

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 835**

51 Int. Cl.:

**C23C 2/00** (2006.01)

**C23C 2/40** (2006.01)

**C23C 2/24** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08801674 .6**

96 Fecha de presentación: **22.08.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2188403**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.05.2010**

54 Título: **Procedimiento e instalación de revestimiento por inmersión en caliente para la estabilización de una banda guiada entre toberas rascadoras de la instalación de revestimiento por inmersión en caliente y provista con un revestimiento**

30 Prioridad:  
**22.08.2007 DE 102007039690**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.10.2012**

73 Titular/es:  
**SMS SIEMAG AG  
EDUARD-SCHLOEMANN-STRASSE 4  
40237 DÜSSELDORF, DE**

72 Inventor/es:  
**BEHRENS, Holger;  
ZIELENBACH, Michael;  
HARTUNG, Hans-Georg y  
FONTAINE, Pascal**

74 Agente/Representante:  
**Carvajal y Urquijo, Isabel**

**ES 2 387 835 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 e instalación de revestimiento por inmersión en caliente para la estabilización de una banda guiada entre toberas rascadoras de la instalación de revestimiento por inmersión en caliente y provista con un revestimiento.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la estabilización de una banda guiada entre toberas rascadoras de una instalación de revestimiento por inmersión en caliente y provista con un revestimiento así como a una instalación de de revestimiento por inmersión en caliente correspondiente. En este caso, a través de bobinas dispuestas a continuación de las tobera rascadoras en la dirección de avance de la banda y que actúan electromagnéticamente sin contacto sobre la banda de acero en circulación, se ejercen fuerzas de estabilización sobre la banda de conformidad con la posición detectada de la banda.

15 Las estabilizaciones electromagnéticas de la banda se basan en el principio de la inducción para generar por medio de campos magnéticos definidos unas fuerzas de atracción perpendicularmente a la banda de acero ferromagnética. De esta manera se puede modificar sin contacto la posición de la banda de acero entre dos inductores (electroimanes) electromagnéticos opuestos. Tales sistemas se conocen en diferente tipo de construcción. Por ejemplo, se emplean en instalaciones de revestimiento por inmersión en caliente en la zona de revestimiento por encima de las llamadas toberas rascadoras. Se conocen los más diferentes conceptos de regulación y control (por ejemplo, DE 10 2005 060 058 A1, WO 2006/006911 A1, WO 02/14572 A1).

20 Las toberas rascadoras se emplean en instalaciones de revestimiento por inmersión en caliente para banda de acero, para obtener una cantidad definida de medio de revestimiento sobre la superficie de la banda. La calidad del revestimiento (uniformidad de la aplicación, exactitud del espesor de capa, brillo homogéneo de la superficie) depende en una medida decisiva de la uniformidad del medio de las toberas rascadoras (por ejemplo, aire o nitrógeno) así como del movimiento de la banda en la zona de las toberas. Los movimientos de la banda son provocados debido a la falta de redondez de los rodillos o, por ejemplo, debido a la acción de impulso del aire en la zona de la torre de refrigeración de instalaciones de revestimiento por inmersión en caliente.

25 A medida que se incrementa el movimiento de la banda en la tobera rascadora se reduce la calidad del revestimiento o bien la uniformidad del revestimiento de la banda de acero en circulación.

30 A través del empleo de sistemas de estabilización de la banda que están conectados a continuación en la dirección de avance de la banda, se puede amortiguar o bien reducir un movimiento de la banda que se produce dentro de la tobera rascadora, de manera que se consigue una mejora de la exactitud de revestimiento y de la uniformidad de revestimiento del metal líquido sobre la banda de acero. Por ejemplo, éstos son actuadores de acción electromagnética, que ejercen fuerzas de atracción sin contacto sobre la banda de acero en circulación y de esta manera modifican la posición de la banda.

35 En los sistemas conocidos, condicionado por el tipo de construcción, en virtud de la estabilización de la banda dispuesta a continuación de las toberas rascadoras en la dirección de avance de la banda, resulta una acción reducida de la regulación sobre el movimiento de la banda en la tobera rascadora. La atenuación de las oscilaciones se realiza por encima de la tobera rascadora dentro de la estabilización de la banda por medio de las bobinas de estabilización de la banda con alta efectividad. No obstante, en la zona de la tobera se limita claramente la acción a medida que se incrementa la distancia entre ésta y la unidad de estabilización. La posición de la estabilización de la banda se establece en este caso de acuerdo con las particularidades constructivas, sin describir las dependencias físicas.

Por lo tanto, el objetivo de todas las aplicaciones es posicionar la estabilización de la banda lo más cerca posible de la tobera rascadora, sin tener en cuenta la relación entre distancia y efecto.

Por lo tanto, el cometido de la invención es mejorar la estabilización de la banda en la zona de la tobera rascadora.

45 Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención con el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 de la patente. Éste se caracteriza porque la distancia (de la acción) de la estabilización de la banda desde las toberas rascadoras se ajusta a un valor menor o igual a un valor umbral de la distancia, que se calcula como función de la anchura de la banda teniendo en cuenta un factor Phi, de manera que el factor Phi se calcula como función del espesor de la banda y de la tracción de la banda.

50 La variable de medición de la posición de la banda representa en el marco de la presente descripción la modificación temporal y/o local de la distancia de la banda frente a una línea de referencia recta transversalmente a la dirección de avance de la banda, es decir, que la posición de la banda representa el perfil de la banda y/o su comportamiento

de oscilación como función del tiempo.

5 El concepto de estabilización de la banda comprende en el marco de la presente descripción dos aspectos esenciales: por una parte, la estabilización de la banda significa un alisamiento de un perfil ondulado de la banda y, por otra parte, este concepto significa una atenuación de oscilaciones de la banda. Ambos aspectos de la estabilización de la banda se pueden realizar de una manera independiente uno del otro o en combinación o bien al mismo tiempo con la ayuda de circuitos de regulación adecuados.

10 La ventaja esencial de la limitación reivindicada de la distancia se puede ver en que en el caso de un ajuste de la distancia a un valor por debajo del valor umbral de la distancia que se puede calcular de acuerdo con la invención, se consigue un efecto considerablemente mejorado para ambos aspectos de la estabilización de la banda pretendida. En cambio, la acción de la estabilización de la banda a distancias por encima del valor umbral de la distancia se reduce claramente y la banda, a pesar de la regulación de estabilización, es incluso más inestable que sin regulación (efecto opuesto).

15 Sería ideal una distancia de cero, es decir, si la estabilización de la banda estuviera dispuesta a la altura de los rascadores, porque entonces la estabilización de la banda actuaría directamente a la altura de las toberas rascadoras y la banda se mantendría entonces estable de una manera óptima durante un proceso de medición. Pero esta disposición no se puede realizar, en general, en cuanto a la técnica de construcción en virtud de la falta de espacio. Por lo tanto, la distancia debería ajustarse lo más pequeña posible, pero como máximo al valor umbral de la distancia que se puede calcular de acuerdo con la invención.

20 Las fuerzas electromagnéticas son aplicadas a través de disposiciones de bobinas opuestas por parejas entre sí, cuya distancia con respecto a las toberas rascadoras es variable.

Con preferencia, en el procedimiento de acuerdo con la invención, se mide la posición de la banda dentro de la disposición de bobinas, y en concreto en la proximidad espacial de la disposición de bobinas.

Adicionalmente, se puede medir la posición de la banda por encima y por debajo de la disposición de bobinas.

25 De acuerdo con una configuración de la invención, sobre cada lado de la banda están dispuestas varias bobinas, estando dispuestas las bobinas que se encuentran en cada caso en el lado exterior sobre los cantos continuos de la banda de forma regulable paralelamente al plano de la banda.

30 La distancia de la instalación de estabilización de la banda, designada a continuación de forma abreviada también como estabilización de la banda, con respecto a las toberas rascadoras no debería exceder, en el caso de bandas más anchas ( $B > 1400$  mm), su anchura de banda. En el caso de bandas más estrechas ( $B < 1400$  mm), se puede permitir una distancia de hasta 1,75 veces la anchura de la banda. Esta distancia resulta a partir del principio de Saint-Venant, que dice que a medida que se incrementa la distancia de una fuerza incidente, por ejemplo, sobre una banda de acero empotrada, se reduce su acción sobre el estado general.

El principio para la solución de acuerdo con la invención es el posicionamiento de la estabilización de la banda con respecto a la tobera rascadora o bien las toberas rascadoras teniendo en cuenta la mecánica de la tensión.

35 La acción de un ataque puntual de la fuerza en un sistema de carga dado resulta, de acuerdo con el principio de Saint Venant, sólo en una zona pequeña alrededor del punto de taque de la carga. Las distribuciones localmente irregulares de la fuerza a través de la introducción de la fuerza se atenúan muy rápidamente. Este principio se emplea de manera normalizad en cálculos de la resistencia para el dimensionado de componentes y se aplica aquí a la acción de estabilización de la banda en la zona de las toberas rascadoras.

40 Para conseguir una acción suficiente en la tobera rascadora sobre el perfil de la banda y el movimiento de la banda (oscilación), para modificarlo o bien atenuarlo en una medida decisiva, debe seleccionarse, de acuerdo con el principio de Saint-Venant, la distancia entre la acción de estabilización y la tobera rapadora en una zona fija o bien no debe exceder un valor máximo en forma de un valor umbral de la distancia. En este caso, la distancia, es decir, la longitud de la banda de acero, en la que es previsible una acción a través de la estabilización de la banda, debe seleccionarse de acuerdo con la regla siguiente:

$$\text{Distancia} \leq \text{valor umbral de la distancia} \approx \Phi * \text{longitud característica}$$

con

Phi = función (espesor de banda, tracción de la banda)

5 El cometido mencionado anteriormente se soluciona, además, a través de una instalación de revestimiento por inmersión en caliente reivindicada. Ésta se caracteriza porque la distancia (de la acción) de la estabilización de la banda desde las toberas rascadoras se ajusta a un valor menor o igual a un valor umbral de la distancia, que se calcula como función de la anchura de la banda teniendo en cuenta un factor Phi, de manera que el factor Phi se calcula como función del espesor de la banda y de la tracción de la banda.

Las ventajas de esta instalación corresponden a las ventajas mencionadas anteriormente con referencia al procedimiento reivindicado.

10 Otras configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes, en particular de las reivindicaciones 5 a 8 y 14.

A continuación se explica en detalle la solución de acuerdo con la invención –con referencia a los dibujos-. En este caso:

La figura 1 muestra de forma esquemática la disposición de las bobinas de estabilización de la banda.

La figura 2 muestra los perfilados de la banda.

15 La figura 3 muestra de forma esquemática la disposición de las barras de toberas.

La figura 4 muestra el sistema de estabilización de la banda.

La figura 5 muestra la dependencia del factor Phi de la anchura de la banda, y

La figura 6 muestra la relación entre oscilaciones de la banda y la distancia de la estabilización de la banda respecto de la tobera rascadora.

20 La disposición de la estabilización de la banda y de la tobera rascadora se deduce, en principio, a partir de la figura 4.

25 El valor del umbral de la distancia da como resultado, de acuerdo con el principio de Venant, para bandas de acero anchas continuas, aproximadamente la anchura de la banda y en el caso de bandas más estrechas como máximo 1,75 veces la anchura de la banda (ver la figura 5). A una distancia mayor, la acción de la estabilización de la banda con respecto a un alisamiento del perfil de la banda (arco transversal, en forma de S, ver la figura 2) está muy limitado y no se puede reconocer ya a distancias mayores.

El punto de ataque de la fuerza de la estabilización de la banda está entonces muy lejos del labio de las toberas para ejercer una acción suficiente sobre las deformaciones de la banda, como por ejemplo la reducción del arco transversal.

30 Además, a través de mediciones y simulaciones se podría verificar que la influencia de la oscilación (atenuación de la amplitud de la oscilación de la banda) en el intersticio de las toberas depende igualmente de la distancia del punto de ataque de la fuerza con respecto al intersticio de las toberas.

De esta manera resulta la siguiente relación:

$$\text{Distancia} \leq \text{Phi (espesor de banda, tracción de la banda)} * \text{anchura de la banda} = \text{valor umbral de la distancia}$$

35 El factor Phi ha sido investigado y calculado en función de la tracción de la banda y del espesor de la banda tanto analíticamente por medio de simulaciones FEM como también empíricamente en instalaciones de tratamiento de la banda, En la figura 5 se representa la relación. A medida que se reduce la anchura de la banda, se eleva la distancia posible entre la estabilización de la banda y la tobera rascadora (ver la figura 4), puesto que en virtud de la anchura reducida de la banda, una distribución asimétrica de la tensión o bien un perfil de la banda de forma ondulada no optimizado repercuten de forma negativa sobre la estabilización de la banda. En virtud de las diferencias de la tensión sobre la anchura de la banda resultan deformaciones elásticas. La tensión sobre el espesor de la chapa repercute por encima de un valor límite en forma de deformación transversal de la banda (arco transversal).

40

Se ponen de manifiesto modificaciones locales de la distribución de la tensión sobre el espesor de la chapa a través

de la influencia de fuerzas exteriores de la estabilización de la banda, en función de la curva de la función representada, hasta una distancia de 0,75 a 1,75 veces la anchura de la banda, vista en la dirección de avance de la banda.

- 5 Si están presentes oscilaciones de la banda de acero, por ejemplo, en virtud de la marcha no concéntrica del rodillo de estabilización en el recipiente de cinc, entonces con una regulación para la estabilización de la banda se consigue una reducción de la oscilación de la banda frente a una situación sin regulación de la estabilización de la banda, cuando la distancia de la banda de estabilización con respecto a la tobera rascadora es típicamente como máximo 1,5 m desde el intersticio de la tobera. Como se puede reconocer a partir de la figura 5, el valor umbral de la distancia de aproximadamente 1,5 m resulta para muchas anchuras diferentes típicas de la banda.
- 10 Si la estabilización de la banda se encuentra más alejada que este valor umbral de la distancia con respecto a la tobera rascadora, entonces no se atenúan ya las oscilaciones en la zona de la tobera rascadora, sino que incluso se pueden excitar, lo que conduce a pesar de la atenuación de la oscilación en la zona de la estabilización de la banda a una elevación del movimiento de la banda dentro de la tobera rascadora y, por lo tanto, a una reducción de la calidad del revestimiento (figura 6).
- 15 Lo mismo se aplica de manera similar también para la estabilización / alisamiento del perfil de la banda. A distancias por debajo del valor umbral de la distancia se consigue un buen alisamiento, por encima es difícil un alisamiento o bien incluso no es ya posible.

Además, el siguiente dispositivo está previsto para la combinación de la estabilización de la banda con la tobera rascadora, en la que las bobinas de estabilización de la banda actúan siempre hacia la posición central de la banda:

- 20 Frente a los sistemas conocidos, la estabilización debe alinearse en cada caso a la posición de la banda o bien debe determinarse la posición real. La alineación se realiza por medio de ayudas de alineación aplicadas de forma extraordinaria.

- 25 En virtud de la construcción especial del bastidor de la tobera rascadora, la estabilización se fija sobre este bastidor y, por lo tanto, se puede ajustar de una manera mecánica fija y reproducible (figura 3). El centrado sobre la posición de la banda o bien el centro de la banda es, por lo tanto, siempre idéntico entre estabilización y tobera rascadora.

De esta manera, se sigue una torsión posible de la banda durante la producción y no es necesaria ninguna determinación nueva de la posición cero o bien de la posición teórica de la posición de la banda. Las toberas rascadoras y las bobinas de estabilización están sincronizadas y alineadas de esta manera entre sí.

En resumen, resulta lo siguiente:

- 30 1. Determinación de la distancia máxima admisible entre la acción de estabilización y la tobera rascadora en virtud de las relaciones físicas (principio según Saint Venant) para distancia  $\leq \Phi \cdot$  anchura de la banda.
- 35 2. El factor de corrección  $\Phi$  resulta a partir de simulaciones y ensayos operativos como función de la anchura de la banda entre 1,75 y 0,75. Las deformaciones de la banda en dirección transversal resultan a partir de la inestabilidad en virtud del espesor reducido de la banda. Con anchura reducida de la banda, estas deformaciones no repercuten tan fuertemente, lo que resulta en una ampliación de la distancia posible de la estabilización de la banda desde la tobera rascadora.
- 40 3. Integración de las bobinas de estabilización de la banda dentro de la construcción de toberas rascadoras para la elevación de la exactitud de la alineación en virtud de un acoplamiento mecánico de la tobera con las bobinas de estabilización.
4. Las bobinas de estabilización de la banda están alineadas siempre idénticas a través del acoplamiento en la tobera rascadora, también en el caso de posiciones inclinadas o torsiones de la banda.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento para la estabilización de una banda guiada entre toberas rascadoras de la instalación de revestimiento por inmersión en caliente y provista con un revestimiento, en el que se detecta la posición de la banda y a través de bobinas dispuestas a continuación de las toberas rascadoras en la dirección de avance de la banda y que actúan electromagnéticamente sin contacto sobre la banda de acero en circulación, se ejercen fuerzas de estabilización sobre la banda de conformidad con la posición detectada de la banda, caracterizado la distancia (de la acción) de la estabilización de la banda desde las toberas rascadoras se ajusta a un valor menor o igual a un valor umbral de la distancia, que se calcula como función de la anchura de la banda teniendo en cuenta un factor Phi, de manera que el factor Phi se calcula como función del espesor de la banda y de la tracción de la banda; y porque la distancia, de acuerdo con la anchura actual de la banda, es de 1,75 a 0,75 veces la anchura de la banda.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la posición de la banda se mide dentro de la disposición de bobinas.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la posición de la banda se mide en la proximidad espacial de la disposición de bobinas.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la posición de la banda se mide adicionalmente por encima y por debajo de la disposición de bobinas.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la posición de la banda se detecta como distribución local de la distancia de la banda frente a una línea de referencia recta sobre la anchura de la banda y a este respecto, como variable de medición real, se representa el perfil real de la banda.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque las fuerzas de estabilización actúan sobre la banda, transversalmente a la dirección de transporte, de conformidad con el perfil real de la banda detectado, para alisar el perfil real de la banda detectado a un perfil teórico de la banda óptimo predeterminado en forma de un perfil liso libre de ondulación de la banda transversalmente a la dirección de la banda.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la posición de la banda es detectada como modificación temporal de la distancia de la banda frente a una línea de referencia recta y a este respecto, como variable de medición real, se representa el comportamiento de oscilación real de la banda en función del tiempo.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque las fuerzas de estabilización actúan, de conformidad con el comportamiento de oscilación real detectado de la banda, sobre la banda con preferencia transversalmente a la dirección de transporte, para amortiguar de manera adecuada el comportamiento de oscilación real detectado de la banda, en el caso de sea necesario.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado porque la posición medida de la banda como modificación temporal o local de la distancia de la banda, distribuida sobre la anchura de la banda, frente a la línea de referencia recta, representa el comportamiento de oscilación del perfil de la banda como función del tiempo; y porque las fuerzas de estabilización actúan de manera adecuada sobre la banda, de tal manera que el perfil de la banda es alisado, si es necesario, y al mismo tiempo se atenúa de manera adecuada su comportamiento de oscilación.
- 10.- Instalación de revestimiento por inmersión en caliente para el revestimiento de una banda con un revestimiento, con:
- al menos una tobera rascadora para retirar el revestimiento excesivo de la banda;
- una instalación de medición para la detección de la posición de la banda; y
- una estabilización de la banda con bobinas electromagnéticas, que está dispuesta a continuación de la tobera rascadora en la dirección de avance de la banda, para la generación de fuerzas de estabilización, que actúan sin contacto sobre la banda de acero, de conformidad con la posición detectada de la banda, caracterizada porque la distancia (de la acción) de la estabilización de la banda desde las toberas rascadoras se ajusta a un valor menor o igual a un valor umbral de la distancia, que se calcula como función de la anchura de la banda teniendo en cuenta un factor Phi, de manera que el factor Phi se calcula como función del espesor de la banda y de la tracción de la banda; y porque la distancia, de acuerdo con la anchura actual de la banda, es de 1,75 a 0,75 veces la anchura de la

banda.

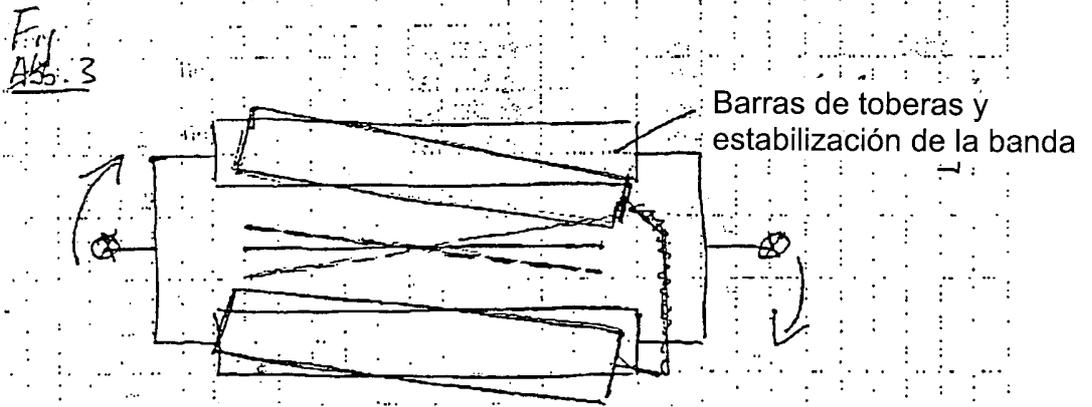
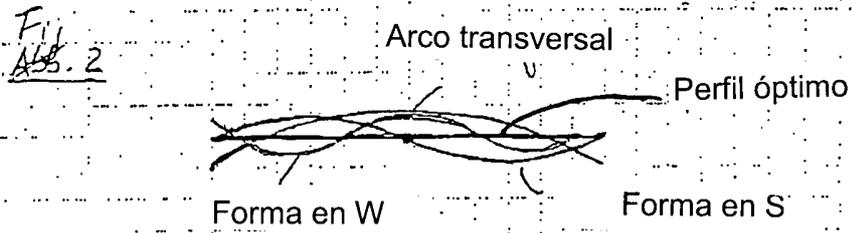
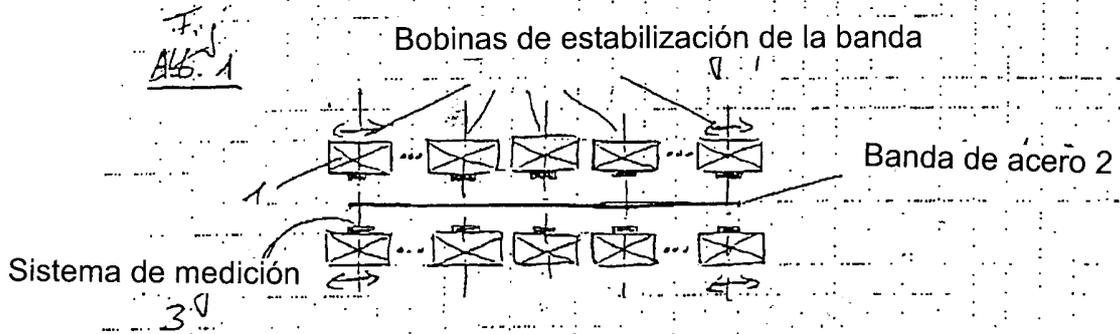
11.- Instalación de revestimiento por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada porque las bobinas están dispuestas, opuestas por parejas entre sí, sobre el lado superior y el lado inferior de la banda, y su distancia con respecto a las toberas rascadoras es variable.

5 12.- Instalación de revestimiento por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, caracterizada porque la instalación de medición está dispuesta a la altura de las bobinas o en su proximidad y detecta allí la posición de la banda.

10 13.- Instalación de revestimiento por inmersión en caliente de acuerdo con la reivindicación 10, 11 ó 12, caracterizada porque sobre el lado superior y/o el lado inferior de la banda están dispuestas varias bobinas distribuidas, respectivamente, sobre los cantos continuos de la banda.

14.- Instalación de revestimiento por inmersión en caliente de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizada porque la estabilización de la banda y la instalación de medición están acopladas mecánicamente y distanciadas en una medida fija entre sí.

15



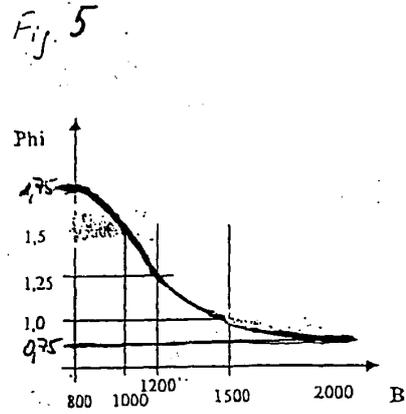
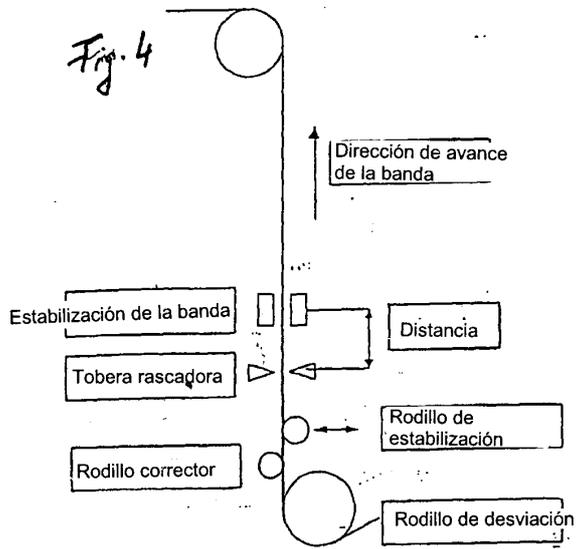


Figura 6: Resultados de la simulación de la atenuación de la oscilación de la banda a través de la aplicación de una estabilización de la banda a la distancia x de la tobera rascadora

