



F.E. 25-3-75

412271

Int. Cl.	B 21B
----------	-------

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: WEAN UNITED INC.,

Residencia: 948 FORT DUQUESNE BOULEVARD.-
PITTSBURGH 22.- PENNSYLVANIA
ESTADOS UNIDOS

Enunciado: SISTEMA DE CONTROL PARA LAMINADORA

Prioridad: de la solicitud de patente estadounidense
se nº 231.221 del 2-3-72

412271



5 El invento se refiere a un sistema de control de refrigerante y a un método de utilización del mismo durante el funcionamiento de una laminadora de fleje en caliente, y particularmente, aunque no exclusivamente, durante el funcionamiento del tren de acabado de la misma.

Las laminadoras en caliente actuales que utilizan unos medios para controlar la temperatura del fleje durante la laminación en el tren de acabado con el fin de obtener una temperatura uniforme o constante del fleje suministrado están dotadas usualmente de unos medios para ajustar la velocidad y más particularmente el grado de aceleración del tren de acabado en función de la reducción de temperatura del fleje introducido en el tren de acabado a partir de la tabla de retardo dispuesta entre el tren de acabado y el tren de desbastado. La eliminación del efecto de reducción de temperatura que impide obtener una temperatura de suministro substancialmente constante y que se debe al hecho de que la porción posterior del fleje está expuesta a mayores pérdidas térmicas que la porción frontal, disminuyendo dichas pérdidas de manera progresiva, es extremadamente importante no solamente desde el punto de vista metalúrgico y de calidad, sino también para realizar fácilmente el control de éste espesor.

Una representación general de una forma de un método y de un sistema de control actual del tipo indicado más arriba para controlar la temperatura del fleje en función de la aceleración del tren de acabado, se encuentra en la Patente de los Estados Unidos nº 3.418.834. Esta Patente contiene igualmente una descripción de algunos aspectos de los antecedentes tecnológicos y consideraciones genera-



412271

les relacionadas con el control de temperatura en una laminadora de fleje en caliente.

Uno de los inconvenientes más importantes de dicho método y sistema de control de la técnica actual consisten en el hecho de que la productividad de la laminadora es limitada porque la aceleración así como la velocidad de laminación máxima del tren de acabado están directamente relacionadas con el control del perfil longitudinal de la temperatura del fleje. Por este motivo, a la hora de laminar numerosos productos, particularmente los más cortos, el tren de acabado no alcanza nunca sus posibilidades de velocidad máxima ya que la aceleración se controla para ajustar el perfil longitudinal de temperatura del fleje. Es solamente cuando se laminan productos extremadamente largos y solamente cuando la diferencia de temperatura entre la extremidad delantera y la extremidad posterior es extremadamente importante, cuando se consigue la velocidad máxima del tren, e incluso en estas condiciones, es solamente durante la laminación de la última parte del producto. Además de las limitaciones de producción de dichos sistemas, porque incluyen un cambio continuo de la velocidad de la laminadora, crean dificultades para obtener un espesor uniforme del fleje. Desde el punto de vista del suministro del producto, es conocido que las condiciones de laminación ideales se producen cuando se hace funcionar la laminadora a una velocidad y a una temperatura constantes.

Por consiguiente, un objeto del invento consiste en proporcionar un control del tren de acabado de una laminadora de fleje en caliente en el cual la aceleración del tren no depende del perfil longitudinal de la temperatura



412271

del fleje que se lamina sino que por el contrario se mantiene el perfil de temperatura del mismo al valor de referencia manteniendo el fleje a una temperatura de suministro substancialmente uniforme mediante la utilización de un dispositivo de enfriamiento del fleje y unos medios de control para aplicar el refrigerante en función de los valores de temperatura, tanto calculados como reales, comparados con un valor de temperatura deseado.

De acuerdo con un aspecto, el invento proporciona un sistema de control para una laminadora que se utiliza para reducir el espesor de una pieza trabajada caliente que incluye una pluralidad de puestos dispuestos en tandem, unos primero y segundo dispositivos de alimentación dispuestos en puestos sucesivos a lo largo del trayecto de la pieza trabajada para proporcionar el medio refrigerante a dicha pieza trabajada, y unos medios para controlar la velocidad de circulación de dicho medio refrigerante. Dicho dispositivo de control incluye unos medios para calcular la temperatura de la pieza trabajada en un primer punto situado más allá del primer puesto y para producir una primera señal representativa de la misma, unos medios para comparar dicha primera señal con una segunda señal representativa de una temperatura deseada en dicho punto más allá del primer puesto y para aplicar el medio refrigerante procedente de dicho primer dispositivo de alimentación con el fin de reducir cualquier diferencia entre la primera señal y la segunda señal aproximadamente al valor deseado, unos medios para producir una tercera señal que representa la temperatura real de la pieza trabajada en dicho punto más allá de dicho primer puesto, y unos medios para comparar



412271

dicha tercera señal con una representación de dicha segunda
señal y para aplicar el medio refrigerante procedente de di-
cho segundo dispositivo de alimentación con el objeto de re-
ducir cualquier diferencia entre dicha segunda señal y di-
5 cha tercera señal al valor deseado.

De acuerdo con otro aspecto, el invento pro-
porciona un método para controlar la temperatura de una pie-
za trabajada caliente durante un proceso de laminación, en
el cual la laminadora incluye un cierto número de puestos
10 y unos primero y segundo medios para aplicar el medio re-
frigerante a las piezas trabajadas, que incluyen las etapas
que consisten en: proporcionar una primera señal represen-
tativa de la temperatura de la pieza trabajada en un primer
punto situado más allá del primer puesto, comparar dicha
15 primera señal con una segunda señal representativa de una
temperatura deseada de la pieza trabajada en dicho punto,
aplicar un medio refrigerante procedente de dicho primer
dispositivo a la pieza trabajada para reducir cualquier di-
ferencia entre la primera señal y la segunda señal aproxi-
20 madamente a un valor deseado, proporcionar una tercera señal
representativa de la temperatura real de la pieza trabajada
en dicho punto más allá de dicho primer puesto, comparar
dicha tercera señal con dicha segunda señal y aplicar el
medio refrigerante procedente de dicho segundo dispositivo
25 a la pieza trabajada para reducir cualquier diferencia entre
dichas segunda y tercera señales al valor deseado.

Se describirá ahora el invento a título de ejem-
plo con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

30 La figura 1 es una vista esquemática del últi-
mo puesto de desbastado de un tren de laminación, la tabla

412271



de retardo y el tren de acabado de una laminadora de fleje en caliente, que incluye unos cabezales de distribución de refrigerante destinados al tren de acabado, y un sistema de control que se indica a título ilustrativo y que sirve para controlar el caudal de circulación en los cabezales de distribución para compensar el perfil longitudinal de la temperatura del fleje y para que la laminadora pueda funcionar a la velocidad óptima; y

La figura 2 es un segundo modo de realización que presenta ciertos cambios en el sistema de control de la figura 1.

Con referencia a los componentes de la laminadora de fleje ilustrada en la figura 1, se entenderá que, salvo la disposición y la utilización del dispositivo de suministro de refrigerante, siguen las normas bien conocidas de construcción y de explotación. La figura 1 representa el último puesto de un tren de desbastado en caliente de seis puestos que se identifica por R6, y que está separado del tren de acabado de laminación en caliente 10 por una mesa de retardo 11 que consiste, de acuerdo con una práctica bien conocida, en un cierto número de rodillos de soporte accionados que forman colectivamente una mesa de longitud suficiente para que el fleje pueda salir del puesto de desbastado R6 antes de penetrar en el primer puesto del tren de acabado 10. Este fleje 14, se representa en forma exagerada en la mesa de retardo 11 de la figura 1.

La primera parte del tren de acabado 10 está constituida por una cizalla 15 seguida por dos unidades de descamado a alta presión 1 y 2 dispuestas paralelamente con relación a la dirección del desplazamiento del fleje 14,



412271

5 teniendo cada una un cabezal de distribución de refrigerante
 en la parte superior y en la parte inferior y estando todos
 ellos situados delante del primer puesto de acabado, identi-
 ficado por F1. Los puestos restantes y siguientes del tren
 de acabado en tandem están identificados de manera correspon-
 diente por F2 - F7 respectivamente.

10 Los dispositivos de accionamiento y los contro-
 les de velocidad acostumbrados para los puestos F1 - F7 no
 han sido representados; sin embargo, de acuerdo con la des-
 cripción anterior de los antecedentes y objetos, se entende-
 rá que el tren de acabado ha de ser accionado básicamente
 a dos niveles de velocidad: es decir a una velocidad de intro-
 ducción y a una velocidad de laminación máxima u óptima con
 una aceleración extremadamente rápida entre la velocidad de
15 introducción y la velocidad de laminación. A título ilus-
 trativo y como ejemplo, se indicará que para la laminación
 de acero dulce al carbón, con una mesa de retardo de 82,29 m.
 (270 pies) y con un espesor de mesa de retardo de 3,20 cm.
 (1,26 pulgada) y un espesor a la salida de 2,03 cm. (0,80
20 pulgada) el fleje es introducido a través de la laminadora
 y en la bobinadora no representada a una velocidad de apro-
 ximadamente 609,6 m/minuto (2.000 pies/minuto). Una vez co-
 menzado el enrollamiento, la velocidad del tren de acabado
 aumenta hasta aproximadamente 1280 m/minuto (4.200 pies/mi-
25 nuto) con una aceleración típica de 152,4 m/minuto/segundo
 (500 pies/minuto/segundo).

30 Haciendo de nuevo referencia a la figura 1, en-
 tre los cuatro primeros puestos o entre los puestos F1 - F4,
 están dispuestas unas unidades suplementarias de descamado
 a alta presión 4, 5 y 6, respectivamente. Existen igualmente



412271 - 2 MAR 1973

unos cabezales de distribución de refrigerante en la parte superior y en la parte inferior como en el caso de las unidades 1 y 2. Delante del puesto F1 y entre los puestos F4 y F5, F5 y F6 y F6 y F7, están dispuestas unas unidades de suministro de refrigeración de fleje a baja presión 3, 7, 8 y 9. Estas unidades están igualmente provistas de cabezales de distribución para la parte superior y la parte inferior del fleje. Las unidades de alta presión pueden realizarse de acuerdo con las prácticas bien conocidas de construcción, por ejemplo según se ilustra en la Patente de los Estados Unidos nº 3.518.736 otorgada a T.C. Domeika, el 7 de Julio de 1970, que funciona generalmente a una presión superior a 140 Kg/cm^2 ($2.000 \text{ Libras/pulgada}^2$) para eliminar los óxidos de la superficie del fleje. Las unidades a baja presión 3, 7, 8 y 9 pueden igualmente realizarse de acuerdo con las enseñanzas de la práctica bien conocida en laminadoras y pueden, por ejemplo, ser del tipo ilustrado en la figura 6 de un artículo titulado "Diseño y Control Para el Tratamiento en Mesa de Salida Movil" por F. Hollander, publicado en "IRON AND STEEL ENGINEER" en Marzo de 1971, páginas 81-92, que funciona con presiones inferiores a $0,7 \text{ Kg/cm}^2$ ($10 \text{ Libras/pulgada}^2$) en los cabezales de distribución.

Inmediatamente después del último puesto F7 del tren de acabado 10, está dispuesto un indicador de espesor bajo la forma de una unidad de rayos X típica 16 dispuesta entre los cilindros de una mesa de salida 17 que incluye, de acuerdo con la práctica bien conocida, una pluralidad de cilindros de arrastre para transportar el fleje hasta uno de los varios enrolladores situados río abajo y



412271

no representados.

Continuando haciendo referencia a la representación esquemática de la laminadora, se observará que unos dispositivos de medición de temperatura identificados en la figura 1 por T_R , T_1 y T_2 respectivamente, que son por ejemplo kilómetros de radiación, sirven para medir la temperatura del fleje al salir del puesto de desbastado R6 después de la cizalla 15, y después del último puesto de acabado F7. En el control ilustrado, en razón de las limitaciones de la instrumentación actual, la temperatura real representada por T_1 no se utiliza, sino que por el contrario, según se indicará más adelante, se emplea un valor de temperatura calculado para representar la temperatura del fleje que penetra en el tren de acabado en el punto T_1 , y más particularmente que entra en la primera de las unidades de descamado 1 y 2.

Continuando la descripción del puesto preliminar y de las unidades de refrigeración dispuestas entre los puestos, las unidades de descamado 1, 2 y 4-6, además de servir para descamar la superficie del fleje, se utilizan igualmente para ayudar a controlar la temperatura del fleje durante la laminación, por lo menos por lo que se refiere a las unidades 4-6. Las unidades de descamado 1 y 2 funcionan conjuntamente por medio de una sola unidad de control 18 dotada de válvulas de paso 19 individuales y accionadas hidráulicamente. Las unidades de descamado 4-6 así como la unidad 3 pueden ser accionadas individualmente por medio de válvulas de paso 23 que reciben a través de las tuberías 20, salvo la unidad 3, el refrigerante a presión elevada procedente de una tubería de distribución común 24 y que

412271²



está proporcionado por unidades hidráulicas 25. Cada una de las unidades 4-6 están sometidas a unos controles 26, cuyo objeto se explicará más adelante con relación a la descripción del sistema de control.

5 Las unidades de descamado 1, 2, 4-6, según puede observarse, se llaman a veces unidades de refrigeración a alta presión para distinguirlas de las unidades 3, 7-9 que se llaman a veces aquí unidades de refrigeración a baja presión. Las unidades 3, 7-9 según se ha indicado en el artículo mencionado más arriba, incluyen unos cabezales de distribución superiores de volumen elevado que presentan la ventaja de aplicar grandes volúmenes de agua para producir un enfriamiento rápido, pero igualmente importante es la uniformidad de su aplicación del refrigerante sobre el fleje. Los cabezales de distribución inferiores de las unidades de refrigeración a baja presión, debido a su disposición en comparación con la de los cabezales superiores, funcionarán a presiones ligeramente más elevadas.

10 Las tuberías 28 asociadas con cada unidad de refrigeración 3, 7-9 aunque conduciendo a los cabezales de distribución inferiores de las unidades, representan la tubería de toda la unidad. Ocurre lo mismo con las tuberías 20 de las unidades de alta presión. Las tuberías 28 de las unidades 7 y 8 conducen a unas válvulas de paso 30 accionadas por los controles 31. La unidad 32 representada como estando asociada con las válvulas, representa unos sumidores. Las válvulas 30 están controladas individualmente por válvulas de control de circulación 33 que reciben el agua a partir de una tubería común 36, la cual alimenta igualmente la unidad 3. Las válvulas 33 están controladas por unos ampli-



412271

ficadores operacionales 37 los cuales, además de recibir una señal de control, reciben una señal de error de circulación a partir de la tubería 36.

5 La unidad 9 está controlada de manera algo diferente ya que su función principal consiste en servir como control progresivo de la temperatura del fleje suministrado. Por tanto, está provista de una válvula de control de circulación 38 accionada por un control 39, recibiendo la tubería 28 el agua procedente de la tubería 36. La válvula 38
10 está a su vez controlada por un amplificador operacional 42 que recibe una señal de error de circulación procedente de la tubería 36 así como una señal procedente del amplificador operacional 43 que recibe una señal preajustada utilizada para capacitar la válvula 38 de modo que funcione cerca
15 del punto central de su gama total. Además, una señal de avance hacia adelante es recibida por el amplificador 43 por la línea 45 a partir de la computadora 60. El amplificador 43 recibe igualmente una señal por una línea 44. Antes de
20 terminar la descripción de las unidades de refrigeración, se observará que aunque en la ilustración dada se hayan representado cuatro unidades de baja presión, de acuerdo con las circunstancias pueden utilizarse una o varias unidades de baja presión suplementarias además o en lugar de las unidades de descamado 5 y 6, dejando siempre de manera preferida la unidad 4 como unidad de descamado. La descripción del
25 tren de acabado puede completarse haciendo observar que contrariamente a los otros puestos, el puesto F5 está provisto de un dispositivo de señalización bajo la forma de una célula de medición de carga 29, cuyo objeto se explicará más adelante.
30



412271

Describiendo ahora el sistema de control para regular la selección y el caudal de los dispositivos de refrigeración 3 - 9 con el fin de obtener una temperatura uniforme del fleje al salir éste del puesto F7, se observará que el sistema de control ilustrado en la figura 1 ha sido dividido convenientemente en dos circuitos de control separados 47 y 48, llamándose a veces el primero "sistema de alimentación hacia adelante" y el último "sistema de alimentación hacia atrás". El circuito de control 47 incluye una computadora analógica 49 diseñada para producir una señal que representa un valor calculado de la temperatura del fleje al entrar en el tren de acabado 10, y más particularmente en el punto T_1 de la figura 1. Como se ha visto más arriba, en lugar de calcular este valor de temperatura, el valor puede, de acuerdo con el desarrollo de una instrumentación adecuada, ser obtenido directamente a partir de un pirómetro situado en el punto T_1 , lo que eliminaría la necesidad de la computadora 49. Como lo indican las leyendas que se ven en la figura 1, la computadora 49 recibe cinco señales eléctricas, representando las leyendas lo que sigue:

V_R - Velocidad a la salida del último tren de desbastado R6.

t_1 - Espesor del fleje que sale de R6

T_R - Temperatura del fleje que sale de R6

C_V - Calor específico del fleje.

Tiempo - Tiempo transcurrido desde el tiempo de la medición de T_R hasta la posición del fleje en el punto T_1 .

Basándose en estas varias señales, la computadora 49 calculará la temperatura del fleje en el punto T_1 y esta temperatura será identificada como cT_1 y este cálculo



412271²

consiste en utilizar las leyes fundamentales bien conocidas de transmisión de calor por conducción, radiación y convección. Una descripción de estas leyes conjuntamente con los principios de equivalencias térmicas de la energía de laminación particularmente aplicados al tren de acabado de una laminadora de fleje en caliente puede encontrarse en numerosas fuentes por ejemplo un artículo titulado "Análisis de la Temperatura del Fleje en Laminadoras en Caliente" por P.C. Thompson y Socios publicado en "IRON AND STEEL ENGINEER", Junio de 1966, páginas 129-143. La computadora 49 manda su señal cT1 del valor calculado de la temperatura en T_1 a una unidad de memoria numérica 50, la cual además recibe una señal eléctrica procedente de un temporizador 51. La señal de la computadora 49 tiene en realidad la forma de una serie de señales discretas que corresponden a temperaturas discretas calculadas de porciones sucesivas del fleje al pasar por el punto T_1 . Según se ha explicado más arriba, el perfil longitudinal de la temperatura del fleje disminuirá desde la parte delantera del fleje hasta su parte posterior de modo que para varias partes del fleje representadas por las letras A á E en la unidad de memoria 50, existirán normalmente un número idéntico de nuevos valores calculados de cT1. La función del temporizador 51 consistirá en asegurar la coordinación adecuada de las varias porciones del fleje A-E con las distintas señales cT1.

Asociada con la unidad de memoria 50 se halla una unidad de conmutación 53 cuyo funcionamiento está controlado por una unidad de temporizador amplificador operacional 54 que recibe una señal de transcurso de tiempo por la línea 55 que representa el efecto de alargamiento del fleje

412271-2



en los puestos, una señal del número particular o lectura por una línea 56, es decir A-E y una señal procedente de la célula de medición de carga 29 por la línea 57 que dispara el funcionamiento del conmutador 53 y comienza así el funcionamiento del circuito de alimentación hacia adelante 47 del refrigerante, e inicia también el funcionamiento de la unidad de control progresivo 9. Se observará que la señal utilizada para disparar el funcionamiento del conmutador 53 podría ser producida por cualquier otro medio bien conocido y que dichos medios así como la célula de medición de carga 29 podrían asociarse con uno de los primeros puestos F1 - F4. La señal particular cT1 procedente de la unidad de memoria 50 de las partes particulares de fleje A-E recibida por una segunda computadora analógica 60 diseñada para desarrollar una señal calculada de la temperatura del fleje en el punto T2. Esta señal ya que es calculada, es identificada bajo la forma cT2 para diferenciarla de T₂ que representa la temperatura real del fleje al salir del tren de acabado 10. Según se indica en la figura 1, la computadora 60 recibe además de la señal cT1 otras cinco señales, es decir:

- t₁ - Señal del espesor del fleje que sale del último desbastador R6
- C_V - Señal de calor específico del fleje
- t₂ - Señal del espesor del fleje que sale del puesto F7 medido por la unidad de rayos X 16.
- V_F - Señal de velocidad del fleje que sale del puesto F7, y
- ΔT - Señal de realimentación adaptable procedente del circuito de control 48 cuya función se explicará más adelante.

De la misma manera que la computadora 49, la

412271-2 MA



computadora 60 calcula una serie de señales discretas que re-
presentan las temperaturas a lo largo del fleje en el punto
T₂ y estas señales identificadas por cT₂, se mandan a un am-
plificador operacional 61 que recibe igualmente una señal
5 que representa la temperatura deseada, identificada por T₂
AIM, que se compara con la señal cT₂, para producir, en el
caso de que exista una diferencia, una señal de error, refe-
renciada por cT₂ ERR. La señal de error, a su vez se manda a
un amplificador 62 para producir una selección progresiva y
10 acumulativa de las unidades de refrigeración 3-8 de acuerdo
con la velocidad de circulación necesaria que se precisa para
reducir la señal de error cT₂ ERR al valor deseado, por ejem-
plo cero. Las seis líneas procedentes del amplificador 62 a
los controles 26 y a los amplificadores 37 de las varias uni-
15 dades de enfriamiento 3-8 llevan asociadas con ellas las le-
yendas 1V, 2V, 3V, 4V, 5-8V y 9-12V, respectivamente. Estas
leyendas se refieren a la fuerza o a la amplitud de la señal
de error cT₂ ERR, de modo que si la señal es solamente de 1
voltio, es decir 1V, la unidad 3 es la única unidad de enfria-
20 miento que se pone en funcionamiento además de las unidades
1 y 2 que están siempre funcionando. Si la señal de error
tiene una fuerza de 4V, las unidades 3-6 funcionarán igual-
mente, y en el caso de una señal de error todavía más impor-
tante de 9-12V, las seis unidades de enfriamiento 3-8 entra-
25 rán en juego. La computadora 60 manda igualmente una señal
por la línea 45 con el fin de iniciar el funcionamiento de la
unidad de enfriamiento 9.

Examinando ahora el circuito de control 48, se
ve que se hace funcionar para proporcionar un control pro-
30 gresivo de la temperatura del fleje a la salida y para produ-

412271



5 cir una recalibración del valor cT_2 si la última unidad de enfriamiento 9 no puede corregir cualquier pequeña diferencia entre la temperatura real del fleje en el punto T_2 y la temperatura deseada en este punto. Por tanto, sirve como control de realimentación mientras que el circuito 47 sirve como control de alimentación hacia adelante respecto al punto T_2 . El circuito de control 48, según se ha mencionado más arriba, sirve principalmente para ajustar la circulación variable de la unidad de enfriamiento 9 y por este motivo se utiliza un amplificador operacional 65 que recibe una señal a partir del pirómetro dispuesto en el punto T_2 por la línea 66 y que representa la temperatura real del fleje que sale del tren de acabado 10. Recibe igualmente una señal por una línea 67 que representa la temperatura de acabado deseada del fleje indicado en la figura 1, como en el caso del amplificador 61 bajo la forma T_2 AIM. El amplificador 65 produce una señal T_2 ERR que se manda al amplificador 43 y desde este punto al amplificador 42.

20 La señal procedente del amplificador 65, se compara en el amplificador 43 con una señal que representa el punto central de la capacidad de refrigeración total de la unidad 9, y el amplificador 42 compara la señal con una señal de error de circulación que aparece en la línea 36. La señal se manda a partir del amplificador 42 al control 39 para regular la válvula 38 con el fin de aumentar o reducir su velocidad de circulación de acuerdo con la señal de error T_2 ERR. La velocidad de circulación del refrigerante cambiará para reducir la señal de error al valor deseado, por ejemplo un valor cero. Este reglaje de la velocidad de circulación se utilizará también para el accionamiento de las unidades de enfriamiento

412271



enfriamiento 3, 7 y 8.

La señal T_2 ERR procedente del amplificador 65 se manda igualmente a un amplificador 68, designado en la figura 1 por la indicación limitador HI-LO, que indica que su función sirve para asegurar que la señal T_{ERR} se mantendrá en la gama de la capacidad de refrigeración de la unidad de enfriamiento 9 de modo que podrá aumentar o reducir el efecto de refrigeración funcionando como control progresivo. Para realizar esta tarea, se manda una señal procedente del amplificador 68 por la línea 69 a la computadora 60 bajo la forma de una señal ΔT , que se llama igualmente señal de realimentación adaptativa. Esta señal servirá en las condiciones indicadas más arriba para rebasar la señal CT_2 de la computadora y realizar una corrección cambiando el funcionamiento del sistema de avance hacia adelante. Dos circunstancias capaces de dar lugar a este reajuste para impedir el rebasamiento de la gama de la unidad de refrigeración 9 es la selección incorrecta de la velocidad de laminación óptima o el hecho de que una o varias de las unidades de enfriamiento anteriores haya fallado al funcionar.

Refiriéndose brevemente a un modo de funcionamiento de la forma del invento que se ilustra, se supondrá que el fleje dispuesto en la mesa de retardo 11 tiene un espesor de 3,2 cm. (1,26 pulgada) una anchura de 137,9 cm. (54,3 pulgadas) y una longitud de 82,29 m. (270 pies). La temperatura en la extremidad delantera del fleje se supondrá de 1017°C (1861°F) y la de la extremidad del fleje de 998°C (1828°F), en el punto T_1 . La temperatura AIM del fleje en el punto T_2 es de 871°C (1.600°F) con un espesor de acabado de laminación de 0,2 cm. (0,08 pulgada) siendo la velocidad de

412271



introducción de 609,6 m/minuto (2.000 pies/minuto) y la velocidad de laminación óptima de 1280 m/minuto (4.200 pies/minuto). Durante el periodo de velocidad de introducción, que no será superior al 5% de la longitud final del fleje, la computadora 49 producirá una señal de temperatura calculada CT_1 del fleje en el lado de entrada del tren de acabado en un punto T_1 y a una velocidad constante V_R . Cuando el fleje se aproxima al puesto F5, la célula de medición de carga 29 inicia el funcionamiento de la computadora 60 que calcula entonces la temperatura CT_2 del fleje en la extremidad de acabado del tren 10 en el punto T_2 y esta señal se comparará en el amplificador 61 con la señal de temperatura deseada del tren de acabado (T_1 AIM), y según se ha explicado más arriba, de acuerdo con el grado o amplitud de señal de error CT_2 ERR, una o varias unidades de enfriamiento 3-8 se pondrá en funcionamiento. La primera unidad que funcionará será la unidad 3 y si su efecto de enfriamiento no es suficiente para obtener la corrección deseada, entonces la unidad 4 entrará en juego y así sucesivamente. En el caso de necesitarse las unidades de enfriamiento 7 y 8, según se ha indicado más arriba, tendrán cada una un ajuste variable de su circulación y la gama de la unidad 7 se agotará antes de que la unidad 8 se ponga en juego. La computadora 60 producirá igualmente el funcionamiento de la unidad de enfriamiento 9 que se ajustará en el punto central de su gama total de capacidad de enfriamiento. Según se indica, una serie de nuevos cálculos de la temperatura de acabado CT_2 se realizan sucesivamente para el fleje que penetra en la laminadora por medio de la computadora 60 de modo que el amplificador 62 inicie el grado acumulativo necesario de circulación de acuerdo con el



perfil longitudinal de la temperatura del fleje que penetra en la laminadora.

Mientras se está produciendo esta operación de alimentación hacia adelante del control de temperatura, el
5 amplificador 65 compara continuamente la temperatura real del fleje en T_2 con la temperatura deseada T_2 AIM en este punto y en el caso de determinarse cualquier diferencia, la cual naturalmente será pequeña, el amplificador 65 ajusta el grado deseado de circulación de la unidad de refrigeración 9 para realizar a su vez un control progresivo o fino
10 de la temperatura del fleje que sale del tren de acabado. Una vez terminada la operación de introducción el tren de acabado se acelerará rápidamente hasta la velocidad deseada o velocidad de laminación óptima preelegida. Según se ha
15 indicado más arriba, para obtener la producción máxima, esta aceleración será tan rápida como el dispositivo de accionamiento lo permita y preferentemente del orden de 152,4 m/minuto/segundo (500 pies/minuto/segundo) o más elevada. El control de refrigeración entre los puestos continuará fun-
20 cionando según se ha explicado durante la operación de introducción salvo que los valores calculados sucesivos de las señales de temperatura de entrada del fleje cT_1 y la temperatura de acabado cT_2 reflejarán igualmente los cambios en las velocidades V_R y V_F durante el periodo de aceleración,
25 el periodo de velocidad de laminación constante óptima y el periodo de deceleración. En algunos casos, la extremidad posterior del fleje puede necesitar menos refrigerante y en otros casos puede necesitar una cantidad más elevada del mismo, siendo la velocidad de funcionamiento máxima del fleje
30 el factor determinante. Para la laminación del fleje con

412271⁻²



los parámetros indicados más arriba, mientras que para la ex
tremidad delantera se hacen funcionar las unidades de enfria-
miento 1, 2 y 3 y 9 para la extremidad posterior se hacen
funcionar todas las unidades restantes es decir 4-8 para
5 producir una temperatura substancialmente constante en el
punto T2 que no rebasa la temperatura deseada en más de 14°C
(25°F). Esta diferencia se redujo a continuación al valor
de la temperatura deseada ajustando la velocidad de circu-
lación de la unidad de enfriamiento 9.

10 La figura 2 ilustra un segundo modo de realiza-
ción del invento. Ya que este segundo modo de realización
está relacionado en primer lugar con la operación que con-
siste en someter al control del circuito de control de reali-
mentación 48 una o varias de las unidades de enfriamiento
15 anteriores a la unidad 9, aporta solamente un ligero cambio
al circuito de alimentación hacia adelante 47, es decir la
eliminación de la señal de realimentación adaptativa y de la
señal ΔT conjuntamente con el amplificador limitador HI-LO
68 del circuito de realimentación 48a. En el modo de reali-
20 zación de la figura 2, la señal calculada cT2 producida por
la computadora 60 no es modificada por una señal procedente
del amplificador 65 cuando se necesita una cantidad de re-
frigerante superior a la que la unidad de control progresi-
vo 9 puede producir, en lugar de recurrir a las unidades an-
25 teriores, es decir 8, etc., para realizar la corrección ne-
cesaria de la variación de temperatura como parte de la fase
de control de realimentación. A título puramente ilustra-
tivo, la figura 2 indica solamente los últimos cuatro pues-
tos F4a y F7a y las unidades de refrigeración 6a y 9a. Se
30 ilustra igualmente una unidad de rayos X 16a y una mesa de



MAR. 1973

412271

salida 17a. La temperatura T_2 se manda todavía a un amplificador 65a y se compara con una señal de temperatura deseada T_2 .

5 El amplificador 65a genera, de acuerdo con la magnitud de la señal de diferencia o de error cuatro señales de control indicadas en las líneas 44a, 45a, 46a y 47a. Estas líneas toman el sitio de la línea 47 y de las líneas referenciadas 4V, 5-8V y 9-12V del modo de realización de la figura 1. Las señales funcionan generalmente de la misma manera que las señales similares del primer modo de realización, pero en este caso, en un proceso de realimentación total. Los pequeños errores entre las temperaturas real y deseada, son compensados por la unidad de refrigeración 9a que sigue funcionando como control progresivo y que es activada por la computadora 60 según se ha explicado más arriba. Cuando la señal de error de temperatura procedente del amplificador 67a rebasa la capacidad de reglaje progresivo de la unidad de enfriamiento 9a, la segunda señal procedente del amplificador pone en funcionamiento la unidad de enfriamiento 8a y el amplificador 43a ajusta de nuevo la velocidad de circulación de la unidad de refrigeración 9a para mantenerla funcionando en la posición media de su gama de velocidad de circulación de modo que pueda utilizarse continuamente como control progresivo.

15 Las unidades de enfriamiento 6a y 7a, de acuerdo con la magnitud de la señal de error calculada por el amplificador 65a se ponen igualmente en funcionamiento. Mientras se hace funcionar el sistema de realimentación 48a el sistema de alimentación hacia adelante del circuito de control 47 seguirá calculando la señal cT_2 para las partes del fleje A-E



412271

y seguirá controlando la selección y la velocidad de circulación de las unidades de enfriamiento 3-5 según se ha explicado más arriba.

En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las Reivindicaciones siguientes:

REIVINDICACIONES

1. Sistema de control para laminadora, utilizado para reducir el espesor de una pieza trabajada caliente que incluye una pluralidad de puestos dispuestos en tandem, caracterizado por unos primero y segundo dispositivos de alimentación dispuestos en puestos sucesivos a lo largo del trayecto de la pieza trabajada para suministrar un medio refrigerante a dicha pieza trabajada, unos medios para controlar la velocidad de circulación de dicho medio refrigerante, porque dicho dispositivo de control incluye unos medios para calcular la temperatura de la pieza trabajada en un primer punto situado más allá del primer puesto y para producir una primera señal representativa de la misma, unos medios para comparar dicha primera señal con una segunda señal que representa una temperatura deseada en dicho punto más allá del primer puesto y para aplicar un medio refrigerante procedente de dicho primer dispositivo de alimentación para reducir cualquier diferencia entre las primera y segunda señales hasta aproximadamente un valor deseado, unos medios para producir una tercera señal representativa de la temperatura real de la pieza trabajada en dicho punto más allá de dicho primer puesto, y unos medios para comparar dicha tercera señal con una representación de dicha segunda señal, y para aplicar un medio refrigerante procedente de dicho segundo dispositivo de alimentación con el fin de re-

5

10

15

20

25

30

A handwritten signature or mark, possibly initials, written in dark ink at the bottom left of the page.



412271

ducir cualquier diferencia entre dicha segunda y tercera señales a un valor deseado.

5 2. Sistema de control según la reivindicación 1, caracterizado por unos medios que sirven para aplicar a una velocidad de circulación determinada el medio de refrigerante procedente de dicho segundo dispositivo de alimentación antes de hacer la comparación entre las segunda y tercera señales.

10 3. Sistema de control según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho dispositivo para aplicar el medio refrigerante procedente de dicho primero y segundo medios de alimentación incluyen unos medios para hacer variar la velocidad de circulación del medio refrigerante procedente de dichos primero y segundo dispositivos de alimentación.

15 4. Sistema de control según las reivindicaciones 1, 2 o 3, caracterizado porque dicho primer dispositivo de alimentación está dispuesto antes del segundo dispositivo de alimentación en el sentido del trayecto de la pieza trabajada a través de la laminadora.

20 5. Sistema de control según la reivindicación 3, caracterizado por unos medios para hacer variar la velocidad de circulación de dicho primer dispositivo de alimentación cuando la velocidad de circulación de dicho segundo dispositivo de alimentación no es suficiente para producir dicho valor deseado.

25 6. Sistema de control según la reivindicación 3, caracterizado porque dicho dispositivo de control incluye unos medios para producir una cuarta señal representativa de la temperatura de porciones elegidas de la pieza trabajada a lo largo de su longitud en un emplazamiento situado en

30

A handwritten signature or set of initials in dark ink, located at the bottom left of the page. The signature is stylized and appears to consist of a large, cursive letter 'P' followed by a smaller, less distinct mark.

2 526



412271

el trayecto de desplazamiento de la pieza trabajada antes de dicho primer punto, y porque dicho dispositivo de control incluye unos medios para mandar dicha cuarta señal a dicho dispositivo para calcular la temperatura de la pieza trabajada en dicho primer punto.

5

7. Sistema de control según la reivindicación 3, 4, 5 o 6, caracterizado porque dicho primer dispositivo de alimentación está situado entre un cierto número de los primeros puestos y porque dicho segundo dispositivo de alimentación está situado por lo menos entre los últimos puestos adyacentes.

10

8. Sistema de control según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho dispositivo de control incluye unos medios para hacer funcionar selectivamente dicho primer dispositivo de alimentación empezando progresiva y acumulativamente con el dispositivo dispuesto en una posición adyacente a dicho primer puesto, incluyendo igualmente dicho dispositivo de control unos medios para producir el funciona-miento de dicho primer dispositivo de alimentación cuando dicho segundo dispositivo de alimentación alcanza una velocidad de circulación predeterminada, y unos medios para reajustar dicha velocidad de circulación de dicho segundo dispositivo de alimentación con el fin de mantener su velocidad de circulación dentro de una gama de funcionamiento predeterminada.

15

20

25

9. Sistema de control según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho segundo dispositivo de alimentación está situado entre un cierto número de los últimos puestos anteriores al último puesto, incluyendo dicho dispositivo de control unos medios para hacer funcionar se

30



412271

lectivamente dicho segundo dispositivo de alimentación empezando progresiva y acumulativamente por el dispositivo de suministro situado entre dichos últimos puestos adyacentes.

5 10. Sistema de control según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho primer dispositivo de alimentación incluye uno o varios medios de alimentación a alta presión y uno o varios medios de alimentación a baja presión, y porque dicho segundo dispositivo de suministro incluye unos medios a baja presión.

10 11. Sistema de control según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho primer dispositivo de alimentación incluye sucesivamente uno o varios medios a alta presión, por lo menos un medio a baja presión, seguido por lo menos por un medio a alta presión, el cual está seguido por uno o varios medios a baja presión.

15 12. Se reivindica por último como objeto que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita SISTEMA DE CONTROL PARA LAMINADORA.

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de veinticinco páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 2 de Marzo 1.973

BERNARDO UNGRIA

P.P.

25

30

412271

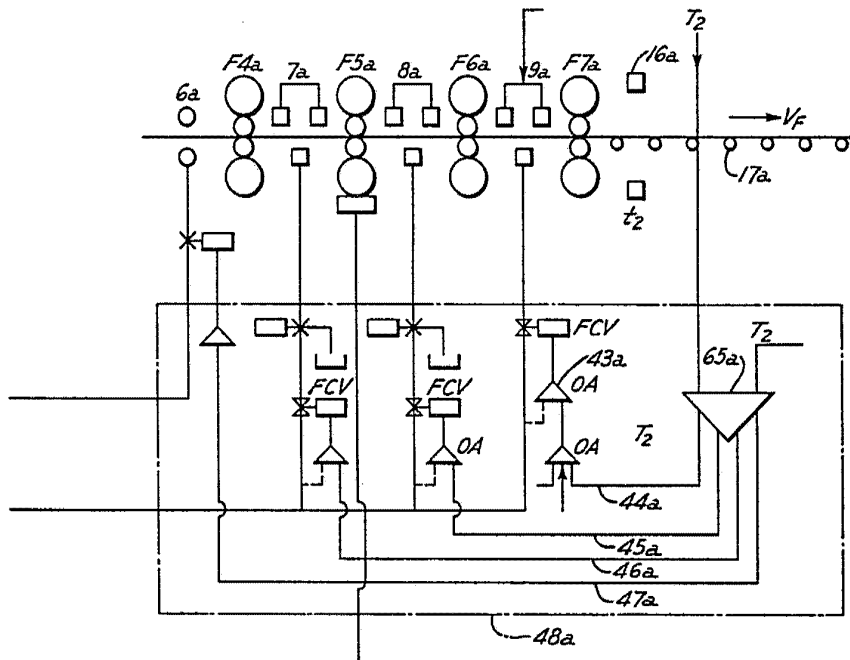
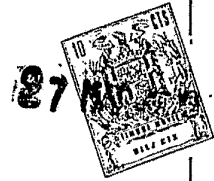


Fig. 2

BOCADA VARIABLE
MAY 2 DE MARZO DE 1973
BERNARDINO UGARRA
P. P.