

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 647**

51 Int. Cl.:

**B21B 1/08** (2006.01)

**B21C 37/04** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07724759 .1**

96 Fecha de presentación: **02.05.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1879706**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.01.2008**

54 Título: **Procedimiento para laminar una banda de metal**

30 Prioridad:  
**27.05.2006 DE 102006024775**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.04.2012**

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

72 Inventor/es:  
**KOPP, Reiner;  
RICHTER, Hans-Peter y  
RÖSE, Heinrich**

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

**ES 2 379 647 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 para laminar una banda de metal

5 La invención se refiere a un procedimiento para el uso de una caja de laminación para la laminación escalonada de una banda de metal, en particular de acero, aluminio, cobre o una aleación de cobre. La invención se refiere además a un procedimiento para el uso de un tren de laminación con al menos una caja de laminación de este tipo.

10 Las cajas de laminación y los procedimientos para producir perfiles de espesor escalonados por el ancho de una banda de metal en forma de banda se conocen fundamentalmente en el estado de la técnica, por ejemplo, por la publicación para información de solicitud de patente alemana DE 198 31 882 A1 o el documento de patente alemán DE 101 13 610 C2. Para la producción del perfil de espesor deseado, por ejemplo, del perfil escalonado, los dos documentos recomiendan laminar la banda de metal, que en origen normalmente presenta una sección transversal rectangular, a lo largo con varios cilindros de presión dispuestos desplazados en la dirección de laminación. En este caso, los cilindros de presión dispuestos desplazados o uno al lado de otro en la dirección de transporte de la banda de metal presionan en cada caso en la banda de metal soportada por un dispositivo de soporte y de este modo la deforman según se desee en la dirección del ancho.

15 Los cilindros de presión propuestos en los documentos indicados para su uso permiten en cada caso sólo un tratamiento localmente muy limitado de la banda de metal en una zona estrecha en la dirección del ancho; como se indica, por tanto, se requieren una pluralidad de tales cilindros de presión en la disposición desplazada, para por ejemplo laminar escalones más anchos en la banda de metal. Debido a la pluralidad de los cilindros de presión necesarios y su disposición desplazada, la construcción de tales cajas de laminación conocidas para la realización de perfiles escalonados en bandas de metal es ciertamente complicada.

20

Partiendo de este estado de la técnica, la invención se basa en el objetivo de reducir adicionalmente de la manera más sencilla posible una banda de metal previamente perfilada escalonada en cuanto a la altura de sus escalones mediante laminación, sin que por ello se formen ondas sobre la banda de metal en su dirección longitudinal.

25 Este objetivo se soluciona mediante el procedimiento reivindicado en la reivindicación 1. Este procedimiento está caracterizado porque los al menos dos cilindros secundarios adyacentes están configurados en cada caso en forma de cilindro y junto con el dispositivo de soporte forman en cada caso aberturas parciales entre cilindros adyacentes con diferentes magnitudes  $h_i$ ,  $h_{i+1}$  con  $h_i \neq h_{i+1}$  e  $i=1, 2, \dots, l$ , definiendo las aberturas parciales entre cilindros adyacentes en conjunto la sección transversal de abertura total entre cilindros, que está configurada de forma escalonada y porque las magnitudes de en cada caso aberturas parciales entre cilindros adyacentes se seleccionan individualmente de tal manera, que en cuanto a la banda de metal que entra en la abertura total entre cilindros, que si bien antes de la laminación tiene un perfil previo escalonado geoméricamente similar a la sección transversal de abertura total entre cilindros, sin embargo, en cada caso, presenta alturas de escalón mayores de  $h_i + \Delta h_i$  y  $h_{i+1} + \Delta h_{i+1}$  con  $h_i + \Delta h_i \neq h_{i+1} + \Delta h_{i+1}$  y  $\Delta h_i > 0$  y  $\Delta h_{i+1} > 0$  que las aberturas (i) parciales entre cilindros, cumplen con la siguiente relación:

30

$$\Delta h_i / h_i = \Delta h_{i+1} / h_{i+1} = \epsilon = \text{constante}$$

35 Con una reducción de espesor de la banda de metal previamente perfilada de forma escalonada según la relación reivindicada el material aplanado a partir de la altura de la banda de metal o el flujo de material resultante del mismo se distribuye uniformemente en la dirección longitudinal de la banda de metal y concretamente de manera ventajosa sin la formación de ondas.

40 La caja de laminación necesaria para ello según la invención está realizada de manera que tiene una construcción sencilla y ahorra espacio, porque sólo presenta cilindros secundarios dispuestos unos al lado de otros de manera transversal a la dirección de desplazamiento de la banda de metal, no sin embargo una pluralidad de cilindros secundarios dispuestos de manera desplazada en la dirección de desplazamiento.

45 La expresión de que los cilindros secundarios estén dispuestos unos al lado de otros "a la misma altura" significa que los cilindros secundarios dispuestos unos al lado de otros están dispuestos en un lado de la banda de metal sin desplazamiento entre sí en la dirección de transporte de la banda de metal.

50 El perfilado previo escalonado reivindicado de la banda de metal en aproximación a la sección transversal de abertura total entre cilindros escalonada de la caja de laminación según la invención es obligatoriamente necesaria, porque sino no podrían distinguirse alturas de escalón de diferente magnitud transversalmente a la dirección de transporte en el caso de la banda de metal entrante y entonces, la banda de metal, transversalmente a su dirección de transporte únicamente presentaría un espesor homogéneo con  $h_i = h_{i+1} = \text{constante}$ . Según la relación reivindicada,

5 debería valer entonces  $\Delta h_i = \Delta h_{i+1}$ ; éste sería el caso de una reducción de espesor homogénea por todo el ancho de la banda de metal, que sin embargo no es el objetivo de la invención. Por el contrario, la invención se refiere únicamente a la reducción de espesor de perfiles escalonados previamente perfilados, produciéndose el efecto ventajoso, de que la banda de metal resultante carezca de ondas, únicamente cuando las reducciones de espesor para los escalones individuales se calculan y realizan de forma individual transversalmente a la dirección de transporte de la banda de metal considerando la relación reivindicada.

10 Según un primer ejemplo de realización es ventajoso que el ajuste de las magnitudes de las aberturas parciales entre cilindros se realice automáticamente con ayuda de un dispositivo de regulación conociendo las alturas de escalón de la banda de metal previamente perfilada de forma escalonada entrante. En el caso de cambiar las alturas de escalón de la banda de metal entrante, entonces puede realizarse muy rápidamente una adaptación de las magnitudes de las aberturas parciales entre cilindros con ayuda del dispositivo de regulación.

Configuraciones ventajosas del procedimiento de laminación se indican en las reivindicaciones dependientes.

De manera ventajosa, la caja de laminación utilizada está configurada para la laminación en caliente o para la laminación en frío de la banda de metal.

15 El objetivo mencionado anteriormente de la invención se soluciona además mediante un procedimiento para el uso de un tren de laminación, en particular de una instalación en tándem. Este tren de laminación comprende entonces una primera caja de laminación con cilindros de perfilado o calibración para el perfilado previo escalonado de la banda de metal. Entonces, aguas abajo de la primera caja de laminación o caja preparadora, en la dirección de desplazamiento de la banda de metal está dispuesta una segunda caja de laminación. En la al menos una caja de laminación dispuesta aguas abajo se produce entonces una reducción de espesor de la banda de metal escalonada, reduciéndose las alturas de los escalones adyacentes individuales según la relación reivindicada. Aguas abajo de la segunda caja de laminación pueden estar dispuestas cajas de laminación adicionales. Las cajas de laminación dispuestas aguas arriba asumen entonces para las cajas de laminación dispuestas aguas abajo la previsión necesaria de un perfilado previo escalonado de la banda de metal. Una pluralidad de cajas de laminación dispuestas 20 unas detrás de otras es en particular necesaria cuando la banda de metal tiene que reducirse en su espesor de manera considerable. Alternativamente puede realizarse una reducción de espesor considerable también mediante una caja reversible individual.

El objetivo mencionado anteriormente se soluciona además mediante un procedimiento según la reivindicación 7.

La invención va acompañada de un total de 6 figuras, mostrando

30 la figura 1 un primer ejemplo de realización del procedimiento según la invención para el uso de una caja de laminación;

la figura 2 una sección transversal para el primer ejemplo de realización según la figura 1;

la figura 3a una sección transversal de la banda de metal tras salir de la caja de laminación según el primer ejemplo de realización;

35 la figura 3b una sección transversal alternativa de la banda de metal tras salir de la caja de laminación;

la figura 4 un segundo ejemplo de realización del procedimiento según la invención para el uso de una caja de laminación;

la figura 5 una sección transversal de la caja de laminación según el segundo ejemplo de realización; y

40 la figura 6 una sección transversal a través de la banda de metal tras salir de la caja de laminación según el segundo ejemplo de realización.

A continuación se describe en detalle la invención en forma de ejemplos de realización haciendo referencia a las figuras mencionadas. En todas las figuras los mismos componentes están designados con los mismos números de referencia.

45 La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización para el procedimiento de laminación según la invención. La caja 100 de laminación comprende en este caso a modo de ejemplo tres cilindros 110-i secundarios dispuestos transversalmente a la dirección de transporte (en perpendicular al plano del papel) de la banda 200 de metal con  $i=1,2$  y 3. Los cilindros secundarios están dispuestos unos al lado de otros a la misma altura, es decir, no están desplazados en la dirección de transporte de la banda de metal. Los tres cilindros 110-i secundarios forman junto

5 con un dispositivo 120 de soporte dispuesto de manera enfrentada, por ejemplo en forma de un cilindro de soporte, en cada caso aberturas entre cilindros secundarios adyacentes  $i=1, i=2$  e  $i=3$  con las magnitudes  $h_i$  con  $i=1, 2$  y  $3$ . En este caso es importante, que al menos dos aberturas  $i, i+1$  parciales entre cilindros en cada caso adyacentes presenten en cada caso diferentes magnitudes  $h_i, h_{i+1}$  con  $h_i$  distinto de  $h_{i+1}$ . Los dos cilindros 110-1, 110-3 secundarios externos están montados en la figura 1 a modo de ejemplo en un eje A común y por ello, dado el caso, también se regulan respectivamente del mismo modo y en la misma medida con respecto al dispositivo 120 de soporte. La regulación de los cilindros 110- $i$  secundarios individuales con respecto al dispositivo 120 de soporte se produce ventajosamente de manera automática con ayuda de un dispositivo 130 de regulación, aunque siempre considerando la relación reivindicada:

$$10 \quad \Delta h_i/h_i = \Delta h_{i+1}/h_{i+1} = \varepsilon = \text{constante}, \quad \text{con } i=1, 2 \dots l \quad (1)$$

en la que

$\Delta h_i$ : la reducción de espesor de la banda de metal a través de la caja de laminación en la zona del escalón o cilindro secundario de orden  $i$ ; y

15  $h_i$ : la magnitud de la abertura parcial entre cilindros de orden  $i$  o el espesor de la banda de metal que sale de la caja de laminación en la zona del escalón de orden  $i$ .

La figura 2 muestra una vista lateral del primer ejemplo de realización mostrado en la figura 1 para la caja 100 de laminación. Como ya se reconoció en la figura 1, el cilindro 110-2 secundario central no está montado en el eje 112-5. En su lugar, tal como muestra la figura 2, está montado de manera giratoria en un portarrodillos 112 separado. Además con ayuda del dispositivo 130 de regulación también puede regularse individualmente con respecto al dispositivo 120 de soporte independientemente de los dos cilindros 110-1 y 110-3 secundarios externos. En la figura 2, la dirección de transporte de la banda de metal está indicada con una flecha hacia la derecha y además puede verse claramente la reducción de espesor resultante, en particular en la zona del cilindro 110-2 secundario central.

Las figuras 3a y 3b muestran posibles perfiles de la banda 200 de metal tras salir de la caja 100 de laminación. Estos perfiles corresponden en cada caso a la sección transversal de abertura total entre cilindros formada a través de las aberturas parciales entre cilindros adyacentes  $i=1, 2, 3$  de la caja 100 de laminación.

La figura 4 muestra un segundo ejemplo de realización del procedimiento de laminación según la invención. Se diferencia del primer ejemplo de realización únicamente en que el dispositivo 120 de soporte ya no está configurado en forma de un cilindro homogéneo, sino con simetría especular con respecto a los cilindros secundarios en el lado opuesto de la banda de metal. Los cilindros 120-1, 120-2 y 120-3 secundarios tienen en cada caso la misma longitud de la tabla del cilindro que los cilindros 110-1, 110-2 y 110-3 secundarios enfrentados a los mismos con simetría especular. También los cilindros 120- $i$  secundarios con  $i=1, 2 \dots l$  pueden regularse preferiblemente de manera individual con respecto a la banda 200 de metal. Sólo a modo de ejemplo los dos cilindros 120-1 y 120-3 secundarios externos se regulan a través de un eje 120-5 común con respecto a la banda 200 de metal o con respecto a los cilindros de metal enfrentados. Las aberturas parciales entre cilindros resultantes a partir de la disposición enfrentada de los cilindros 110-1, 120-1; 110-2, 120-2; 110-3, 120-3 secundarios tienen alturas de  $h_1, h_2$  y  $h_3$ .

La figura 5 muestra el montaje de los dos rodillos 110-2 y 120-2 secundarios centrales en cada caso en portarrodillos 112 adecuados.

La figura 6 muestra finalmente la banda 200 de metal que sale de la caja de laminación según el segundo ejemplo de realización en una vista en sección transversal.

A continuación se describe el procedimiento según la invención para la laminación de una banda de metal con ayuda de las cajas de laminación descritas anteriormente:

Según este procedimiento, en una primera etapa, la banda de metal configurada en origen normalmente de forma rectangular, no perfilada, se perfila previamente en primer lugar en una caja preparadora de forma escalonada. Este perfilado previo se produce en aproximación geométrica a la sección transversal de cilindro total de la caja 100 de laminación dispuesta aguas abajo. En particular, la configuración de los escalones en la banda 200 de metal se produce con un ancho de escalón, que corresponde al menos aproximadamente a la longitud de la tabla del cilindro de los cilindros 110-1, 110-2 y 110-3 secundarios individuales de la caja de laminación dispuesta aguas abajo. No obstante, las alturas  $h_i+\Delta h_i$  con  $i=1, 2, 3 \dots$  de los escalones de la banda de metal tras el perfilado previo son aún mayores que las magnitudes  $h_i, h_{i+1}$  de las aberturas  $i, i+1$  parciales entre cilindros adyacentes en la caja 100 de

laminación dispuesta aguas abajo. La banda de metal así previamente perfilada de forma escalonada entra entonces en la caja 100 de laminación y aquí en la zona de cada uno de los cilindros 110-i secundarios individuales se reduce en su espesor de manera correspondiente a la ecuación (1). La reducción de espesor considerando la ecuación (1) ofrece la ventaja de que la banda de metal tras la salida de la caja de laminación no presenta ondas en la dirección longitudinal.

5

La aplicación de la fórmula según la invención se ilustra a continuación con un ejemplo: supóngase que la banda de metal debe atravesar una caja de laminación según la figura 1 y de manera correspondiente transversalmente a su dirección de transporte presenta tres escalones. Las alturas de los escalones individuales de la banda de metal tras salir del perfilado previo están predeterminadas con  $H1=\Delta h_1+h_1=10$  mm para la zona del primer cilindro 110-1 secundario externo, con  $H2=\Delta h_2+h_2=7$  mm para la zona del cilindro 110-2 secundario central y con  $H3=\Delta h_3+h_3=10$  mm para la zona del segundo cilindro 110-3 secundario externo.

10

Para la aplicación del procedimiento según la invención se presupone ahora que el espesor  $h_1$  deseado de la banda 200 de metal para la zona de un cilindro 110-i secundario o un escalón tras atravesar la caja de laminación está predeterminado de manera fija. A modo de ejemplo se supone en este caso, que el espesor de la banda de metal en la zona del primer cilindro 110-1 secundario externo tras atravesar la caja de laminación ya sólo tiene que ascender a  $h_1=7$  mm. Conociendo la altura de escalón de  $H1=10$  mm de la banda de metal entrante en esta zona se produce a partir de aquí obligatoriamente a través de la simple formación de la diferencia, la reducción de espesor necesaria en la magnitud de  $\Delta h_1=H1-h_1=10-7=3$  mm.

15

El conocimiento de  $\Delta h_1$  y  $h_1$  permite el cálculo de la magnitud  $\epsilon$  según la fórmula (1) para dar:

$$\epsilon = \Delta h_1 / h_1 = 3/7.$$

20

Ahora, la reducción de espesor  $\Delta h_2$  en el caso de la abertura parcial entre cilindros adyacente  $i=2$  o en la zona del cilindro 110-2 secundario adyacente según la invención de ningún modo es aleatoria, sino que según la fórmula indicada está determinada de manera fija. En concreto, para el cálculo de la reducción de espesor  $\Delta h_2$  necesaria en esta zona o para la altura  $h_2$  de escalón resultante obligatoriamente de la banda 200 de metal en esta zona está disponible el siguiente sistema de ecuaciones con las ecuaciones (3) y (4):

25

$$H2 = \Delta h_2 + h_2 \quad (3)$$

$$\wedge \quad \Delta h_2 / h_2 = \epsilon \quad (4)$$

Al despejar el sistema de ecuaciones se llega al resultado:

$$h_2 = H2 / (\epsilon + 1) \quad (5)$$

30 y

$$\Delta h_2 = H2 - h_2 \quad (6)$$

Al introducir el valor  $H2=7$  predeterminado para el ejemplo anterior y el valor  $\epsilon=3/7$  calculado como resultado intermedio en la ecuación (5) se obtiene:

$$h_2 = 7 / (3/7 + 1) = 4,9 \text{ mm}$$

35 y al introducir  $h_2$  en la ecuación (6) se obtiene:

$$\Delta h_2 = 7 - 4,9 = 2,1 \text{ mm.}$$

5 Para que la banda 200 de metal salga de la caja 100 de laminación sin ondas, se requiere entonces reducir el espesor de la banda de metal en la zona del cilindro 110-2 secundario central con respecto a su espesor de partida previamente perfilado de  $H_2=7$  mm en 2,1 mm a 4,9 mm, cuando tiene que reducirse en la zona del primer cilindro 110-1 secundario de  $H_1=10$  mm a  $h_1=7$  mm. En el caso de una pluralidad de cilindros secundarios dispuestos unos al lado de otros transversalmente a la dirección de transporte de la banda de metal este cálculo a modo de ejemplo recién realizado de las magnitudes de aberturas entre cilindros relativas para cada par de aberturas parciales entre cilindros adyacentes debe realizarse por separado.

10 La invención encuentra aplicación especialmente ventajosa en el caso de bandas de metal delgadas con un espesor en origen de menos de 10 mm. El procedimiento según la invención puede encontrar aplicación tanto en la laminación en caliente como en la laminación en frío de bandas de metal. La aplicación de este procedimiento según la invención es especialmente ventajosa sin embargo en la laminación en caliente, porque entonces ya en un estadio de producción muy temprano puede realizarse un perfilado escalonado sin ondas de la banda de metal. Un campo de aplicación es por ejemplo la producción de chasis básicos de motores para la industria del automóvil. En el caso  
15 de la laminación en frío pueden realizarse geometrías de banda que pueden reemplazar la laminación de bandas flexible en la forma conocida en la actualidad con costes de producción reducidos. Un campo de aplicación a modo de ejemplo también es en este caso la industria del automóvil, especialmente la producción de chapas para los bajos de automóviles.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el uso de una caja (100) de laminación para la laminación de una banda (200) de metal, comprendiendo la caja (100) de laminación:

5 al menos dos cilindros (110-i, con  $i=1, 2 \dots l$ ) secundarios dispuestos uno al lado de otro a la misma altura de manera transversal a la dirección de transporte de la banda de metal; y un dispositivo (120) de soporte, que está dispuesto enfrente a los al menos dos cilindros secundarios y que junto con éstos forma una abertura total entre cilindros con una sección transversal de abertura total entre cilindros;

10 caracterizado porque los al menos dos cilindros (110-i, con  $i=1, 2 \dots l$ ) secundarios adyacentes están configurados en cada caso en forma de cilindro y junto con el dispositivo de soporte forman en cada caso aberturas (i, i+1) parciales entre cilindros adyacentes con diferentes magnitudes  $h_i, h_{i+1}$  con  $h_i \neq h_{i+1}$  e  $i=1, 2, \dots, l$ , definiendo las aberturas parciales entre cilindros adyacentes en conjunto la sección transversal de abertura total entre cilindros, que está configurada de forma escalonada; y

15 porque las magnitudes  $h_i$  y  $h_{i+1}$  de en cada caso dos aberturas (i, i+1) parciales entre cilindros adyacentes se seleccionan individualmente de tal manera, que en cuanto a la banda (200) de metal que entra en la abertura total entre cilindros, que si bien antes de la laminación tiene un perfil previo escalonado geoméricamente similar a la sección transversal de abertura total entre cilindros, sin embargo, en cada caso, presenta alturas de escalón mayores de  $h_i+\Delta h_i$  y  $h_{i+1}+\Delta h_{i+1}$  con  $h_i+\Delta h_i \neq h_{i+1}+\Delta h_{i+1}$  y  $\Delta h_i > 0$  y  $\Delta h_{i+1} > 0$  que las aberturas (i) parciales entre cilindros, cumplen con la siguiente relación:

$$\Delta h_i/h_i = \Delta h_{i+1}/h_{i+1} = \epsilon = \text{constante}$$

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por un dispositivo (130) de regulación para la regulación flexible de los cilindros (110-1, 110-2, 110-3) secundarios y de este modo para la adaptación flexible de las magnitudes  $h_i$  de las aberturas parciales entre cilindros según la relación a la banda (200) de metal entrante con alturas de escalón modificadas.

25 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque por el ancho de la banda de metal están dispuestos en total tres cilindros secundarios en forma de dos cilindros secundarios externos y un cilindro secundario central (110-1, 110-2, 110-3), estando unidos entre sí los dos cilindros (110-1, 110-3) secundarios externos preferiblemente a través de un eje (A) común.

30 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el cilindro (110-2) secundario central presenta un diámetro menor en comparación con los cilindros (110-1, 110-3) secundarios externos y está montado en un portarrodillos (112) entre los dos cilindros secundarios externos de tal manera, que la magnitud  $h_2$  de la segunda abertura parcial entre cilindros  $i=2$  formada por el cilindro (110-2) secundario central con el dispositivo (120) de soporte es menor o mayor que las magnitudes  $h_1$  y  $h_3$  de las dos aberturas parciales entre cilindros externas adyacentes  $i=1$  e  $i=3$ .

35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo (120) de soporte también está configurado en forma de cilindros (120-i con  $i=1 \dots l$ ) secundarios, presentando estos cilindros (120-i) secundarios las mismas dimensiones que los cilindros (110-i) secundarios en el lado opuesto de la banda de metal y estando montados con simetría especular a los mismos, con respecto al plano central de la banda (200) de metal.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la caja (100) de laminación está configurada para la laminación en caliente o para la laminación en frío de la banda (200) de metal.

40 7. Procedimiento para el uso de un tren de laminación, en particular instalación en tándem, para la laminación de una banda de metal que comprende una pluralidad de cajas de laminación dispuestas unas detrás de otras en la dirección de desplazamiento de la banda de metal; caracterizado porque una primera de las cajas de laminación está configurada con cilindros de perfilado o calibración para el perfilado previo escalonado de la banda de metal aún más espesa; porque se usa al menos una segunda de las cajas (100) de laminación, dispuestas aguas abajo de la primera caja de laminación, según una de las reivindicaciones 1 a 6; y porque el perfilado previo escalonado de la banda de metal se produce a través de la primera caja de laminación en aproximación geométrica a la sección transversal escalonada de la abertura total entre cilindros de la segunda caja de laminación dispuesta aguas abajo pero con alturas de escalón mayores de  $h_i+\Delta h_i$  y  $h_{i+1}+\Delta h_{i+1}$  con  $h_i+\Delta h_i \neq h_{i+1}+\Delta h_{i+1}$  con  $\Delta h_i > 0$  y  $\Delta h_{i+1} > 0$  en la zona de la abertura parcial entre cilindros de orden  $i$  e  $i+1$ .

50 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por la siguiente etapa:

reducir las alturas de escalón individuales de la banda (200) de metal previamente perfilada en  $\Delta h_i$  a  $h_i$  con  $i=1 \dots l$  mediante el uso de la segunda caja (100) de laminación en el tren de laminación.



