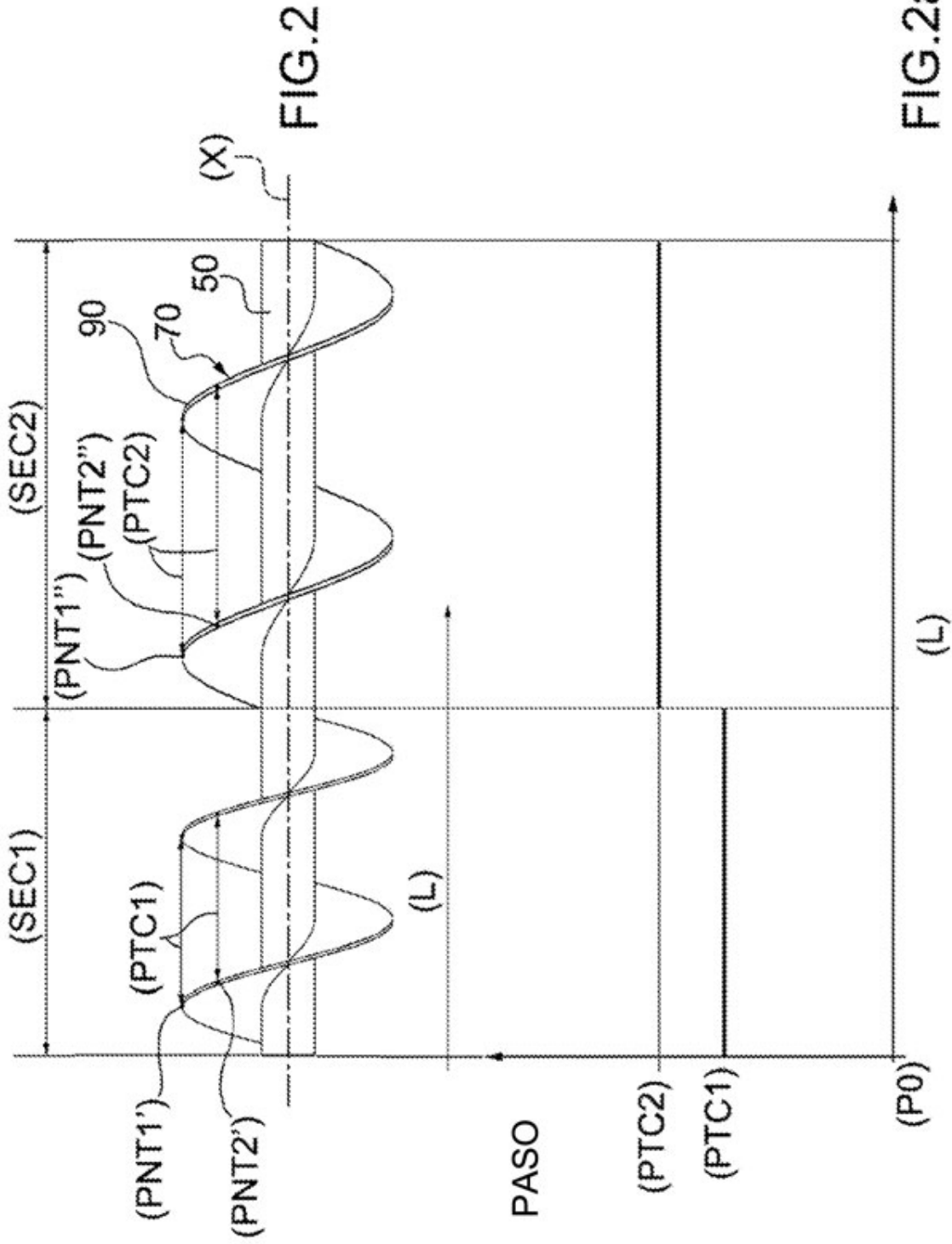
y porque el tornillo (70) comprende:

 - (a) - al menos una porción de tornillo de transferencia (TSEC) que tiene una longitud (L2), que se extiende entre una sección de entrada (81) y una sección intermedia (83) de dicho canal (80); teniendo la porción de tornillo de transferencia (TSEC) un paso que aumenta de manera continua, de un punto a otro; y
 - 20 (b) - al menos una porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC) que tiene una longitud (L3), que se extiende desde la sección intermedia (83) hasta una sección de salida (82) de dicho canal (80); teniendo la porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC) un paso que aumenta de manera continua; siendo las leyes de variación de los pasos de los puntos que pertenecen a la porción de tornillo de transferencia (TSEC) y a la porción de tornillo de lanzamiento (LSEC) diferentes una de otra.
- 25 2. Transportador de tornillo (100), según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha primera ley de variación de los pasos de tornillo (PTC) y dicha segunda ley de variación de los pasos de tornillo (PTC) son ambas leyes lineales diferentes.
3. Transportador de tornillo (100), según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha primera ley de variación de los pasos de tornillo (PTC) y dicha segunda ley de variación de los pasos de tornillo (PTC) son ambas leyes curvas diferentes.
- 30 4. Transportador de tornillo (100), según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha primera ley de variación de los pasos de tornillo (PTC) es una ley lineal y dicha segunda ley de variación de los pasos de tornillo (PTC) es una ley curva.
5. Transportador de tornillo (100), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la ley de variación del paso, de un punto a otro, de dicha al menos una porción de tornillo de transferencia (TSEC) puede representarse mediante una primera línea recta que tiene un primer ángulo de inclinación (β_1), y
- 35 porque la ley de variación del paso, de un punto a otro, de dicha al menos una porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC) puede representarse mediante una segunda línea recta que tiene un segundo ángulo de inclinación (β_2) diferente de dicho primer ángulo de inclinación (β_1).
- 40 6. Transportador de tornillo (100), según la reivindicación 5, caracterizado porque el segundo ángulo de inclinación (β_2) es mayor que el primer ángulo de inclinación (β_1).
7. Transportador de tornillo (100), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una de las leyes de variación del paso, de un punto a otro, de dicha al menos una porción de tornillo de transferencia (TSEC) o de dicha al menos una porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC) puede representarse mediante una curva (CV).
- 45 8. Transportador de tornillo (100), según la reivindicación 7, caracterizado porque la variación del paso, de un punto a otro, de dicha al menos una porción de tornillo de transferencia (TSEC) o de dicha al menos una porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC) aumenta con el cuadrado de la distancia del punto del tornillo desde un punto de partida (P0).
- 50

9. Transportador de tornillo (100), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una porción de tornillo antisifonaje (ASEC) que tiene una longitud (L4) está prevista entre dicha al menos una porción de tornillo de transferencia (TSEC) y dicha al menos una porción de tornillo de aceleración y lanzamiento (LSEC).
- 5 10. Transportador de tornillo (100), según la reivindicación 9, caracterizado porque la ley de variación del paso, de un punto a otro, de dicha al menos una porción de tornillo antisifonaje (ASEC) puede representarse mediante una tercera línea recta que tiene un tercer ángulo de inclinación (β_3) con un sentido opuesto con respecto a dicho primer ángulo de inclinación (β_1) y segundo ángulo de inclinación (β_2).
- 10 11. Transportador de tornillo (100), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dos porciones de tornillo adyacentes ((TSEC), (LSEC); (TSEC), (ASEC); (ASEC), (LSEC)) están conectadas de manera continua sin vértices en las zonas de unión.



TÉCNICA ANTERIOR



TÉCNICA ANTERIOR

FIG.3

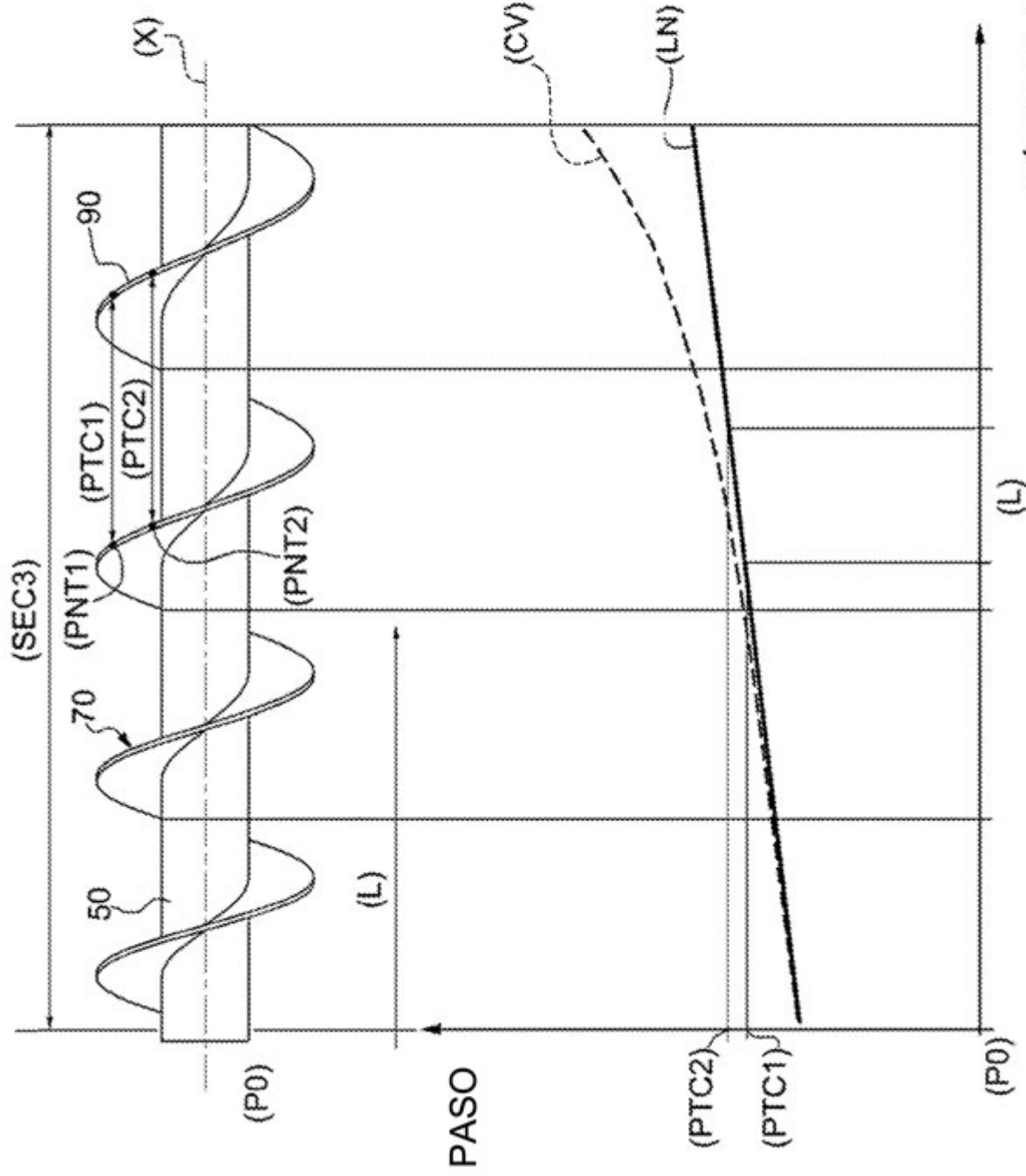


FIG.3a

TÉCNICA ANTERIOR

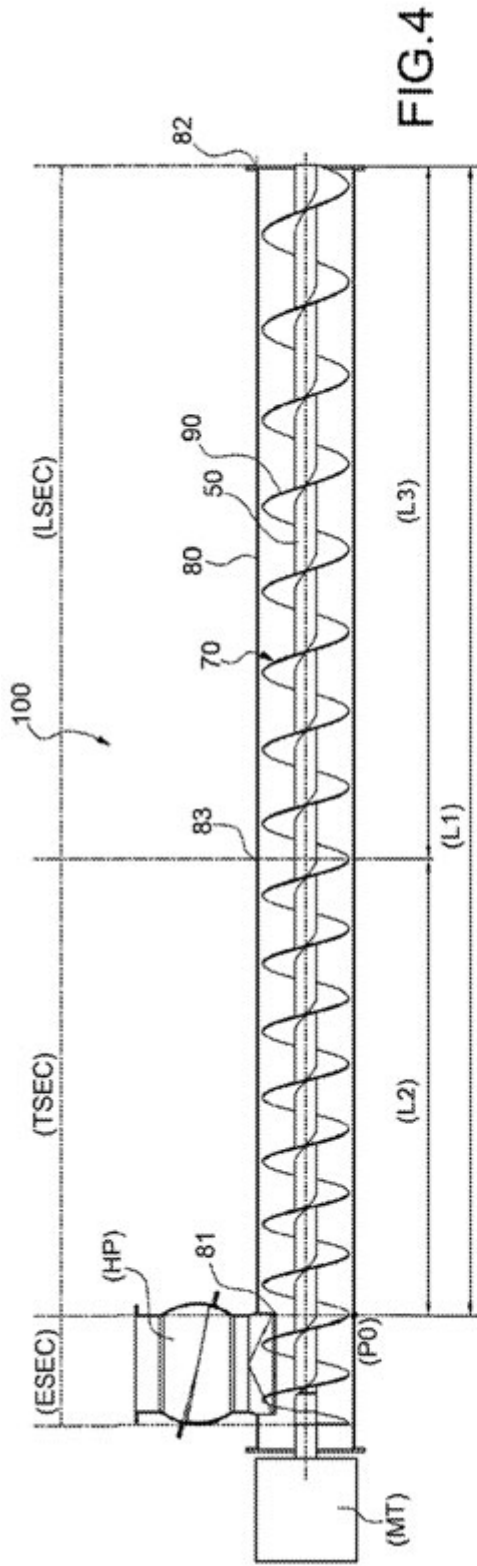


FIG. 4

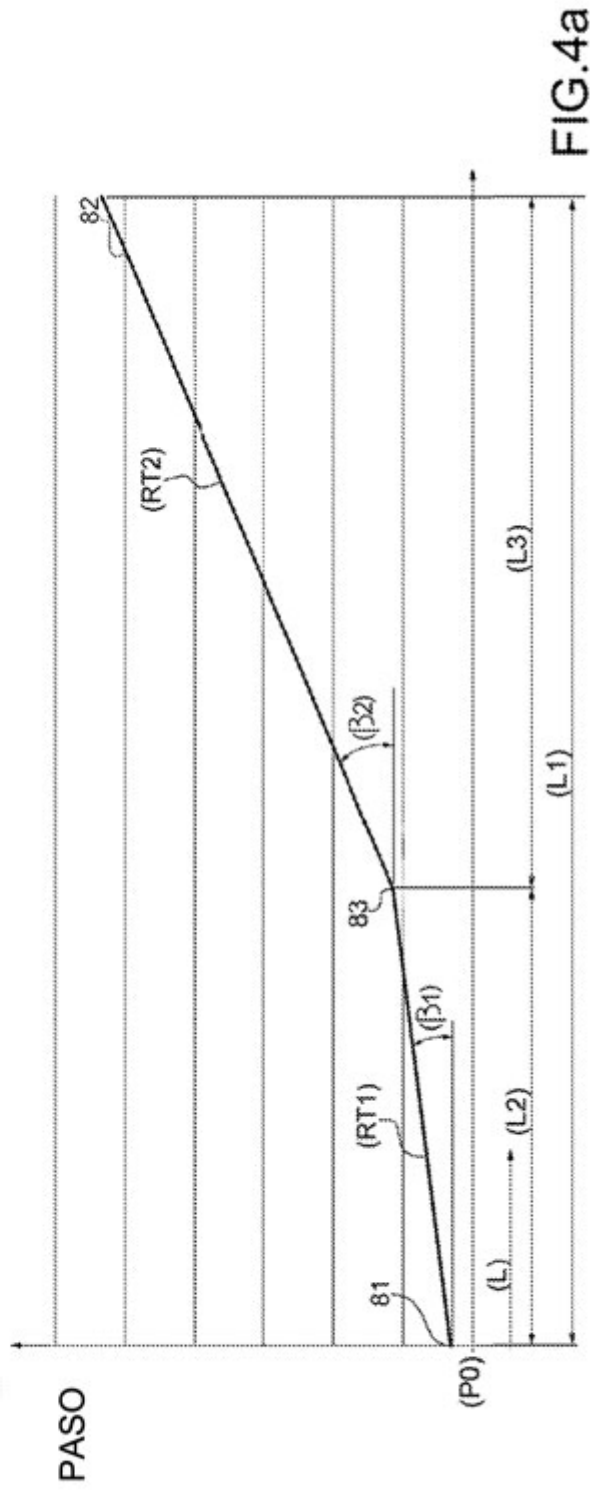


FIG. 4a

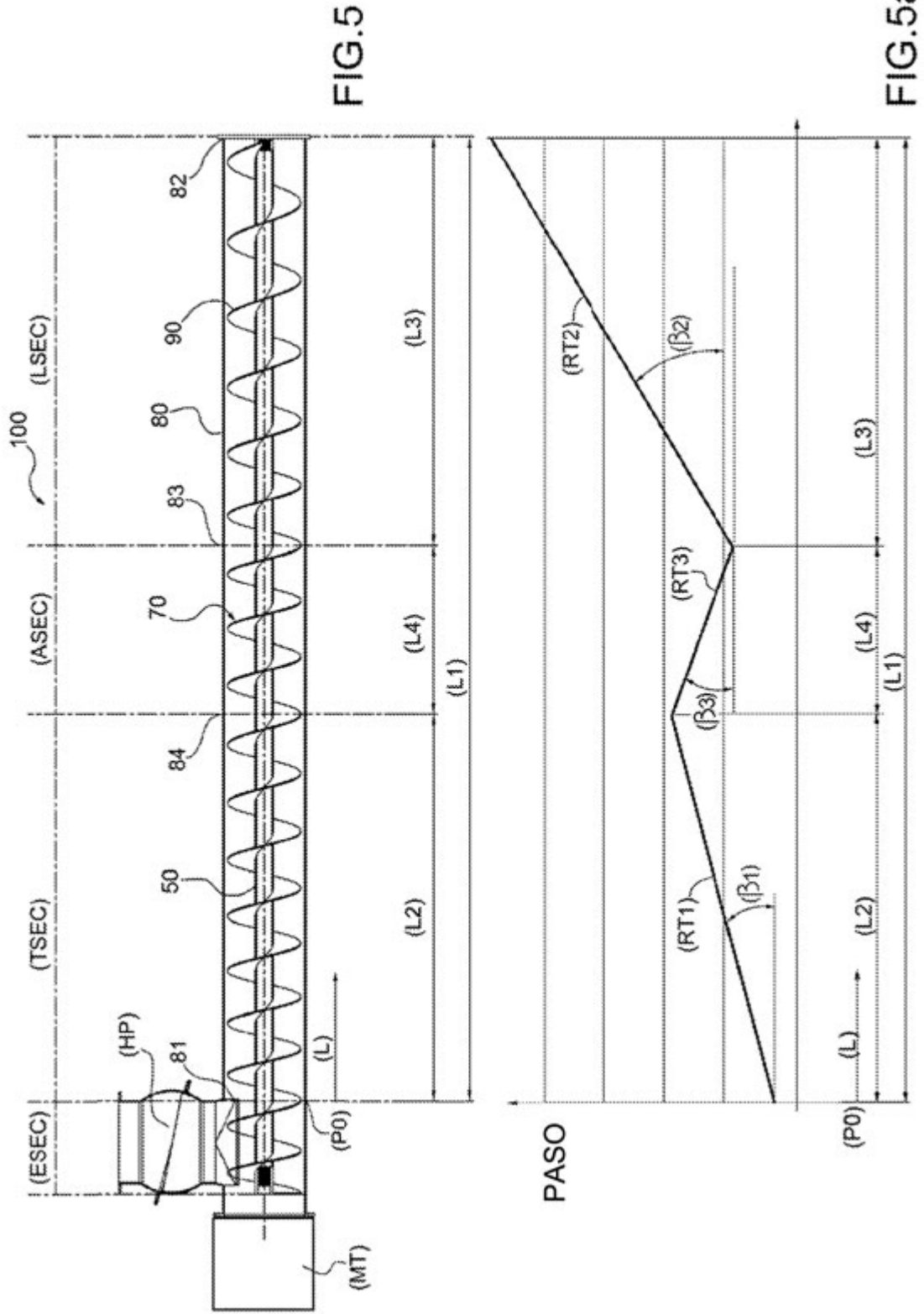


FIG.5

FIG.5a