

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 310 917**

51 Int. Cl.:

B21B 37/58 (2006.01)

B21B 37/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.10.2006 PCT/EP2006/010342**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2007 WO07057098**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2006 E 06806568 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **20.11.2019 EP 1819456**

54 Título: **Procedimiento y tren de laminación para mejorar la salida de ruta de un fleje metálico a laminar, cuyo extremo de fleje metálico se desplaza a velocidad de laminación**

30 Prioridad:

18.11.2005 DE 102005055106

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
15.09.2020

73 Titular/es:

**SMS GROUP GMBH (100.0%)
Eduard-Schloemann-Strasse 4
40237 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**SUDAU, PETER y
JEPSEN, OLAF NORMAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 310 917 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y tren de laminación para mejorar la salida de ruta de un fleje metálico a laminar, cuyo extremo de fleje metálico se desplaza a velocidad de laminación

- 5 La invención se refiere a un procedimiento y a un tren de laminación para mejorar la salida de ruta de un fleje metálico a laminar, cuyo extremo de fleje metálico circula a velocidad de laminación desde una caja de laminación, que se obtiene en cada caso como última, de un tren de laminación con varias cajas, en donde durante la laminación se ajusta la tensión de fleje, entre dos cajas de laminación consecutivas, para estabilizar el desplazamiento de fleje de la tracción de fleje.
- 10 Durante la laminación en caliente de acero se ajusta de tal modo la velocidad de laminación, que se consigue una temperatura de laminación final necesaria del fleje metálico, en especial del fleje de acero. Estas temperaturas de laminación finales tienen que mantenerse para conseguir las características metalúrgicas buscadas en cada caso. Una reducción de la velocidad de laminación es también indeseada en el extremo de fleje. La salida de ruta del fleje metálico con velocidad de laminación es sin embargo problemática, en especial en el caso de velocidades de laminación elevadas y grosores finales reducidos.
- 15 Durante la laminación, la tracción de fleje ajustada entre las cajas de laminación es un factor decisivo para estabilizar el desplazamiento de fleje. En el caso de salirse de ruta el extremo del fleje a laminar hacia fuera de una caja, poco antes o a más tardar con la salida de ruta hacia fuera de la caja de laminación se degrada la tracción de fleje. El extremo del fleje a laminar se embebe después sin tracción en la siguiente caja de laminación. En esta fase el desplazamiento de fleje es inestable y pequeñas perturbaciones o desviaciones pueden conducir al "descentrado"
- 20 del extremo del fleje metálico en la abertura entre cilindros. En un caso así el fleje metálico se sale del centro de la caja y con ello genera fuerzas de laminación diferencial y una inclinación de la abertura entre cilindros, lo que a su vez acelera el descentrado. Las causas de este desarrollo pueden ser una abertura entre cilindros no paralela, diferencias de temperatura en toda la anchura de fleje, una cuña de grosor en toda la anchura de fleje o diferencias en la dureza del fleje.
- 25 Se conoce (documento EP 0 875 303 B1) prever una regulación de la abertura entre cilindros, que corrija la fuerza de laminación diferencial entre el lado de accionamiento y el de manipulación de las cajas de laminación, por medio de la compensación de las fuerzas de flexión y equilibrado, mediante una regulación correctora controlada por valores de ajuste de la abertura entre cilindros. Aquí se alimenta a la regulación, antes del tratamiento ulterior de los productos planos, un valor de corrección-ajuste adicional formado por las fuerzas horizontales medidas en todos los
- 30 cilindros aislados. La solución representa un llamado módulo cruzado, a través del cual se reducen todos los valores de dilatación en los dos lados del castillete. Los valores de dilatación pueden compensarse mediante valores nominales de posición correspondientes para los dos valores nominales de posición para los dos sistemas de ajuste, en el lado de accionamiento y el lado de manipulación de las cajas de laminación.
- 35 En el caso de errores excesivamente grandes en el extremo del fleje a laminar, sin embargo, esta regulación no es capaz de estabilizar el fleje metálico a laminar.
- 40 Los intentos realizados hasta ahora mediante la intervención del personal de control en el proceso de laminación, la oscilación del extremo del fleje a laminar, para minimizar o incluso evitar o sustituir al personal de control por una regulación automática, no han conducido a un resultado satisfactorio. Si se interviene en la posición de partida durante la degradación de la tracción del fleje no puede evitarse el descentrado del extremo del fleje a laminar y se producen re-laminaciones y problemas acumulados correspondientes en las siguientes cajas de laminación. En el peor de los casos se arranca el extremo del fleje a laminar y se producen daños en los cilindros de trabajo y de apoyo. En el caso de flejes metálicos a laminar, que tienen que presentar errores superficiales especialmente reducidos (fleje de acero estrecho), una única re-laminación puede conducir a que tenga que interrumpirse el proceso de laminación y los cilindros de trabajo tengan que sustituirse en una o varias cajas de laminación.
- 45 Se conocen procedimientos para mejorar la salida de ruta de un fleje metálico a laminar, cuyo extremo del fleje a laminar circula a velocidad de laminado desde una caja de laminación, que se obtiene en cada caso como última, de un tren de laminación con varias cajas, por el ensayo "The Upgrade of the Rouge Steel Hot Strip Mill", Paul Smith *et al.*, AISE Steel Technology Magazine, junio de 2003, y por el documento JP 10-005840 A. La invención se ha impuesto la tarea de contemplar la salida de ruta del extremo del fleje a laminar en la última caja de laminación que
- 50 se produzca en cada caso momentáneamente de un tren de laminación, como paso de procedimiento autónomo, y valorar a tiempo el ajuste de las fuerzas de laminación a ambos lados de la caja de laminación.
- 55 La tarea impuesta es resuelta conforme a la invención mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y un tren de laminación de acuerdo con la reivindicación 2. El procedimiento prevé que poco antes de abandonar el extremo del fleje a laminar desde una caja se midan las fuerzas de laminación diferenciales entre el lado de accionamiento y el lado de manipulación por separado para cada caja de laminación, de aquí se derivan el valor de

oscilación y la dirección de oscilación de la fuerza de laminación diferencial, para formar un valor de corrección para el ajuste de los cilindros, y se corrige el ajuste. La ventaja consiste en que la situación de partida antes de la salida de ruta se mejora y se evita en gran medida un descentrado del extremo del fleje a laminar. La dirección y el valor de la fuerza de laminación diferencial se determinan para esta fase y con ello se calcula un "valor de oscilación" para el fleje metálico a laminar. Estos pasos se llevan a cabo por separado para cada caja de laminación, de tal modo que se incluyen en cada caso en la medición las características del fleje metálico a laminar en este punto y sus valores geométricos, el grosor y la dureza, la planeidad y la superficie.

Además, se valoran de acuerdo con la invención los resultados del respectivo paso de medición adaptativamente de fleje metálico a laminar en fleje metálico a laminar los resultados del respectivo paso de medición adaptativamente de fleje metálico a laminar en fleje metálico a laminar

Una posibilidad de aplicación consiste en que el resultado de la medición se indique al personal de control en la central de control y el personal de control realice la corrección manualmente durante el proceso de laminación.

La aplicación de acuerdo con la invención se consigue por medio de que, después de la salida de ruta del extremo del fleje a laminar, para una longitud de fleje elegida se forma un valor medio de la fuerza de laminación diferencial entre el lado de accionamiento y el lado de manipulación y se valora en el siguiente fleje metálico a laminar.

Un tren de laminación para laminar en caliente un fleje metálico a laminar, en especial un fleje de acero estrecho, prevé varias cajas de laminación que trabajan en una línea de laminación, cuyos cilindros de trabajo y cilindros de apoyo son accionados en cada caso en el lado de accionamiento, para mantener una tracción de fleje y estabilizar el desplazamiento de fleje y para obtener una elevada velocidad de laminación y, en cada caso, están previstos dispositivos de medición para la medición de la fuerza de laminación en el lado de accionamiento y en el lado de manipulación.

La tarea impuesta es resuelta aquí conforme a la invención por medio de que las fuerzas de laminación en el lado de accionamiento y en el lado de manipulación pueden establecerse mediante aparatos de medición de fuerza, como fuerza de laminación diferencial, poco antes de abandonar el extremo del fleje a laminar, en donde están previstas una unidad de valoración para la fuerza de laminación diferencial del extremo del fleje a laminar y una unidad de ordenador para el cálculo de un llamado valor de oscilación para el ajuste de los cilindros durante la circulación del extremo del fleje metálico. Las ventajas son también aquí las que se han citado ya para el procedimiento.

En la configuración de las cajas de laminación se propone que los aparatos de medición de fuerza se compongan para la fuerza de laminación diferencial del extremo del fleje metálico de dinamómetros, que están dispuestos en cada caso por debajo del cilindro de apoyo inferior.

La configuración de acuerdo con la invención de los dispositivos de medición está conformada con la finalidad de que a la unidad de ordenador esté conectada una ramificación para la transmisión del valor de oscilación, ya sea a un dispositivo automático para tenerlo en cuenta en el caso de un fleje metálico a laminar en marcha o siguiente y/o una indicación de una recomendación de oscilación para el personal de control.

Es además ventajoso que el dispositivo automático y/o la indicación estén conectados a un comparador de valor nominal de oscilación y/o a un comparador de valor real de oscilación y que ambos estén conectados a una regulación de posición del ajuste hidráulico, en el lado de accionamiento, o a una regulación de posición del ajuste hidráulico en el lado de manipulación.

Una configuración adicional consiste en que las regulaciones de posición estén conectadas, con la inclusión de una regulación de posición para el valor nominal de posición absoluto, en cada caso a una regulación de fuerza del cilindro para el lado de accionamiento y el lado de manipulación.

En el dibujo se muestran ejemplos de ejecución para el procedimiento y para la configuración del control o de la regulación, que se describen a continuación.

Muestran:

la figura 1A un desplazamiento de fleje estable durante la laminación con tracción de fleje,

la figura 1B un desplazamiento de fleje inestable durante la salida de ruta del extremo del fleje, que "se descentra", en el caso de un ajuste no paralelo y simétrico de los cilindros,

la figura 2 un esquema de conexiones en bloques para el control o la regulación del procedimiento y

la figura 3 el cálculo del "valor de oscilación" a causa de las fuerzas de laminación que se producen en las cajas de laminación consecutivas de un tren de laminación de fleje.

En la figura 1 A se ha representado un desplazamiento de fleje durante la laminación de un fleje metálico a laminar 1, en donde el extremo del fleje a laminar 1a se introduce en cada caso en la última caja de laminación 2 de un tren de laminación de fleje en caliente 3. Las fuerzas de laminación se reciben actuando en cada caso simétricamente al centro de la caja 2a (figura 2). En la caja F2 el ajuste de los cilindros 20, 11 no es paralelo, sino que está más abierto en el lado de accionamiento 4 que en el lado de manipulación 5. Este ajuste conduce, mediante la sujeción del fleje metálico a laminar 1 en las cajas adyacentes F1 y F3, a una distribución de tensión de fleje asimétrica por toda la anchura del fleje, con lo que se estabiliza el desplazamiento de fleje y se impide que el fleje metálico a laminar 1 se descentre lateralmente. En este estado son iguales las velocidades de imbibición de fleje para la caja F2 en el lado de accionamiento 4 y el lado de manipulación 5.

En la figura 1B se indica un desplazamiento de fleje inestable durante la salida de ruta del extremo del fleje a laminar 1a, en donde después de la salida de ruta del extremo del fleje a laminar 1a desde la caja F1 falta la tracción de fleje estabilizadora y se producen diferentes velocidades de imbibición de fleje entre el lado de accionamiento 4 y el lado de manipulación 5 de la caja F2. El fleje metálico a laminar 1 se embebe en este caso con mayor velocidad en el lado de accionamiento 4, de tal modo que el extremo del fleje a laminar 1a gira y discurre hacia el lado de accionamiento 4. Un proceso de este tipo es peligroso y puede conducir a los daños descritos.

Al abandonar el extremo del fleje a laminar 1a desde el centro de caja 2a (véase la figura 2) se comparan las fuerzas de laminación generadas en el lado de accionamiento 4 y en el lado de manipulación 5, o se miden por separado para cada caja de laminación F1, F2, F3, Fn... y después se valoran. A partir de estos valores de medición se calcula la dirección y el valor de la fuerza de laminación diferencial.

Los resultados del respectivo paso de medición se utilizan automáticamente, dentro del proceso de laminación en marcha, de caja de laminación (F1) en caja de laminación (F2..F2..Fn) o adaptativamente del fleje metálico 1 a un nuevo fleje metálico 1.

Una aplicación de valoración está configurada de tal modo que el resultado de la medición se indica al personal de control en la central de control en un monitor, y el personal de control realiza la corrección manualmente durante el proceso de laminación.

Otra posibilidad de valoración consiste en que, después de la salida de ruta del extremo del fleje a laminar 1a, para una longitud de fleje elegida se forme un valor medio de la fuerza de laminación diferencial entre los lados de accionamiento 4 y los lados de manipulación 5, y se utilice para el fleje metálico a laminar 1 en cada caso siguiente.

En la figura 2 se ha representado una caja de laminación 2 desde el tren de laminación de fleje en caliente 3 (figura 3), cuyos cilindros de trabajo 10 y cilindros de apoyo 11 son accionados en cada caso en el lado de accionamiento 4, en donde la tracción de fleje está ajustada para estabilizar el desplazamiento de fleje y para una elevada velocidad de laminación. Aparte de esto se dispone de dispositivos de medición descritos a continuación para medir la fuerza de laminación en el lado de accionamiento 4 y en el lado de manipulación 5.

Durante el abandono del extremo del fleje de laminación 1a desde la caja de laminación 2 se miden las fuerzas de laminación en la siguiente caja de laminación 2 en el lado de accionamiento 4 y en el lado de manipulación 5 mediante aparatos de medición de fuerza 12 y 13 (por ejemplo dinamómetros 17 y 18) y, de aquí, se establece la fuerza de laminación diferencial; después de esto se establece la fuerza de laminación diferencial en una unidad de valoración 14 como fuerza de laminación diferencial real, que se produce en el caso aislado, del respectivo extremo del fleje metálico 1a. En una unidad de ordenador 15 conectada se calcula un valor corrector, que en el lenguaje técnico se designa como "valor de oscilación" 16 para el ajuste de los cilindros de trabajo y de apoyo 10, 11. El "valor de oscilación" 16 designa de este modo una corrección del ajuste de los cilindros 10, 11 en una caja de laminación 2. Como aparatos de medición de fuerza 12, 13 para la fuerza de laminación diferencial del extremo del fleje metálico 1a se contemplan, aparte de dinamómetros 17, 18, también otros aparatos de medición de dilatación o tensión de compresión a disponer en el castillete de laminación.

Asimismo, está conectada (véase la figura 2) a la unidad de ordenador 15 una ramificación 19 para la transmisión del valor de oscilación 16, ya sea a un dispositivo automático 20 para tenerse en cuenta con el fleje metálico a laminar 1 circulante o siguiente y/o una indicación 21 de una recomendación de oscilación para el personal de control. De forma correspondiente a esto se dirige el valor nominal de oscilación 23 automático del personal de control a una ramificación 24, en la que los valores se guían hasta una regulación de posición 25 del ajuste hidráulico / del lado de accionamiento (de los cilindros) y hasta una regulación de posición 26 del ajuste hidráulico en el lado de manipulación 5. Los valores nominales de oscilación 22 y 23 se suman al o se restan del valor nominal de posición 27.

Las regulaciones 25, 26 de los ajustes hidráulicos en el lado de accionamiento 4 y en el lado de manipulación 5 trabajan con estos valores nominales de posición y están conectadas en cada caso a una regulación de la fuerza del cilindro 29 y 30 para el lado de accionamiento 4 y el lado de manipulación 5.

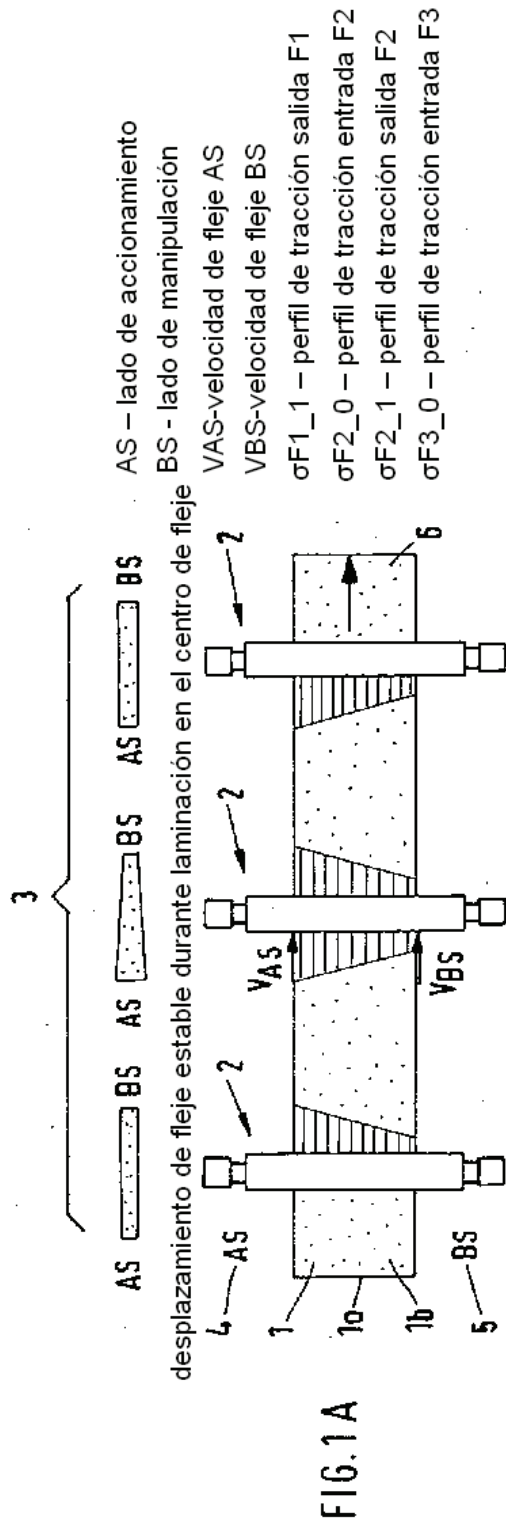
- 5 En la figura 3 se han representado a modo de ejemplo valoraciones de la fuerza diferencial en el extremo del fleje a laminar 1a. Después de la salida de ruta 31 desde la caja F_{i-1} se forma, para un tiempo o una longitud de fleje determinados, un valor medio 32 de la fuerza diferencial. Para el tiempo o la longitud de fleje remanente hasta la salida de ruta 33 desde la caja F_i se integra después una desviación relativa 34 hasta este valor medio. La magnitud del valor así calculada determina la magnitud del valor de oscilación 16 y el signo de la dirección de la "oscilación".

Lista de símbolos de referencia

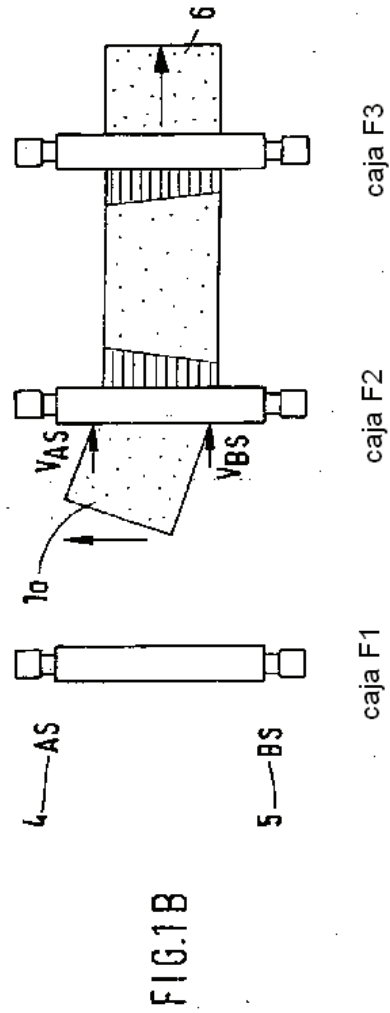
1	Fleje metálico a laminar
1a	Extremo del fleje a laminar
1b	Fleje de acero estrecho
2	Caja de laminación
2a	Centro de caja
$F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$	Cajas de laminación consecutivas en la línea de laminación
3	Tren de laminación de fleje en caliente
4	Lado de accionamiento
5	Lado de manipulación
6	Dirección de laminación
7	Fuerza de la unidad émbolo-cilindro en el lado de accionamiento
8	Fuerza de la unidad émbolo-cilindro en el lado de manipulación
9	Lado de medición de fuerza
10	Cilindro de trabajo
11	Cilindro de apoyo
12	Aparato de medición de fuerza en el lado de accionamiento
13	Aparato de medición de fuerza en el lado de manipulación
14	Unidad de valoración
15	Unidad de ordenador
16	"Valor de oscilación"
17	Dinamómetro
18	Dinamómetro
19	Ramificación para la transmisión de datos
20	Dispositivo automático
21	Indicación para una recomendación de oscilación
22	Valor nominal de oscilación automático
23	Valor nominal de oscilación del personal de control
24	Ramificación
25	Regulación de posición del ajuste hidráulico/lado de accionamiento
26	Regulación de posición del ajuste hidráulico/lado de manipulación
27	Valor nominal de posición absoluto
28	
29	Regulación de la fuerza del cilindro
30	Regulación de la fuerza del cilindro
31	Salida de ruta desde una caja
32	Valor medio
33	Salida de ruta desde una caja F_i
34	Desviación absoluta respecto al valor medio

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para mejorar la salida de ruta de un fleje metálico a laminar (1), cuyo extremo de fleje metálico (1a) circula a velocidad de laminación desde una caja de laminación (2), que se obtiene en cada caso como última, de un tren de laminación (3) con varias cajas, en donde durante la laminación se ajusta la tensión de fleje entre dos cajas de laminación (F1/F2; F2/F3... Fn) consecutivas para estabilizar el desplazamiento de fleje de la tracción de fleje ($\sigma_{F1,F2,F3}$), en donde poco antes de abandonar el extremo del fleje a laminar (1a) desde una caja (2) se miden las fuerzas de laminación diferenciales entre el lado de accionamiento (4) y el lado de manipulación (5) por separado para cada caja de laminación (F1, F2, F3, ... Fn) por medio de aparatos de medición de fuerza (12, 13), en donde los aparatos de medición de fuerza (12, 13) para la fuerza de laminación diferencial del extremo del fleje a laminar (1a) están dispuestos en cada caso por debajo del cilindro de apoyo (11) inferior, de aquí se derivan el valor de oscilación (16) y la dirección de oscilación de la fuerza de laminación diferencial para formar un valor de corrección para el ajuste de los cilindros (10, 11) y se corrige el ajuste, y en donde el valor de oscilación (16) se calcula en una unidad de ordenador (15) y a través de una ramificación (19) se retransmite a un dispositivo automático (20) y/o una indicación (21) de una recomendación de oscilación para un personal de control y un valor nominal de oscilación automatizado (23) o un valor nominal de oscilación (22) del personal de control se guían a una regulación de posición (25) del ajuste hidráulico sobre el lado de accionamiento (4) y a una regulación de posición (26) del ajuste hidráulico sobre el lado de manipulación (5) y en donde los valores nominales de oscilación (23,23) se suman a un valor nominal de posición (27) absoluto o se restan y las regulaciones de posición (25,26) funcionan con estos valores nominales de posición así como en cada caso están conectadas a una regulación de la fuerza del cilindro (29) para el lado de accionamiento y una regulación de la fuerza del cilindro (30) para el lado de manipulación (5), en donde los resultados del respectivo paso de medición se utilizan adaptativamente de fleje metálico a laminar (1) en fleje metálico a laminar (1) y en donde después de la salida de ruta del extremo del fleje a laminar (1a) para una longitud de fleje elegida se forma un valor medio de la fuerza de laminación diferencial entre el lado de accionamiento (4) y el lado de manipulación (5) y se valora en el siguiente fleje metálico a laminar.
2. Tren de laminación para laminar en caliente un fleje metálico a laminar (1), en especial un fleje de acero (1b) estrecho, con varias cajas de laminación (2) que trabajan en una línea de laminación, cuyos cilindros de trabajo (10) y cilindros de apoyo (11) son accionados en cada caso en el lado de accionamiento (4), para mantener una tracción de fleje y estabilizar el desplazamiento de fleje y para obtener una elevada velocidad de laminación y, en cada caso, están previstos dispositivos de medición para la medición de la fuerza de laminación en el lado de accionamiento (4) y en el lado de manipulación (5), en donde el extremo del fleje a laminar (1a) durante la laminación del fleje metálico (1) circula a velocidad de laminado desde una caja de laminación (2), que se obtiene en cada caso como última, del tren de laminación (3) con varias cajas y las fuerzas de laminación en el lado de accionamiento (4) y en el lado de manipulación (5) pueden establecerse mediante aparatos de medición de fuerza (12; 13) para la fuerza de laminación diferencial del extremo del fleje a laminar (1a), que están dispuestos en cada caso por debajo del cilindro de apoyo (11) inferior, poco antes de abandonar el extremo del fleje a laminar (1a), en donde están previstas una unidad de valoración (14) para la fuerza de laminación diferencial del extremo del fleje a laminar (1a) y una unidad de ordenador (15) para el cálculo de un llamado valor de oscilación (16) para el ajuste de los cilindros (10, 11) durante la circulación del extremo del fleje a laminar (1a), en donde a la unidad de ordenador (15) está conectada una ramificación (19) para la transmisión del valor de oscilación (16), ya sea a un dispositivo automático (20) para tenerlo en cuenta en el caso de un fleje metálico a laminar (1) siguiente y/o una indicación (21) de una recomendación de oscilación para el personal de control y en donde el dispositivo automático (20) y/o la indicación (21) está/n conectado/s a un comparador de valor nominal de oscilación (22, 23) y ambos están conectados a una regulación de posición (25) del ajuste hidráulico en el lado de accionamiento (4) y a una regulación de posición (26) del ajuste hidráulico en el lado de manipulación (5) y en donde las regulaciones de posición (25, 26) , con la inclusión de una regulación de posición para el valor nominal de posición absoluto (27), al que se añaden los valores nominales de oscilación (22, 23) o se restan, funcionan con estos valores nominales de posición y en cada caso están conectadas a una regulación de fuerza del cilindro (29, 30) para el lado de accionamiento (4) y el lado de manipulación (5), y en donde los resultados del respectivo paso de medición se utilizan adaptativamente de fleje metálico a laminar (1) en fleje metálico a laminar (1) y en donde tras la salida de ruta del extremo del fleje a laminar (1a) para una longitud de fleje elegida se forma un valor medio de la fuerza de laminación diferencial entre el lado de accionamiento (4) y el lado de manipulación (5) y se valora en el siguiente fleje metálico a laminar (1).
3. Tren de laminación según la reivindicación 2, **caracterizado por que** los aparatos de medición de fuerza (12, 13) para la fuerza de laminación diferencial del extremo del fleje metálico (1a) se componen de dinamómetros (17, 18).



desplazamiento de fleje inestable durante la salida de ruta (descentrado del extremo de fleje)



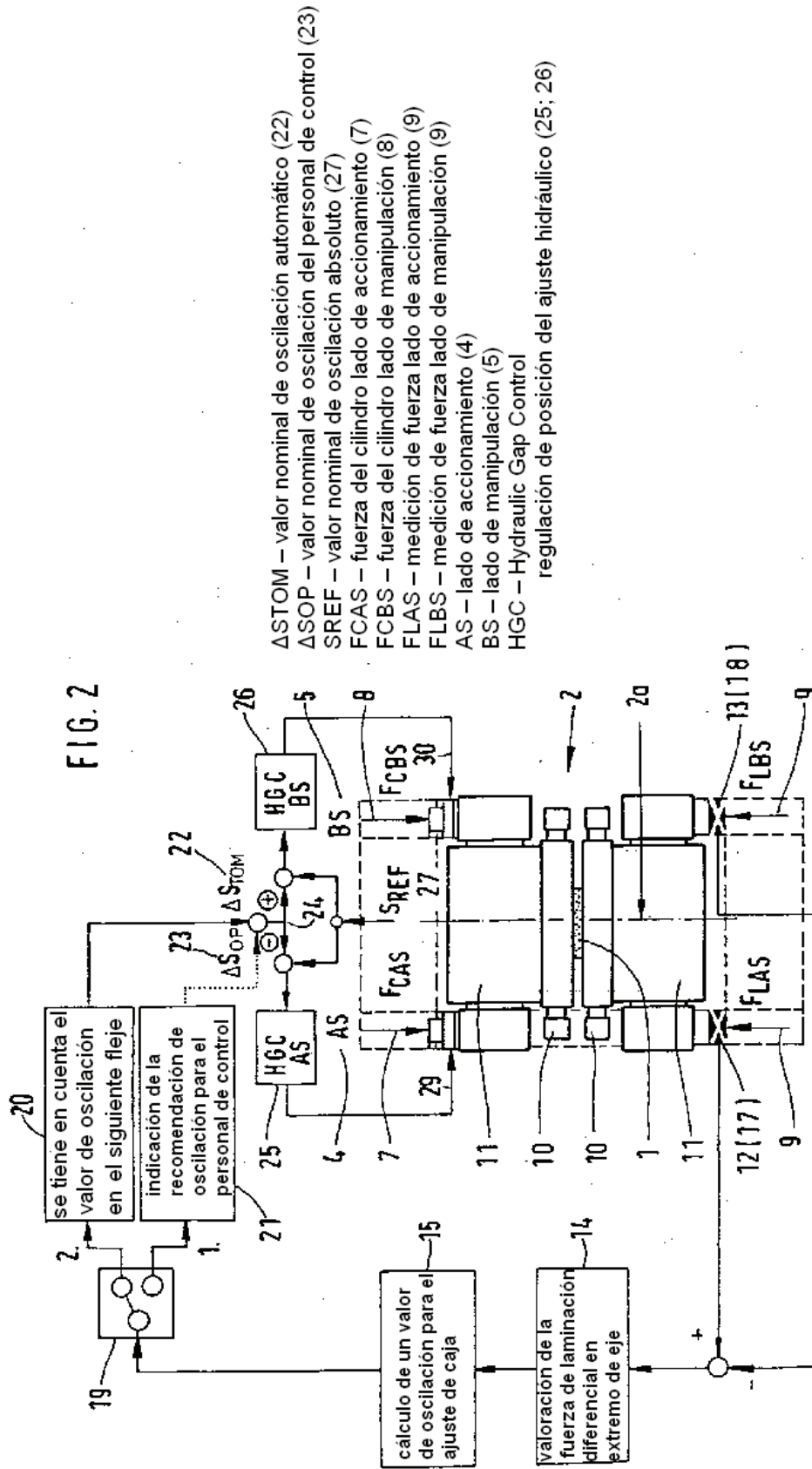


FIG. 3

