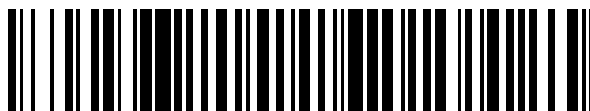


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 829 299**

51 Int. Cl.:

G01B 11/30 (2006.01)

G01B 11/245 (2006.01)

B21B 38/02 (2006.01)

G01B 17/08 (2006.01)

G01B 21/30 (2006.01)

G01B 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2018 PCT/IB2018/054551**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2018 WO18235017**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2018 E 18742600 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2020 EP 3635330**

54 Título: **Control de planicidad de chapas metálicas obtenida mediante aplanamiento y cizallamiento de bandas de chapas metálicas desenrolladas**

30 Prioridad:

20.06.2017 IT 201700068661

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

31.05.2021

73 Titular/es:

**MORO S.P.A. (100.0%)
Via E. De Nicola 15
10036 Settimo Torinese (TO) , IT**

72 Inventor/es:

POMPILI, LUCA

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PALMERO, Fe

ES 2 829 299 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

Control de planicidad de chapas metálicas obtenida mediante aplanamiento y cizallamiento de bandas de chapas metálicas desenrolladas

Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención se refiere al control de planicidad de chapas metálicas obtenida mediante aplanamiento y cizallamiento de bandas de chapas metálicas desenrolladas.

Estado de la técnica

- 10 Según se conoce, las chapas metálicas se producen a partir de bandas de chapas metálicas enrolladas en líneas de producción de control numérico por ordenador (CNC, por sus siglas en inglés) donde las bandas de chapas metálicas se desenrollan primero y se estiran en el límite elástico para retirar tensiones internas, y luego se aplanan y finalmente cizallan en chapas, que luego se apilan y paletizan para su envío.

- 15 Las chapas metálicas producidas tienen, con frecuencia, una serie de defectos, en general, debido a fenómenos de no planicidad generalizados. Una chapa metálica que no se ha aplanado de manera apropiada provoca dificultad para cualquier tipo de trabajo posterior, lo cual provoca retardos inevitables en la producción y, en ciertos casos, daño a herramientas de máquinas (por ejemplo, en el caso de corte con láser y por plasma). La planicidad de las chapas metálicas es, por lo tanto, un parámetro esencial con el fin de asegurar un producto final de alta calidad sin etapas posteriores y, por tanto, costes adicionales.

- 20 Actualmente, la planicidad de las chapas metálicas se controla manualmente y ello requiere varios minutos para cada chapa o paquete de chapas. Normalmente, una regla de acero se coloca en múltiples ubicaciones en las chapas y la extensión de cualquier desviación ("espacio libre") entre las chapas metálicas y la regla se mide. La presente situación resulta en que la planicidad se controla en muy pocas plantas, solo de manera aleatoria y, en cualquier caso, con una inversión considerable de tiempo y recursos.

- 25 El documento FR 2 695 049 A1 describe un método para evaluar la planicidad de una chapa mediante el cálculo de un índice que representa la planicidad de la chapa a lo largo de su longitud, en donde las distancias de la chapa con respecto a un plano de referencia paralelo a la chapa a lo largo de una línea media sustancialmente equidistante de los bordes laterales de la chapa y a lo largo de dos líneas laterales dispuestas en lados opuestos de la línea mediana se computan primero, y la diferencia entre la distancia de la línea mediana del plano de referencia y la distancia promedio de las líneas laterales del plano de referencia se computan luego, cuya diferencia define el índice que representa la planicidad de la chapa. La planicidad de la chapa se evalúa mediante implementación de una técnica de triangulación óptica que utiliza tres dispositivos de medición óptica dispuestos a lo largo de una línea transversal a la chapa y conectados a un sistema de procesamiento electrónico.

- 35 El documento GB 2 077 912 A describe un sistema para monitorear la planicidad de una chapa metálica, en donde haces de luz emitidos por fuentes de láser se dirigen hacia el medio y los bordes de una chapa metálica laminada en caliente por medio de espejos fijos y giratorios, los cuales permiten el uso del sistema con diferentes anchos de chapa. Los puntos de incidencia de los haces de luz se observan por cámaras de fotodiodos cuyos ejes de recepción se orientan por espejos fijos y giratorios, de modo que los puntos de incidencia permanecen en los campos de observación de las cámaras. Los niveles de los puntos de incidencia se obtienen por triangulación y se usan en el cálculo de la planicidad de la chapa.

- 40 El documento US 5 465 214 A describe un método y un dispositivo para medir la forma y/o planicidad de una fibra longitudinal de una cinta en funcionamiento. Las lecturas se toman de las alturas de un conjunto de n puntos de índice de la fibra y una función de las lecturas dependiendo de la forma de la fibra se determina. Cuando las lecturas se toman de la altura de un punto de índice, las lecturas también se toman, de forma simultánea, de las alturas de al menos otros dos puntos cercanos ubicados a ambos lados del punto de índice antes mencionado, la curvatura de la fibra alrededor del punto de índice antes mencionado se calcula entonces aproximadamente, y luego una función que representa el cambio en la curvatura entre los puntos de índice 1 y el índice n se determina y, por integraciones sucesivas de la función, una función que representa la forma real de la fibra entre los puntos de índice i e índice n , y la longitud de la fibra se determinan, según lo cual su relación de alargamiento también se calcula.

- 50 El documento US 4 752 695 A describe un método para detectar la planicidad de una banda enrollada en movimiento, en donde los niveles de múltiples puntos en la superficie de la banda enrollada se determinan en relación con un plano de referencia horizontal por triangulación óptica, y los índices de planicidad se calculan según dichos niveles. La posición de al menos uno de los bordes laterales de la banda se detecta con respecto a una referencia fija predeterminada en una sección transversal de la banda que contiene al menos múltiples puntos. La posición real, o verdadera, de un punto con respecto a la referencia fija se calcula y la orientación del haz emitido y del haz retransmitido, o reflejado, usado en la triangulación se modifica para compensar la posición real, o verdadera, del punto.

- 55 El documento de Reinhard Noll y otros: "Online Lasermesstechnik für Walzprodukte", Stahl und Eisen, 15 de mayo de 2007 (15-05-2007), páginas 99-105, XP055450712, Dusseldorf, Alemania, describe la medición en línea de cantidades geométricas de productos enrollados en un proceso de fabricación mediante el uso de la tecnología de medición con

láser, a través de la cual cantidades geométricas uni a tridimensionales pueden medirse como, por ejemplo, el grosor de chapas laminadas en frío, el perfil en sección transversal de railes y defectos de planicidad de placas pesadas.

5 El documento DE 199 32 324 A1 describe un proceso para determinar la ondulación y/o planicidad de una banda, que comprende decidir la posición de la superficie de la banda punto a punto y/o línea a línea en un espacio, modelado de una superficie de soporte virtual hasta la presente superficie y decisión de la ondulación a partir de las desviaciones de la superficie de la superficie de soporte.

Objeto y compendio de la invención

10 Un objeto de la presente invención es proveer una tecnología que permite que la planicidad de chapas metálicas obtenida por el aplanamiento de una banda de chapa metálica desenrollada se controle rápida y automáticamente, y que pueda instalarse en una línea de producción y funcione de manera continua, a saber, sin imponer retardos a la producción de las chapas.

Según la presente invención, se provee un sistema de control de planicidad de chapa metálica para controlar la planicidad de chapas metálicas obtenida por el aplanamiento y cizallamiento de una banda de chapa metálica desenrollada, según se reivindica en las reivindicaciones anexas.

15 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra, de forma esquemática, una realización de un sistema de control de planicidad de chapa metálica para controlar la planicidad de chapas metálicas obtenida por el aplanamiento y cizallamiento de una banda de chapa metálica desenrollada.

20 La Figura 2 muestra, de forma esquemática, un dispositivo de posicionamiento que forma parte del sistema de control de planicidad de chapas metálicas en la Figura 1.

La Figura 3 muestra, de forma esquemática, un patrón de medición llevado a cabo por el sistema de control de planicidad de chapas metálicas en la Figura 1.

25 La Figura 4 muestra, de forma esquemática, una realización diferente de un sistema de control de planicidad de chapas metálicas para controlar la planicidad de chapas metálicas obtenida por el aplanamiento y cizallamiento de una banda de chapa metálica desenrollada.

La Figura 5 muestra, de forma esquemática, un patrón de medición llevado a cabo por el sistema de control de planicidad de chapas metálicas en la Figura 4.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

30 La presente invención se describirá ahora en detalle con referencia a los dibujos anexos con el fin de permitir a una persona con experiencia en la técnica implementarla y usarla. Varias modificaciones a las realizaciones descritas serán inmediatamente aparentes para las personas con experiencia en la técnica, y los principios generales descritos pueden aplicarse a otras realizaciones y aplicaciones sin apartarse, sin embargo, del alcance protector de la presente invención, según se define en las reivindicaciones anexas. Por lo tanto, la presente invención no debe considerarse limitada a las realizaciones descritas e ilustradas en la presente memoria, sino que debe proveérsele el alcance protector más amplio coherente con los principios y las características descritas y reivindicadas en la presente memoria.

40 La Figura 1 muestra, de manera esquemática, un sistema de control de planicidad de chapas metálicas, al que, en su conjunto, se hace referencia con el numeral 1, para controlar la planicidad de chapas 2 metálicas obtenida mediante el aplanamiento y cizallamiento de bandas de chapas metálicas desenrolladas (no se muestran) en una línea 3 de producción, de la cual, en aras de la simplicidad de la ilustración, solo las partes necesarias para comprender la presente invención se muestran, en el ejemplo ilustrado una cinta 4 transportadora utilizable para transportar chapas 2 metálicas individuales hacia una estación de apilamiento (no se muestra) o pilas de chapas 2 metálicas hacia una estación de paletización y embalaje (no se muestra).

45 En aras de la simplicidad de la descripción, la descripción de más abajo hará referencia al avance de chapas 2 metálicas individuales en una dirección de avance A rectilínea hacia una estación de apilamiento. En el ejemplo ilustrado, por lo tanto, las chapas 2 metálicas tienen un eje longitudinal, en general, paralelo a, y que coincide posiblemente con, la dirección de avance A, y un eje transversal perpendicular al eje longitudinal y, por lo tanto, transversal, en particular, perpendicular, a la dirección de avance A.

El sistema 1 de control de planicidad de chapas metálicas esencialmente comprende:

50 - una estructura 5 de soporte adaptada para disponerse a lo largo de la línea 4 de producción de las chapas 2 metálicas, corriente abajo de una estación (no se muestra) para el cizallamiento de las chapas 2 metálicas, para permitir que la planicidad de aquellas se controle de forma selectiva, o corriente abajo de una estación para el apilamiento de las chapas 2 metálicas, para permitir que la planicidad de la chapa 2 metálica superior en la pila se controle;

- un terminal 6 de usuario, por ejemplo, del tipo equipado con una visualización, un teclado y un ratón, o del tipo que comprende una pantalla táctil, para permitir que un operador interactúe con el sistema 1 de control de planicidad de chapas metálicas;
 - un aparato 7 de medición transportado por la estructura 5 de soporte y diseñado para llevar a cabo mediciones en ciertos puntos de las chapas 2 metálicas para permitir que la planicidad de aquellas se controle, y para producir datos de medición indicativos de las mediciones llevadas a cabo; y
 - una unidad 8 de control electrónico conectada eléctricamente al aparato 7 de medición y al terminal 6 de usuario y programada para almacenar y ejecutar software de control diseñado para implementar operaciones descritas más abajo para controlar la planicidad de las chapas 2 metálicas.
- 5
- 10 En la realización ilustrada en la Figura 1, la estructura 5 de soporte es de un tipo portal, se dispone a lo largo de la cinta 4 transportadora, y está formada por dos postes 9, 10 verticales, los cuales se disponen en lados opuestos de la cinta 4 transportadora y pueden tener una altura fija o, de manera conveniente, una altura ajustable para corregir cualquier defecto de planicidad del suelo sobre el cual descansan y al cual se fijan, y por una pieza 11 transversal horizontal que se extiende entre, y se conecta de forma estable a, extremos superiores de los postes 9, 10, para resultar paralela al plano donde las chapas 2 metálicas se extienden sobre la cinta 4 transportadora.
- 15
- La altura de los postes 9, 10 es tal para permitir que el sistema 1 de control de planicidad se instale en cualquier línea 3 de producción industrial y funcione con chapas 2 metálicas de cualquier grosor o con pilas de chapas 2 metálicas que tienen alturas y tamaños normalmente utilizados en la industria.
- 20 La pieza 11 transversal es el resultado del mecanizado mecánico por herramientas de máquinas que garantizan alta precisión de su linealidad a lo largo del eje longitudinal (en el orden de 0,1 mm por 2 m de largo). La longitud de la pieza 11 transversal es tal para ser superior al ancho de cualquier línea 3 de producción industrial, mientras que su sección transversal es tal para permitir que el aparato 7 de medición se soporte.
- 25 En una realización diferente, la estructura 5 de soporte puede asumir una configuración diferente de la descrita e ilustrada en la Figura 1 para adaptarse a la configuración específica de la línea 5 de producción de las chapas 2 metálicas o del entorno en el cual se coloca y, por ejemplo, puede ser de un tipo en forma de L, a saber, desprovista de uno de los dos postes 9, 10 y, por lo tanto, comprendiendo un solo poste y una pieza transversal, o del tipo elevado, y, por lo tanto, sin ninguno de los dos postes 9, 10 pero comprendiendo una sola pieza transversal fijada, de manera adecuada, por encima de la cinta 4 transportadora.
- 30 El aparato 7 de medición comprende uno o más dispositivos de medición de distancia sin contacto, comúnmente conocidos como telémetros 12, los cuales son utilizables para medir, en una manera conocida y, por lo tanto, no descrita en detalle, su distancia de las chapas 2 metálicas que cruzan la estructura 5 de soporte, y para producir datos de distancia indicativos de las mediciones de distancia llevadas a cabo, los cuales se relacionan con, y son indicativos, en consecuencia, de, las alturas de las chapas 2 metálicas con respecto al plano de la cinta 4 transportadora, que representa un plano de referencia a una altura cero.
- 35 En una realización preferida, los telémetros 12 pueden ser del tipo láser con características como, por ejemplo, para llevar a cabo mediciones de distancia con una exactitud de menos de 0,5 mm en un rango de distancias que permiten que los telémetros 12 se usen con diferentes grosores de la chapa 2 metálica o diferentes alturas de las pilas de chapas metálicas (hasta una distancia de 1 m), independientemente del tipo de acero, de sus características de reflexión de la luz y de sus colores diferentes y variables. De manera conveniente, los telémetros 12 se diseñan para medir distancias por triangulación y son del tipo que permite que no solo la distancia, sino también el grosor de chapas transparentes a la luz o semitransparentes a la luz, por ejemplo, láminas de vidrio, se midan. En realizaciones diferentes, los telémetros 12 pueden ser telémetros ópticos o de ultrasonidos.
- 40
- 45 Cada telémetro 12 está además equipado con electrónica de control, por ejemplo, en la forma de placas electrónicas de circuito impreso, diseñada para controlar el funcionamiento y la configuración del telémetro 12 y para producir datos de distancia indicativos de las mediciones de distancia llevadas a cabo por el telémetro 12.
- 50 En la realización ilustrada en la Figura 1, los telémetros 12 son tres en número y se disponen espaciados a lo largo de la pieza 11 transversal de la estructura 5 de soporte, lo cual resulta en que se dispongan lado a lado en una dirección transversal, en particular, ortogonal, a la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas en la línea 3 de producción. Los dos telémetros 12 externos o laterales se disponen, de manera conveniente, para llevar a cabo mediciones de distancia con respecto a una chapa 2 metálica en áreas de borde de aquella, mientras que el telémetro 12 intermedio o central se dispone, de forma conveniente, para llevar a cabo mediciones de distancia con respecto a la chapa 2 metálica en un área intermedia de aquella, en particular, en un eje longitudinal medio de la chapa 2 metálica.
- 55 En una realización diferente, los telémetros 12 pueden ser en una cantidad diferente de tres y disponerse, de forma apropiada, para permitir que ciertos defectos de planicidad de la chapa 2 metálica se detecten.
- Los telémetros 12 pueden montarse en la pieza 11 transversal de la estructura 5 de soporte ya sea de forma directa, como se muestra en la Figura 1, para resultar en que aquellos se encuentren en posiciones fijas con respecto a la

pieza 11 transversal cuando la planicidad de las chapas 2 metálicas se controla, o a través de la interposición de respectivos dispositivos 13 de posicionamiento controlados electrónicamente, solo uno de los cuales se muestra en la Figura 2, los cuales se diseñan para permitir que los telémetros 12 se posicionen de manera precisa y rápida a lo largo de la pieza 11 transversal de la estructura 5 de soporte.

5 En la primera realización, a saber, aquella en la cual los telémetros 12 tienen una posición fija con respecto a la pieza 11 transversal, y que resulta en un ahorro de los costes de producción y mantenimiento del sistema 1 de control de planicidad, sin embargo, con una reducción en el rendimiento en comparación con la segunda realización, la imposibilidad de ajustar la posición de los telémetros 12 en la dirección transversal a la dirección de avance A de las
10 capas 12 metálicas puede compensarse (parcialmente) mediante el uso de una cantidad de telémetros 12 superior a tres, pero siempre, de manera conveniente, un número impar, por ejemplo, siete o nueve.

En la presente realización, uno de los telémetros 12 se dispone en el eje longitudinal central de la cinta 4 transportadora, mientras que los telémetros 12 laterales se disponen a la derecha e izquierda del telémetro 12 central, preferiblemente de manera simétrica y a distancias crecientes. Las posiciones de los telémetros 12 laterales pueden, de manera opcional,
15 ser ajustables manualmente durante la instalación en la pieza 11 transversal, pero permanecen fijas durante el funcionamiento.

Las mediciones de distancia llevadas a cabo por más de tres telémetros 12 permiten, en general, que las chapas 12 metálicas se muestreen de mejor manera que cuando solo tres telémetros 12 se emplean. La presencia de múltiples telémetros 12 laterales a distancias crecientes del eje longitudinal central de la cinta 4 transportadora también aumenta la probabilidad de que las chapas 2 metálicas de diferentes anchos puedan medirse cerca de sus extremos laterales, y las mediciones de distancia que pueden llevarse a cabo fuera de los extremos laterales de las chapas 2 metálicas (una
20 condición detectable por los telémetros 12) se excluyen, de forma automática, del análisis.

En la segunda realización, a saber, aquella en la cual las posiciones de los telémetros 12 son ajustables a lo largo de la pieza 11 transversal, cada dispositivo 13 de posicionamiento comprende:

25 - una guía 14 rectilínea preferiblemente fijada en una cara inferior de la pieza 11 transversal de la estructura 5 de soporte,

- una zapata 15 montada, de manera deslizable, sobre la guía 14 y sobre la cual un telémetro 12 correspondiente se monta, y

- un dispositivo 16 de accionador acoplado a la zapata 15 para mover esta a lo largo de la guía 14.

30 En una realización preferida, el dispositivo 16 de accionador es de un tipo tomillo y tuerca y comprende un tomillo 17 de bola sin fin de recirculación montado, de manera giratoria, dentro de la pieza 11 transversal de la estructura 5 de soporte y protegido del polvo por fuelles 18 plásticos, un tomillo 19 con tuerca acoplado al tomillo 17 sin fin y conectado, de manera rígida, a la zapata 15 por medio de un soporte 20, y un motor 21 paso a paso eléctrico, que se acopla mecánicamente al tomillo 17 sin fin, conectado eléctricamente a y controlado por la unidad 8 de control electrónico, y utilizable para rotar el tomillo 17 sin fin y mover, en consecuencia, la zapata 15 a lo largo de la guía 14.

35 En una realización diferente, el dispositivo 16 de accionador puede ser de un tipo hidráulico, neumático o eléctrico que es diferente del descrito, pero aún bajo el control de la unidad 8 de control electrónico.

40 El posicionamiento de los telémetros 12 en la dirección transversal a la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas es importante para asegurar la medición de las chapas 2 metálicas en ubicaciones apropiadas para extraer todos los datos necesarios para una evaluación adecuada de su planicidad. Por este motivo, el software de control ejecutado por la unidad 8 de control electrónico se diseña para regresar los telémetros 12 a sus posiciones de descanso en la dirección transversal a la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas para cada chapa 2 metálica cuya planicidad se controlará, para garantizar la fiabilidad del control de planicidad para cualquier ancho de las chapas 2 metálicas, incluso si la última, después del cizallamiento, o las pilas de chapas metálicas, después del apilamiento, no se disponen siempre sobre la cinta 4 transportadora en la misma posición.

45 Una vez que la chapa 2 metálica se haya medido en la manera descrita en detalle más abajo, los dos telémetros 12 laterales regresan a su posición de descanso en los extremos exteriores de su recorrido sobre la pieza 11 transversal. El reposicionamiento de los telémetros 12 se inicia por el software de control ejecutado por la unidad 8 de control electrónico cuando una chapa 2 metálica nueva se detecta por el telémetro 12 central. En dicho momento, los telémetros 12 laterales se mueven hacia el medio de la pieza 11 transversal hasta que detectan los extremos laterales de la chapa 2 metálica, y luego se mueven más hacia el medio de la pieza 11 transversal en una distancia d predeterminada, en una realización preferida igual a 5 cm. Una vez que los telémetros 12 laterales se reposicionan, el telémetro 12 central se reposiciona a una distancia intermedia entre los telémetros 12 laterales, por consiguiente, aproximadamente en el medio de la chapa 2 metálica.
50

55 El proceso de enrollado en la fabricación de acero provoca desviaciones significativas de los grosores reales de las bandas 2 metálicas de los bordes de estas con respecto a los nominales, especialmente para grosores superiores a 3-4 mm. Por lo tanto, la medición de los grosores de las chapas 2 metálicas en los bordes de estas no es significativa y, de

hecho, el estándar para medir el grosor se desvía del borde en 3-4 cm. La extensión del movimiento de los telémetros 12 laterales del borde de las chapas 2 metálicas se pretende en el posicionamiento de los telémetros 12 laterales fuera del área en los extremos laterales de las chapas 12 metálicas afectadas por desviaciones de grosor introducidas durante la etapa de enrollado.

5 De manera alternativa, la posición de descanso de los telémetros 12 laterales puede coincidir con el extremo interior de su recorrido a lo largo de la pieza 11 transversal y, en el presente caso, el reposicionamiento puede tener lugar mediante el movimiento de los telémetros 12 laterales hacia el exterior de las chapas 2 metálicas hasta encontrarse con los extremos laterales de las chapas 2 metálicas y, por consiguiente, mediante el movimiento hacia el medio de las chapas 2 metálicas en una distancia d .

10 En una realización, los tiempos de activación y desactivación del telémetro 12 para medir la planicidad de las chapas 2 metálicas pueden determinarse por el software de control ejecutado por la unidad 8 de control electrónico según señales provistas por sensores de láser accesorios (no se muestran) asociados a los telémetros 12 y también transportados por las respectivas zapatas 13. De manera conveniente, los sensores de láser se encuentran espaciados del telémetro 12 correspondiente por la distancia d antes mencionada, de modo que cuando detectan los extremos de las chapas 2 metálicas subyacentes cuando las zapatas 13 se mueven de su posición de descanso hacia el medio o exterior de las chapas 2 metálicas, los telémetros 12 correspondientes ya se encuentran posicionados a dicha distancia d de los bordes laterales de las chapas 2 metálicas, sin la necesidad de que las zapatas 13 lleven a cabo movimientos adicionales.

15 En una realización diferente, la posición del telémetro 12 central puede mantenerse fija, con la consecuente simplificación del reposicionamiento, teniendo en cuenta que su posicionamiento preciso en el medio de las chapas 2 metálicas es menos crucial que el posicionamiento de los telémetros 12 laterales.

20 En cualquier caso, el posicionamiento de los telémetros 12 en la dirección transversal a la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas debe requerir solo unos pocos momentos, para permitir que las mediciones de distancia comiencen inmediatamente después de la llegada de las chapas 2 metálicas al rango operativo de los telémetros 12, sin tener que detener la cinta 4 transportadora. De manera más precisa, el reposicionamiento de los telémetros 12 debe tener lugar en menos tiempo, normalmente en menos de un segundo, que el tiempo requerido por una chapa 2 metálica para desplazarse una distancia t predeterminada en la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas, una distancia que puede coincidir, de manera conveniente, con la distancia d antes mencionada.

25 Como en la dirección transversal a la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas, los extremos longitudinales (cabeza y cola) de las chapas 2 metálicas en la dirección de avance A tampoco desapruaban la calidad de la planicidad, dado que se ven afectadas por defectos introducidos por el cizallamiento. De hecho, las mediciones de la planicidad de las chapas 2 metálicas en los extremos de cabeza y cola llevadas a cabo a una distancia menor que dicha distancia t no serán significativas.

30 En una realización diferente, los tiempos de inicio y fin de las mediciones de la planicidad de las chapas 2 metálicas pueden determinarse por el software de control ejecutado por la unidad 8 de control electrónico según los datos de distancia recibidos de los telémetros 12, en particular cuando una variación significativa (a saber, mayor que un umbral) de la distancia medida por los telémetros 12 se detecta.

35 Con el fin de controlar la planicidad de una chapa 2 metálica, el software de control ejecutado por la unidad 8 de control electrónico también se diseña para operar los telémetros 12 de manera repetida, con una frecuencia predefinida, para llevar a cabo una serie de mediciones de distancia con respecto a la chapa 2 metálica en la dirección de avance A.

40 Las mediciones de distancia pueden entonces asociarse a posiciones correspondientes usadas para mediciones en la dirección de avance A de la chapa 2 metálica, cuyas posiciones pueden determinarse por el software de control según la velocidad de avance de la chapa 2 metálica y el tiempo transcurrido entre las mediciones de distancia, o según datos de ubicación provistos por un dispositivo de ubicación adecuado provisto en una posición apropiada a lo largo del trayecto recorrido por las chapas 2 metálicas cuando se controla su planicidad.

45 En una realización preferida, el dispositivo de ubicación puede proveerse en la forma de un codificador 22 giratorio montado sobre un pasador de la cinta 4 transportadora y en comunicación cableada o inalámbrica con la unidad 8 de control electrónico.

50 El software de control se diseña para operar cada telémetro 12 de modo que lleva a cabo una serie de mediciones de distancia en la dirección de avance A de la chapa 2 metálica, en donde cada serie de mediciones de distancia comprende, de manera conveniente, al menos dos mediciones de distancia en áreas de borde de la chapa 2 metálica, respectivamente, y una medición de distancia en un área intermedia de la chapa metálica.

55 De esta manera, nueve mediciones de distancia se toman en los nueve puntos de la chapa metálica como se muestra en la Figura 3, a saber, tres tripletes de mediciones de distancia, un triplete por telémetro 12, y cada uno comprendiendo tres mediciones de distancia tomadas en tres puntos de la chapa en la dirección de avance A de la chapa 2 metálica, dos de las cuales se llevan a cabo a distancias predeterminadas de la cabeza y cola de la chapa 2 metálica, preferiblemente en la distancia t antes mencionada de la cabeza y cola, y una se lleva a cabo en una posición intermedia entre las primeras dos mediciones de distancia, preferiblemente una posición media.

Las nueve mediciones de distancia se indican más abajo como LH, LM, LT, CH, CM, CT, RH, RM y RT, donde la primera letra identifica el telémetro correspondiente (L, C y R para los telémetros izquierdo, central y derecho, respectivamente), mientras que la segunda letra identifica el punto de medición a lo largo del eje longitudinal de la chapa metálica (H, M y T para los puntos cabeza, medio y cola, respectivamente).

- 5 Cada una de las nueve mediciones de distancia puede corresponder a una sola medición del tren de mediciones de distancia, la más cercana al punto de medición que se muestra en la Figura 3, o, de manera conveniente, a un promedio de un número de mediciones de distancia más cercanas al punto de medición que se muestra en la Figura 3, o incluso, a una interpolación en el punto de medición que se muestra en la Figura 3 de las n mediciones más cercanas.
- 10 El software de control también se diseña para computar, según las mediciones de distancia, y para cada chapa 2 metálica o incluso de forma aleatoria para una o más chapas 2 metálicas, índices de planicidad que caracterizan y describen la planicidad de la chapa 2 metálica, y que comprenden:
- un índice de planicidad de detalle indicativo de la planicidad de la chapa 2 metálica en una dirección dada, y
 - un índice de planicidad de compendio indicativo de la planicidad de la chapa 2 metálica en la dirección de avance A y en la dirección transversal a la dirección de avance A.
- 15 En particular, el índice de planicidad de detalle se computa según mediciones de distancia en la dirección dada, mientras que el índice de planicidad de compendio se computa según mediciones de distancia en la dirección de avance A y mediciones de distancia en la dirección transversal a la dirección de avance A.
- 20 De manera conveniente, el índice de planicidad de detalle se computa según mediciones de distancia en la dirección de avance A, y, en particular, según diferencias entre mediciones de distancia consecutivas en la dirección de avance A.
- De manera alternativa, el índice de planicidad de detalle puede computarse según mediciones de distancia en la dirección transversal a la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas y, en particular, según diferencias entre mediciones de distancia consecutivas en la dirección transversal a la dirección de avance A.
- 25 De manera conveniente, en un ejemplo no conforme a la invención, el índice de planicidad de compendio se computa como una desviación longitudinal máxima de las mediciones de distancia en la dirección de avance A, y como una desviación transversal máxima de las mediciones de distancia en la dirección transversal a la dirección de avance A.
- Según la invención, el índice de planicidad de compendio se calcula como una desviación longitudinal máxima de mediciones de distancia consecutivas en la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas, y como una desviación transversal máxima de mediciones de distancia consecutivas en la dirección transversal a la dirección de avance A.
- 30 De manera conveniente, la desviación longitudinal máxima se computa como el valor máximo de los valores absolutos de las diferencias entre mediciones de distancia consecutivas en la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas, mientras que la desviación transversal máxima se computa como el valor máximo de los valores absolutos de las diferencias entre mediciones de distancia consecutivas en la dirección transversal a la dirección de avance A.
- 35 En una realización preferida, el índice de planicidad de detalle se define por las siguientes diferencias entre mediciones de distancia consecutivas: LH-LM, LM-LT, CH-CM, CM-CT, RH-RM, RM-RT, mientras que el índice de planicidad de compendio se define por el valor máximo de los valores absolutos de las siguientes diferencias entre mediciones de distancia consecutivas: LH-LM, LM-LT, CH-CM, CM-CT, RH-RM, RM-RT, y por el valor máximo de los valores absolutos de las siguientes diferencias entre mediciones de distancia consecutivas: LH-CH, CH-RH, LM-CM, CM-RM, LT-CT, CT-RT.
- 40 El software de control se diseña además para comparar los valores del índice de planicidad con uno o más valores umbral o tolerancias configurables a través de la interfaz de usuario que se muestra por el terminal 6 de usuario, y clasificar las chapas 2 metálicas en una de múltiples categorías de planicidad también configurables a través de la misma interfaz de usuario, cuyas categorías pueden limitarse a solamente dos, correspondientes a chapas metálicas conformes y chapas metálicas no conformes.
- 45 De manera opcional, el software de control puede además diseñarse para computar las dimensiones longitudinales (longitudes) y transversales (anchos) de las chapas 2 metálicas controladas. El ancho de una chapa 2 metálica puede computarse durante el reposicionamiento de los telémetros 12, mediante el cómputo de la distancia entre los dos telémetros 12 laterales cuando estos detectan los extremos de la chapa 2 metálica. La longitud puede computarse según datos de ubicación provistos por el codificador 22 como una distancia recorrida por la chapa 2 metálica entre los instantes de tiempo
- 50 en los cuales los telémetros 12 detectan el inicio y el fin de su presencia.
- El software de control se diseña además para exponer una interfaz gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés) accesible a través del terminal 6 de usuario y, posiblemente, incluso de forma remota, por ejemplo, a través de acceso a servicio web autenticado y, por ejemplo, para proveer, en tiempo real y en una manera que asegura una comprensión inmediata, a un operador las mediciones adquiridas y datos procesados asociados, incluidas, por ejemplo, las

mediciones de distancia llevadas a cabo por los telémetros 12, así como los índices de planicidad de compendio y detalle, los anchos y longitudes de las chapas 2 metálicas controladas, así como cualquier error o condición de alarma.

5 El software de control puede además diseñarse para incluir un motor de inteligencia artificial entrenado, *a priori*, de manera adecuada para sugerir en tiempo real a un operador, según las características de la línea 3 de producción y las mediciones de distancia e índices de planicidad, correcciones aconsejables a la configuración de la máquina de aplanamiento con el fin de mejorar la planicidad de las chapas 2 metálicas producidas.

10 El software de control se diseña además para permitir a un operador impartir, a través de la interfaz gráfica de usuario que muestra el terminal 6 de usuario, comandos y configuraciones al sistema 1 de control de planicidad como, por ejemplo, establecimiento de tolerancias en índices de planicidad, después de la autenticación de seguridad (por ejemplo, ingresando una clave), descarga de datos históricos, ajuste o calibración del sistema, recontrol de una chapa metálica o pila de chapas 2 metálicas no conformes, impresión de informes, por ejemplo, uno para cada chapa o pila de chapas controladas, preparación de informes, por ejemplo, las indicaciones de tiempo para el punto de inicio del control de las chapas 2 metálicas, los índices de planicidad de compendio y detalle, que pueden, por ejemplo, imprimirse con una impresora conectada a la unidad 8 de control electrónico durante el pasaje de las chapas 2 metálicas o cuando se solicita por el operador a través de la interfaz gráfica de usuario.

15 El software de control puede además diseñarse para operar zumbadores para señalar, de manera acústica, cualquier error o condición de alarma, y cualquier chapa 2 metálica o pilas de chapas 2 metálicas no conformes.

20 Finalmente, el sistema 1 de control de planicidad puede además configurarse para conectarse a sistemas de software externos, por ejemplo, a través de una conexión Ethernet, Wi-Fi, USB, etc., para recibir y transmitir datos, por ejemplo, a un software de control de calidad, por ejemplo, para registrar los controles llevados a cabo, generar certificados de calidad y compensar cualquier incumplimiento y obtener estadística de calidad de producción, un sistema computarizado para monitorear y controlar la función de producción de una compañía y conocido como Sistema de Ejecución de Fabricación (MES, por sus siglas en inglés), por ejemplo, para contar las chapas o los paquetes producidos y asociar los resultados de los controles de calidad al material mecanizado, un sistema de gestión de compañía, por ejemplo, para asignar una clase de calidad a los productos acabados, asignarles una lista de precios y dirigirlos a los clientes, un sistema de almacenamiento de datos, sistemas de control electrónico para controlar máquinas corriente abajo del sistema de control de planicidad como, por ejemplo, una máquina para ordenar las chapas metálicas según sus características de calidad, y máquinas corriente arriba del sistema de control de planicidad, por ejemplo, para detener el aplanamiento de la banda de chapa metálica en el caso de una planicidad no conforme.

25 Finalmente, es evidente que las modificaciones y variaciones pueden llevarse a cabo en el sistema 1 de control de planicidad descrito e ilustrado más arriba sin apartarse, sin embargo, del alcance de protección definido por las reivindicaciones anexas.

30 Por ejemplo, el movimiento mutuo de las chapas 2 metálicas con respecto a los telémetros 12, el cual se requiere para llevar a cabo la serie descrita más arriba de mediciones de distancia, puede obtenerse según un paradigma diferente del descrito. En particular, en lugar de obtenerse, como se describe previamente, al mantener la posición de los telémetros 12 fija en la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas y al explotar el avance en la dirección de avance A, el movimiento mutuo de las chapas 2 metálicas con respecto a los telémetros 12 puede obtenerse mediante movimiento de los telémetros 12 en la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas, que puede, de manera alternativa, mantenerse estacionario en la dirección de avance A, lo cual requerirá, sin embargo, que la cinta 4 transportadora se detenga, que o se permita el avance en la dirección de avance A, pero con una velocidad más baja que la de los telémetros 12 que se mueven en la dirección de avance A.

35 Además, en lugar de llevarse a cabo en sucesión en la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas, las mediciones de distancia pueden llevarse a cabo en sucesión en una dirección transversal, en particular, ortogonal, a la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas. Ello requerirá que los telémetros 12 se posicionen lado a lado en la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas antes que en una dirección transversal. En el presente caso, los telémetros 12 pueden disponerse todos en el mismo lado de la cinta 4 transportadora, o algunos en un lado y algunos en el otro lado y moverse en una dirección transversal a la dirección de avance A de las chapas 2 metálicas.

40 En el presente caso, según se ilustra en la realización que se muestra en la Figura 4, un solo telémetro 12 será suficiente, el cual, durante el avance de las chapas 2 metálicas, debe moverse hacia atrás y adelante de manera transversal a la dirección de avance A una cantidad de veces igual a la cantidad de series de mediciones de distancia que se llevarán a cabo, tres en el ejemplo descrito más arriba, y, durante cada movimiento hacia adelante, debe operarse una cantidad de veces igual a la cantidad de mediciones que se llevarán a cabo, tres en el ejemplo considerado, haciendo que, por consiguiente, se lleve a cabo un patrón en zigzag en la chapa 2 metálica como se muestra en la Figura 5.

45 Finalmente, el sistema 1 de control de planicidad según la presente invención puede usarse para controlar la planicidad de chapas de un material diferente del descrito pero que aún se ve afectado por problemas similares a aquellos descritos en relación con chapas metálicas, a saber, un material que puede verse afectado por defectos de planicidad como, por ejemplo, para requerir que la planicidad de controle.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica para controlar la planicidad de chapas (2) metálicas obtenidas por el aplanamiento y cizallamiento de una banda de chapa metálica desenrollada en una línea (3) de producción;
- 5 el sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica comprende:
- una estructura (5) de soporte;
 - un aparato (7) de medición transportado por la estructura (5) de soporte y que comprende uno o más telémetros (12) utilizables para medir distancias con respecto a chapas (2) metálicas cuya planicidad se controlará, y producir datos de distancia indicativos de las mediciones de distancia; y
- 10 - una unidad (8) de control electrónico conectada al aparato (7) de medición para controlar su funcionamiento, y recibir y procesar datos de distancia recibidos de cada telémetro (12) para computar datos indicativos de la planicidad de las chapas (2) metálicas;
- en donde la unidad (8) de control electrónico se configura además para:
- operar cada telémetro (12) para llevar a cabo una serie de mediciones de distancia con respecto a una chapa (2) metálica;
 - computar al menos un índice de planicidad para la chapa (2) metálica según datos de distancia recibidos de cada telémetro (12);
 - comparar el índice de planicidad computado para la chapa (2) metálica con al menos un umbral; y
 - proveer indicaciones sobre la planicidad de la chapa (2) metálica según el resultado de la comparación;
- 20 - computar un índice de planicidad de detalle según diferencias entre mediciones de distancia consecutivas en una dirección dada; y
- computar un índice de planicidad de compendio como desviación longitudinal máxima de mediciones de distancia consecutivas en una primera dirección y como desviación transversal máxima de mediciones de distancia consecutivas en una segunda dirección transversal a la primera dirección.
- 25 2. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de la reivindicación 1, en donde la unidad (8) de control electrónico se configura además para:
- computar la desviación longitudinal máxima como valor máximo de los valores absolutos de las diferencias entre mediciones de distancia consecutivas en la primera dirección, y
 - computar la desviación transversal máxima como valor máximo de los valores absolutos de las diferencias entre mediciones de distancia consecutivas en la segunda dirección transversal a la primera dirección.
- 30 3. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera dirección es una dirección de avance (A) de la chapa (2) metálica a lo largo de la línea (3) de producción.
4. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la dirección dada es una dirección de avance (A) de la chapa (2) metálica a lo largo de la línea (3) de producción.
- 35 5. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la unidad (8) de control electrónico se configura además para operar cada telémetro (12) para llevar a cabo una serie de mediciones de distancia en una dirección de avance (A) de la chapa (2) metálica a lo largo de la línea (3) de producción, y que comprende al menos dos mediciones de distancia en áreas de borde de la chapa (2) metálica y una medición de distancia en un área intermedia de la chapa (2) metálica.
- 40 6. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende tres telémetros (12) dispuestos lado a lado en una dirección transversal a la dirección de avance (A) de la chapa (2) metálica, de modo que cada telémetro (12) puede llevar a cabo una serie correspondiente de mediciones de distancia con respecto a la chapa (2) metálica al menos en áreas de borde e intermedias de la chapa (2) metálica.
- 45 7. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el aparato (7) de medición además comprende:
- un dispositivo (13) de posicionamiento electrónicamente controlado dispuesto entre la estructura (5) de soporte y cada telémetro (12) para permitir que la posición de cada telémetro (12) se ajuste con respecto a la chapa (2) metálica bajo el

control de la unidad (8) de control electrónico, de modo que cada telémetro (12) puede llevar a cabo la serie correspondiente de mediciones de distancia con respecto a la chapa (2) metálica.

5 8. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la unidad (8) de control electrónico se configura además para operar cada telémetro (12) para llevar a cabo una serie de mediciones de distancia en una dirección transversal a una dirección de avance de la chapa (2) metálica a lo largo de la línea (3) de producción, y que comprende al menos dos mediciones de distancia en áreas de borde de la chapa (2) metálica y una medición de distancia en un área intermedia de la chapa (2) metálica.

10 9. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de la reivindicación 8, en donde el aparato (7) de medición comprende un solo telémetro (12) montado para moverse hacia atrás y adelante en una dirección transversal a la dirección de avance (A) de la chapa (2) metálica, y utilizable para llevar a cabo al menos dos mediciones de distancia en áreas de borde de la chapa (2) metálica y una medición de distancia en un área intermedia de la chapa (2) metálica.

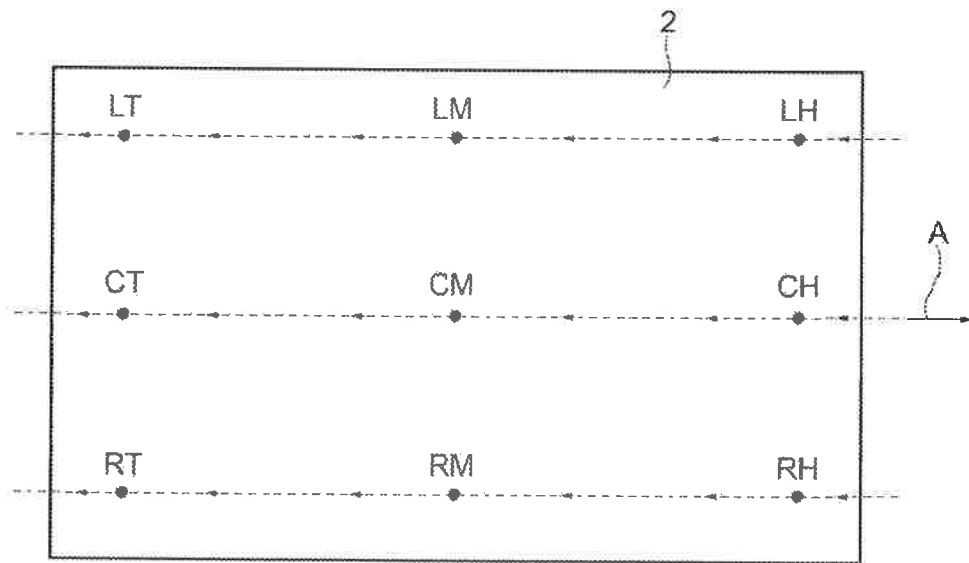
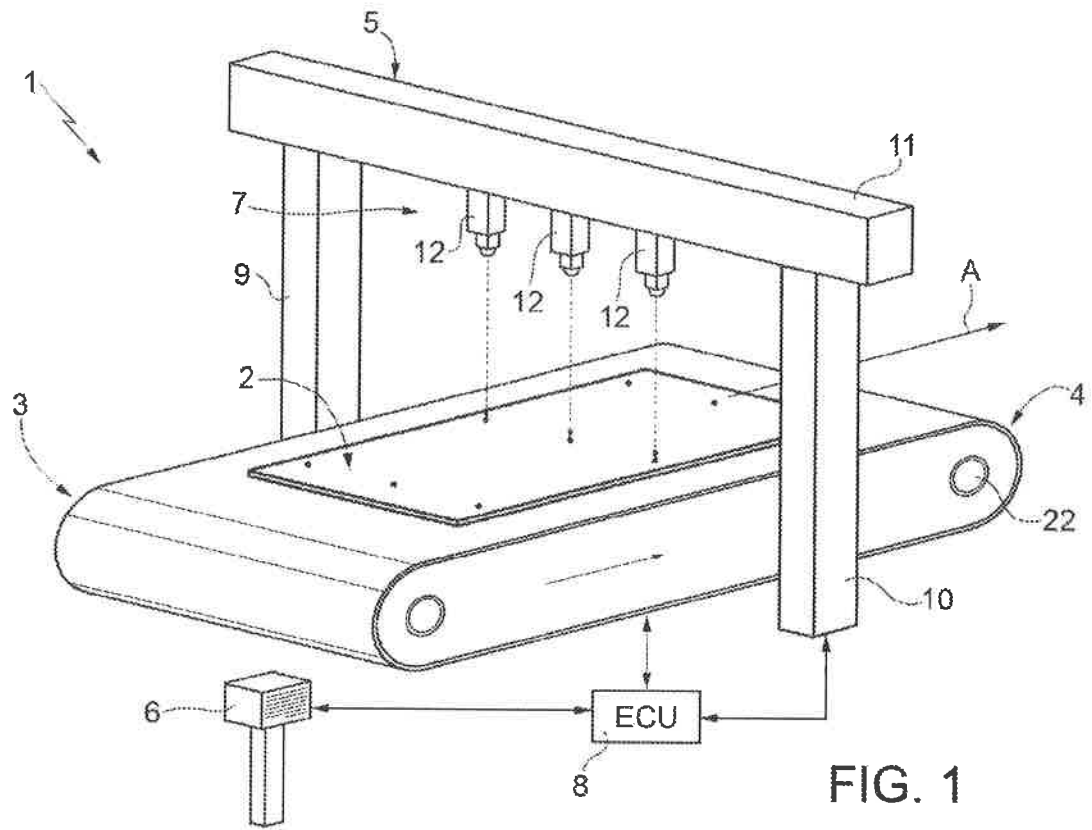
10. El sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende:

15 - un dispositivo (22) de ubicación conectado a la unidad (8) de control electrónico, y utilizable para producir datos de ubicación indicativos de las ubicaciones de medida donde las mediciones de distancia se llevan a cabo por cada telémetro (12);

y en donde la unidad (8) de control electrónico se configura además para asociar cada medición de distancia a una ubicación de medida correspondiente.

20 11. Una línea (3) de producción para producir chapas (2) metálicas mediante el aplanamiento y cizallamiento de una banda de chapa metálica desenrollada, que comprende el sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

12. Software cargable en la unidad (8) de control electrónico del sistema (1) de control de planicidad de chapa metálica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 y diseñado para hacer que, cuando se ejecuta, la unidad (8) de control electrónico se configure según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.



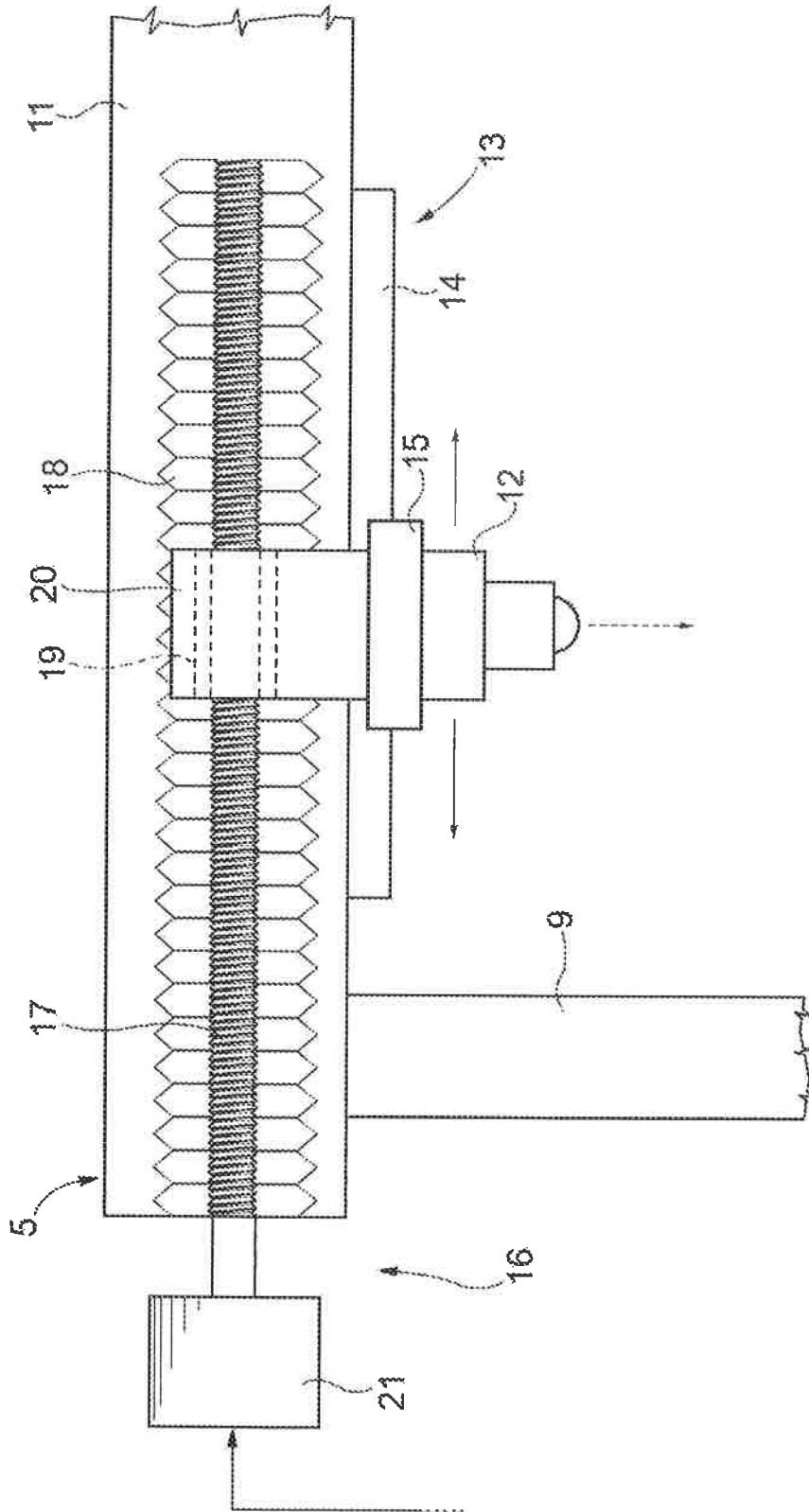
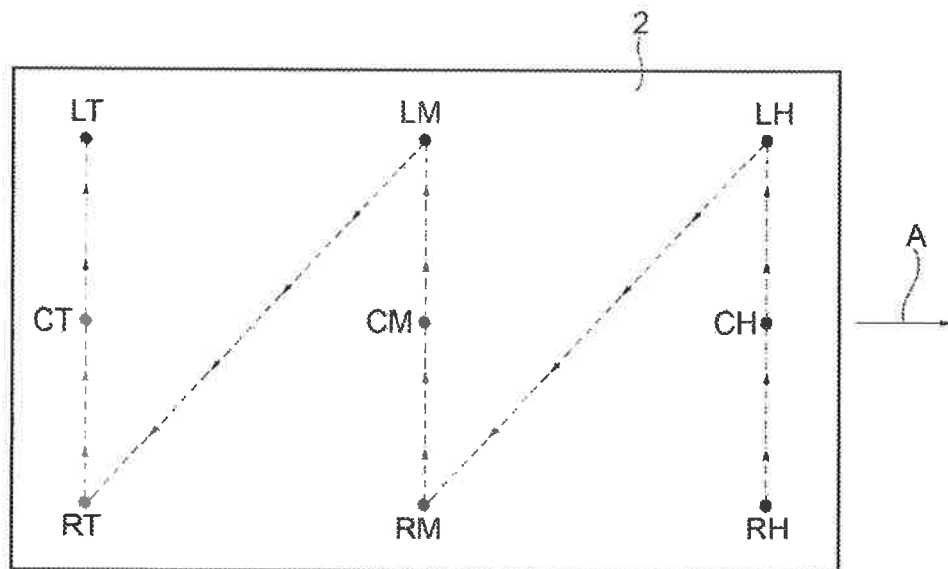
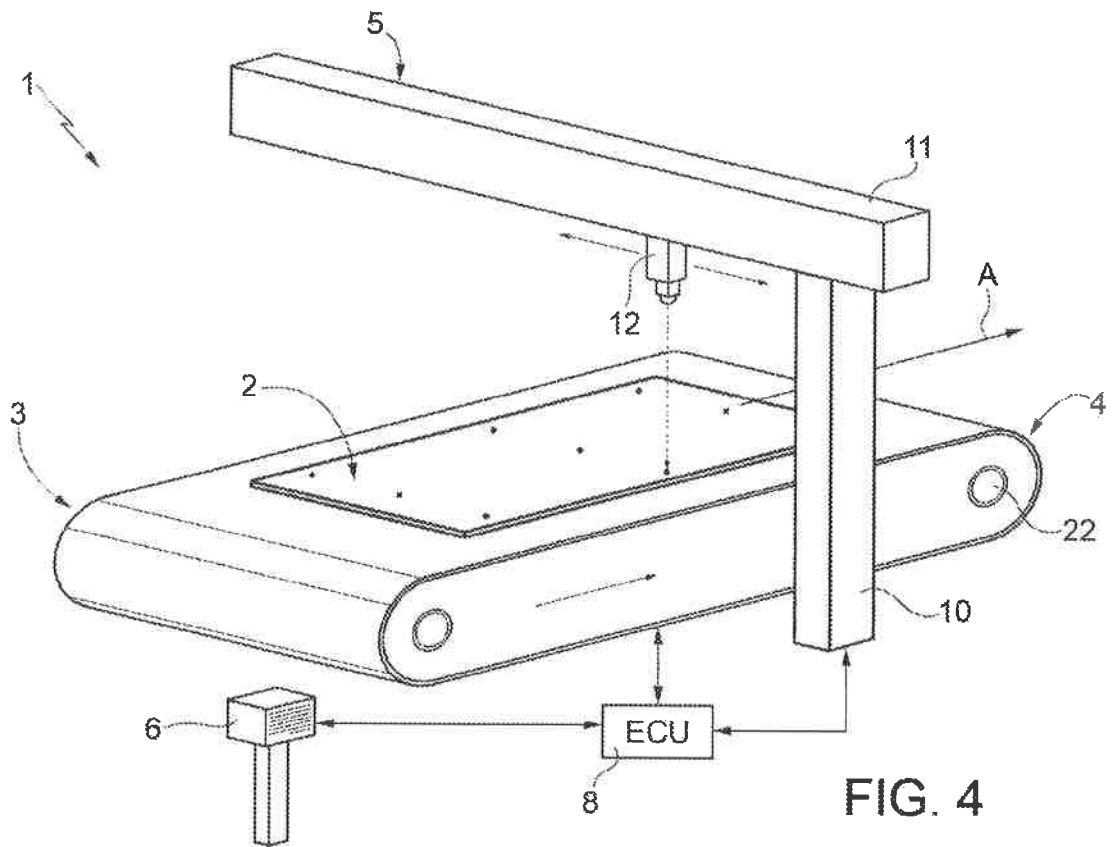


FIG. 2



Referencias citadas en la descripción

La presente lista de referencias citada por el solicitante es en aras de la conveniencia del lector solamente. No forma parte del documento de patentes europeas. Aunque se ha tomado gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- FR 2695049 A1 [0005]
- GB 2077912 A [0006]
- US 5465214 A [0007]
- US 4752695 A [0008]
- DE 19932324 A1 [0010]

Literatura de no patente citada en la descripción

- **REINHARD NOLL et.al.** Online – Lasermesstechnik für Walzprodukte. *Stahl und Eisen*, 15 de mayo de 2007, 99-105 [0009]