



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0812943-6 B1



(22) Data do Depósito: 27/05/2008

(45) Data de Concessão: 15/09/2020

(54) Título: PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE UMA CINTA NO INTERIOR DE UM LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS, DISPOSITIVO DE REGULAGEM DA POSIÇÃO LATERAL DE UMA CINTA NO INTERIOR DE UM LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS E LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS SOB A FORMA DE CINTAS

(51) Int.Cl.: B21B 37/68.

(30) Prioridade Unionista: 11/06/2007 EP 07 290719.9.

(73) Titular(es): ARCELORMITTAL FRANCE.

(72) Inventor(es): CHRISTIAN MORETTO; RÉMI BONIDAL; PATRICK CZEPANSKI; NILS NAUMANN; JAMAL DAAFOUZ; CLAUDE IUNG; UWE KOSCHACK.

(86) Pedido PCT: PCT FR2008000719 de 27/05/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/004155 de 08/01/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/12/2009

(57) Resumo: PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE UMA CINTA METÁLICA COM REGULAGEM DE SUA POSIÇÃO LATERAL DE UMA CINTA E LAMINADOR ADAPTADO. A presente invenção refere-se a um processo de laminação de uma cinta (B) no interior de um laminador de produtos metálicos, comportando pelo menos duas gaiolas, nas quais a cinta (B) é simultaneamente presa, segundo a qual se regula a posição lateral dessa cinta (B), determinando simultaneamente, a jusante de cada um das gaiolas do laminador, nas quais a cinta (B) é presa, um valor representativo de sua posição lateral segundo uma linha transversal à sua direção de deslocamento, calculam-se os desvios algébricos entre as posições laterais e uma posição de referência (6); depois a partir desses desvios, calcula-se o valor (Sp) da compensação adicional a impor a cada uma dessas gaiolas do laminador, nas quais essa cinta (B) é presa, a fim de levar esses desvios algébricos abaixo do limite predeterminado, o cálculo desses valores (Sp) de compensações adicionais sendo feito, multiplicando-se esses valores de desvios por uma matriz de ganho K determinada por modelização das relações ligando esses valores de desvios da cinta e essas compensações (Sp) dos cilindros de sustentação do laminador, transmite-se a (...).

"PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE UMA CINTA NO INTERIOR DE UM LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS, DISPOSITIVO DE REGULAÇÃO DA POSIÇÃO LATERAL DE UMA CINTA NO INTERIOR DE UM LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS E LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS SOB A FORMA DE CINTAS"

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se à laminação dos produtos metalúrgicos. Mais precisamente, ela refere-se à regulação do posicionamento lateral das cintas metálicas, notadamente em aço, no interior de um laminador.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Habitualmente, as cintas de aço laminadas a quente são fabricadas, de acordo com o seguinte esquema:

- fundição contínua de um lingote de espessura 200 a 240 mm;
- aquecimento do lingote a uma temperatura de aproximadamente 1100-1200°C; uma gaiola reversível única ou uma pluralidade de gaiolas independentes (por exemplo, em número de cinco), dispostas umas na fila das outras, de maneira a se obter uma cinta que tem uma espessura de 30 a 50 mm aproximadamente;
- passagem da cinta em um laminador acabador, comportando uma pluralidade de gaiolas (por exemplo, em número de seis ou sete), nas quais a cinta está simultaneamente presente, de maneira a lhe conferir uma espessura de 1,5 a 10 mm aproximadamente, depois colocação da cinta sob a forma de uma bobina.

[003] A cinta laminada a quente assim obtida pode, em seguida, ser submetida a tratamentos termomecânicos que lhe conferirão suas propriedades definitivas, ou sofrer uma laminação a frio que reduzirá ainda mais sua espessura, antes de completar os últimos tratamentos

termomecânicos.

[004] Quando de sua laminação, observam-se desvios de cinta no interior do laminador acabador, isto é, um desvio da cinta em relação à sua trajetória nominal entre duas gaiolas. Esse desvio pode atingir cerca de 30 mm de ambos os lados dessa trajetória nominal, se nada for feito para compensá-la. Os desvios de cinta podem ser a origem de incidentes, tais como atritos e rupturas da cinta durante a laminação, recusas de encaixe da cinta na influência dos cilindros de uma gaiola do acabador, uma marcação dos cilindros do laminador após um choque com a cinta. Esses defeitos podem ser devido ao estado da própria cinta, ou às perturbações mecânicas que seu tratamento em condições anormais acarreta no funcionamento do laminador. Além disso, o desvio deteriora a homogeneidade da espessura da cinta na saída do laminador acabador. Enfim, ele pode prejudicar a boa realização da bobinagem da cinta.

[005] Esses desvios de cinta são, além disso, a origem de um defeito de forma denominada “sabre”: uma cinta que apresenta esse defeito, ao invés de ser retilínea, é curvada em um plano horizontal. Esse defeito é devido à existência de um canto, isto é, de uma diferença de espessura entre as duas bordas da cinta laminada, cuja causa pode ser de ordem térmica ou mecânica, caso o aquecimento ou a laminação não tenha sido feito(a) de forma muito homogênea por toda a largura do produto.

[006] Os desvios de cinta podem ser corrigidos com o auxílio de orientações laterais colocadas entre as gaiolas do laminador, contra as quais a cinta vem atritar, quando ela se afasta de sua trajetória nominal, e que a reorientam em direção essa trajetória nominal. Mas, quando o desvio se torna muito importante (em particular, em fim de laminação, quando a gaiola situada exatamente a montante da gaiola considerada liberou a extremidade da cinta e a deixa, portanto, livre para girar para o lado da

gaiola onde o entreferro dos cilindros é maior), o esforço que os guias devem exercer sobre a cinta provoca atritos que deterioram suas bordas, indo, às vezes, até dobrá-las sobre elas próprias ou arrancá-las. Além disso, os guias se desgastam e devem ser periodicamente substituídos.

[007] Diferentes tipos de processos foram imaginados para se conseguir uma regulação do fenômeno de desvio da cinta. De acordo com um desses processos (vide o documento JP-A-4266414), faz-se uma medida da diferença entre os esforços exercidos sobre as duas extremidades dos cilindros, e considera-se que o valor dessa diferença é um indicador da amplitude do desvio. Em consequência, realiza-se um aumento do aperto exercido pelos cilindros sobre a cinta do lado onde ocorre o desvio, contando que esse acréscimo localizado do aperto levará a cinta para sua posição de referência (isto é, geralmente, em direção ao eixo do laminador). Mas essa medida de diferença de esforços é sensível a outros fatores que o desvio da cinta, no valor absoluto do aperto e não se pode ligar de maneira rigorosa seu valor absoluto àquele do desvio. E uma vez o aumento do aperto realizado sobre um dos lados da gaiola, é difícil estimar quais são as partes respectivas dessa modificação do modo de aperto e da redução efetiva do desvio na variação da diferença medida entre os esforços exercidos sobre as duas extremidades dos cilindros. A aplicação desse processo de regulação é, portanto, delicada, pois as ações corretoras que ele acarreta podem não ser bem adaptadas à finalidade buscada, a ponto, às vezes, de agravar o desvio de cinta que se desejava corrigir.

[008] Um segundo processo de regulação do desvio de cinta consiste em medir diretamente a descentragem da cinta, como é descrito em DE-3837101. Para isso, coloca-se entre duas gaiolas do laminador um dispositivo, tal como a câmera com diodos provida de um referencial, que determina a posição absoluta da cinta em relação ao eixo do laminador ou

qualquer outra posição de referência. A partir dessa indicação, age-se, se necessário, sobre a diferença entre os apertos pelos cilindros dessa gaiola sobre as duas bordas da cinta. Conforme no método precedente, um aumento do aperto sobre o lado onde ocorre o desvio tende a levar a cinta em sua posição nominal. Assim, caso se constate que a cinta parte para a esquerda, modifica-se o aperto para desviá-la para a direita. Pode-se utilizar um dispositivo único de medida da descentragem da cinta ou uma pluralidade desses dispositivos, colocados, cada um, em um espaço intergaiolas diferente. Nesses dispositivos, a aplicação de um diferencial de aperto adicional predeterminado que será aplicado a uma gaiola de laminação depende apenas da detecção qualitativa de desvio feito por meio da câmera associada à intergaiola a jusante dessa gaiola. Esse processo é, todavia, muito capaz de agravar o desvio de cinta final, à saída do laminador, pois a detecção do desvio é realizada, de forma tardia, em relação ao seu aparecimento, o que limita no mínimo a eficácia da correção e a torna eventualmente contra produtiva em caso de variação brutal do desvio a montante da gaiola referida. Além disso, esses métodos não permitem um real controle do valor do desvio, só uma correção aproximativa sendo fornecida.

[009] A finalidade da invenção é de propor um processo de laminação de uma cinta em um laminador de produtos metálicos, permitindo controlar eficazmente a posição lateral dessa cinta, quando de sua laminação e permitindo agir com mais precisão e rapidez que os métodos existentes, de maneira a evitar os incidentes de laminação. Uma vantagem suplementar seria obter uma cinta exemplo de canto e, por conseguinte, de sabre.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[010] Para isso, a invenção tem por objeto um processo de

laminação de uma cinta no interior de um laminador de produtos metálicos, comportando pelo menos duas gaiolas, nas quais essa cinta está simultaneamente sob influência, segundo o qual se regula a posição lateral dessa cinta, essa regulação compreendendo as seguintes operações:

- determina-se simultaneamente, a jusante de cada uma das gaiolas do laminador, nas quais essa cinta está em influência, um valor representativo da posição lateral da cinta, segundo uma linha transversal à sua direção de deslocamento, e calculam-se os desvios algébricos (Δx_p) entre essas posições laterais e uma posição de referência;

- a partir desses desvios (Δx_p), calcula-se o valor (SP) da compensação adicional a impor a cada uma das gaiolas do laminador, nas quais essa cinta (B) está em influência, a fim de levar esses desvios algébricos (Δx_p) abaixo de um limite predeterminado, o cálculo desses valores (SP) de compensações adicionais sendo feito, multiplicando-se esses valores de desvios (Δx_p) por uma matriz de ganho K determinada por modelização das relações ligando esses valores de desvios (Δx_p) da cinta e essas compensações (SP) dos cilindros de sustentação do laminador;

- transmite-se a cada uma dessas gaiolas de laminador a convenção de compensação adicional (SP) respectiva;

- e renovam-se essas operações com intervalos de tempo predeterminados, até que essa cinta não esteja mais sob influência da última gaiola desse laminador.

[011] O processo, de acordo com a invenção, pode, além disso, compreender as seguintes características opcionais, consideradas isoladamente ou em combinação:

- a posição de referência é escolhida de tal modo que o canto da cinta seja nulo;

- a matriz de ganho K é determinada, considerando-se pelo me-

nos um parâmetro de regulação inicial do processo de laminação e pelo menos uma característica da cinta (B) a laminar;

- a matriz de ganho K é constante até que a cinta esteja apenas sob a influência da primeira gaiola do laminador;

- o valor calculado de posição lateral da cinta é conseguido, utilizando-se os parâmetros da matriz de ganho K;

- pelo menos dois dos valores representativos da posição lateral da cinta são valores fornecidos por captadores instalados a jusante das gaiolas de laminador correspondentes;

- pelo menos um dos valores representativos da posição lateral da cinta é um valor calculado a partir dos valores fornecidos por esses captadores instalados a jusante das outras gaiolas de laminador, os outros valores representativos sendo os valores fornecidos pelos captadores;

- todos os valores representativos da posição lateral da cinta são valores medidos pelos captadores, em número de um a jusante de cada gaiola do laminador;

- os valores fornecidos pelos captadores são obtidos por filtragem do sinal bruto de aquisição, a filtragem considerando-se os valores calculados de desvios (Δx_p) entre as posições laterais da cinta e a posição de referência;

- quando uma compensação adicional (S_p) a impor é inferior a um limite predeterminado, nenhuma convenção de compensação adicional é transmitida à gaiola referida;

- quando a cinta não está mais sob a influência da primeira gaiola do laminador, regula-se, ao mesmo tempo, a posição lateral da parte da cinta ainda sob a influência de pelo menos duas gaiolas do laminador e o ângulo de rotação em relação ao eixo de laminação da extremidade da cinta, calculando e transmitindo um valor de compensação adicional a cada gaiola

sob a qual a cinta está ainda presente;

- para cada gaiola, determina-se o valor de compensação adicional a aplicar, utilizando um valor representativo do ângulo de rotação da extremidade de cinta à entrada da gaiola;

- calcula-se o valor representativo desse ângulo de rotação por meio de valores representativos da posição lateral da cinta, segundo uma linha transversal à sua direção de deslocamento, nessas gaiolas em influência com a cinta, esses valores representativos sendo obtidos, de acordo com a invenção.

[012] A invenção tem também por objeto um dispositivo de regulação da posição lateral de uma cinta no interior de um laminador de produtos metálicos, comportando pelo menos duas gaiolas nas quais a cinta está simultaneamente sob influência e compreendendo:

- pelo menos dois captadores que fornecem um sinal bruto de aquisição, permitindo a determinação de valores representativos da posição lateral da cinta segundo uma linha transversal à sua direção de deslocamento a jusante de pelo menos duas gaiolas do laminador;

- meios para determinar os desvios algébricos (Δx_p) entre os valores representativos e uma posição de referência;

- meios de cálculo do valor (S_p) da compensação adicional a impor a cada uma das gaiolas do laminador a partir dos desvios (Δx_p), a fim de levar os desvios algébricos (Δx_p) abaixo do limite predeterminado;

- meios de cálculo de uma matriz de ganho K que permite conseguir os valores (S_p) de compensações adicionais por multiplicação da matriz K com os valores de desvios (Δx_p); e

- meios para transmitir a convenção de compensação adicional (S_p) respectiva a cada uma das gaiolas de laminador, com intervalos de tempos predeterminados.

[013] O dispositivo, de acordo com a invenção, pode, além disso, compreender meios de filtragem do sinal bruto de aquisição dos captadores.

[014] A invenção tem também por objeto um dispositivo de regulação da posição da extremidade de uma cinta no interior de um laminador de produtos metálicos, comportando pelo menos duas gaiolas, compreendendo:

- meios de cálculo do ângulo de rotação da extremidade de cinta com o eixo de laminação;
- meios de cálculo do valor da compensação adicional a impor a cada uma das gaiolas do laminador, a fim de levar o valor do ângulo de rotação abaixo de um limite predeterminado; e
- meios para transmitir a convenção de compensação adicional (S_p) respectiva a cada uma das gaiolas de laminador, com intervalos de tempos predeterminados.

[015] A invenção se refere enfim a um laminador de produtos metálicos sob a forma de cintas do tipo que comporta pelo menos duas gaiolas e pelo menos um dispositivo de regulação da posição lateral da cinta do tipo, de acordo com a invenção. Esse laminador pode, além disso, incluir pelo menos um dispositivo de regulação da posição da extremidade da cinta, de acordo com a invenção.

[016] O laminador, de acordo com a invenção, pode, além disso, compreender as seguintes características, consideradas isoladamente ou em combinação:

- o laminador pode ser um laminador acabador para a laminação a quente de cintas de aço;
- o laminador pode compreender duas, cinco, seis ou sete gaiolas de laminação;

- o laminador pode ser um laminador para a laminação a frio ou a laminação de acabamento de cintas de aço.

[017] Conforme terá sido compreendido, a invenção consiste inicialmente em controlar o desvio da cinta pela imposição de uma compensação adicional a cada gaiola do laminador entre os quais a cinta está em tração, cada compensação sendo calculada a partir de valores representativos do desvio da cinta em todas as zonas intergaiolas. Esse processo permite assim aliar eficácia e rapidez do controle, sem risco para a cinta e para o laminador. Entende-se, no caso, por compensação o diferencial de posicionamento dos elementos de aperto entre o lado “operador” e o lado “motor”. Esse valor de compensação pode ser regulado, apertando mais ou menos as extremidades dos cilindros de sustentação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[018] A invenção será melhor compreendida com a leitura da descrição que se segue, dada com referência às figuras anexadas:

- figura 1: esquema de um laminador com duas gaiolas equipado com um dispositivo de regulagem, de acordo com a invenção;
- figura 2: esquema de um laminador com cinco gaiolas equipado com um dispositivo de regulagem, de acordo com a invenção;
- figura 3: cinco curvas que representam uma simulação dos desvios à saída de cada gaiola do laminador da figura 2, em função do tempo para uma primeira cinta laminada, de acordo com a invenção, e uma segunda cinta laminada, segundo a técnica anterior, e uma curva que representa o canto residual à saída do laminador para essas duas cintas;
- figura 4: primeira curva que representa uma simulação da evolução dos desvios na saída de cada gaiola do laminador da figura 2, em função do tempo, e segunda curva que representa os valores de compensações adicionais aplicados a cada gaiola que permitiu obter os desvios apresenta-

dos na primeira curva;

- figura 5: curva representando a evolução do desvio no nível de cada intergaiola, quando o processo, de acordo com a invenção, é aplicado (curva “com controle” ou segundo a técnica anterior (curva “sem controle”).

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[019] A figura 1 mostra uma cinta metálica B em condições de ser laminada em um laminador que compreende duas gaiolas 1, 2, nas quais a cinta B está simultaneamente sob influência, por exemplo, um laminador acabador para a laminação a quente das cintas de aço. Os laminadores desse tipo comportam, geralmente, 5, 6 ou 7 gaiolas. Cada gaiola 1, 2 compreende, classicamente, dois cilindros de trabalho 1a, 1a', 2a, 2a' e dois cilindros de sustentação 1b, 1b', 2b, 2b'.

[020] De acordo com a invenção, um primeiro captador 4 (tal como uma câmera de diodos, ou qualquer outro aparelho de função equivalente) que adquire um sinal bruto, permitindo in fine determinar um valor representativo da posição da cinta B, segundo uma linha transversal à sua direção de deslocamento, entre a gaiola 1 e a gaiola 2, e um segundo captador 5 similar ao precedente, que realiza a mesma operação a jusante da gaiola 2.

[021] Em pontilhados 6, representou-se uma posição de referência que deveria normalmente ocupar a cinta B na ausência de desvio. Essa posição de referência é geralmente centrada sobre o eixo geométrico teórico do laminador. Pode, todavia, ser vantajoso escolher uma posição de referência diferente, a fim de minimizar o canto residual da cinta B à saída do laminador. Isto poderá, em particular, ser o caso, quando o eixo geométrico do laminador não coincide com o eixo segundo o qual ocorre realmente a laminação. Independentemente de qualquer coisa, foi verificado que a determinação dessa posição de referência não tem influência sobre o

controle do desvio da cinta, mas unicamente sobre o canto residual.

[022] Essa posição de referência 6 é colocada em memória em uma primeira unidade de tratamento 7 em direção à qual são enviados os sinais brutos coletados pelos captadores 4, 5 e essa primeira unidade de tratamento 7 determina os valores dos desvios algébricos Δx_1 e Δx_2 entre as posições da cinta B registradas respectivamente pelos captadores 4 e 5, e a posição de referência 6.

[023] Em função do tipo de captador 4, 5, utilizado, a unidade de tratamento 7 poderá ter a tratar o sinal bruto do captador para se obter um valor representativo da posição da cinta (B). Assim, se os captadores 4, 5 são câmeras matriciais de tipo CCD, o sinal de aquisição é constituído de uma imagem da zona abrangida pela câmera. A fim de posicionar a cinta B, poder-se-á tratar o sinal com o auxílio de programas apropriados para filtrar os pixels ativos e para detectar os contornos da cinta B e assim determinar sua posição lateral.

[024] Os captadores 4 e 5 serão, de preferência, posicionados perpendicularmente às suas zonas de medidas respectivas e deverão ser fixados sobre suportes independentes dos laminadores, apresentando o menos possível de vibrações. De maneira vantajosa, poder-se-á utilizar o captador 5, ao mesmo tempo, para controlar o desvio da cinta B, mas também para medir sua largura à saída do laminador.

[025] Os valores calculados de Δx_1 e Δx_2 são, em seguida, transmitidos a uma segunda unidade de tratamento 8 que calcula os valores de compensação adicional S1 e S2 que devem ser impostos às gaiolas 1 e 2.

[026] O cálculo de S1 e S2 é realizado, multiplicando-se os valores de Δx_1 e Δx_2 por uma matriz de ganho K. Uma terceira unidade de tratamento 9 tem por função determinar essa matriz de ganho K que será

transmitida à unidade de cálculo 8.

[027] A matriz de ganho k é obtida por modelização das relações ligando os desvios da cinta e as compensações dos cilindros de sustentação do laminador.

[028] Ela poderá notadamente ser determinada por testes prévios à produção propriamente dita.

[029] Essa modelização poderá considerar uma ou várias grandezas características do processo de laminação, tais como a largura dos cilindros, o esforço de laminação, a velocidade de rotação dos cilindros de trabalho, etc.

[030] Ela poderá também considerar uma ou várias das cintas a laminar, tais como a espessura da cinta à entrada do laminador, sua dureza, sua temperatura, etc...

[031] Poder-se-ão utilizar matrizes médias determinadas, graças à laminação de produtos diferentes, representativos do carnê de produção ou ainda matrizes específicas a um produto particular, o que permite ganhar em precisão.

[032] A matriz de ganho K permanece constante durante o processo de laminação de uma cinta B , pelo menos quando a cinta continua sob a influência da primeira gaiola de laminador, só os valores representativos do desvio da cinta sendo então modificados a cada novo ciclo de aquisição de dados dos captadores 4 e 5. Quando a cinta deixa a influência da primeira gaiola de laminador, poder-se-á utilizar uma matriz de ganho modificado, considerando-se o fato de a cinta estar apenas sob a influência de $N-1$ gaiolas, caso n seja o número total de gaiolas. Da mesma forma, poder-se-á substituir a matriz de ganho à medida que a cinta deixa as influências sucessivos das gaiolas do laminador, para um melhor controle do desvio.

[033] Os valores convencionais de aperto S1 e S2 podem, em seguida, ser transmitidos a meios 10 de transmissão das convenções que vão ser impostos aos acionadores que comandam a compensação das gaiolas 1 e 2 (que são de um tipo conhecido em si e não representados na figura 1).

[034] O processo, de acordo com a invenção, permite controlar os desvios laterais da cinta em relação à sua posição nominal e passar sob o limite dos 10 mm, enquanto que os processos da técnica anterior não permitem passar sob o limite dos 20 mm.

[035] Quando o cálculo das compensações S1 e S2 a impor às gaiolas de laminador chegasse a valores inferiores a um limite predeterminado, poder-se-ia prever que nenhuma convenção seja transmitida aos meios 10. É assim em particular, quando o desvio esperado na sequência da utilização das compensações adicionais S1 e S2 não ultrapassa 2 mm, por exemplo.

[036] O ciclo de regulação poderá ser renovado a cada 50 ou 100 ms, por exemplo, a frequência sendo, de preferência, escolhida para assegurar uma boa estabilidade da regulação.

[037] Os modelos matemáticos utilizados para ligar o desvio e a compensação adicional a impor às gaiolas de laminador sendo válidos tanto quanto a cinta considerada está sob tração entre duas gaiolas, será possível continuar a controlar a posição lateral da cinta até que esta esteja apenas sob a influência da última gaiola. Controla-se, então, unicamente a posição lateral da parte da cinta ainda sob a influência de pelo menos duas gaiolas do laminador, que se denomina ainda “corpo de cinta”, agindo certamente apenas sobre as gaiolas sob as quais a cinta está ainda presente.

[038] Poder-se-á, então, vantajosamente controlar

simultaneamente a parte da cinta a montante do corpo de cinta, que se denomina ainda “extremidade de cinta”. Com efeito, essa parte da cinta é capaz de girar em relação ao eixo de laminação e pode mesmo formar dobras que vêm danificar os cilindros de trabalho do laminador.

[039] Para regulá-la, poder-se-á inicialmente calcular um valor do ângulo de rotação a montante de cada gaiola, utilizando, de preferência, os valores representativos do desvio do corpo de cinta adquiridos ou calculados anteriormente. Fabrica-se, então, um novo pseudocaptador sem equipamento suplementar.

[040] A partir dos valores representativos do desvio do corpo de cinta em cada intergaiola e do ângulo de rotação da extremidade de cinta a montante de cada gaiola, pode-se, então, determinar o valor da compensação adicional global a impor às gaiolas sob as quais a cinta está ainda presente, a fim de controlar, ao mesmo tempo, os ângulos de rotação da extremidade de cinta e a posição lateral do corpo de cinta em cada intergaiola.

[041] Caso se considere, no momento, a figura 2, que representa esquematicamente um laminador com cinco gaiolas munido de um dispositivo de regulagem, de acordo com a invenção, constata-se que se determinam também cinco valores representativos do desvio da cinta: um por intergaiola mais um a jusante da última gaiola do laminador.

[042] A fim de controlar eficazmente o desvio da cinta nas zonas onde ela está em tração entre duas gaiolas, os presentes inventores constataram que era necessário dispor de pelo menos dois captadores reais que podem dar um sinal representativo da posição da cinta na intergaiola correspondente.

[043] Todavia, constataram também que era possível utilizar esses dados fornecidos pelo menos pelos dois captadores reais presentes

para reconstituir valores representativos do desvio da cinta nas outras intergaiolas, à maneira de pseudocaptador.

[044] Em função do número de pseudocaptador e de seu local sobre a linha de laminação, os resultados em termos de controle do desvio da cinta são equivalentes ou muito ligeiramente degradados em relação ao controle obtido com um captador real por intergaiola.

[045] A utilização desses pseudocaptador pode permitir remediar a falha de um dos captadores instalados sobre a linha, quando estes caem em pane, quando de uma produção ou quando o sinal transmitido é inexplorável, em razão das próprias condições do processo. Pode ir assim nas zonas nas quais uma decapagem ocorre, gerando um vapor denso que perturba o funcionamento de câmeras CCD, por exemplo.

[046] Essa utilização pode também permitir limitar o número de captadores reais instalados sobre a linha, diminuindo assim o custo de investimento e de manutenção do dispositivo.

[047] Quando se aplica o processo de laminação, de acordo com a invenção, em um laminador que comporta cinco gaiolas e mais, prefere-se não impor compensação adicional à última gaiola de laminador, por medida de segurança, pois não é mais possível retificar o desvio da parte da cinta que sai do laminador, em caso de anomalia devido ao equipamento, por exemplo.

[048] Caso se considere agora a figura 3, é possível aí vide cinco séries de curvas, representando uma simulação dos desvios à saída de cada gaiola do laminador da figura 2 (SOC1 a 5), em função do tempo, para uma primeira cinta laminada, de acordo com a invenção (curva superior) e uma segunda cinta laminada, segundo a técnica anterior (curva inferior) e uma série de duas curvas representando o canto residual à saída do laminador para a cinta laminada, de acordo com a invenção (curva

superior), e a cinta laminada, segundo a técnica anterior (curva inferior).

[049] Constata-se que, com o processo, de acordo com a invenção, o desvio da cinta é progressivamente controlado para atingir um nível estável, abaixo do limite de 10 mm, enquanto que o desvio da cinta tratada, segundo a técnica anterior, não é estabilizado e passa sistematicamente os 50 mm.

[050] A curva que representa a simulação de canto ela própria fala, já que se obtém um canto nulo para a cinta tratada, de acordo com a invenção, enquanto que o canto é importante e irregular para a cinta tratada, segundo a técnica anterior.

[051] A figura 4, correspondente às mesmas simulações, retoma na parte superior as cinco curvas de desvio da cinta, de acordo com a invenção, em função do tempo. Ela mostra também na parte inferior as curvas de compensações adicionais (DeltaS1 a 5) impostas a cada uma das cinco gaiolas do laminador no decorrer do tempo e que permitiram obter o controle dos desvios e do canto final para a cinta tratada, de acordo com a invenção. Vê-se assim que, fazendo-se variar essas compensações adicionais, em função dos valores de desvio de cada intergaiola, se pode conseguir retificar no final desvios iniciais importantes existentes em razão da heterogeneidade, devido ao processo. Assim fazendo, retifica-se também o canto residual que pode, além disso, ser a origem do desvio localizado.

[052] Em seguida, procedeu-se a um teste em condições reais do processo de laminação, de acordo com a invenção, sobre um laminador acabador com cinco gaiolas, cujos resultados estão representados na figura 5.

[053] A curva que aí é apresentada representa a evolução do desvio no nível de cada intergaiola, quando o processo, de acordo com a invenção, é aplicado (curva “com controle”) ou segundo a técnica anterior

(curva “sem controle”). Verifica-se também que o processo, de acordo com a invenção, permite um controle do desvio que pode assim ser diminuído de 37 a 10 mm no final, quando se mede a 10 metros da saída do trem acabador. O processo, segundo a técnica anterior, não permite controlar o desvio que aumenta regularmente. No final, se observa um desvio reduzido de 63 % entre a cinta tratada, segundo a invenção, e aquele tratado segundo a técnica anterior, enquanto que os valores iniciais de desvio à saída da primeira gaiola estavam muito próximos.

[054] A invenção é aplicável, em primeiro lugar, sobre os laminadores acabadores para a laminação a quente das cintas de aço. Mas é possível encontrar aplicações sobre outros tipos de laminadores para cintas metálicas, comportando pelo menos duas gaiolas nas quais a cinta está simultaneamente sob influência. Poder-se-á assim aplicar a invenção para a laminação a frio ou a laminação de acabamento de cintas metálicas, tais como cintas de aço ou de ligas ferrosas ou não, ou ainda de alumínio.

REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE UMA CINTA (B) NO INTERIOR DE UM LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS, comportando pelo menos duas gaiolas, nas quais a cinta (B) está simultaneamente sob influência, segundo o qual se regula uma posição lateral da cinta (B), a regulação compreendendo as seguintes operações:

- determina-se um valor representativo da posição lateral da cinta (B) segundo uma linha transversal à sua direção de deslocamento simultaneamente a jusante de cada uma das gaiolas do laminador nas quais a cinta está em influência,

- calcula-se desvios algébricos (Δx_p) entre as posições laterais e uma posição de referência (6); em que a partir dos desvios (Δx_p), calculam-se valores (S_p) de compensações adicionais (S_1 , S_2) a serem impostos a cada uma das gaiolas do laminador, nas quais a cinta (B) está em influência, a fim de levar os desvios algébricos (Δx_p) abaixo de um limite predeterminedo, o processo sendo caracterizado por o cálculo dos valores (S_p) de compensações adicionais (S_1 , S_2) ser feito pela multiplicação dos valores de desvios (Δx_p) por uma matriz de ganho K determinada por modelização das relações ligando os valores de desvios (Δx_p) da cinta (B) e as compensações (S_p) de cilindros de sustentação do laminador;

- transmite-se a cada uma das gaiolas de laminador a compensação adicional respectiva; e

- renovam-se as operações com intervalos de tempo determinados até que a cinta não esteja mais sob influência da última gaiola do laminador.

2. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo por a posição de referência (6) ser escolhida de tal modo que o canto da cinta (B) seja nulo.

3. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado por a matriz de ganho K ser constante até que a cinta (B) esteja apenas sob a influência da primeira gaiola do laminador.

4. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por pelo menos dois valores representativos da posição lateral da cinta (B) serem valores fornecidos por captadores (4, 5) instalados a jusante das gaiolas de laminador correspondentes.

5. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por pelo menos um dos valores representativos da posição lateral da cinta (B) ser um valor calculado a partir dos valores fornecidos pelos captadores (4, 5) instalados a jusante de outras gaiolas de laminador, os outros valores representativos sendo os valores fornecidos pelos captadores (4, 5).

6. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o valor calculado de posição lateral da cinta (B) ser obtido utilizando-se os parâmetros da matriz de ganho K.

7. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por todos os valores representativos da posição lateral da cinta (B) serem valores medidos pelos captadores (4, 5) em número de um a jusante de cada gaiola do laminador.

8. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 7, caracterizado por os valores fornecidos pelos captadores (4, 5) serem obtidos por filtragem do sinal bruto de aquisição, a filtragem considerando os valores calculados de desvios (Δx_p) entre as posições laterais da cinta (B) e a posição de referência (6).

9. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por quando uma compensação adicional (S1, S2) (S_p) a ser imposta é inferior a um limite predeterminado de modo que nenhuma compensação adicional (S1, S2) é transmitida à gaiola referida.

10. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por quando a cinta (B) não está mais sob a influência da primeira gaiola do laminador, se regula, ao mesmo tempo, a posição lateral da parte da cinta (B) ainda sob a influência de pelo menos duas gaiolas do laminador e um ângulo de rotação em relação ao eixo de laminação da extremidade da cinta (B), calculando-se e transmitindo um valor de compensação adicional (S1, S2) a cada gaiola sob a qual a cinta (B) está ainda presente.

11. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por para cada gaiola se determina o valor de compensação adicional (S1, S2) a ser imposto utilizando-se um valor representativo do ângulo de rotação da extremidade de cinta (B) à entrada da gaiola.

12. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por se calcular o valor representativo do ângulo de rotação por meio de valores representativos da posição lateral da cinta (B), segundo uma linha transversal à direção de deslocamento nas gaiolas em influência com a cinta (B).

13. DISPOSITIVO DE REGULAGEM DA POSIÇÃO LATERAL DE UMA CINTA (B) NO INTERIOR DE UM LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS, comportando pelo menos duas gaiolas (1, 2) nas quais a cinta (B) está simultaneamente sob influência e compreendendo:

- pelo menos dois captadores (4,5) que fornecem um sinal bruto de aquisição, permitindo a determinação de valores representativos da posição lateral da cinta (B), segundo uma linha transversal à sua direção de deslocamento a jusante de pelo menos duas gaiolas (1, 2) do laminador;

- meios (7) para determinar desvios algébricos (Δx_p) entre os valores representativos e uma posição de referência (6);

- meios (8) de cálculo de valor (S_p) de uma compensação adici-

onal (S1, S2) a ser imposta a cada uma das gaiolas do laminador, a partir dos desvios (Δx_p), a fim de levar os desvios algébricos (Δx_p) abaixo de um limite predeterminado;

o dispositivo sendo caracterizado por compreender

- meios (9) de cálculo de uma matriz de ganho K que permite conseguir os valores (Sp) de compensações adicionais (S1, S2) por multiplicação da matriz K com os valores de desvios (Δx_p); e

- meios (10) para transmitir a compensação adicional (S1, S2) (SP) respectiva a cada uma das gaiolas de laminador com intervalos de tempos predeterminados.

14. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por compreender, ainda, meios de filtragem do sinal bruto de aquisição dos captadores.

15. LAMINADOR DE PRODUTOS METÁLICOS SOB A FORMA DE CINTAS, caracterizado por ser do tipo que comporta pelo menos duas gaiolas (1, 2) e pelo menos um dispositivo de regulação da posição lateral de uma cinta (B) conforme definido em qualquer uma das reivindicações 13 a 14.

16. LAMINADOR, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por ser um laminador acabador para a laminação a quente de cintas de aço.

17. LAMINADOR, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por compreender duas, cinco, seis ou sete gaiolas de laminação.

18. LAMINADOR, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por ser um laminador para a laminação a frio ou a laminação de acabamento de cintas de aço.

19. LAMINADOR, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por compreender duas, três, quatro ou cinco gaiolas de laminação.

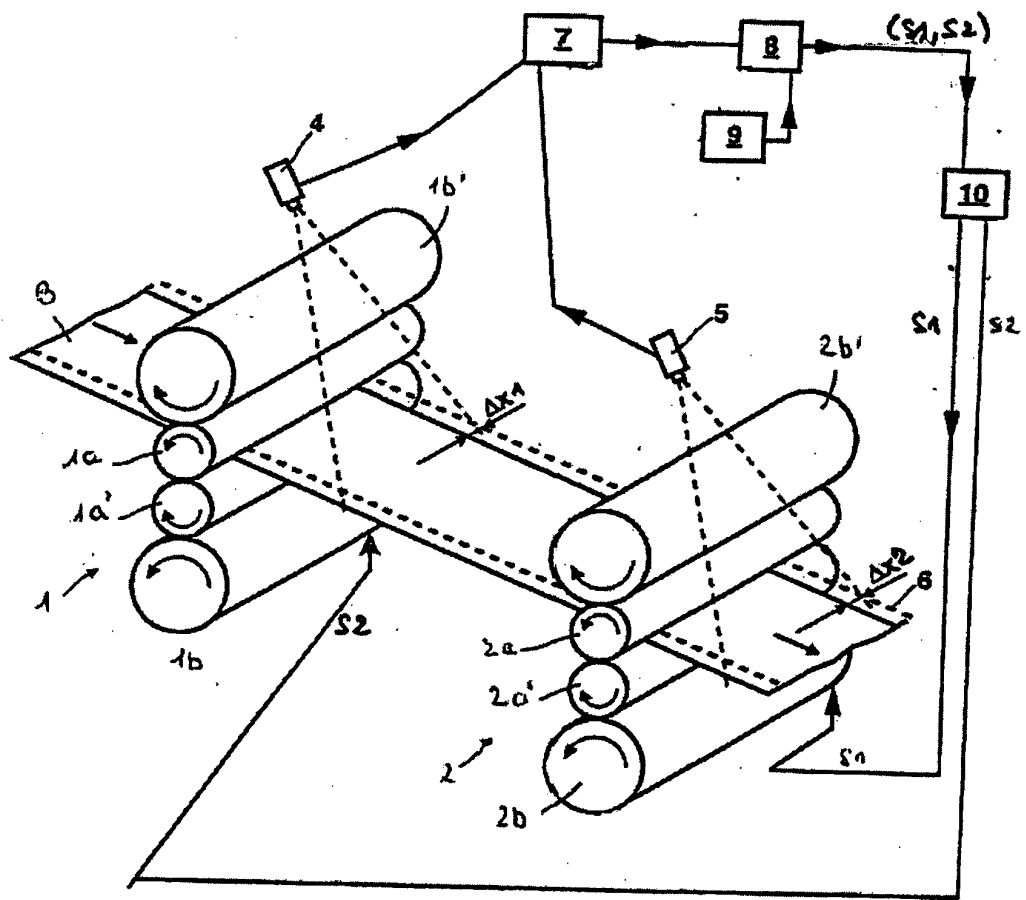
Fig. 1

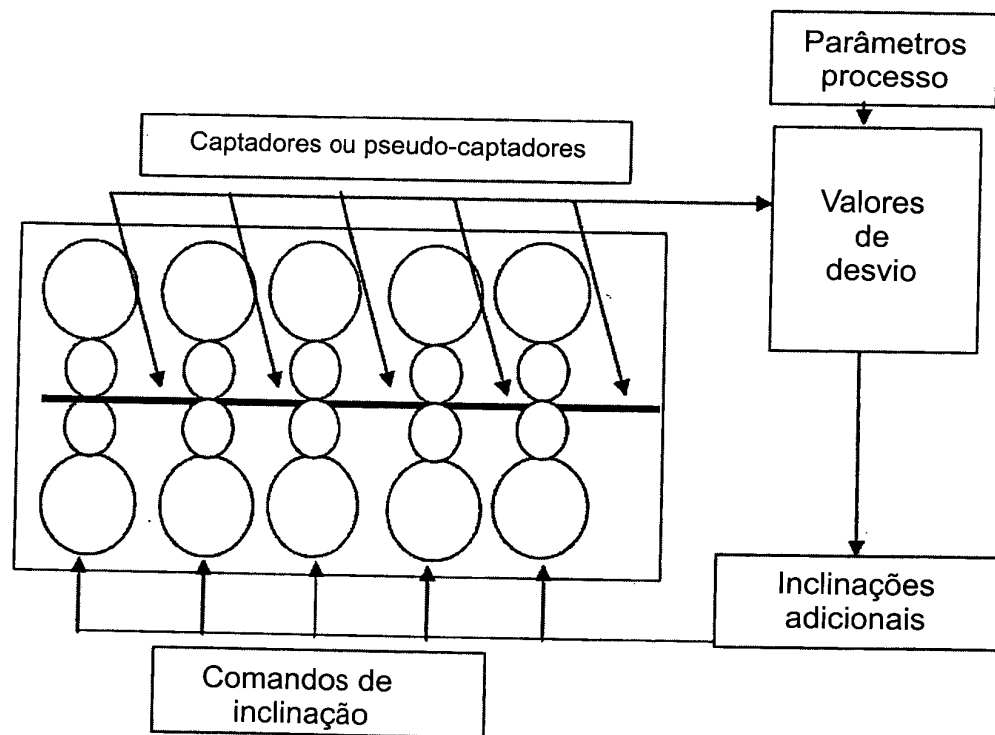
Fig. 2

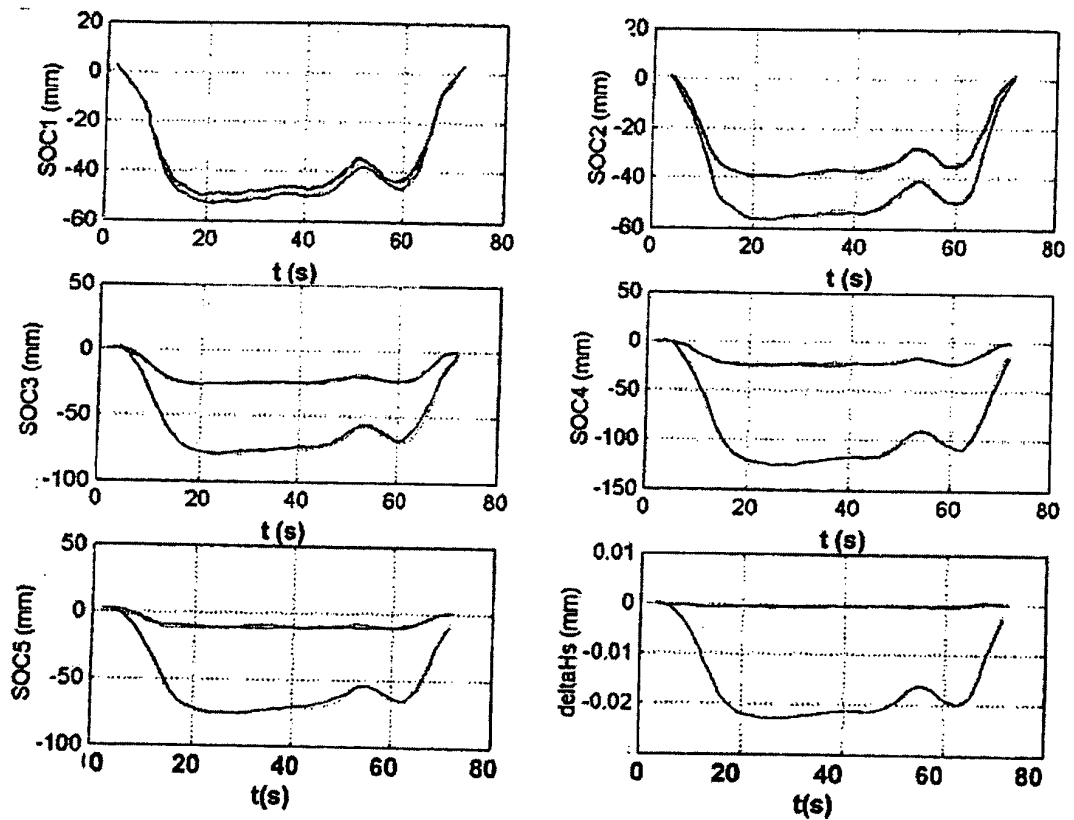
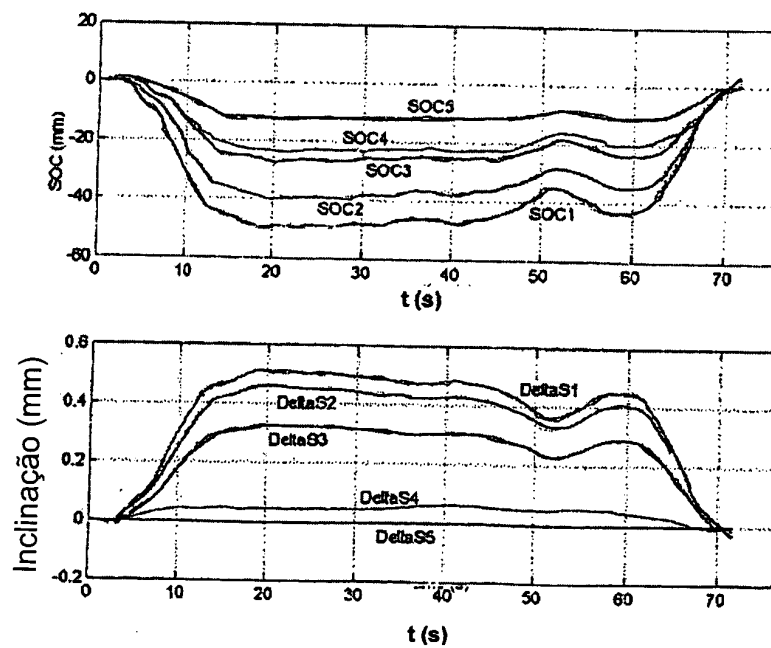
Fig. 3**Fig. 4**

Fig. 5