

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 801**

51 Int. Cl.:

B21B 13/14 (2006.01)

B21B 31/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.03.2019** **PCT/FR2019/050483**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2019** **WO19170994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2019** **E 19716463 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024** **EP 3762161**

54 Título: **Procedimiento de laminado con etapa para reajustar el espacio intermedio entre el cilindro de apoyo lateral y el cilindro de soporte**

30 Prioridad:

05.03.2018 FR 1851885

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

30.08.2024

73 Titular/es:

FIVES DMS (100.0%)
1 Rue du Mont de Templemars ZI de Seclin
59139 Noyelles-Les-Seclin, FR

72 Inventor/es:

ERNST DE LA GRAETE, CONRAD

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 977 801 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

Procedimiento de laminado con etapa para reajustar el espacio intermedio entre el cilindro de apoyo lateral y el cilindro de soporte

Sector de la técnica

La invención se refiere a un procedimiento de laminado adecuado para una instalación de laminado de bandas, así como a una instalación de laminado como tal.

Estado de la técnica

El campo de la invención es el del laminado en frío de bandas metálicas, y más particularmente el de los laminadores con armazón Sexto soportado lateralmente, y en particular los laminadores conocidos con el nombre de "Z High".

Estos laminadores pueden utilizarse en línea, por ejemplo, en líneas de recocido de decapado, o fuera de línea, como laminadores reversibles para bandas metálicas.

Un laminador con armazón Cuarto comprende un armazón en el que se disponen cuatro cilindros con ejes paralelos, a saber, dos cilindros de trabajo, superior e inferior, que definen respectivamente la ranura de paso de la banda que va a laminarse, y dos cilindros de apoyo, superior e inferior, cada uno de los cuales se apoya en los cilindros de trabajo en el lado opuesto al de la ranura de paso para transmitir la fuerza de laminado.

Un laminador Sexto comprende dos cilindros adicionales en comparación con un Cuarto, a saber, dos cilindros intermedios interpuestos respectivamente entre cada cilindro de trabajo y el cilindro de apoyo correspondiente, a cada lado de la banda metálica: la fuerza de apriete de cada cilindro de apoyo se transmite al cilindro de trabajo únicamente a través del cilindro intermedio, teniendo este último una generatriz en contacto con una generatriz del cilindro de apoyo y una generatriz diametralmente opuesta en contacto con una generatriz del cilindro de trabajo.

En estos laminadores, cada cilindro de apoyo y cada cilindro intermedio están montados en sus extremos de forma rotatoria sobre calzos, mediante cojinetes, por ejemplo de rodamientos o incluso cojinetes hidrostáticos. Estos calzos son soportes que pueden desplazarse en dirección vertical paralelamente al plano de sujeción, a lo largo y entre los dos montantes del armazón.

Normalmente, se utilizan gatos de equilibrado para mover los calzos de los cilindros intermedios. Estos gatos de equilibrado permiten modificar la posición relativa de los calzos y su cilindro, permitiendo, entre otras cosas, abrir el armazón para facilitar el enganche del producto a laminar, o incluso desplazar estos elementos para facilitar el desmontaje de los cilindros. Estos gatos de equilibrado también pueden utilizarse para inclinar los cilindros intermedios.

Una de las ventajas de un laminador con armazón Sexto es que, en comparación con un armazón Cuarto, es posible utilizar cilindros de trabajo de menor diámetro, lo que significa que puede conseguirse una mayor reducción del grosor del producto a laminar con la misma fuerza de laminado.

Un laminador Sexto también ofrece la posibilidad de desplazar axialmente los dos cilindros intermedios, con el objetivo de aplicar la fuerza de laminado solo sobre la anchura de la banda a laminar, y no sobre toda la longitud de los cilindros de trabajo.

En un laminador Sexto denominado "de soporte lateral", los cilindros de trabajo no suelen estar montados sobre calzos, sino que están diseñados de manera flotante. Entonces es necesario mantener su posición axial, mediante topes axiales, pero también mantener su posición lateral mediante elementos de apoyo laterales, como rollos o rodillos de apoyo laterales dispuestos a ambos lados del plano de sujeción.

Por ejemplo, el documento EP 0 121 811, en particular la realización mostrada en la figura 2, describe un laminador de tipo Sexto que comprende dos cilindros de trabajo, dos cilindros de apoyo y dos cilindros intermedios, interpuestos respectivamente entre uno de los cilindros de trabajo y el cilindro de apoyo correspondiente. En este documento, los cilindros de trabajo, los cilindros intermedios y los cilindros de apoyo están todos montados sobre calzos.

Cada cilindro de trabajo está soportado lateralmente, a cada lado del cilindro de trabajo, por dos pares de rodillos. Los rodillos de un mismo par se disponen en ambos extremos de cada cilindro de trabajo, en los extremos del cilindro que no están en contacto con la banda a laminar. Los rodillos están montados de forma pivotante sobre horquillas que pueden moverse en traslación con respecto al montante del armazón mediante gatos hidráulicos.

En la figura 6, se prevén boquillas instaladas en la parte de soporte de los rodillos, móvil con respecto al montante

del armazón. Para ello, se utilizan mangueras para suministrar a las boquillas productos refrigerantes y/o lubricantes, permitiendo las mangueras el movimiento entre la parte móvil de soporte y los montantes del armazón. Estas boquillas se utilizan para lubricar y refrigerar los rodillos y el cilindro de trabajo en la zona de apoyo de los rodillos.

Otro diseño de laminador, del tipo Sexto soportado lateralmente, se conoce por el documento US 4.531.394. Un laminador de este tipo comprende siempre dos cilindros de trabajo, dos cilindros de apoyo y dos cilindros intermedios, intercalados respectivamente entre uno de los cilindros de trabajo y el cilindro de apoyo correspondiente. En este documento, los cilindros de apoyo y los cilindros intermedios están montados en sus extremos sobre calzos, mientras que los cilindros de trabajo están diseñados de manera flotante. Cada cilindro de trabajo está soportado lateralmente, a cada lado del cilindro de trabajo, por un cilindro de apoyo lateral, soportado a su vez por dos filas de rodillos dispuestos a lo largo del cilindro.

En este diseño de laminador, para cada cilindro de trabajo, los dos cilindros de apoyo laterales correspondientes son solidarios con los dos calzos de dicho cilindro intermedio. Cada cilindro de apoyo lateral y sus rodillos de apoyo están montados sobre un brazo de soporte que se extiende entre los dos calzos del cilindro intermedio, estando cada brazo de soporte montado de forma que pivota alrededor de un árbol, cuyos extremos son solidarios con los calzos.

El conjunto de cilindro intermedio, calzos del cilindro intermedio, brazo de soporte (derecho e izquierdo), rodillos y cilindros de apoyo lateral (derecho e izquierdo) forman un conjunto autoportante, comúnmente conocido como "casete" o "inserto", que puede introducirse en el armazón o extraerse del mismo durante el mantenimiento deslizando el conjunto en la dirección de los cilindros, en la posición de apertura del armazón.

Cuatro vigas de distribución de fuerza se extienden rigidamente entre los dos montantes del armazón, frente a cada brazo de soporte respectivamente. Cada viga de distribución de fuerza soporta una viga, conocida como viga de precarga, que puede moverse en traslación con respecto a la viga de distribución de fuerza correspondiente, y puede desplazarse hacia el interior del armazón en una dirección sustancialmente horizontal. Los gatos de precarga fuerzan la viga móvil a entrar en contacto con el brazo de soporte pivotante para precargar el cilindro de apoyo lateral en el cilindro de trabajo.

En un laminador de este tipo, la refrigeración y la lubricación del cilindro de trabajo y del cilindro intermedio se efectúan por medio de boquillas, marcadas respectivamente 73 y 72 en la figura 2 del documento 4.531.394, físicamente a distancia del cilindro de trabajo, situadas fuera del "inserto" o del "casete". En la figura 2, estas boquillas son solidarias con la viga de distribución de fuerza o a la viga de precarga móvil. Para que el chorro pueda alcanzar el cilindro intermedio, las boquillas, marcadas con 72, son alesados opuestos que atraviesan los brazos de soporte. En la práctica, y según el conocimiento de los inventores, esta solución de pulverización mediante alesados en los brazos de soporte no parece utilizarse en los laminadores implantados industrialmente.

Según constataciones de los inventores, las boquillas de pulverización marcadas con 73 no consiguen enfriar correctamente el cilindro de trabajo porque están situadas demasiado lejos del mismo, sus chorros interfieren demasiado rápidamente con los brazos de soporte laterales, los gatos y los rodillos de apoyo laterales y, por tanto, no consiguen desplazar la banda hacia arriba. Además, según constataciones de los inventores, las boquillas marcadas con 72 no pueden lubricar correctamente el contacto entre el cilindro de trabajo y el cilindro intermedio porque están situadas demasiado lejos del mismo. En uso, estos laminadores de inserción tienen una vida útil limitada para el cilindro de trabajo, debido a su escasa refrigeración.

El documento US 6.041.636 es otro diseño para un laminador tipo sexto soportado lateralmente, con un "inserto" o "casete". Al igual que en el documento anterior, el conjunto de cilindro intermedio, calzos de cilindro intermedio, brazo de soporte (derecho e izquierdo), gatos y cilindro de apoyo lateral, derecho e izquierdo, forman un conjunto autoportante que puede insertarse en el armazón o extraerse del armazón durante el mantenimiento deslizando el conjunto en la dirección de los cilindros.

En este documento US 6.041.636, los calzos de los cilindros intermedios están montados sobre bloques de combadura. Durante el funcionamiento, los gatos de los bloques de combadura acercan los cilindros intermedios en una posición de trabajo ilustrada en la figura 5 de este documento, o separan los cilindros intermedios hasta una posición, ilustrada en la figura 4, que permite retirar los insertos por deslizamiento. En funcionamiento, estos gatos también pueden utilizarse para combar el cilindro intermedio.

En este documento, se sabe que los rodamientos de los rodillos de los brazos de soporte del inserto se alimentan con lubricante procedente de una fuente de lubricante. En la posición de trabajo de los cilindros, dispositivos de conexión/desconexión permiten que la fuente de lubricante se conecte a los alesados de lubricación previstos en los calzos, y que los alesados se desconecten automáticamente cuando los cilindros intermedios y sus calzos se separan verticalmente mediante los bloques de combadura. Esta conexión/desconexión automática es ventajosa. No se requiere ninguna operación adicional para conectar/desconectar la fuente de lubricante durante el mantenimiento, en particular cuando los insertos tienen que ser retirados o insertados en el armazón. Para ello, cada dispositivo de conexión comprende un elemento hueco, marcado con 57 denominado "émbolo", destinado a conducir el lubricante

y que, en la posición de trabajo de los cilindros intermedios, como se ilustra en la figura 9, permite unir de forma relativamente estanca el alesado del calzo mediante una junta. Este elemento es móvil, en traslación vertical, forzado hacia su posición de estanqueidad por medio de un muelle, marcado con 58. En la posición de conexión, el lubricante fluye desde la fuente de lubricante a través del elemento móvil y hacia el alesado del inserto. A continuación, el lubricante fluye desde el alesado del calzo hasta los rodamientos a través del hueco del árbol, marcado con 17, en el que está montado de manera pivotante el brazo de soporte.

Cuando los cilindros intermedios son separados por los bloques de combadura hasta que se encuentran en su posición retraída, el recorrido del elemento móvil es limitado, menor que el recorrido de los bloques de combadura, garantizando de este modo un espacio intermedio entre el elemento móvil y el calzo, como se ilustra en la figura 8 del documento US 6.041.636. Entonces es posible retirar el inserto, sin fricción entre los calzos y el elemento móvil.

Este dispositivo de conexión/desconexión permite lubricar los rodamientos de los brazos de soporte. Sin embargo, este documento no aborda el problema de la refrigeración de los cilindros de trabajo. Según el conocimiento de los inventores, y según este diseño, la refrigeración de los cilindros intermedios y de trabajo y la lubricación del contacto cilindro intermedio/cilindro de trabajo se realiza siempre proporcionando boquillas físicamente a distancia de los cilindros.

Sin embargo, el documento EP 1 721 685 describe un laminador del tipo sexto lateral, que mejora la refrigeración de un cilindro de trabajo. Este documento está destinado a mejorar los laminadores "de casete" de la técnica anterior, para los que no habría espacio para colocar boquillas de refrigeración lo más cerca posible de los rodillos. La figura 2 ilustra el objeto de la mejora del documento EP 1 721 685 de la técnica anterior.

El laminador es ahora un laminador unidireccional (no reversible) que comprende, aguas arriba, en función del sentido de desplazamiento de la banda, un cilindro de apoyo lateral, como se ha descrito anteriormente, soportado por un brazo de soporte. Aguas abajo, el brazo de soporte no tiene rodillo ni cilindro de apoyo. Este cilindro de apoyo se sustituye por una zapata denominada "zapata de soporte", que puede ser de bronce o de un material grafitoso autolubrificante, diseñada para deslizarse sobre la superficie del cilindro de trabajo, sin ejercer sobre el mismo ninguna fuerza sustancial.

Este brazo de soporte con zapata incorpora una serie de boquillas para un líquido refrigerante que permite refrigerar el cilindro de trabajo directamente en el lado aguas abajo. Aguas abajo, el líquido lubricante se alimenta a las boquillas a través del árbol hueco del brazo de soporte correspondiente. Aguas arriba, el árbol hueco del brazo de soporte se utiliza para transportar el lubricante a los rodamientos de los rodillos que soportan el cilindro de apoyo lateral. Por tanto, este documento enseña cómo mejorar la refrigeración de los cilindros de trabajo. Sin embargo, esta mejora se consigue a costa de soportar el cilindro de trabajo sobre uno de sus lados, suprimiendo un cilindro de apoyo lateral y sustituyéndolo por una zapata, dejando de ser el laminador un laminador reversible.

Del documento EP 2 391 459 también se conoce un procedimiento y un dispositivo de pulverización de una instalación de laminado. Este documento se refiere más particularmente a la pulverización de cilindros de trabajo soportados lateralmente cada uno por un par de cilindros, y que comprenden al menos un par de cilindros de apoyo para transmitir una fuerza de laminado. Este documento se propone en particular como una mejora del documento EP 1 721 685 anteriormente descrito, solución que seguiría estando prohibida para los laminadores reversibles.

Según este documento, se proporciona una aspersión directa de al menos una parte de los cilindros de trabajo, a ambos lados de dicho plano perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda. Según este documento, las boquillas se colocan en los soportes de los cilindros de apoyo laterales para pulverizar el cilindro de trabajo directamente desde ambos lados, lateralmente a ambos lados del plano de sujeción.

Sin embargo, la tecnología descrita en este documento EP 2.391.459 no es una tecnología de "casete" como la enseñada por los documentos US 4.531.394, US.6, 041.636 y EP 1.721.685, en la que el conjunto de cilindro intermedio, calzos de cilindro intermedio, brazos de soporte (derecho e izquierdo), rodillos y los cilindros de apoyo lateral, derecho e izquierdo, forman un conjunto autoportante, conocido como "inserto", que puede insertarse en el almacén o extraerse del almacén durante el mantenimiento deslizando el conjunto en la dirección de los cilindros.

La verdadera dificultad para mejorar la pulverización de los cilindros de trabajo en un laminador de casete no estriba en colocar las boquillas de pulverización en el casete, sino en saber cómo suministrarles líquido lubricante/refrigerante, y sin aumentar el tiempo de mantenimiento durante las operaciones de extracción o inserción del casete en el almacén del laminador. Por ejemplo, no es posible utilizar mangueras entre el casete y el almacén del laminador para alimentar las boquillas, ya que habría que desmontarlas y volverlas a montar durante las operaciones de extracción o inserción del casete, lo que aumentaría considerablemente el tiempo necesario para estas operaciones de mantenimiento.

Tal como se ha descrito anteriormente, el documento US.6.041.636 divulga dispositivos de conexión automática que permiten, en la posición de trabajo de los cilindros, conectar la fuente de lubricante a los alesados de lubricación previstos en los calzos, y desconectar automáticamente los alesados cuando los cilindros intermedios se extienden

verticalmente por los bloques de combadura. Sin embargo, dicho dispositivo solo puede utilizarse para suministrar lubricante únicamente a los rodamientos de los rodillos del cilindro de apoyo lateral de un brazo de soporte, o bien únicamente para suministrar fluido a las boquillas de un brazo de soporte. Por esta razón, el brazo de soporte de boquillas del documento EP 1 721 685 no tiene un cilindro de apoyo lateral, que se sustituye por una zapata que no requiere un rodamiento para lubricarse. Además, el dispositivo de conexión en esta técnica anterior está conectado a los calzos, lo que significa que el fluido tiene que ser conducido según una trayectoria compleja a través del árbol hueco hasta el extremo inferior del brazo de soporte. Esta compleja trayectoria del fluido, desde el calzo hasta el brazo de soporte, a través del árbol hueco, genera importantes caídas de presión, que limitan los caudales.

En resumen, y según la técnica anterior mencionada, en los laminadores reversibles del tipo sexto soportados lateralmente, con casetes, los cilindros de trabajo y los cilindros intermedios se refrigeran mediante boquillas situadas fuera del casete, físicamente a distancia de los cilindros de trabajo y de los cilindros intermedios, y cuyos chorros no pueden alcanzar directamente los cilindros de trabajo. En este tipo de laminador utilizado industrialmente, es convencional colocar una rampa de pulverización a cada lado del plano de sujeción, montada sobre la viga de distribución de fuerza del armazón y cuyos chorros se dirigen al nivel del contacto entre el cilindro de apoyo y el cilindro intermedio. Según esta disposición, la lubricación del cilindro de trabajo se obtiene de este modo, indirectamente, por el hecho de que el cilindro intermedio ha sido humedecido y que este cilindro transporta esta lubricación durante su rotación de media vuelta al cilindro de trabajo. Los inventores han comprobado que esta lubricación es insuficiente, en particular para los cilindros colocados bajo la banda.

Además, cuando la velocidad del laminador es elevada, la fuerza centrífuga en la circunferencia del cilindro intermedio tiende a hacer girar el cilindro, de modo que llega poco líquido refrigerante al cilindro de trabajo.

Sin embargo, el documento WO 2015/011373 del presente solicitante describe un laminador del tipo Sexto soportado, con tecnología de casete, que representa una mejora significativa en términos de enfriamiento de los cilindros de trabajo, y en comparación con la técnica anterior mencionada, en particular el armazón del laminador de casete.

Se trata de un laminador Sexto soportado lateralmente que comprende:

- un armazón de retención que comprende dos pares de montantes separados uno con respecto a otro en cada extremo del armazón, de los cuales al menos dos montantes de un mismo par definen una ventana de acceso,
- dos cilindros de trabajo, capaces de sujetar una banda a laminar, dos cilindros de apoyo y dos cilindros intermedios, estando los cilindros de apoyo y los cilindros intermedios montados rotativamente en sus extremos sobre calzos,
- cilindros de apoyo laterales, capaces de soportar lateralmente los cilindros de trabajo, estando cada cilindro de apoyo lateral soportado por un brazo de soporte, montado de forma que pivote sobre un eje,
- vigas de distribución de fuerza que se extienden entre los montantes correspondientes de cada par, y medios de aplicación de una fuerza de precarga a cada brazo de soporte, destinados a engranar con uno de los brazos de soporte en una superficie de apoyo, y que comprenden al menos un gato de precarga solidario con una de las vigas de distribución de fuerza,
- una o más boquillas de pulverización para un fluido lubricante/refrigerante.

Cada brazo de soporte de un cilindro de apoyo lateral está montado de manera pivotante sobre dicho eje, constituido por un árbol solidario con calzos de uno de los cilindros intermedios, formando cada cilindro intermedio, los calzos del cilindro intermedio, los cilindros de apoyo laterales y los brazos de soporte correspondientes un conjunto autoportante, denominado inserto (o "casete"), que puede extraerse o insertarse deslizándose a través de la ventana de acceso durante el mantenimiento, en la posición abierta del armazón.

Como en la técnica anterior (véase el documento US 6.041.636), el hueco del árbol puede utilizarse para canalizar un fluido destinado a lubricar los rodamientos de los rodillos (marcados con 52 en la figura 1) que soportan lateralmente el cilindro de apoyo lateral. Según el documento WO 2015/011373, al menos una de las boquillas está montada en uno de los brazos de soporte, en particular para permitir la lubricación/refrigeración de los cilindros de trabajo y/o de los cilindros intermedios.

Ventajosamente, el circuito de alimentación de fluido de dicha al menos una boquilla comprende un dispositivo de conexión/desconexión marcado con 13 que presenta:

- un conducto del brazo de soporte, destinado a canalizar el fluido, que tiene una abertura de alimentación que desemboca sobre la superficie 10 de apoyo del brazo 6 de soporte destinada a engranar los medios de aplicación de una fuerza de precarga,

- una parte hueca, móvil con respecto a la viga de distribución de fuerza, desplazable con respecto a dicha viga 8 de distribución de fuerza bajo la acción de dichos medios 9 de aplicación de una fuerza de precarga.

Según el documento WO 2015/011373, esta parte hueca está configurada para realizar una conexión estanca con la abertura de alimentación en la superficie de apoyo en una primera posición de conexión o, por el contrario, para retraerse en una segunda posición de desconexión, a una distancia de la superficie de apoyo.

En la primera posición de conexión, como se ilustra en la figura 2 del documento WO 2015/011373, el fluido refrigerante puede canalizarse desde la fuente hasta dicha al menos una boquilla marcada con 12 (ilustrada) o hasta dicha al menos una boquilla marcada con 12' (no ilustrada), a través de dicho dispositivo de conexión/desconexión.

En la segunda posición desconectada, los medios de aplicación de una fuerza de precarga están retraídos, en una posición retraída, con dicha parte hueca a una distancia del brazo de soporte.

Especialmente cuando el laminador es del tipo de inserción (o casete), esta posición permite retirar o insertar el inserto sin requerir tiempo de mantenimiento adicional para desconectar/conectar la fuente de fluido.

Otra ventaja de dicho dispositivo de conexión/desconexión es que se conecta directamente al brazo de soporte, y no a los calzos del cilindro intermedio como se enseña en la técnica anterior conocida del documento US 6.041.636. Para llegar a la boquilla o en un laminador del tipo de inserto WO 2015/011373, el fluido no necesita pasar a través del árbol hueco en el que está montado de manera pivotante el brazo de soporte. Por tanto, es posible limitar sustancialmente las pérdidas de carga y, por tanto, obtener caudales de fluido mucho más elevados que los obtenidos en esta técnica anterior y, por tanto, mejorar sustancialmente la refrigeración de los cilindros de trabajo colocando boquillas de refrigeración lo más cerca posible del cilindro de apoyo lateral.

También se conoce por el documento WO 2011/107165 (o US 2012324973A1) un armazón de laminado del tipo Sexto soportado lateralmente, con cilindros de trabajo y cilindros intermedios. Según el ejemplo representado en la figura 5, el armazón de laminado comprende cilindros de apoyo lateral, y más particularmente, para cada cilindro de trabajo, un primer cilindro de apoyo lateral y un segundo cilindro de apoyo lateral, situados a ambos lados del plano de sujeción. Cada cilindro de apoyo lateral está sostenido por dos filas de rodillos de apoyo, estando los rodillos de apoyo y el cilindro de apoyo lateral soportados por un brazo montado de manera pivotante alrededor de un elemento de guía marcado con 72 en la figura 5.

De manera notable, en este documento WO 2011/107165, los rodillos de apoyo y su brazo de soporte están montados de manera pivotante en el bloque de combadura, que es capaz de soportar un calzo del cilindro intermedio, siendo el bloque de combadura capaz de moverse verticalmente con respecto al montante del armazón. Durante el mantenimiento, es posible extraer el cilindro intermedio axialmente, deslizando sus calzos con respecto a los bloques de combadura, mientras que el cilindro de apoyo lateral permanece fijo en el armazón, todavía conectado al bloque de combadura a través del brazo de soporte.

La invención se refiere más particularmente, al menos según una realización, al problema del enfriamiento de cilindros de trabajo, cuando cada cilindro de trabajo se sujeta lateralmente por dos cilindros de un par de cilindros de apoyo lateral, dispuestos a ambos lados del plano de sujeción, mediante aspersión directa del cilindro de trabajo, como se enseña en el documento EP 291 459 A1.

No obstante, cabe señalar que la invención aborda la solución a este problema en el caso de que las dos filas de rodillos de apoyo que sujetan cada cilindro de apoyo lateral estén montadas de manera pivotante mediante un brazo de soporte, ya sea que este brazo de soporte esté articulado según un eje de pivotado a los calzos del cilindro intermedio, como se enseña en el documento WO 2015/011373, o al bloque de combadura capaz de soportar el calzo del cilindro intermedio, montado en el bloque de combadura, como se enseña en el documento WO 2011/107165.

Las figuras 1 a 4 ilustran las configuraciones estándar de un laminador de tipo Sexto soportado lateralmente, del tipo casete, por ejemplo enseñado según el documento WO 2015/011373 o US 6.041.636 en el que el cilindro de soporte que transmite la fuerza de laminado al cilindro WR de trabajo es un cilindro IR intermedio. Este cilindro de trabajo está sostenido lateralmente por los dos cilindros de un par de cilindros SSR de apoyo lateral, dispuestos a cada lado del plano de sujeción del armazón.

Cada cilindro SSR de apoyo lateral está a su vez sostenido por dos filas de rodillos G de apoyo pertenecientes a un soporte de cojinete, fijado a un extremo de un brazo Bs, estando el otro extremo articulado alrededor de un árbol fijado en sus extremos a los dos calzos del cilindro intermedio.

La figura 1 muestra esta configuración cuando el cilindro intermedio y el cilindro de trabajo son nuevos, es decir, con diámetros máximos, por ejemplo de 355 mm para el cilindro intermedio y de 140 mm para el cilindro de trabajo según este ejemplo. La figura 4 muestra esta configuración cuando el cilindro intermedio y el cilindro de trabajo están desgastados y es necesario cambiarlos, es decir, con diámetros mínimos, por ejemplo de 330 mm para el

cilindro intermedio y de 120 mm para el cilindro de trabajo.

Durante el diseño, la posición del eje de articulación entre el brazo soporte y los dos calzos del cilindro intermedio se elige de modo que, cuando el diámetro del cilindro WR de trabajo y el diámetro del cilindro IR intermedio sean máximos no haya interferencia mecánica entre el cilindro SSR de apoyo lateral y el cilindro IR intermedio (véase la figura 1), y para que, cuando el diámetro del cilindro WR de trabajo y el diámetro del cilindro IR intermedio sean mínimos, no haya interferencia entre el cilindro de apoyo lateral y la banda metálica laminada (véase la figura 4).

La figura 1 (o la figura 4) también muestra que el cilindro de trabajo puede enfriarse mediante aspersión directa desde cualquier lado del plano de sujeción del armazón del laminador:

- el primer chorro J1 generado por un primer sistema de boquillas, instalado en el soporte de cojinete, atraviesa una abertura de paso definida por el espacio intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral y el cilindro IR intermedio, antes de llegar al cilindro de trabajo, cerca del contacto cilindro intermedio/cilindro WR de trabajo.

- un segundo chorro J2, generado por un segundo sistema de boquillas, montado sobre el soporte de cojinete, atraviesa el espacio intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral y la banda metálica, antes de alcanzar directamente el cilindro de trabajo, o incluso la banda metálica, a nivel del espacio intermedio de laminado.

Durante el funcionamiento, el estado de la superficie del cilindro de trabajo y el estado de la superficie del cilindro intermedio se deterioran. Periódicamente, y de manera conocida, se rectifica el cilindro de trabajo, y con menor frecuencia se rectifica el cilindro intermedio, para restablecer el estado de su superficie. Estas operaciones provocan una reducción del diámetro de los cilindros rectificados.

Dado que el diámetro del cilindro de trabajo disminuye más rápidamente que el del cilindro intermedio, los inventores han observado que el mecanismo de soporte y colocación de los cilindros de apoyo lateral (con una posición de pivotado fija con respecto al eje de rotación del cilindro intermedio, y una longitud de brazo fija) presenta desventajas para determinadas configuraciones de diámetros del cilindro intermedio y del cilindro de trabajo: existe un riesgo de interferencia entre el cilindro intermedio y el cilindro de apoyo lateral (o su soporte de cojinetes), o un riesgo de obstrucción de la abertura de paso de los chorros de pulverización y lubricación para el contacto cilindro intermedio/cilindro de trabajo, o de los chorros de lubricación del espacio intermedio de laminado.

En la figura 3, que representa una configuración en la que el diámetro del cilindro intermedio es máximo (355 mm) y el diámetro del cilindro de trabajo es mínimo (120 mm), se observa que los chorros de pulverización están interrumpidos (a la derecha), la abertura entre el cilindro de apoyo lateral (derecha) y el cilindro intermedio ya no se ve atravesada por el chorro J1, lo que compromete la refrigeración del cilindro de trabajo y la superficie de contacto cilindro intermedio/cilindro de trabajo. Sigue existiendo una holgura muy pequeña de 0,7 mm entre el soporte de cojinete (a la derecha) y el cilindro intermedio, con riesgo de contacto mecánico.

Del mismo modo, en la figura 4, con los diámetros de un cilindro intermedio de diámetro mínimo y un cilindro de trabajo de diámetro máximo, se observa que la distancia entre la banda metálica y cada soporte de cojinete (izquierda) es pequeña, de solo 7,3 mm, lo que representa un riesgo de contacto importante.

Objeto de la invención

El objetivo de la presente invención es paliar los inconvenientes mencionados proponiendo un procedimiento de laminado adaptado a una instalación de laminado de banda que permita evitar las interferencias mecánicas mencionadas entre la banda metálica y el conjunto cilindro apoyo lateral/soporte de cojinetes, y/o las interferencias mecánicas entre el conjunto cilindro de apoyo lateral/soporte de cojinetes y el cilindro intermedio, cuando dicho soporte de cojinete está montado de manera pivotante según un eje de pivotado, paralelo al cilindro de soporte, si el soporte de cojinetes está articulado según eje de pivotado a los calzos del cilindro intermedio, como se enseña a modo de ejemplo en el documento WO 2015/011373, o al bloque de combadura adecuado para soportar el calzo del cilindro intermedio, como se enseña en el documento WO 2011/107165.

Más concretamente, el objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento de este tipo que permita evitar las interferencias mencionadas a lo largo de todo el funcionamiento de la instalación de laminado, y cualesquiera que sean las configuraciones posibles de los diámetros del cilindro de trabajo y del cilindro intermedio que se hacen disminuir respectivamente de diámetro, de un diámetro máximo a un diámetro mínimo.

Otro objetivo de la invención es ofrecer, al menos según una realización, un procedimiento de este tipo que garantice una refrigeración óptima del contacto cilindro intermedio/cilindro de trabajo y/o del espacio intermedio de laminado entre el cilindro de trabajo y la banda, durante todo el funcionamiento de la instalación de laminado, independientemente de las configuraciones posibles de los diámetros del cilindro de trabajo y del cilindro intermedio.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una instalación de laminado como tal, adecuada para llevar a cabo el procedimiento.

Otras finalidades y ventajas se pondrán de manifiesto durante la descripción anterior, que se proporciona a título meramente ilustrativo y no pretende limitarla.

5 Por consiguiente, la invención se refiere en primer lugar a un procedimiento de laminado adaptado a una instalación de laminado de bandas según la reivindicación 1.

Según características opcionales de la invención, tomadas solas o en combinación:

10 - dicha etapa de reajuste consiste en ajustar la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral de modo que la dimensión del primer espacio intermedio sea al menos igual a un límite $\Delta_{\min 1}$ inferior y la dimensión del segundo espacio sea al menos igual a un límite $\Delta_{\min 2}$ inferior, siendo dicho límite $\Delta_{\min 1}$ inferior y el límite $\Delta_{\min 2}$ inferior por ejemplo mayores o iguales a 5 mm;

15 - que el diámetro del cilindro soporte esté comprendido entre un diámetro máximo y un diámetro mínimo, procedimiento en el que se define un diámetro nominal menor que el diámetro máximo y mayor que el diámetro mínimo y en el que:

20 - una primera configuración de laminado se mantiene sin ninguna etapa de reajuste mientras el diámetro del cilindro de soporte esté comprendido entre el diámetro máximo y el diámetro nominal,

- se obtiene una segunda configuración de laminado, cuando el cilindro de soporte se encuentra en el diámetro nominal, realizando dicha etapa de reajuste con reducción de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro SSR de apoyo lateral

25 - dicha segunda configuración obtenida mediante dicha etapa de reajuste se mantiene mientras el diámetro del cilindro de soporte se encuentre entre el diámetro nominal y el diámetro mínimo;

30 - la instalación de laminado dispone al menos de boquillas de aspersión que permiten pulverizar por aspersión al menos un chorro de fluido sobre al menos una parte de la banda y al menos una parte de uno de dichos cilindros, y en la que se implementa una etapa de pulverización que comprende al menos una aspersión directa de al menos una parte de los cilindros de trabajo, a ambos lados de dicho plano perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda, estando dichas boquillas configuradas para:

35 - producir un chorro dirigido hacia el cilindro de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando el chorro por dicho primer espacio intermedio entre el cilindro de apoyo lateral y el cilindro de soporte, antes de alcanzar dicho cilindro de trabajo, y/o

40 - producir un chorro dirigido hacia el cilindro de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando el chorro por el espacio intermedio entre la banda y el cilindro de apoyo lateral, antes de alcanzar dicho cilindro de trabajo y/o la banda;

45 - dicho soporte de cojinetes está montado de forma amovible en un brazo, con una posición ajustable en el brazo, estando dicho brazo articulado según dicho eje de articulación, paralelo a dicho cilindro de soporte, asegurando el pivotado de dicho soporte de cojinetes alrededor de dicho eje de articulación, y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición de dicho soporte de cojinetes en el brazo;

50 - la instalación comprende un medio de fijación amovible entre dicho soporte de cojinetes y dicho brazo que comprende un sistema de chaveta/ranura, dicha chaveta y la ranura portadas respectivamente por dicho soporte de cojinetes y dicho brazo, o viceversa, estando dicha chaveta o la ranura portadas por el soporte de cojinetes desplazadas en la dirección longitudinal del brazo, con respecto al plano paralelo al eje del cilindro de apoyo, que pasa por la mediana del segmento, perpendicular al cilindro de apoyo lateral, que une los dos ejes de las dos filas de rodillos, y en dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de giro de dicho soporte de cojinetes al brazo;

60 - dicho soporte de cojinetes está montado fijo en un brazo articulado a su vez según dicho eje de articulación paralelo a dicho cilindro de soporte que garantiza el pivotado de dicho soporte de cojinetes alrededor de dicho eje de articulación, y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de ajuste de la posición de dicho eje de articulación con respecto al brazo de soporte: por ejemplo, se proporciona una excéntrica entre el eje de articulación y dicho brazo, y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de rotación de dicha excéntrica;

- dicho eje de articulación, alrededor del cual está montado el soporte de cojinetes, está soportado y montado en dicho soporte de eje y donde dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado en la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje: por ejemplo, dicha etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje se obtiene añadiendo o quitando cuñas entre el soporte de eje y dicho eje de articulación, o alternativamente, dicha etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje se obtiene rotando una excéntrica proporcionada entre dicho eje de articulación y dicho soporte de eje;

- dicho cilindro de soporte está soportado en sus extremos por calzos, y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado en la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición del eje de dicho cilindro de soporte con respecto a los bloques de combadura destinados a comba el cilindro de soporte;

- dicha etapa de reajuste se lleva a cabo cuando se interrumpe el laminado, tras la rectificación del cilindro de trabajo y/o del cilindro de soporte.

La invención también concibe una instalación para laminar una banda según la reivindicación 13.

Según características opcionales de la invención tomadas solas o en combinación:

- la instalación comprende un dispositivo configurado para pulverizar por aspersión al menos un chorro de fluido sobre al menos una parte de la banda y al menos una parte de uno de dichos cilindros que comprende al menos un sistema de boquillas con boquillas configuradas para:

- producir un chorro dirigido hacia el cilindro de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando el chorro por un primer espacio intermedio entre el cilindro de apoyo lateral y el cilindro de soporte, antes de alcanzar dicho cilindro de trabajo, y/o

- producir un chorro dirigido hacia el cilindro de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando por el espacio intermedio entre el cilindro de apoyo lateral y la banda, antes de alcanzar dicho cilindro de trabajo y/o la banda;

- el dispositivo de ajuste comprende dicho soporte de cojinetes que está montado fijo de forma amovible en un brazo, ajustable en posición sobre el brazo, estando dicho brazo a su vez articulado según dicho eje de articulación paralelo al cilindro de soporte asegurando el pivotado de dicho soporte de cojinetes alrededor de dicho eje de articulación, y en el que el dispositivo de ajuste está configurado de forma que el ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral se efectúa modificando la posición de dicho soporte de cojinetes sobre el brazo: por ejemplo, el dispositivo de ajuste comprende un medio de fijación amovible entre dicho soporte de cojinetes y dicho brazo que comprende un sistema de chaveta/ranura, dicha chaveta y ranura llevadas respectivamente por dicho soporte de cojinetes y dicho brazo, o viceversa, estando dicha chaveta o ranura llevada por el soporte de cojinetes desplazada según la dirección longitudinal del brazo, con respecto al plano, paralelo al cilindro de apoyo lateral, que pasa por la mediana del segmento perpendicular al cilindro de apoyo lateral que une los dos ejes de dos filas de cilindros, y en el que el dispositivo de ajuste está configurado para que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral se efectúe girando dicho soporte de cojinetes;

- dicho soporte de cojinetes está montado en un brazo articulado a su vez según dicho eje de articulación paralelo a dicho cilindro de soporte, asegurando el pivotado de dicho soporte de cojinetes alrededor de dicho eje de articulación, y en el que el dispositivo de ajuste está configurado de forma que el ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo ajustando la posición de dicho eje de articulación en el brazo; por ejemplo, dicho dispositivo de ajuste comprende una excéntrica dispuesta entre el eje de articulación y dicho brazo, y en el que el dispositivo de ajuste está configurado para que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral se lleve a cabo mediante una etapa de rotación de dicha excéntrica;

- dicho eje de articulación alrededor del que está montado el soporte de cojinetes, está soportado y montado sobre un soporte de eje y en el que el dispositivo de ajuste está configurado de manera que el ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral se consigue modificando la posición de dicho eje de articulación sobre dicho soporte de eje; por ejemplo, el dispositivo de ajuste comprende cuñas, dicho dispositivo de ajuste configurado de manera que la modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje se logre añadiendo o quitando cuñas entre el soporte de eje y dicho eje de articulación, o alternativamente, dicho dispositivo de ajuste comprende una excéntrica proporcionada entre dicho eje de articulación y dicho soporte de eje y en el que dicho dispositivo de ajuste está configurado de manera que la modificación de la posición de dicho eje de articulación sobre dicho soporte de eje se consiga mediante la rotación

de la excéntrica.

Descripción de las figuras

- 5 La invención se comprenderá mejor leyendo la descripción acompañada de las figuras adjuntas, que representan la invención, en las que:
- 10 - Las figuras 5 a 10 ilustran una primera realización de la invención en la que la etapa de reajuste se obtiene girando los soportes de cojinetes fijados a los brazos, las figuras ilustran el armazón de laminador según diferentes configuraciones de diámetros del cilindro de trabajo y diámetros del cilindro intermedio, así como según diferentes configuraciones de la posición del conjunto de soporte de cojinetes/cilindro de apoyo lateral en el brazo, a saber, respectivamente:
- 15 - una configuración ilustrada en la figura 5 en la que el cilindro de trabajo y el cilindro intermedio tienen un diámetro máximo (348 mm de diámetro máximo para el cilindro intermedio y 140 mm de diámetro máximo para el cilindro de trabajo), y en una primera posición del soporte de cojinete en el brazo en la que el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 180 mm del eje de pivotado del brazo,
- 20 - dos configuraciones ilustradas respectivamente en las figuras 6a y 6b para las cuales el cilindro de trabajo está en su diámetro máximo y el cilindro intermedio está en su diámetro nominal (342,5 mm de diámetro nominal para el cilindro intermedio y 140 mm de diámetro máximo para el cilindro de trabajo), la figura 6a ilustra la configuración según la primera posición del soporte de cojinete en el brazo para la cual el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 180 mm del eje de pivotado del brazo, la figura 6b ilustra otra configuración, después del giro del soporte de cojinetes sobre el brazo, y según una segunda posición del soporte de cojinetes en el brazo para la cual el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 172 mm del eje de pivotado del brazo.
- 25 - una configuración ilustrada en la figura 7 en la que el cilindro de trabajo se encuentra en su diámetro mínimo y el cilindro intermedio en su diámetro máximo (330 mm de diámetro máximo para el cilindro intermedio y 140 mm de diámetro mínimo para el cilindro de trabajo) y según la primera posición del soporte de cojinete en el brazo en la que el eje de los rodillos de la primera fila se encuentra a una distancia de 172 mm del eje de pivotado del brazo,
- 30 - una configuración ilustrada en la figura 8 en la que el cilindro de trabajo se encuentra en su diámetro mínimo y el cilindro intermedio en su diámetro máximo (348 mm de diámetro máximo para el cilindro intermedio y 120 mm de diámetro mínimo para el cilindro de trabajo) y según la primera posición del soporte de cojinete en el brazo en la que el eje de los rodillos de la primera fila se encuentra a una distancia de 180 mm del eje de pivotado del brazo,
- 35 - dos configuraciones ilustradas respectivamente en las figuras 9a y 9b para las cuales el cilindro de trabajo se encuentra a su diámetro mínimo y el cilindro intermedio a su diámetro nominal (342,5 mm de diámetro nominal para el cilindro intermedio y 120 mm de diámetro mínimo para el cilindro de trabajo), la figura 9a ilustra la configuración según la primera posición del soporte de cojinetes en el brazo para la cual el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 180 mm del eje de pivotado del brazo, la figura 9b ilustra otra configuración según una segunda posición del soporte de cojinetes en el brazo para la cual el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 172 mm del eje de pivotado del brazo,
- 40 - La figura 10 es una vista de una configuración en la que el cilindro de trabajo se encuentra en su diámetro mínimo y el cilindro intermedio en su diámetro mínimo (330 mm de diámetro máximo para el cilindro intermedio y 120 mm de diámetro mínimo para el cilindro de trabajo) y según la segunda posición del soporte de cojinete en el brazo en la que el eje de los rodillos de la primera fila está a 172 mm del eje de pivotado del brazo,
- 45 - La figura 11 es una vista que ilustra una segunda realización de la invención para la que se proporciona una excéntrica entre el eje de articulación y dicho brazo, y en la que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de rotación de dicha excéntrica,
- 50 - La figura 12 es una vista que ilustra una tercera realización de la invención en la que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral, realizado durante la etapa de reajuste, se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje constituido en este caso por los calzos del cilindro de soporte, dicha etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en los calzos se obtiene mediante la rotación de una excéntrica proporcionada entre dicho eje de articulación y los calzos,
- 55 - La figura 13 es una vista esquemática de una cuarta realización en la que el conjunto cilindro de apoyo lateral/soporte de cojinetes se articula mediante un brazo al bloque de combadura destinado a la combadura del cilindro de soporte, el conjunto cilindro de apoyo lateral/soporte de cojinetes puede desplazarse según el desplazamiento del bloque de combadura y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a
- 60
- 65

cabo mediante una etapa de modificación de la posición de dicho cilindro de soporte con respecto al bloque de combadura destinado a la combadura del cilindro de soporte, llevada a cabo, por ejemplo, mediante un giro de 180 ° de los calzos asimétricos del cilindro de soporte.

5 Descripción detallada de la invención

Asimismo, la invención concibe un procedimiento de laminado adaptado a una instalación para laminar una banda ST que comprende las etapas siguientes:

10 - laminado, mediante un par de cilindros WR de trabajo con ejes paralelos, de dicha banda tomada entre dichos cilindros WR de trabajo y que pasa entre el par de cilindros de trabajo, teniendo cada uno de dichos cilindros de trabajo al menos una generatriz en contacto con la banda,

15 - transmisión a dichos cilindros WR de trabajo de una fuerza de laminado sustancialmente normal a la banda, por un par de cilindros SR de soporte, estando dichos cilindros WR de trabajo y dichos cilindros SR de soporte situados en el mismo lado de la banda en contacto entre sí a lo largo de una generatriz de soporte común para transmitir dicha fuerza de laminado,

20 - un plano perpendicular a una dirección de desplazamiento de la banda, en el que se encuentran al menos una generatriz de contacto y los ejes de dichos cilindros de trabajo,

25 - sujeción de cada uno de dichos cilindros WR de trabajo mediante un par de cilindros SSR de apoyo laterales, situados a ambos lados de dicho plano perpendicular, siendo cada uno de los cilindros SSR de apoyo laterales capaz de ejercer, a lo largo de una generatriz de apoyo de dicho cilindro WR de trabajo, una fuerza que mantiene el eje del cilindro WR de trabajo en una posición determinada con respecto a un armazón de laminado de la instalación y a dichos cilindros de apoyo laterales,

30 - soporte de cada uno de dichos cilindros de apoyo lateral mediante dos filas formadas por una pluralidad de rodillos G montados uno al lado de otro, que permiten mantener los cilindros SSR de apoyo laterales en una posición determinada,

35 - soporte de cada una de las dos filas formadas por dicha pluralidad de rodillos G, mediante un soporte BS de cojinetes que soporta las dos filas, estando dicho soporte de cojinetes montado para pivotar alrededor de un eje A1 de articulación, paralelo al cilindro SR de soporte, soportado por un soporte AS de eje, como los calzos Ep del cilindro de soporte, o los bloques MB de combadura destinados a la combadura del cilindro de soporte, estando dicho soporte AS de eje fijo con respecto al eje del cilindro SR de soporte.

40 La instalación de laminado puede ser un armazón de laminado que comprenda los dos cilindros de trabajo, los dos cilindros de apoyo y los dos cilindros de soporte, siendo cada cilindro de soporte intermedio entre dicho cilindro de apoyo y dicho cilindro de trabajo, es decir, un armazón de laminador del tipo Sexto soportado lateralmente.

45 Según una posibilidad ilustrada en las figuras 1 a 12, dicho eje A1 de articulación alrededor del cual está montado el soporte BS de cojinetes está soportado por y montado de manera solidaria con dos calzos Ep del cilindro SR de soporte (en su defecto el cilindro IR intermedio), el conjunto cilindro IR intermedio, soportes BS de cojinete, y dos de los cilindros SSR de apoyo laterales, a ambos lados del plano perpendicular formando un conjunto autoportante capaz de introducirse o extraerse del armazón mediante deslizamiento del conjunto en la dirección de los cilindros, denominado habitualmente "casete" o "inserto", y conocido per se a partir del documento WO 2015/011373.

50 Según otra posibilidad ilustrada en la figura 13, dicho eje A1 de articulación, alrededor del cual está montado de manera pivotante el soporte BS de cojinetes, está soportado y montado en un bloque MB de combadura (en inglés "maes block" destinado a la combadura del cilindro IR intermedio, capaz de desplazarse verticalmente a lo largo de los montantes del armazón y conocido per se por el documento WO 2011/107165.

55 Durante el procedimiento de laminado, las dimensiones de un primer espacio It1 intermedio definido entre el cilindro SSR de apoyo lateral y el cilindro SR de soporte y de un segundo espacio It2 intermedio definido entre la banda ST y el conjunto cilindro SSR de apoyo lateral/soporte BS de cojinetes varían durante el laminado debido a las reducciones de los diámetros del cilindro de soporte y del cilindro de trabajo.

60 Las reducciones de diámetro se deben al desgaste y al rectificado de los cilindros. Periódicamente, y como es bien sabido, los cilindros de trabajo y los cilindros de soporte se retiran del armazón: se procede a la rectificación del cilindro de trabajo y, con menor frecuencia, a la rectificación del cilindro intermedio, con el fin de restaurar su estado superficial.

65 Los inventores observan que el mecanismo de soporte y colocación de los cilindros de apoyo lateral con una posición de pivotado fija con respecto al eje de rotación del cilindro intermedio, y una longitud de brazo fija (como se enseña en particular en el documento WO 2011/107165 o WO 2015/011373) presenta desventajas para

determinadas configuraciones de diámetros del cilindro intermedio y del cilindro de trabajo: se observa de este modo un riesgo de interferencia entre el cilindro intermedio y el cilindro de apoyo lateral, o un riesgo de obstrucción de la abertura de paso de los chorros para pulverizar y lubricar el contacto cilindro intermedio/cilindro de trabajo, o de obstrucción de los chorros para lubricar el calzo de laminado.

De este modo, y en la figura 3 que representa dicho estado de la técnica y según una configuración para la cual el diámetro del cilindro intermedio es máximo (355 mm) y el diámetro del cilindro de trabajo es mínimo (120 mm), se observa que los chorros de pulverización están interrumpidos (derecha), la abertura de paso entre el cilindro de apoyo lateral (derecha) y el cilindro intermedio está tan restringida que ya no es atravesada por el chorro J1, estando comprometida la refrigeración del cilindro de trabajo y la superficie de contacto cilindro intermedio/cilindro de trabajo. Se observa un hueco muy pequeño de 0,7 mm entre el soporte de cojinete (derecha) y el cilindro intermedio, con riesgo de contacto mecánico.

Del mismo modo, en la figura 4, con los diámetros de un cilindro intermedio de diámetro mínimo y un cilindro de trabajo de diámetro máximo, se observa que la distancia entre la banda metálica y cada soporte de cojinete (izquierda) es pequeña, de solo 7,3 mm, lo que representa un riesgo de contacto importante.

Ventajosamente, la invención permite evitar tales interferencias mecánicas implementando una etapa de reajuste en la que las dimensiones de dicho primer espacio It1 intermedio y del segundo espacio It2 intermedio se ajustan ajustando la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral que define, con el cilindro de soporte, dicho primer espacio It1 intermedio.

Esta etapa de reajuste puede llevarse a cabo ventajosamente durante una interrupción del laminado, por ejemplo simultáneamente con una interrupción del laminado para rectificar el cilindro de trabajo y/o el cilindro de soporte.

Esta etapa de reajuste consiste en ajustar la dimensión que separa el eje de dicho cilindro SR de soporte y el eje de dicho cilindro SSR de apoyo lateral de manera que la dimensión del primer espacio It1 intermedio sea al menos igual a un límite Δ_{min1} inferior y la dimensión del segundo espacio It2 sea al menos igual a un límite Δ_{min2} inferior, cualesquiera que sean las configuraciones, a saber siempre que:

- el diámetro del cilindro WR de trabajo está comprendido entre un diámetro mínimo y un diámetro máximo,
- el diámetro del cilindro SR de soporte está comprendido entre un diámetro mínimo y un diámetro máximo.

Este límite Δ_{min1} inferior y este límite Δ_{min2} inferior, que pueden ser iguales o distintos, pueden ser mayores o iguales a 5 mm.

Las figuras 5 a 10 ilustran las distintas configuraciones posibles de un armazón de laminador de tipo Sexto con casete soportado lateralmente, como en la técnica anterior mostrado en las figuras 1 a 4.

Las figuras 5 a 10 muestran el cilindro SR de soporte, que es el cilindro IR intermedio y transmite la fuerza de laminado al cilindro WR de trabajo. El cilindro SR de soporte suele estar articulado en sus extremos a calzos.

A ambos lados del plano de sujeción, cada cilindro SSR de apoyo lateral está sujeto por dos filas de rodillos G de un soporte BS de cojinetes montado de manera pivotante mediante un brazo AR según el eje A1 de articulación a un soporte de eje formado por los calzos del cilindro SR de soporte. El cilindro SR de soporte con sus calzos, los brazos AR, los soportes BS de cojinetes y el par cilindro de apoyo lateral forma un conjunto autoportante que puede desmontarse cuando se abre el armazón, de una manera conocida per se en la técnica anterior.

Según esta realización, dicho soporte BS de cojinetes está montado de forma amovible en un brazo AR, con una posición ajustable en el brazo, articulándose a su vez dicho brazo AR según dicho eje A1 de articulación, paralelo a dicho cilindro de soporte, asegurando el pivotado de dicho soporte de cojinetes alrededor de dicho eje A1 de articulación.

De manera notable, y según esta realización, dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro SR de soporte y el eje de dicho cilindro SSR de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo por una etapa de modificación de la posición de dicho soporte BS de cojinetes en el brazo AR.

Más particularmente, puede proporcionarse un medio de fijación amovible entre dicho soporte BS de cojinetes y dicho brazo AR que comprende un sistema 1 de chaveta/ranura, portándose dicha chaveta y ranura respectivamente por dicho soporte BS de cojinetes y dicho brazo AR o viceversa.

Como puede observarse en la figura 5, dicha chaveta o ranura portada por el soporte de cojinetes está sensiblemente desplazada en la dirección longitudinal del brazo AR, con respecto al plano paralelo al eje del cilindro de apoyo, que pasa por la mediana Md del segmento perpendicular al cilindro de apoyo lateral, uniendo los dos ejes de las dos filas de rodillos G.

El ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de giro de dicho soporte BS de cojinetes sobre el brazo.

Esta etapa de reajuste, realizada mediante el giro de dicho soporte BS de cojinete sobre el brazo AR, se ilustra a modo de ejemplo en las figuras 9a y 9b.

Las dos configuraciones mostradas en las figuras 9a y 9b respectivamente son configuraciones en las que el cilindro de trabajo está en su diámetro mínimo y el cilindro intermedio está en su diámetro nominal (342,5 mm de diámetro nominal para el cilindro intermedio y 120 mm de diámetro mínimo para el cilindro de trabajo).

La figura 9a ilustra la configuración según la primera posición P1 del soporte de cojinetes en el brazo para la cual el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 180 mm del eje A1 de articulación del brazo, mientras que la figura 9b ilustra otra configuración según una segunda posición P2 del soporte de cojinetes en el brazo para la cual el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 172 mm del eje de pivotado del brazo.

El paso de la primera posición P1 del soporte de cojinetes a la segunda posición P2 del soporte de cojinetes se consigue simplemente girando el soporte BS de cojinetes 180 ° sobre el brazo cuando se interrumpe el laminado.

Este giro modifica la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral que define, con el cilindro de soporte, dicho primer espacio $It1$ intermedio, y en este caso reduce la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral (de la figura 9a a la figura 9b).

Se produce entonces un reajuste (modificación) de la dimensión del primer espacio $It1$ intermedio y del segundo espacio $it2$ intermedio:

- En la figura 9a, y según la primera posición P1 del soporte BS de cojinetes en el brazo, el primer espacio intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral (izquierdo) y el cilindro SR de soporte es de 17 mm y el primer espacio intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral (derecho) y el cilindro SR de soporte es de 15,1 mm, por otro lado, el segundo espacio intermedio entre la banda y el conjunto de soporte de cojinetes/cilindro de apoyo lateral (izquierdo) es de 8,7 mm y el segundo espacio intermedio entre la banda y el conjunto soporte de cojinete/cilindro de apoyo laterales (derecho) es de 8,9 mm.

- en la figura 9b, y según la segunda configuración P2 del soporte BS de cojinetes en el brazo, el primer espacio intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral (izquierdo) y el cilindro SR de soporte es de 10,5 mm, y el primer espacio intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral (derecho) y el cilindro SR de soporte es de 9 mm, por una parte, el segundo espacio intermedio entre la banda y el conjunto soporte de cojinete/cilindro de apoyo lateral (izquierdo) es de 18 mm, el segundo espacio intermedio entre la banda y el conjunto soporte de cojinete/cilindro de apoyo lateral (derecho) es de 16,3 mm.

Cabe señalar que en este diámetro nominal del cilindro SR de soporte (en este caso igual a 342,5 mm) y cuando el cilindro de trabajo tiene un diámetro mínimo (en este caso 120 mm), que es el caso más crítico en términos de riesgo de interferencia mecánica, es posible proceder a la etapa de reajuste, manteniendo, antes (figura 9a) y después (figura 9b) de la etapa de reajuste, un valor del primer espacio $It1$ intermedio y un valor del espacio $it2$ intermedio suficientes para evitar los riesgos de interferencia mecánica.

Hay que señalar que este cambio que debe efectuarse haciendo girar el soporte de cojinetes cuando el cilindro de soporte está en su diámetro nominal (342,5 mm), pero que el cilindro de trabajo está en su diámetro máximo (140 mm), no plantea ninguna dificultad en la medida en que el primer espacio $It1$ intermedio y el segundo espacio $it2$ intermedio presenten valores aún más confortables en términos de riesgo de interferencia mecánica, como puede verse en las figuras 6a y 6b.

Las figuras 5 a 10 ofrecen una visión de conjunto:

- la primera configuración de laminado (primera posición P1 del soporte de cojinetes en el brazo para la cual el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 180 mm del eje A1 de articulación del brazo) puede mantenerse sin riesgo de interferencia mecánica siempre que el diámetro del cilindro SR de soporte esté comprendido entre el diámetro máximo y el diámetro nominal e independientemente del diámetro del cilindro de trabajo comprendido entre el diámetro mínimo y el diámetro máximo, y como se desprende más particularmente de las figuras 6a y 9a,

- la segunda configuración de laminado (segunda posición P2 del soporte de cojinetes en el brazo para la cual el eje de los rodillos de la primera fila está a una distancia de 172 mm del eje A1 de articulación del brazo) puede mantenerse sin riesgo de interferencia mecánica, siempre y cuando el diámetro del cilindro SR de soporte esté

comprendido entre el diámetro nominal y el diámetro mínimo e independientemente del diámetro del cilindro de trabajo comprendido entre el diámetro mínimo y el diámetro máximo, y como se desprende más particularmente de las figuras 6b y 9b.

5 Se resuelven los problemas de interferencia mecánica y obstrucción del chorro identificados en las figuras 3 y 4 que representan la técnica anterior:

10 - la comparación entre la figura 3 (técnica anterior) y la figura 8 según la invención, que representan ambas el caso en que el diámetro del cilindro de soporte es máximo y el diámetro del cilindro de trabajo mínimo, muestra que se han resuelto los problemas de interferencias mecánicas y obstrucciones del chorro.

15 - la comparación entre la figura 4 (técnica anterior) y la figura 10 (según la invención), que representan ambas el caso en que el diámetro del cilindro de soporte es mínimo y el diámetro del cilindro de trabajo es mínimo, muestra que los problemas de riesgo de interferencia mecánica se reducen.

En general y según una realización ventajosa, el diámetro del cilindro SR de soporte está comprendido entre un diámetro máximo y un diámetro mínimo, procedimiento en el que se define un diámetro nominal, inferior al diámetro máximo y superior al diámetro mínimo y en el que:

20 - se mantiene una primera configuración de laminado (sin etapa de reajuste) mientras el diámetro del cilindro de soporte esté comprendido entre el diámetro máximo y el diámetro nominal,

25 - se obtiene una segunda configuración de laminado, cuando el cilindro de soporte se encuentra en el diámetro nominal, dentro de una tolerancia, realizando la etapa de reajuste con reducción de la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral,

- se mantiene la segunda configuración obtenida mediante la etapa de reajuste mientras el diámetro del cilindro de soporte esté comprendido entre el diámetro nominal y el diámetro mínimo.

30 De este modo, la invención permite reducir considerablemente el riesgo de interferencia mecánica entre la banda y el conjunto soporte de cojinetes/cilindro de apoyo lateral, por una parte, y entre el conjunto soporte de cojinetes/cilindro de apoyo lateral y el cilindro de soporte, por otra parte.

35 Como puede observarse en las figuras 5 a 10, y manteniendo el espacio $lt1$ intermedio entre el cilindro de soporte y el cilindro de apoyo lateral superior o igual al valor de un límite Δ_{min1} inferior, la invención todavía permite garantizar un enfriamiento optimizado del contacto cilindro SR de soporte/cilindro de trabajo por aspersión directa del cilindro de trabajo, durante toda la operación, independientemente del diámetro del cilindro de trabajo y el diámetro del cilindro de soporte, y sin riesgo de interrupción total del chorro durante esta operación.

40 Ventajosamente, la instalación de laminado puede tener de este modo al menos boquillas SN1, SN2 de aspersión que permiten la pulverización por aspersión de al menos un chorro de fluido sobre al menos parte de la banda ST y al menos parte de dichos cilindros y procedimiento en el que se implementa una etapa de pulverización que comprende al menos una aspersión directa de al menos parte de los cilindros WR de trabajo, a ambos lados de dicho plano perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda, estando dichas boquillas SN1, SN2 configuradas para:

45 - producir un chorro J1 dirigido hacia el cilindro WR de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando el chorro por dicho primer espacio $lt1$ intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral y el cilindro SR de soporte, antes de alcanzar dicho cilindro WR de trabajo, y/o

50 - producir un chorro J2 dirigido hacia el cilindro WR de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando por el espacio intermedio entre la banda y el cilindro de apoyo lateral, antes de alcanzar dicho cilindro de trabajo y/o la banda.

55 De este modo, para cada cilindro de trabajo puede implementarse una aspersión directa a ambos lados del plano de sujeción. Las boquillas SN1 y SN2 pueden montarse en el brazo AR y/o en el soporte BS de cojinetes.

60 Las figuras 5 a 10 muestran un ejemplo en el que la etapa de reajuste se realiza cambiando la posición del soporte BS de cojinetes en el brazo AR, y con el fin de modificar (ajustar) la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral.

Pueden preverse otras soluciones técnicas sin alejarse del alcance de la invención, y siempre con el objetivo de modificar (ajustar) la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral.

65 Según otra realización, dicho soporte BS de cojinetes está montado en un brazo AR articulado a su vez según dicho

eje A1 de articulación paralelo a dicho cilindro de soporte garantizando el pivotado de dicho soporte de cojinetes alrededor de dicho eje A1 de articulación, y en dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de ajuste de la posición de dicho eje A1 de articulación en el brazo AR de soporte.

Por ejemplo, puede disponerse una excéntrica Ex1 entre el eje A1 de articulación y dicho brazo AR, y en donde dicho ajuste de la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de rotación de dicha excéntrica Ex1.

Tal realización se ilustra en la figura 11, que ilustra respectivamente en línea continua y línea discontinua el cambio de posición del brazo y del soporte de cojinetes según dos posiciones de la excéntrica Ex1. Puede observarse que cuando la excéntrica Ex1 rota, la posición del eje A1 permanece invariable, mientras que el brazo AR y el soporte BS de cojinetes se alejan del eje del cilindro SR de soporte.

Según otra realización, dicho eje A1 de articulación alrededor del que está montado el soporte BS de cojinetes está soportado y montado sobre dicho soporte AS de eje y en tal procedimiento dicho ajuste de la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición de dicho eje A1 de articulación sobre dicho soporte AS de eje.

Por ejemplo, dicha etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte AS de eje se obtiene añadiendo o quitando cuñas entre el soporte de eje y dicho eje de articulación (ejemplo no mostrado), o dicha etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje se obtiene rotando una excéntrica Ex2 proporcionada entre dicho eje A1 de articulación y dicho soporte AS de eje.

Esta primera realización con excéntrica Ex2 se ilustra en la figura 12, que muestra el cambio de posición del brazo y del soporte de cojinetes según dos posiciones de la excéntrica Ex2, en líneas continuas y discontinuas respectivamente. Según este ejemplo esquemático, el cilindro SR de soporte está montado de manera rotatoria sobre calzos Ep, estando dicho eje A1 de articulación fijado en sus extremos a los dos calzos del cilindro de soporte que forman el soporte AS de eje.

Entre cada extremo del eje A1 de articulación y el calzo Ep hay una excéntrica Ex2. Como puede verse en la figura 12, la rotación de la excéntrica Ex2 permite modificar la posición del eje A1 de articulación en el soporte AS de eje.

Además, y según una cuarta realización posible, dicho cilindro SR de soporte está soportado en sus extremos por calzos Ep, y en cuyo procedimiento dicho ajuste de la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición del eje A_{SR} de dicho cilindro de soporte con respecto a los bloques MB de combadura destinados a la combadura del cilindro de soporte.

Por ejemplo, y según la realización ilustrada en la figura 13, el cilindro SR de soporte está montado rotatoriamente sobre calzos Ep, estando cada uno de los calzos engranado con un bloque MB de combadura. Cada soporte BS de cojinetes está montado sobre un brazo AR articulado según el eje A1 al soporte AS de eje, constituido en este caso por el bloque MB de combadura.

También hay que señalar que los calzos Ep son asimétricos, en el sentido de que permiten obtener dos posiciones de montaje del cilindro de soporte, con un desplazamiento del eje A_{SR} del cilindro de soporte en función de si el calzo está montado en una primera dirección de montaje en el bloque de combadura, o en una segunda dirección de montaje, obtenida girando el calzo Ep.

Según esta realización, el ajuste durante la etapa de reajuste se obtiene girando el calzo 180 °.

La invención también se refiere a una instalación para laminar una banda ST adecuada para llevar a cabo el procedimiento.

Dicha instalación de laminado comprende al menos un armazón que comprende:

- un par de cilindros WR de trabajo con ejes paralelos, entre los que discurre la banda ST, teniendo cada uno de dichos cilindros de trabajo al menos una generatriz en contacto con la banda,

- un plano perpendicular a una dirección de desplazamiento de la banda, en el que se encuentran al menos una generatriz de contacto y los ejes de dichos cilindros WR de trabajo,

- un par de cilindros SR de soporte, con ejes paralelos al plano de la banda y situados a ambos lados de dicha banda, estando dichos cilindros de soporte y cilindros de trabajo situados en el mismo lado de la banda en contacto

entre sí a lo largo de una generatriz de soporte común con el fin de transmitir a los cilindros de trabajo una fuerza de laminado sustancialmente normal a la banda,

- dos pares de cilindros de apoyo laterales con ejes paralelos, estando dichos cilindros de un mismo par situados simétricamente a cada lado de uno de dichos cilindros de trabajo, en un plano paralelo a la banda, de forma que cada uno de los cilindros SSR de apoyo lateral de un mismo par sea capaz de transmitir a lo largo de una generatriz de apoyo de dicho cilindro WR de trabajo una fuerza que permita mantenerlo en una posición determinada con respecto al cilindro SR de soporte,

- soporte de cada uno de dichos cilindros de apoyo mediante dos filas formadas por una pluralidad de rodillos G de apoyo montados uno al lado de otro, que permiten mantener los cilindros SSR de apoyo lateral en una posición predeterminada,

- soporte de cada una de las dos filas formadas por dicha pluralidad de rodillos de apoyo, mediante un soporte BS de cojinetes portador de las dos filas de rodillos, estando dicho soporte BS de cojinetes montado de manera pivotante según un eje A1 de articulación, paralelo al cilindro de soporte, portado por un soporte AS de eje, fijo con respecto al eje del cilindro de soporte, como los calzos Ep del cilindro de soporte, o los bloques MB de combadura destinados a la combadura del cilindro de soporte.

Durante el laminado de la banda metálica, dicha instalación comprende un primer espacio It1 intermedio definido entre el cilindro SSR de apoyo lateral y el cilindro S de soporte y un segundo espacio It2 intermedio definido entre la banda ST y el conjunto cilindro SSR de apoyo lateral/soporte BS de cojinetes, que puede variar durante el laminado debido a reducciones de los diámetros del cilindro de soporte y del cilindro de trabajo causadas por el desgaste o el rectificado de los cilindros.

Según la invención, dicha instalación comprende un dispositivo de ajuste configurado para ajustar la dimensión de dicho primer espacio It1 intermedio y la dimensión del segundo espacio It2 intermedio implementando un ajuste de la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral que define, con el cilindro de soporte, dicho primer espacio It1 intermedio.

La instalación puede comprender un dispositivo configurado para pulverizar por aspersión al menos un chorro de fluido sobre al menos parte de la banda y al menos parte de uno de dichos cilindros que comprende al menos un sistema de boquillas con boquillas SN1, SN2 configuradas para:

- producir un chorro J1 dirigido hacia el cilindro de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando el chorro por un primer espacio It1 intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral y el cilindro SR de soporte, antes de alcanzar dicho cilindro WR de trabajo, y/o

- producir un chorro J2 dirigido hacia el cilindro de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando por el espacio intermedio entre el cilindro SSR de apoyo lateral y la banda ST, antes de alcanzar dicho cilindro de trabajo y/o la banda.

Según una realización, el dispositivo de ajuste comprende dicho soporte BS de cojinetes que está montado fijo de forma amovible en un brazo AR, cuya posición puede ajustarse en el brazo, estando dicho brazo a su vez articulado según dicho eje de articulación paralelo al cilindro SR de soporte asegurando el pivotado de dicho soporte BS de cojinetes alrededor de dicho eje de articulación. El dispositivo de ajuste está configurado para que el ajuste de la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral se realice modificando la posición de dicho soporte BS de cojinetes en el brazo AR.

Por ejemplo, y según el ejemplo de las figuras 5 a 15, el dispositivo de ajuste comprende un medio de fijación amovible entre dicho soporte de cojinetes y dicho brazo que comprende un sistema 1 de chaveta/ranura, dicha chaveta y ranura portadas respectivamente por dicho soporte de cojinetes y dicho brazo, o viceversa, estando dicha chaveta o ranura portada por el soporte BS de cojinetes desplazada en la dirección longitudinal del brazo, con respecto al plano, paralelo al cilindro de apoyo lateral, que pasa por la mediana Md al segmento perpendicular al cilindro de apoyo lateral que une los dos ejes de dos filas de cilindros. El dispositivo de ajuste está configurado para que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral se efectúe girando dicho soporte BS de cojinetes.

Según otra realización ilustrada a título informativo en la figura 11, estando dicho soporte BS de cojinetes montado fijo sobre un brazo AR articulado a su vez según dicho eje A1 de articulación paralelo a dicho cilindro de soporte asegurando el pivotado de dicho soporte BS de cojinetes alrededor de dicho eje de articulación, y en el que el dispositivo de ajuste está configurado para que el ajuste de la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral se lleve a cabo ajustando la posición de dicho eje A1 de articulación en el brazo AR.

Dicho dispositivo de ajuste puede comprender una excéntrica Ex1 provista entre el eje A1 de articulación y dicho

brazo AR, estando dicho dispositivo de ajuste configurado para que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje A_{SR} de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral se lleve a cabo mediante una etapa de rotación de dicha excéntrica Ex1.

5 Según otra realización ilustrada a título indicativo en la figura 12, dicho eje A1 de articulación alrededor del que está montado el soporte BS de cojinetes está soportado y montado sobre un soporte AS de eje y en el que el dispositivo de ajuste está configurado de manera que el ajuste de la dimensión que separa el eje A_S de dicho cilindro SR de soporte y el eje A_{SSR} de dicho cilindro SSR de apoyo lateral se efectúa modificando la posición de dicho eje de articulación A1 sobre dicho soporte AS de eje.

10 El dispositivo de ajuste puede entonces comprender cuñas, estando dicho dispositivo de ajuste configurado para que el cambio de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje se logre añadiendo o quitando cuñas entre el soporte de eje y dicho eje de articulación.

15 Alternativamente, dicho dispositivo de ajuste comprende la excéntrica Ex2 dispuesta entre dicho eje de articulación y dicho soporte AS de eje: dicho dispositivo de ajuste está configurado de modo que la modificación de la posición de dicho eje A1 de articulación sobre dicho soporte AS de eje se obtenga mediante la rotación de la excéntrica Ex2.

20 Nomenclatura

A1. Eje de articulación (entre el soporte BS de cojinetes y el soporte AS de eje),

A_{SR} . Eje del cilindro de soporte,

25 A_{SSR} . Eje del cilindro de apoyo lateral

AR. Brazo

AS. Soporte de eje

30 BS. Calzo

Ex1, Ex2. Excéntricas

35 G. Rodillos (soporte de cojinetes),

IR. Cilindro intermedio (cilindro de soporte)

40 It1. Primer espacio intermedio entre el cilindro de apoyo lateral y el cilindro de soporte,

It2. Segundo espacio intermedio entre el conjunto cilindro de apoyo lateral/soporte de cojinetes y la banda.

J1. Primer chorro,

45 J2. Segundo chorro,

MB. Bloque de combadura (en inglés "Maes block")

Md. Mediana

50 SR. Cilindro de soporte,

SSR. Cilindro de apoyo lateral

55 ST. Banda

WR. Cilindros de trabajo,

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de laminado adecuado para una instalación de laminado de una banda (ST) que comprende:

- 5 - un laminado, mediante un par de cilindros (WR) de trabajo con ejes paralelos, de dicha banda tomada entre dichos cilindros (WR) de trabajo y que discurre entre el par de cilindros de trabajo, teniendo cada uno de dichos cilindros de trabajo al menos una generatriz en contacto con la banda,
- 10 - una transmisión a dichos cilindros (WR) de trabajo de una fuerza de laminado sustancialmente normal a la banda, por un par de cilindros (SR) de soporte, estando dichos cilindros (WR) de trabajo y dichos cilindros (SR) de soporte situados en el mismo lado de la banda en contacto entre sí a lo largo de una generatriz de soporte común con el fin de transmitir dicha fuerza de laminado,
- 15 - un plano perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda, en el que se encuentran al menos una generatriz de contacto y los ejes de dichos cilindros de trabajo,
- 20 - la sujeción de cada uno de dichos cilindros (WR) de trabajo por un par de cilindros (SSR) de apoyo laterales, situados a ambos lados de dicho plano perpendicular, siendo cada uno de los cilindros (SSR) de apoyo laterales capaz de ejercer, a lo largo de una generatriz de apoyo de dicho cilindro (WR) de trabajo una fuerza que mantiene el eje del cilindro (WR) de trabajo en una posición determinada con respecto a un armazón de laminado de la instalación y a dichos cilindros de apoyo laterales,
- 25 - un soporte de cada uno de dichos cilindros de apoyo lateral mediante dos filas formadas por una pluralidad de rodillos (G) montados uno al lado de otro, que permiten mantener los cilindros (SSR) de apoyo laterales en una posición determinada,
- 30 - un soporte de cada una de las dos filas formadas por dicha pluralidad de rodillos (G), mediante un soporte (BS) de cojinetes que porta las dos filas de rodillos, estando dicho soporte de cojinete montado de manera pivotante según un eje (A1) de articulación, paralelo al cilindro (SR) de soporte, portado por un soporte (AS) de eje, como los calzos (Ep) del cilindro de soporte, o los bloques (MB) de combadura destinados a la combadura del cilindro de soporte, estando dicho soporte de eje fijo con respecto al eje del cilindro (SR) de soporte.
- 35 procedimiento en el que las dimensiones de un primer espacio (It1) intermedio definido entre el cilindro (SSR) de apoyo lateral y el cilindro (SR) de soporte y de un segundo espacio (It2) intermedio definido entre la banda (ST) y el conjunto cilindro (SSR) de apoyo lateral/soporte (BS) de cojinetes varían durante el laminado debido a reducciones en los diámetros del cilindro de soporte y del cilindro de trabajo causadas por el desgaste y rectificado de los cilindros,
- 40 **caracterizado por que** dicho procedimiento comprende una etapa de reajuste en la que se ajusta la dimensión de dicho primer espacio (It1) intermedio y de dicho segundo espacio (It2) intermedio realizando un ajuste de la dimensión que separa el eje (ASR) de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje (ASSR) de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral que define, con el cilindro de soporte, dicho primer espacio (It1) intermedio, y en el que:
- 45 /1/ según una primera posibilidad, dicho soporte (BS) de cojinetes está montado fijo de forma amovible en un brazo (AR), con una posición ajustable en el brazo, estando dicho brazo (AR) articulado a su vez según dicho eje (A1) de articulación, paralelo a dicho cilindro de soporte, asegurando el pivotado de dicho soporte de cojinetes alrededor de dicho eje (A1) de articulación, y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición de dicho soporte (BS) de cojinetes en el brazo (AR),
- 50 /2/ según una segunda posibilidad, dicho soporte (BS) de cojinetes está montado fijo en un brazo (AR) articulado a su vez según dicho eje (A1) de articulación paralelo a dicho cilindro de soporte que asegura el pivotado de dicho soporte de cojinetes alrededor de dicho eje (A1) de articulación, y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de ajuste de la posición de dicho eje (A1) de articulación con respecto al brazo (AR) de soporte,
- 55 /3/ según una tercera posibilidad, dicho eje (A1) de articulación alrededor del cual está montado el soporte (BS) de cojinetes, está soportado y montado sobre dicho soporte (AS) de eje y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición de dicho eje (A1) de articulación sobre dicho soporte (AS) de eje,
- 60 /4/ según una cuarta posibilidad, dicho cilindro (SR) de soporte está soportado en sus extremos por calzos (Ep), y en la que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de modificación de la posición
- 65

del eje (A_{SR}) de dicho cilindro de soporte con respecto a los bloques (MB) de combadura destinados a la combadura del cilindro de soporte.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de reajuste consiste en ajustar la dimensión que separa el eje de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral de modo que la dimensión del primer espacio intermedio sea al menos igual a un límite Δ_{min1} inferior y la dimensión del segundo espacio intermedio sea al menos igual a un límite Δ_{min2} inferior, siendo dicho límite Δ_{min1} inferior y el límite Δ_{min2} inferior mayores o iguales a 5 mm.

3. Procedimiento de laminado según una de las reivindicaciones 1 o 2 en el que el diámetro del cilindro (SR) de soporte está comprendido entre un diámetro máximo y un diámetro mínimo, procedimiento en el que se define un diámetro nominal menor que el diámetro máximo y mayor que el diámetro mínimo y en el que:

- se mantiene una primera configuración de laminado sin ninguna etapa de reajuste siempre que el diámetro del cilindro de soporte esté comprendido entre el diámetro máximo y el diámetro nominal,

- se obtiene una segunda configuración de laminado, cuando el cilindro de soporte se encuentra en el diámetro nominal, realizando dicha etapa de reajuste con reducción de la dimensión que separa el eje (A_{SR}) de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje (A_{SSR}) de dicho cilindro SSR de apoyo lateral

- se mantiene dicha segunda configuración obtenida mediante dicha etapa de reajuste siempre que el diámetro del cilindro de soporte esté comprendido entre el diámetro nominal y el diámetro mínimo.

4. Procedimiento de laminado según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la instalación de laminado tiene al menos boquillas (SN1, SN2) de aspersión para pulverizar por aspersión al menos un chorro de fluido sobre al menos parte de la banda (ST) y al menos parte de uno de dichos cilindros, y en el que se implementa una etapa de pulverización que comprende al menos una aspersión directa de al menos parte de los cilindros (WR) de trabajo, a ambos lados de dicho plano perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda, estando dichas boquillas (SN1, SN2) configuradas para:

- producir un chorro (J1) dirigido hacia el cilindro (WR) de trabajo desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando el chorro por dicho primer espacio (It1) intermedio entre el cilindro (SSR) de apoyo lateral y el cilindro (SR) de soporte, antes de alcanzar dicho cilindro (WR) de trabajo y/o

- producir un chorro (J2) dirigido hacia el cilindro (WR) de trabajo desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando por el espacio intermedio entre la banda y el cilindro de apoyo lateral, antes de alcanzar dicho cilindro de trabajo y/o la banda.

5. Procedimiento según la primera posibilidad de la reivindicación 1, en el que la instalación comprende un medio de fijación amovible entre dicho soporte (BS) de cojinetes y dicho brazo (AR) que comprende un sistema (1) de chaveta/ranura, estando dicha chaveta y ranura portadas respectivamente por dicho soporte (BS) de cojinetes y dicho brazo (AR), o viceversa, estando dicha chaveta o ranura portadas por el soporte de cojinetes desplazada en la dirección longitudinal del brazo (AR), con respecto al plano, en paralelo al eje del cilindro de soporte, que pasa por la mediana (Md) del segmento, en perpendicular al cilindro de apoyo lateral, uniendo los dos ejes de las dos filas de rodillos (G),

y en dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de giro de dicho soporte (BS) de cojinetes sobre el brazo.

6. Procedimiento según la segunda posibilidad de la reivindicación 1, en el que se proporciona una excéntrica (Ex1) entre el eje (A1) de articulación y dicho brazo (AR), y en el que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral implementado durante la etapa de reajuste se lleva a cabo mediante una etapa de rotación de dicha excéntrica (Ex1).

7. Método según la tercera posibilidad de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte (AS) de eje se obtiene añadiendo o quitando cuñas entre el soporte de eje y dicho eje de articulación, o bien, alternativamente, dicha etapa de modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje se obtiene mediante la rotación de una excéntrica (Ex2) dispuesta entre dicho eje (A1) de articulación y dicho soporte (AS) de eje.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicha etapa de reajuste se lleva a cabo cuando se interrumpe la laminado, tras la rectificación del cilindro de trabajo y/o del cilindro de soporte.

9. Instalación de laminado de una banda (ST) que comprende al menos un armazón que comprende:

- un par de cilindros (WR) de trabajo con ejes paralelos, entre los que discurre la banda (ST), teniendo cada uno de dichos cilindros de trabajo al menos una generatriz en contacto con la banda,

- un plano perpendicular a una dirección de desplazamiento de la banda, en el que se encuentran al menos una generatriz de contacto y los ejes de dichos cilindros (WR) de trabajo,

- un par de cilindros (SR) de soporte, con ejes paralelos al plano de la banda y situados a ambos lados de dicha banda, estando dichos cilindros de soporte y cilindros de trabajo situados en el mismo lado de la banda en contacto entre sí a lo largo de una generatriz de soporte común con el fin de transmitir a los cilindros de trabajo una fuerza de laminado sustancialmente normal a la banda,

- dos pares de cilindros de apoyo lateral con ejes paralelos, estando dichos cilindros de un mismo par situados simétricamente a ambos lados de uno de dichos cilindros de trabajo, en un plano paralelo al alma, de forma que cada uno de los cilindros (SSR) de apoyo lateral de un mismo par sea capaz de transmitir a lo largo de una generatriz de apoyo de dicho cilindro (WR) de trabajo una fuerza que permita mantenerlo en una posición determinada con respecto al cilindro (SR) de soporte,

- un soporte de cada uno de dichos cilindros de apoyo mediante dos filas formadas por una pluralidad de rodillos (G) de apoyo montados uno al lado de otro, permitiendo mantener los cilindros (SSR) de apoyo lateral en una posición predeterminada,

- un soporte de cada una de las dos filas formadas por dicha pluralidad de rodillos de apoyo, mediante un soporte (BS) de cojinetes que soporta las dos filas, estando dicho soporte (BS) de cojinetes montado de forma pivotante según un eje (A1) de articulación, paralelo al cilindro de soporte, soportado por un soporte (AS) de eje, fijo con respecto al eje del cilindro de soporte, como los calzos (Ep) del cilindro de soporte, o los bloques (MB) de combadura destinados a la combadura del cilindro de soporte.

en la que la instalación comprende, durante el laminado de la banda metálica, un primer espacio (It1) intermedio definido entre el cilindro (SSR) de apoyo lateral y el cilindro (SR) de soporte y un segundo espacio (It2) intermedio definido entre la banda (ST) y el conjunto cilindro (SSR) de apoyo lateral/soporte (BS) de cojinetes que puede variar durante el laminado debido a las reducciones de los diámetros del cilindro de soporte y del cilindro de trabajo causadas por el desgaste o el rectificado de los cilindros,

caracterizada por que comprende un dispositivo de ajuste configurado para ajustar la dimensión de dicho primer espacio (It1) intermedio y la dimensión del segundo espacio (It2) intermedio realizando un ajuste de la dimensión que separa el eje (ASR) de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje (ASSR) de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral que define, con el cilindro de soporte, dicho primer espacio (It1) intermedio, y en el que

/1/ según una primera posibilidad, el dispositivo de ajuste comprende dicho soporte (BS) de cojinetes que está montado fijo de forma amovible sobre un brazo (AR), de posición ajustable en el brazo, estando dicho brazo a su vez articulado según dicho eje de articulación paralelo al cilindro (SR) de soporte asegurando el pivotado de dicho soporte (BS) de cojinetes alrededor de dicho eje de articulación, y en la que el dispositivo de ajuste está configurado para que el ajuste de la dimensión que separa el eje (ASR) de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje (ASSR) de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral se lleve a cabo modificando la posición de dicho soporte (BS) de cojinetes en el brazo (AR),

/2/ según una segunda posibilidad, dicho soporte (BS) de cojinetes está montado fijo sobre un brazo (AR) articulado a su vez según dicho eje (A1) de articulación paralelo a dicho cilindro de soporte asegurando el pivotado de dicho soporte (BS) de cojinetes alrededor de dicho eje de articulación, y en la que el dispositivo de ajuste está configurado para que el ajuste de la dimensión que separa el eje (ASR) de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje (ASSR) de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral llevado a cabo durante la etapa de reajuste se lleve a cabo ajustando la posición de dicho eje (A1) de articulación en el brazo (AR),

/3/ según una tercera posibilidad, dicho eje (A1) de articulación alrededor del que está montado el soporte (BS) de cojinetes, está soportado y montado en un soporte (AS) de eje y en la que el dispositivo de ajuste está configurado de manera que el ajuste de la dimensión que separa el eje (ASR) de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje (ASSR) de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral se lleva a cabo modificando la posición de dicho eje (A1) de articulación en dicho soporte (AS) de eje.

10. Instalación según la reivindicación 9 que comprende un dispositivo configurado para pulverizar por aspersión al menos un chorro de fluido sobre al menos una parte de la banda y al menos una parte de uno de dichos cilindros que comprende al menos un sistema de boquillas con boquillas (SN1, SN2) configuradas para:

- producir un chorro (J1) dirigido hacia el cilindro de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando el chorro por un primer espacio (It1) intermedio entre el cilindro (SSR) de apoyo lateral y el cilindro (SR) de soporte, antes de alcanzar dicho cilindro (WR) de trabajo y/o

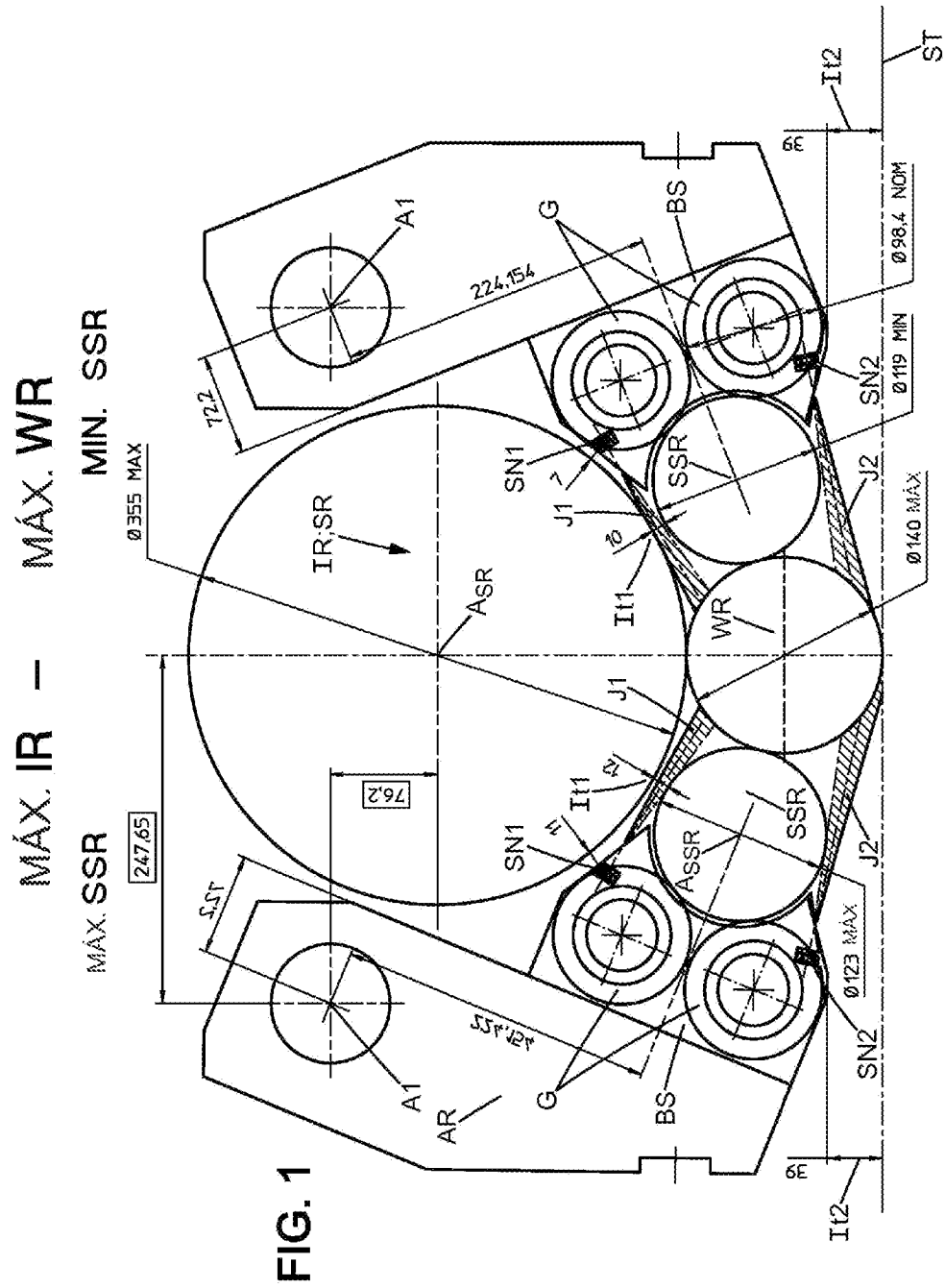
- producir un chorro (J2) dirigido hacia el cilindro de trabajo, desde al menos un lado del plano perpendicular a la dirección de desplazamiento, pasando por el espacio intermedio entre el cilindro (SSR) de apoyo lateral y la banda (ST), antes de alcanzar dicho cilindro de trabajo y/o la banda.

11. Instalación según la primera posibilidad de la reivindicación 9, en la que el dispositivo de ajuste comprende un medio de fijación amovible entre dicho soporte de cojinetes y dicho brazo que comprende un sistema (1) de chaveta/ranura, dicha chaveta o ranura portadas respectivamente por dicho soporte de cojinetes y dicho brazo, o viceversa, estando dicha chaveta o ranura portada por el soporte (BS) de cojinetes desplazada en la dirección longitudinal del brazo, con respecto al plano, en paralelo al cilindro de apoyo lateral, que pasa por la mediana (Md) del segmento perpendicular al cilindro de apoyo lateral que une los dos ejes de dos filas de rodillos,

y en la que el dispositivo de ajuste está configurado para que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje de dicho cilindro de soporte y el eje de dicho cilindro de apoyo lateral se lleve a cabo girando dicho soporte (BS) de cojinetes.

12. Instalación según la segunda posibilidad de la reivindicación 9, en la que dicho dispositivo de ajuste comprende una excéntrica (Ex1) proporcionada entre el eje (A1) de articulación y dicho brazo (AR), y en la que el dispositivo de ajuste está configurado para que dicho ajuste de la dimensión que separa el eje (A_{SR}) de dicho cilindro (SR) de soporte y el eje (A_{SSR}) de dicho cilindro (SSR) de apoyo lateral se lleve a cabo mediante una etapa de rotación de dicha excéntrica (Ex1).

13. Instalación según la tercera posibilidad de la reivindicación 9, en la que el dispositivo de ajuste comprende cuñas, estando dicho dispositivo de ajuste configurado de manera que la modificación de la posición de dicho eje de articulación en dicho soporte de eje se consiga mediante la adición o retirada de cuñas entre el soporte de eje y dicho eje de articulación, o alternatively, dicho dispositivo de ajuste comprende una excéntrica (Ex2) dispuesta entre dicho eje de articulación y dicho soporte (AS) de eje y en la que dicho dispositivo de ajuste está configurado para que la modificación de la posición de dicho eje (A1) de articulación en dicho soporte (AS) de eje se obtenga mediante la rotación de la excéntrica (Ex2).



MIN. IR – MÁX. WR
MÁX. SSR MIN. SSR

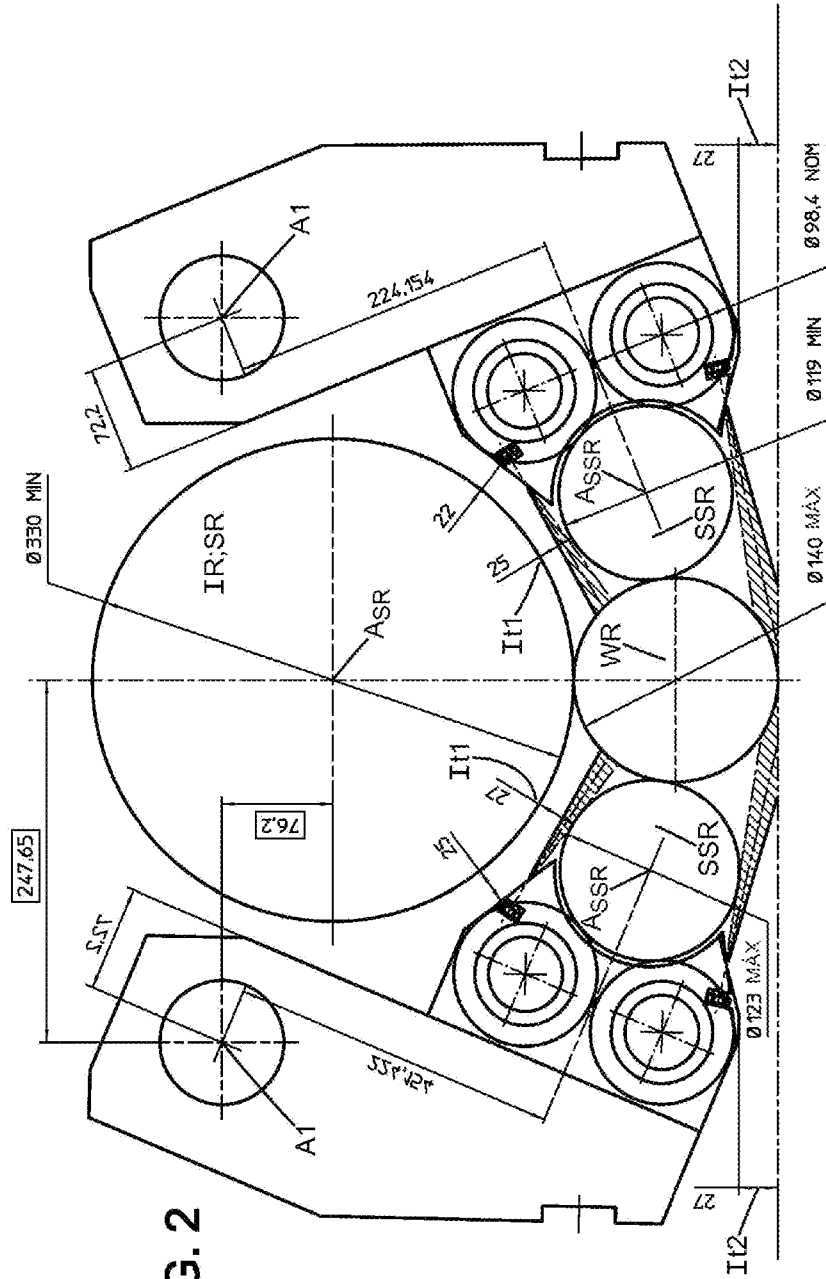
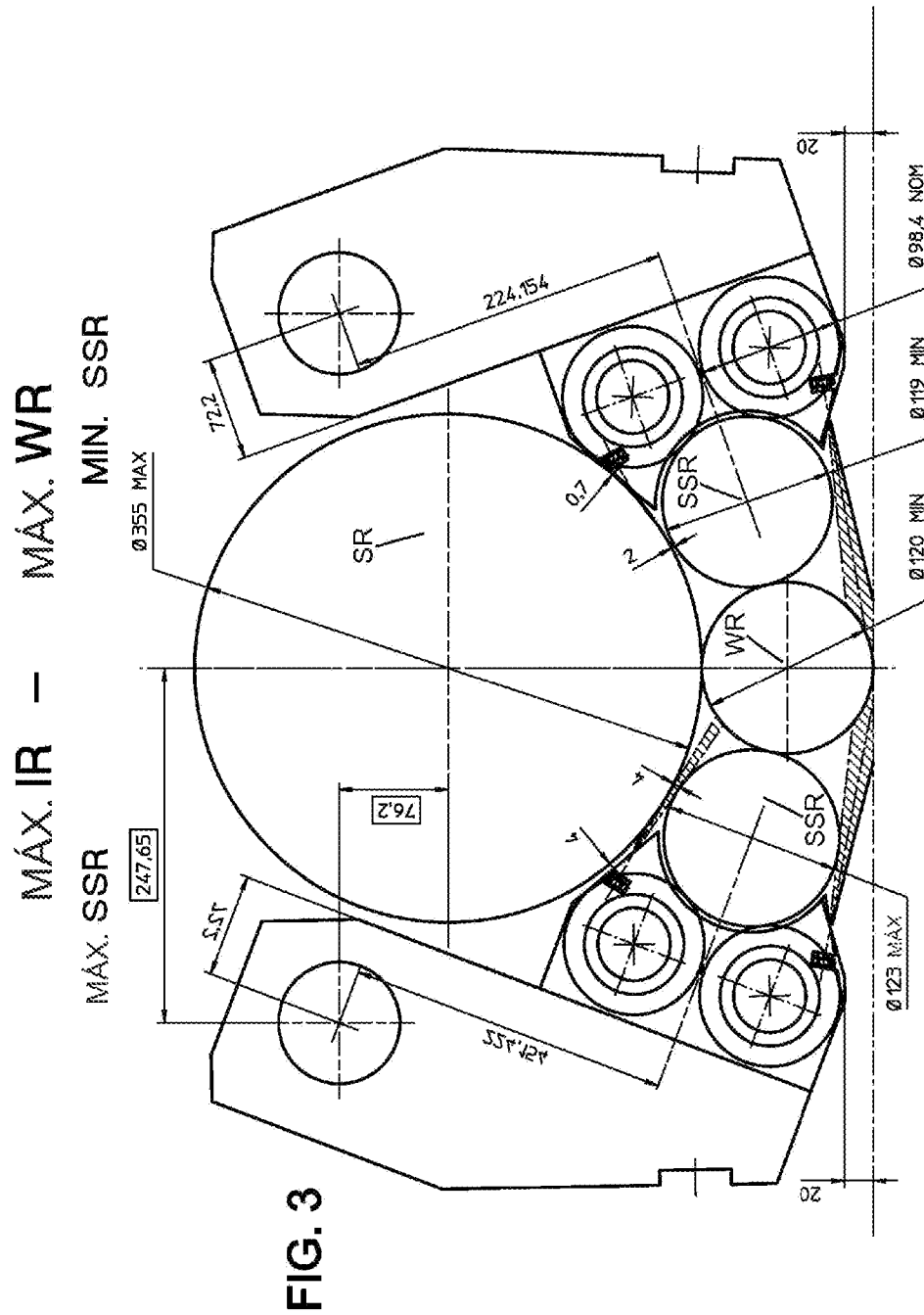
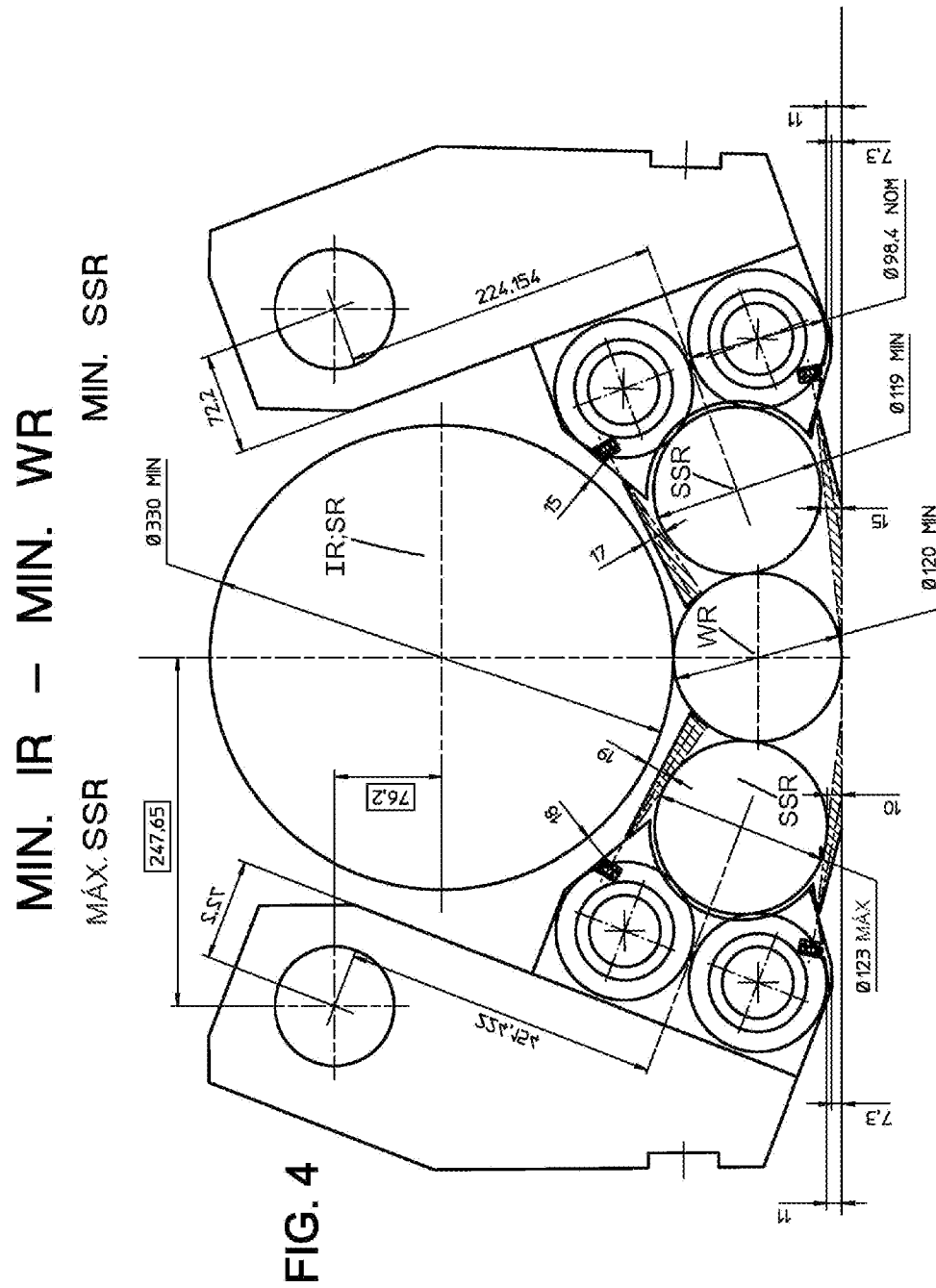
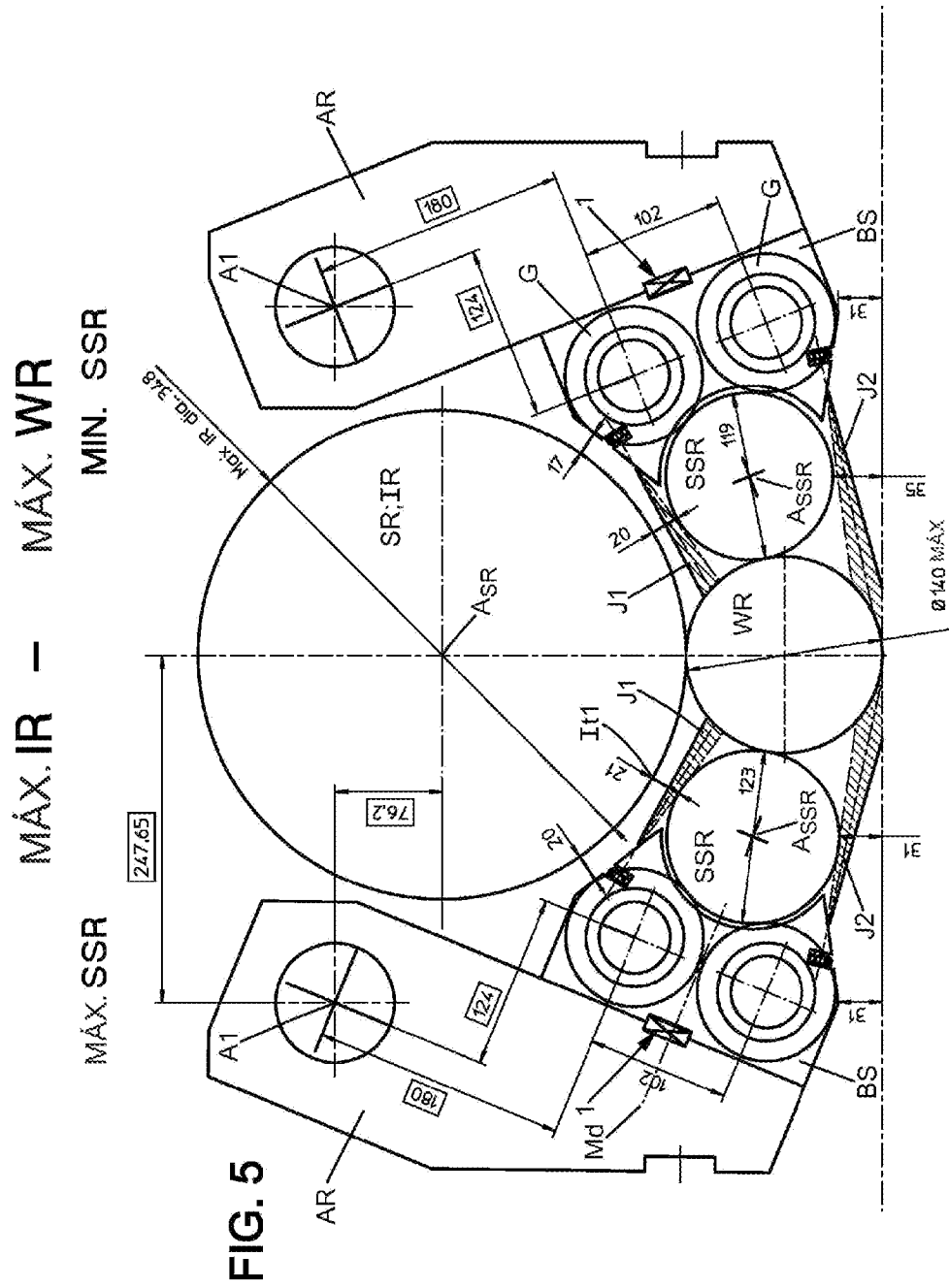


FIG. 2







NOM. IR — MAX. WR
MAX. SSR MIN. SSR

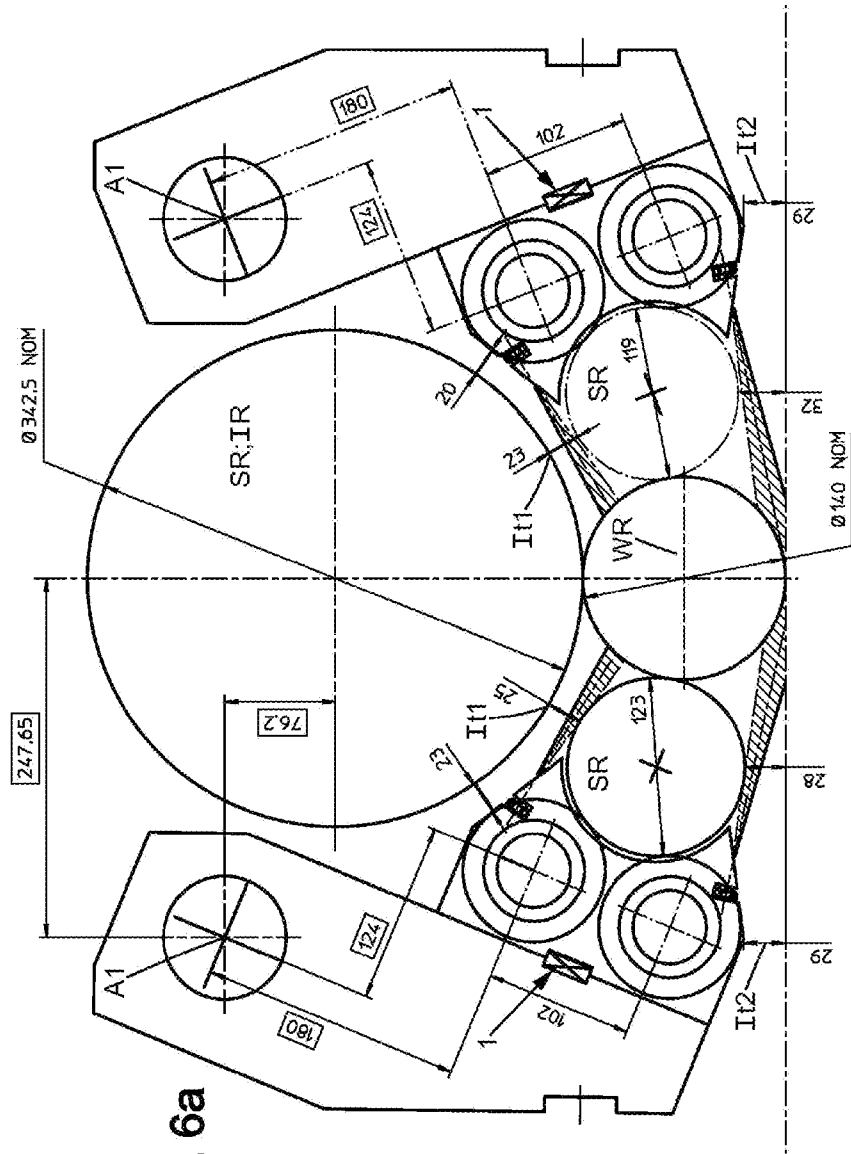


FIG. 6a

NOM. IR — MÁX. WR
MÁX. SSR — MIN. SSR

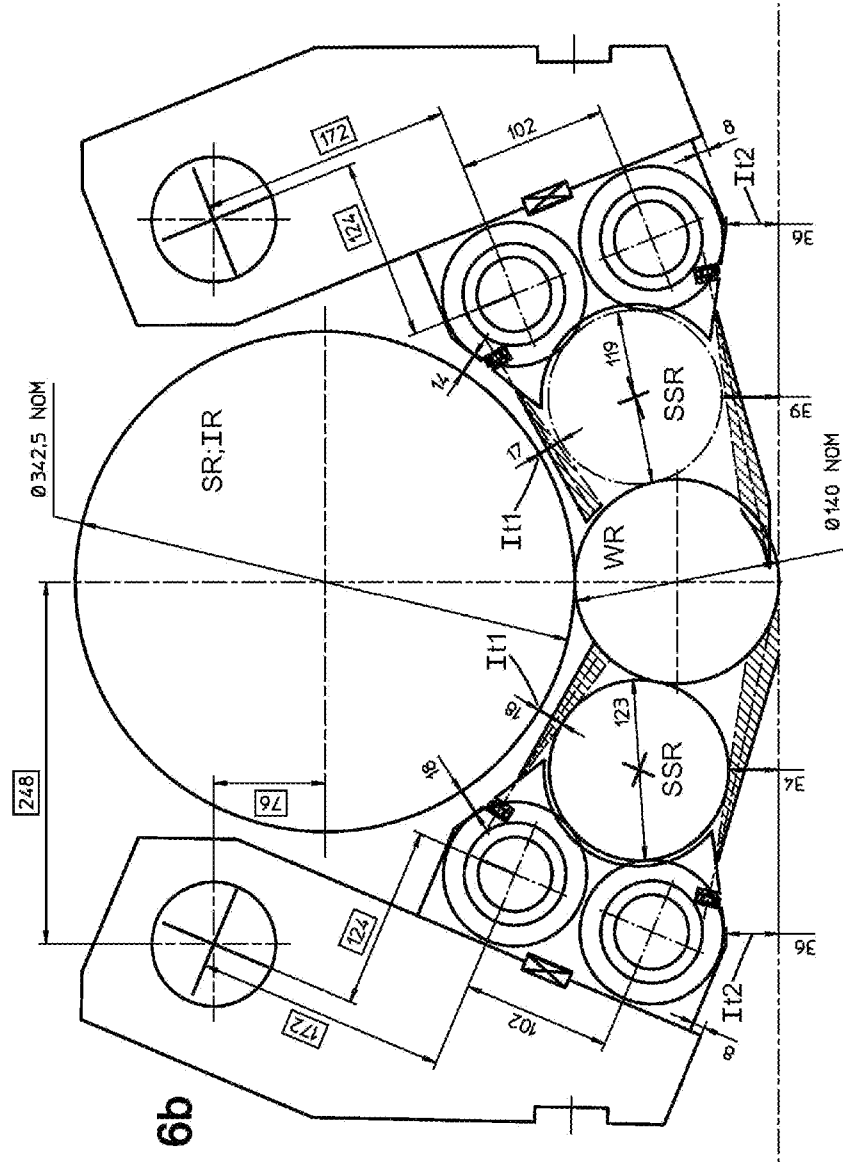
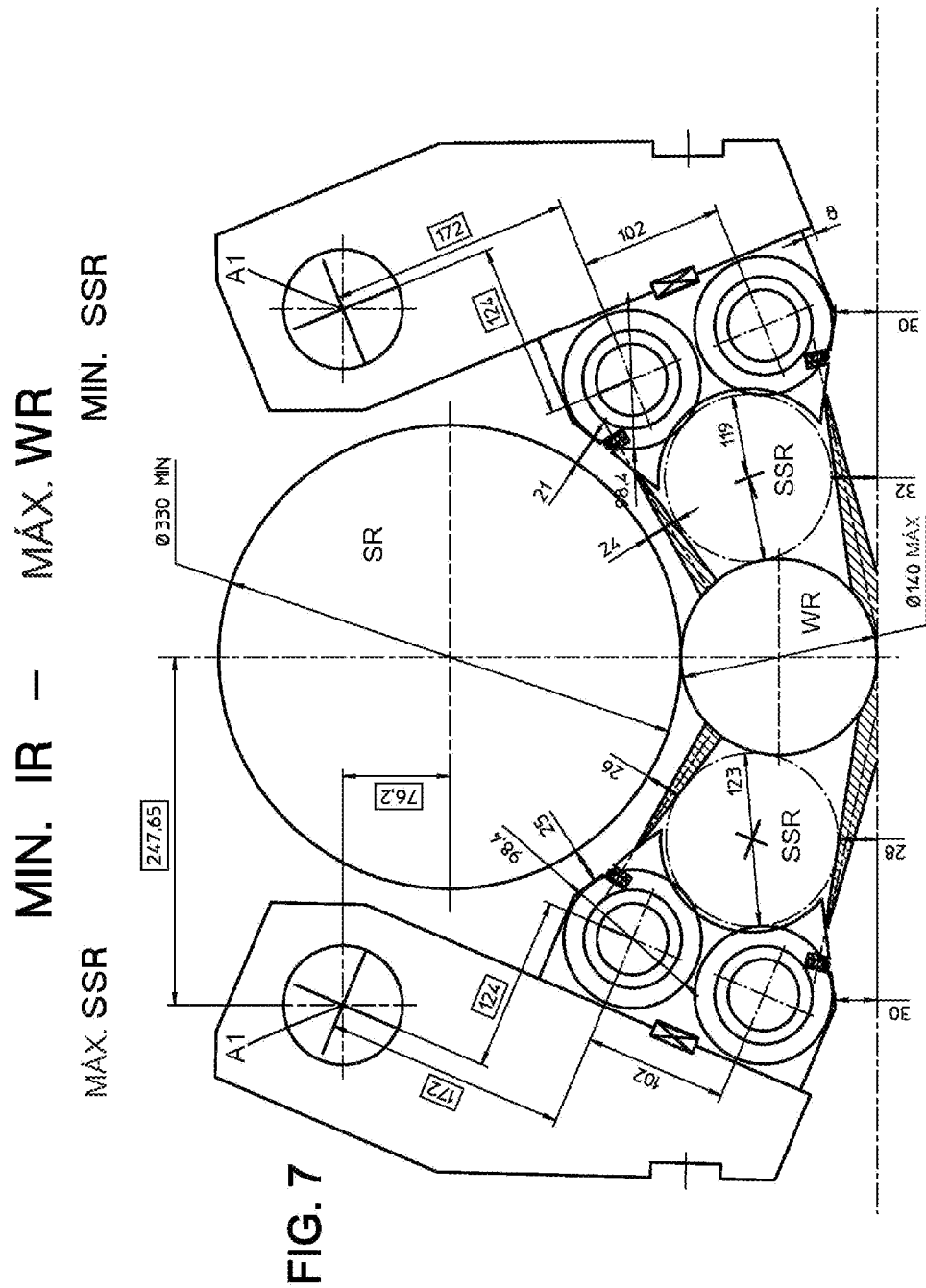
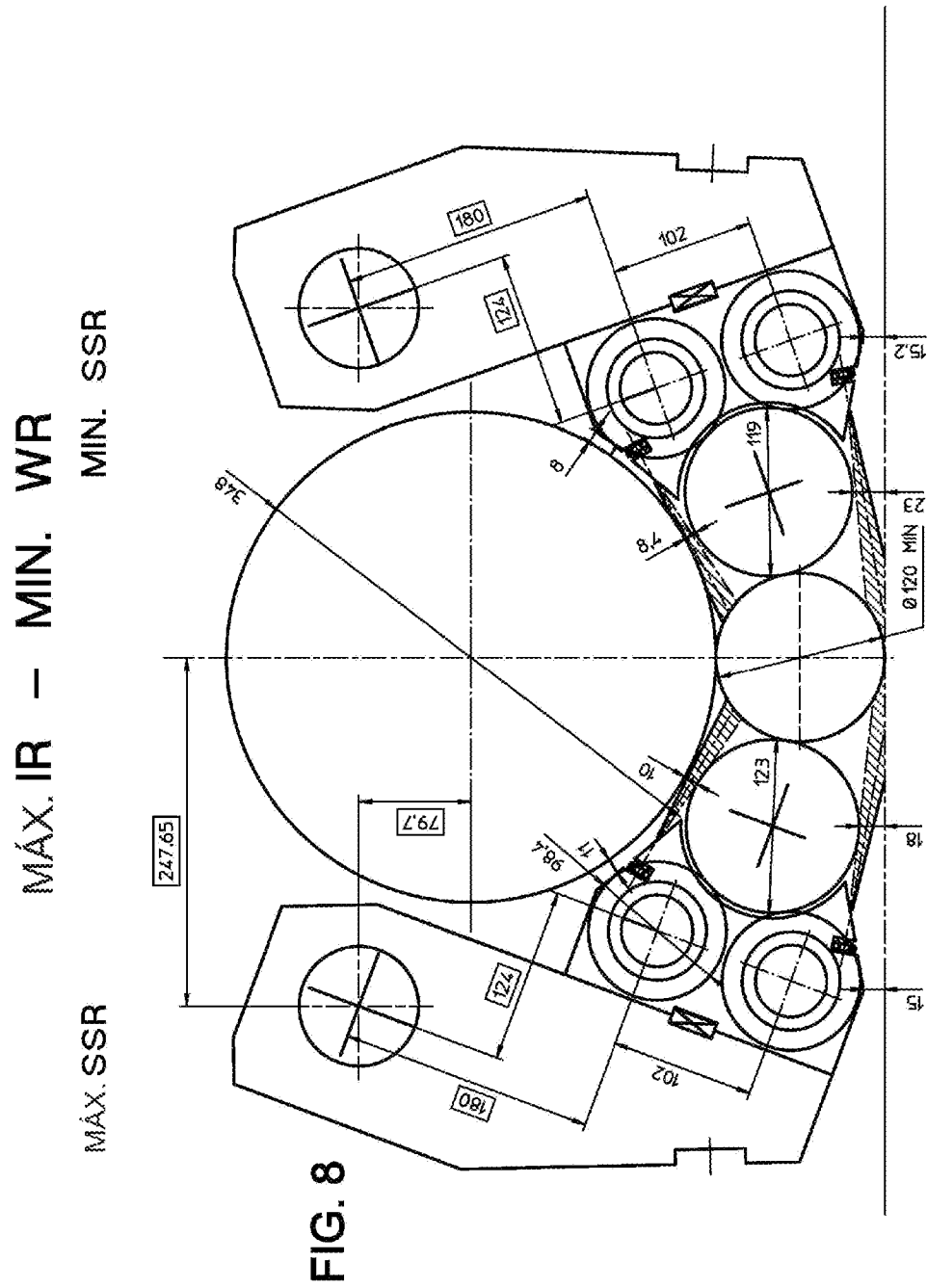
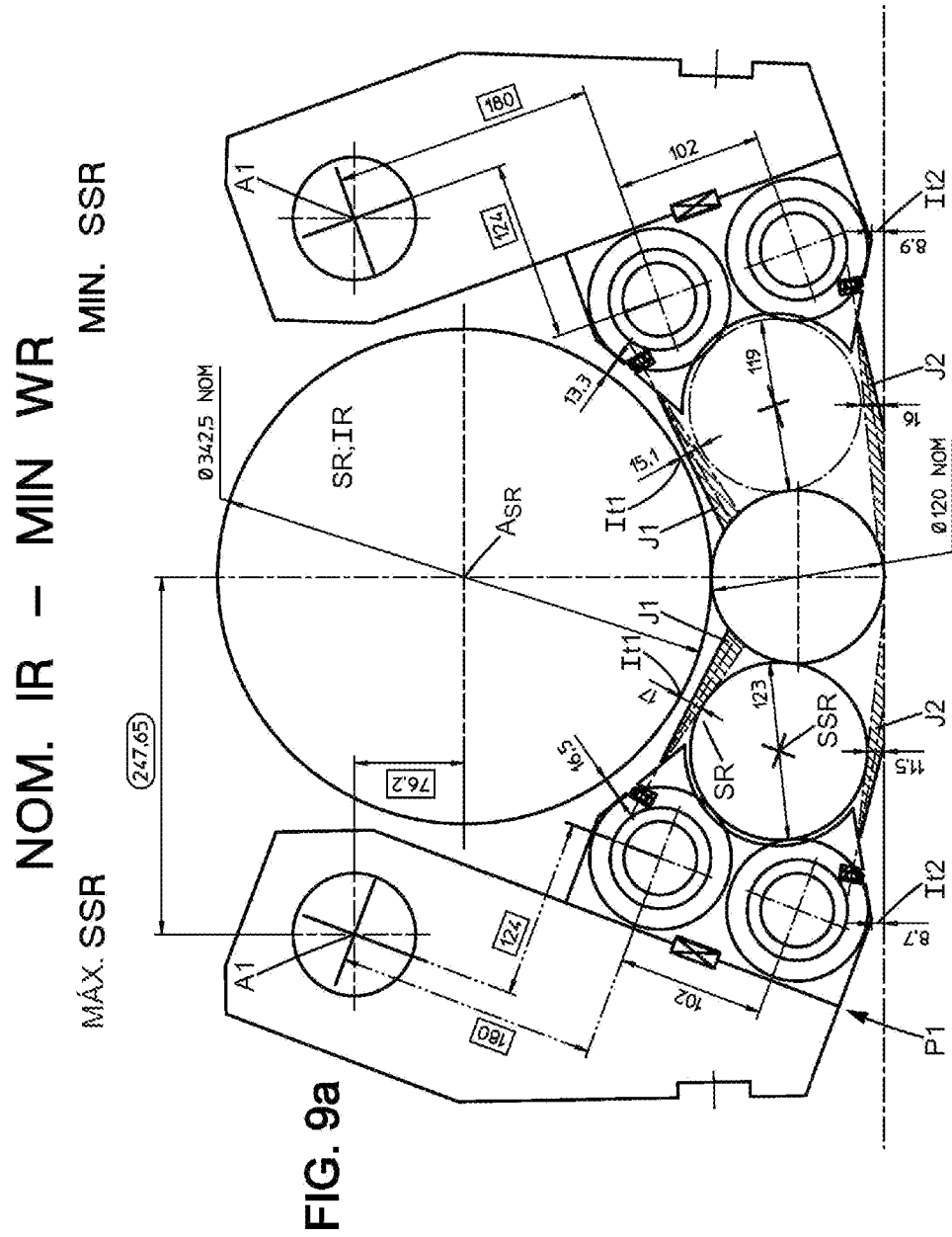
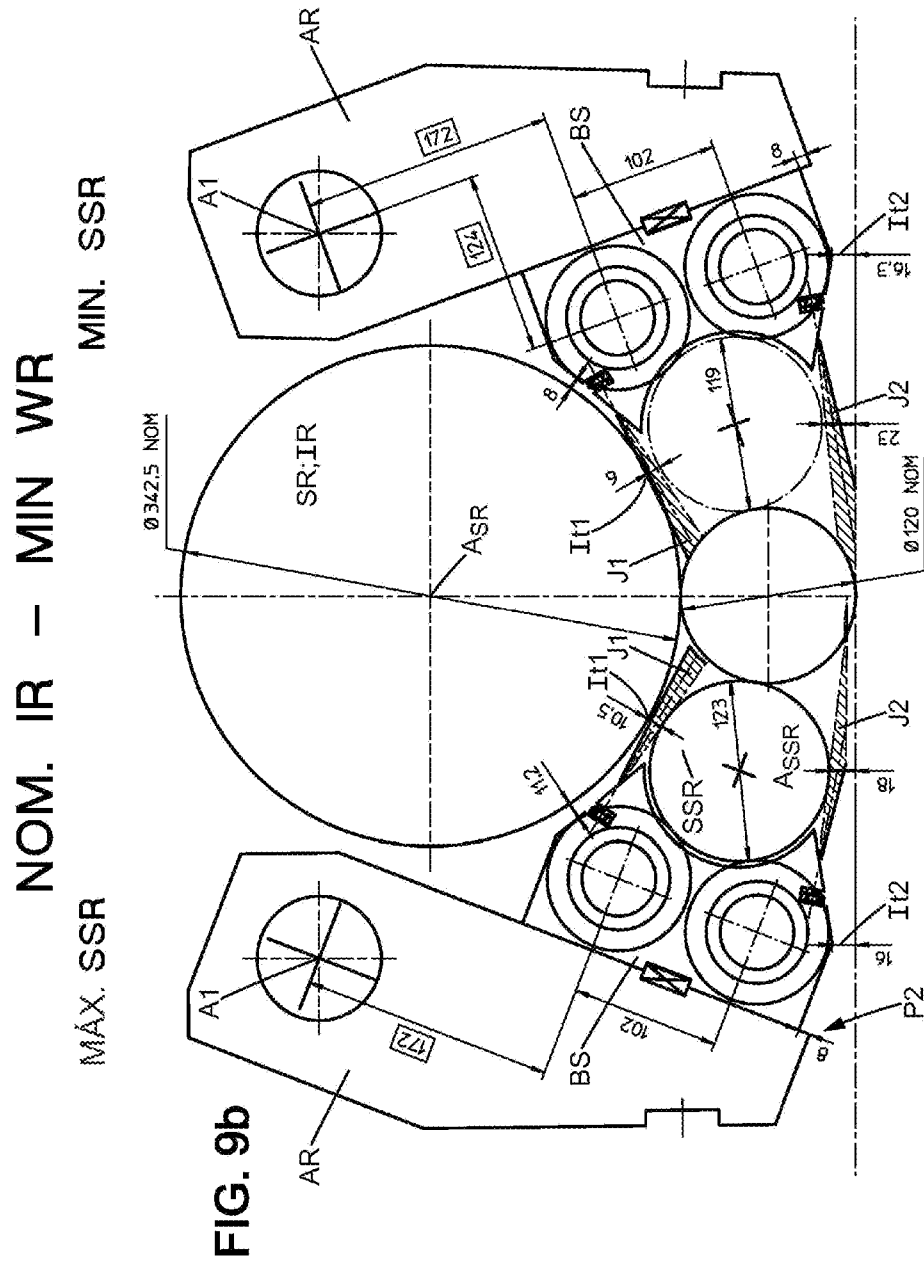


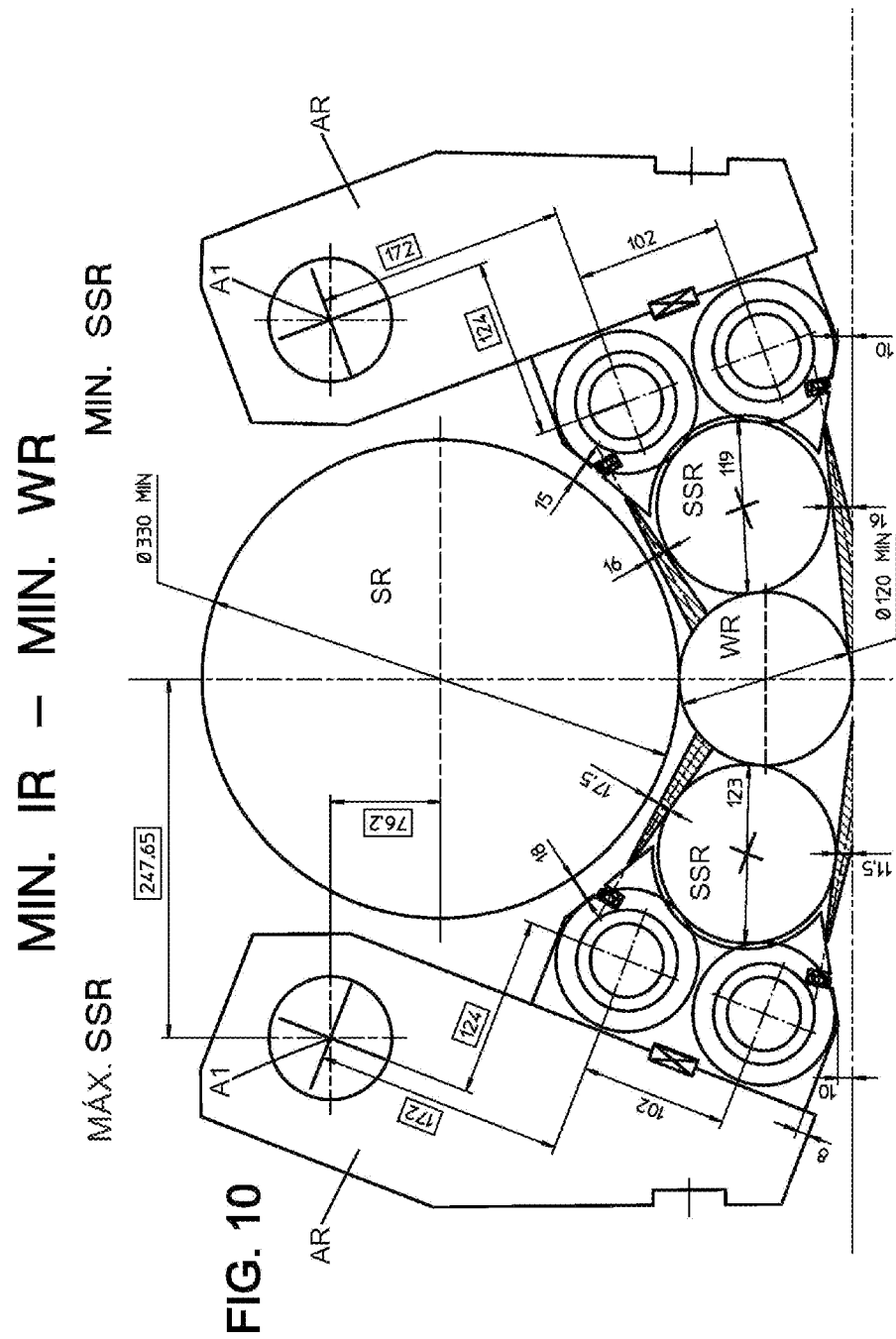
FIG. 6b











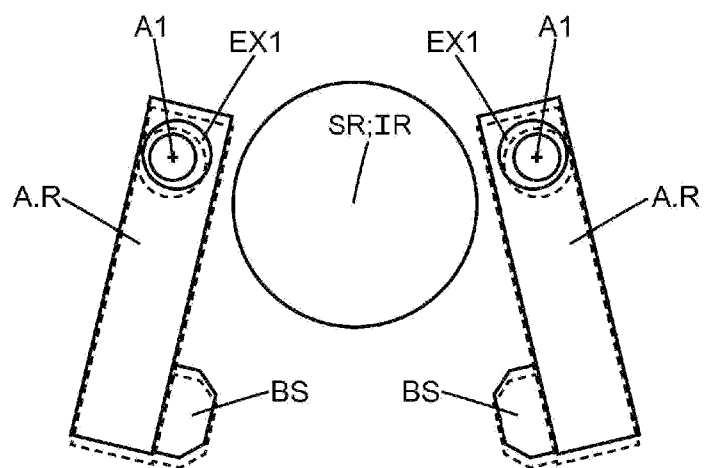


FIG. 11

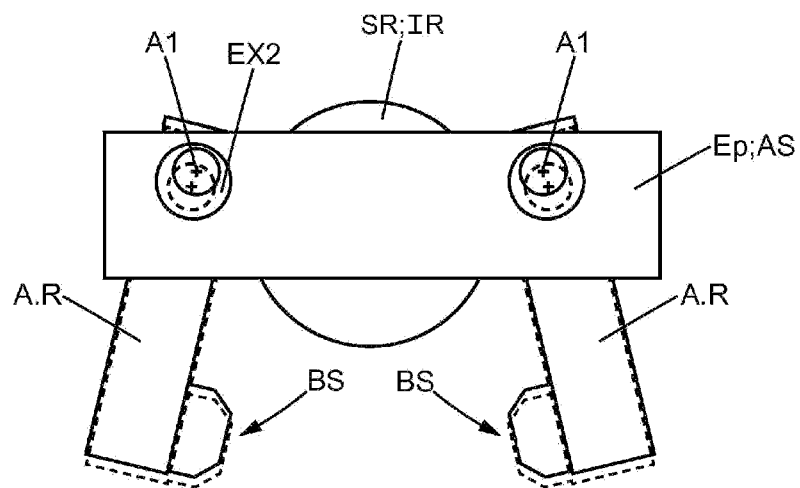


FIG. 12

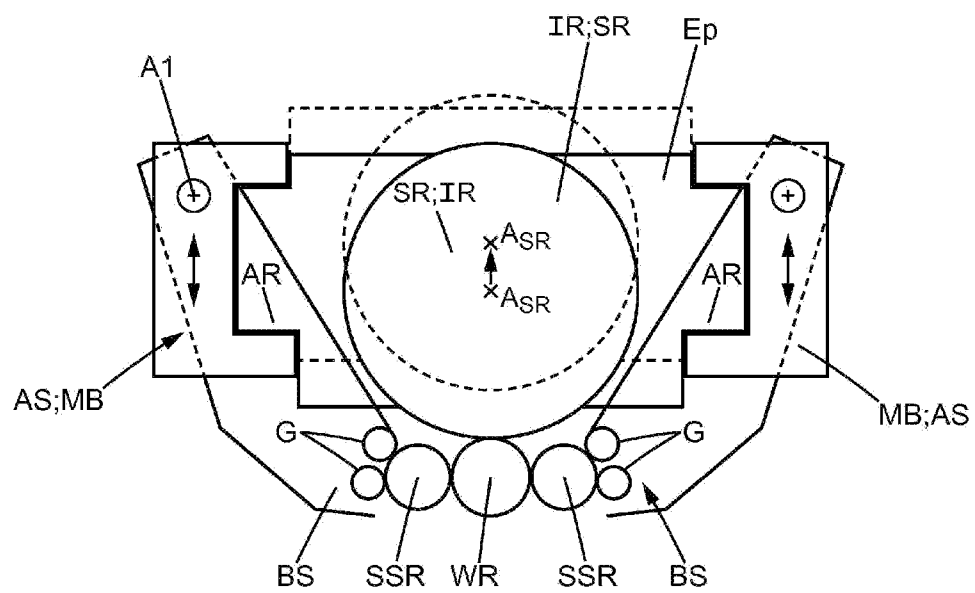


FIG. 13