

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES

11

NUMERO

467.682

AI

22

FECHA DE PRESENTACION

8-MARZO-1978

PATENTE DE INVENCION

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
31	NUMERO				
	777.618		15-3-1977		Estados Unidos.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			B21B		

64	TITULO DE LA INVENCION
" METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE UNA BARRA METALICA "	

71	SOLICITANTE (S)
GENERAL ELECTRIC COMPANY	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE	
1 River Road, Schenectacy, New York 12305 - ESTADOS UNIDOS.	

72	INVENTOR (ES)
George Peter Petrus, de nacionalidad estadounidense.	

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU	

CM: -

POOR QUALITY

1 El presente invento se refiere de manera general a la laminación de piezas de metal en caliente, y más particularmente a la determinación de la temperatura de la pieza cuando penetra en el primer puesto de un laminador de acabado.

5 Con el fin de laminar chapas y barras metálicas calibradas de alta calidad, es preciso conocer de manera exacta un cierto número de propiedades del metal (por ejemplo acero) que ha de ser laminado. En primer lugar, entre estas propiedades, en el caso de laminación en caliente, están la composición del material, su espesor, su anchura y su temperatura a su entrada en el laminador de acabado. La composición del material es normalmente conocida antes de que empiece cualquier operación de laminación. La anchura y el espesor son parámetros físicos que se determinan fácilmente con varios métodos que incluyen mediciones físicas en cualquiera de varios emplazamientos del tren de laminación. La temperatura presenta un problema más difícil de resolver ya que los pirómetros generalmente empleados hoy en día son capaces de proporcionar mediciones precisas tan solo cuando la superficie de la barra es relativamente limpia y exenta de la costra de óxido que se forma cuando el material caliente entra en contacto con el aire. Otros métodos de determinación de la temperatura de la tecnología actual no son generalmente más precisos que los pirómetros bien graduados para determinar la temperatura de las barras.

25 El método más corriente para laminar una tira de metal caliente consiste en calentar un lingote o una palanquilla a una temperatura bastante elevada (por ejemplo, 1.300°C) y a continuación en reducir el espesor de la barra haciendo pasar la palanquilla sucesivamente a través de una serie de puestos de laminación. La secuencia de laminación se efectúa normalmen

30

1 te en dos fases llamadas corrientemente laminador de desbastado
y laminador de acabado. El laminador de desbastado puede ser
del tipo continuo o del tipo inversor que utiliza un solo pue-
5 to. En cualquier caso, la palanquilla o el lingote se somete a
operaciones repetidas en el laminador hasta que su espesor haya
disminuido hasta un valor prescrito incluido normalmente en la
gama de 1 a 10 cm, y en este momento sale del laminador de des-
bastado y es conducida por medio de una tabla de retardo hasta
10 el laminador de acabado. El laminador de acabado es generalmen-
te del tipo continuo en el cual la barra, como se llama ahora
corrientemente, se somete a una reducción suplementaria de es-
pesor para obtener una chapa del espesor o calibre deseado. Es
en el laminador de acabado donde los parámetros mencionados
mas arriba de composición, anchura, espesor y temperatura, toma
15 una extrema importancia para la laminación precisa de material
calibrado con el objeto de "ajustar" el laminador con el fin
de conseguir la laminación adecuada. A título de ejemplo de un
método por medio del cual se efectúa el regla e de un laminador
de acabado, se hará referencia a la patente de los Estados Uni-
20 dos, Nueva Publicación 26.996, "Sistema de Control por Ordena-
dor para Tren de Laminación de Metales" a nombre de R.G. Beadle
y Socios (publicada el 8 de Diciembre, 1970) que está cedida
al concesionario del presente invento.

Como se ha indicado anteriormente, los pirómetros que
25 se emplean generalmente hoy en día, necesitan normalmente una
superficie limpia para que puedan determinar la temperatura
con exactitud. Ya que en la superficie de la barra caliente se
forma rápida una costra de óxido cuando está sometida al con-
tacto con el aire, se ha demostrado que no es práctico realizar
30 una medición directa de la temperatura de la barra a su entrada

1 en el laminador de acabado. Por tanto, la práctica corriente,
en el pasado, consistía en medir la temperatura de la extremi-
dad delantera de la barra a su salida del laminador de desbas-
tado donde está relativamente exenta de costra de óxido. El pe-
5 ríodo de tiempo durante el cual la barra permanece en la tabla
de retardo se mide a continuación, y utilizando ecuaciones de
transferencia de calor bien conocidas, se determina la tempera-
tura de la barra a su entrada en el laminador de acabado. Este
método ha demostrado ser muy satisfactorio para los trenes de
10 laminación de tipo standard.

Sin embargo, existe un cierto número de otros proble-
mas asociados con dichos trenes de laminación de tipo standard,
particularmente en asociación con la tabla de retardo. Por ejem-
plo, dicha tabla de retardo debe ser de una longitud superior
15 a la longitud real de la barra a su salida del laminador de des-
bastado. Naturalmente, esto afecta al tamaño de la instalación
que se necesita. Además, debido a que la velocidad de salida
de la barra es muy superior a la velocidad de entrada de la
barra en el laminador de acabado (por ejemplo 4 veces superior),
20 la extremidad posterior de la barra permanecerá normalmente so-
bre la mesa durante un período de tiempo más largo y se produ-
cirán por consiguiente mayores pérdidas de calor. En estas con-
diciones, la parte posterior de la barra penetra en el lamina-
dor de acabado a una temperatura inferior a la de la parte de-
25 lantera, lo que necesita una compensación durante la laminación
en el laminador de acabado.

La longitud del período de tiempo durante el cual una
barra permanece en la mesa de retardo está igualmente relacio-
nada con la cantidad de costra de óxido que se forma en la barra,
30 la cual a su vez determina el grado de desoxidación que se nece-

1 sita antes de que la barra pueda penetrar en el laminador de
acabado. Como método de eliminación de la costra de óxido, se
utilizan a menudo proyecciones de agua a alta presión y puede
verse fácilmente que cuanto más importante es el grado de forma
5 ción de costra de óxido, tanto más importante será el trabajo
de desoxidación y, por consiguiente, tanto más importante será
la pérdida de calor debida a esta operación.

En un intento de reducir lo más posible los problemas
expuestos más arriba, se ha inventado un sistema que utiliza un
10 bobinador como parte de la mesa de retardo. Este sistema se des
cribe detalladamente en las patentes de los Estados Unidos nú
meros 3.803.891, "Método de Laminación de Piezas Metálicas en
Caliente" por W. Smith (publicada el 16 de Abril, 1974) y
3.805.570, "Método y Aparato para Laminar Piezas de Metal en
15 Caliente y Máquinas Bobinadoras destinadas a ser utilizadas
para bobinar Piezas Metálicas calientes" por W. Smith (publica
da el 23 de Abril, 1974), incorporándose aquí particularmente
estas patentes a título de referencia.

El método de laminación que incluye la utilización de
20 un bobinador, aunque aliviando alguno de los problemas mencio
nados más arriba, crea otras dificultades. En este sistema, la
extremidad delantera de la barra que sale del laminador de des
bastado es la primera en penetrar en el bobinador pero la extre
midad posterior es la primera en salir de él. Por tanto, la ex
25 tremidad posterior procedente del laminador de desbastado pasa
a ser la extremidad delantera que penetra en el laminador de
acabado. Debido al hecho de que existe todavía una diferencia
de temperatura entre las extremidades delantera y posterior,
las mediciones de temperatura y los cálculos realizados de la
30 manera antigua no son satisfactorios. Además, la disipación de

1 calor a partir de la barra en forma de bobina mientras está
en el bobinador es considerablemente diferente de la que se ex
primenta cuando la barra es plana y situada sobre la porción
abierta de la mesa de retardo. Por tanto, puede verse que el mé
5 todo existente de cálculo de la temperatura de la barra a su
entrada en el laminador de acabado no es satisfactorio para es
te tipo de tren de laminación.

Resumen del Invento

10 Por tanto, un objeto del presente invento consiste en
proporcionar un método y un aparato mejorados para determinar
la temperatura de una barra metálica caliente que penetra en
un puesto de un tren de laminación.

15 Los objetos mencionados más arriba, así como otros
se consiguen, de acuerdo con el presente invento, realizando,
en un sistema de laminación de metal que incluye una primera
sección (es decir un laminador de desbastado) una segunda sec
ción (es decir un laminador de acabado) y una mesa de retardo
intermedia que incluye un bobinador, la determinación de la
temperatura de la extremidad posterior de la barra metálica a
20 su salida del laminador de desbastado y además la determinación
de la reducción de temperatura que se produce durante los tiem
pos de tránsito entre el laminador de desbastado y el bobinador.
A continuación se efectúa un segundo cálculo de la reducción
de temperatura mientras la barra está en el bobinador y, si es
25 necesario, se realiza también un tercer cálculo de la reducción
de temperatura durante el tiempo de transporte desde el bobina
dor hasta el laminador de acabado. La temperatura de entrada
en el laminador de acabado se determina a continuación combi
nando la temperatura de salida del laminador de desbastado con
30 las varias reducciones de temperatura.

1 El invento podrá entenderse más claramente leyendo
la siguiente descripción de un modo de realización preferido
del mismo, que se ilustra, a título de ejemplo, en los dibujos
adjuntos, en los cuales:

5 La figura 1 es un dibujo esquemático de un tren de
laminación en caliente continuo convencional, de acuerdo con
la técnica anterior;

la figura 2 es un dibujo esquemático de un tren de
laminación en caliente continuo que utiliza un bobinador en la
10 mesa de retardo y al cual es aplicable el presente invento;

la figura 3 es un gráfico que facilita el entendimien
to del cálculo básico de temperatura tanto en la técnica ante
rior como en el presente invento;

15 la figura 4 representa una serie de curvas que define
la reducción de temperatura relativa de barras de varios espe
sores en el bobinador en comparación con una barra situada en
la porción abierta de la mesa de retardo;

la figura 5 es un cuadro de valores que podría alma
cenarse en la memoria de un ordenador para determinar las rela
20 ciones que se representan gráficamente en la figura 4;

la figura 6 es un organigrama simplificado que des
cribire el cálculo de temperatura según el presente invento; y

la figura 7 es un organigrama simplificado de una
subrutina incluida en la ilustración de la figura 6.

25 Antes de empezar la descripción del presente invento,
se cree que es ventajoso describir rápidamente los trenes de
laminación continuos de la técnica anterior, así como el cálcu
lo de la temperatura de entrada en el laminador de acabado que
se efectúa en esta técnica. El tren de laminación básico o "con
30 vencional" que se utiliza de manera general hoy en día, se ilus

1 tra en la figura 1. Haciendo ahora referencia a esta figura,
se ve en ella de manera esquemática un par de cilindros 10 que
representan los últimos cilindros del puesto final de un lami
nador de acabado. Como se ha indicado anteriormente, los cilin
5 dros 10 pueden constituir el último puesto de un laminador de
desbastado continuo o el puesto único de un laminador de desbas
tado del tipo inversor. En cualquier caso, a la salida de los
cilindros 10 se obtiene una barra de material 12 que se sitúa
sobre una mesa de retardo indicada por una pluralidad de rodi
10 llós 14. El espesor de la barra 12 a su salida de los cilindros
10 puede determinarse utilizando cualquiera de los procedimien
tos convencionales, por ejemplo empleando un calibrador de ra
yos X (no representado) o cualquier otro método conocido, por
ejemplo un cálculo que implica el reglaje de los cilindros 10,
15 es decir su abertura, y la fuerza ejercida por la barra 12 so
bre los cilindros 10 durante la laminación del material. Situa
do cerca de los cilindros 10 se halla un pirómetro 16 el cual,
en este sistema, realiza dos funciones. El pirómetro 16 sirve
en primer lugar para determinar el tiempo de salida de la barra
20 a partir del laminador de desbastado, y en segundo lugar para
detectar la temperatura de la barra la cual, en este momento,
está relativamente exenta de costra de óxido, en razón de la
operación de laminación que se acaba de realizar. Normalmente,
se efectúan aproximadamente 5 ó 6 lecturas, separadas en el
25 tiempo, de modo que sea posible determinar el promedio de la
temperatura de los primeros algunos metros de la extremidad de
lantera de la barra 12. Las señales generadas por el pirómetro
16 se aplican a un ordenador 18 que puede ser cualquier ordena
dor bien conocido en esta técnica, del tipo de aplicaciones ge
30 nerales, por ejemplo un ordenador Honeywell 4400.

1 Cuando la barra sale del laminador de desbastado, es
conducida a través de la mesa de retardo. A una cierta distan
cia del laminador de desbastado, está situado un segundo dispo
sitivo detector. 20 que sirve para determinar la presencia de
5 la extremidad delantera de la barra en este punto. El detector
20 puede ser otro pirómetro o puede estar constituido por cual
quier otro dispositivo capaz de detectar esta presencia. Como
se representa en la figura 1, la distancia entre los dos dispo
sitivos detectores de presencia 16 y 20 está designada por "X"
10 y puede verse que el ordenador 18, mediante una comparación en
tre el tiempo de llegada de las señales procedentes del piróme
tro 16 y del dispositivo 20, puede determinar el tiempo necesa
rio para transportar la barra 12 desde los cilindros 10 del la
minador de desbastado hasta el detector 20. Se observará que
15 este tiempo puede variar en una gama bastante amplia por un
cierto número de motivos, por ejemplo un defecto de funciona
miento en el laminador de acabado, y que la barra puede manten
nerse en la mesa de retardo durante un cierto tiempo. Para com
pletar la ilustración, se representan en un punto todavía más
20 alejado de los cilindros 10 del laminador de desbastado: 1) un
segundo par de cilindros 22 que representan el primer puesto
del laminador de acabado en el cual la barra penetrará eventual
mente, y 2) un par de dispositivos de pulverización 24 para
eliminación de costra de óxido, situados cerca de los cilindros
25 22 para eliminar la costra de óxido de la barra metálica antes
de su entrada en el laminador de acabado. El detector 20, en
razón de la necesidad de realizar estas funciones, tales como
la eliminación de la capa de óxido, está situado, como se re
presenta en la figura 1, a una distancia Y a partir de los ci
30 lindros 22. Se observará que la distancia Y será normalmente

1 muy inferior a la distancia X y, en la práctica, si el detector
20 puede situarse suficientemente cerca de los cilindros 22 pa
ra que la distancia Y sea insignificante con relación a la dis
tancia X, la distancia Y podrá ser descartada, y solamente de
5 berá tenerse en cuenta el efecto de los dispositivos de pulve
rización para el cálculo de la temperatura como se describirá
más adelante.

Conociendo el tiempo necesario para que la barra se
desplace desde el detector 16 hasta el detector 20, es posible
10 calcular la pérdida de calor a partir de ambos lados de la
barra, basándose en la ecuación de Stefan-Boltzmann bien cono
cida. Esta ecuación indica:

$$\text{Calor radiado (ambos lados)} = 2eS(T_s^4 - T_a^4)$$

en la cual:

15 e = emisividad

S = Constante de Stefan-Boltzmann

$$(4,96 \times 10^{-8} \text{ Kcal/h/m}^2/\text{°K}^4);$$

T_s = temperatura de la palanquilla en °K; y,

T_a = temperatura ambiente en °K.

20 El término emisividad, e, es un término derivado em
píricamente de la experiencia y es función de un cierto número
de cosas que incluyen, principalmente, la superficie del metal
y la formación de costra de óxido en la superficie del metal,
Igualmente es conocido que la cantidad de calor contenida en
25 una unidad de superficie de la palanquilla se determina por la
siguiente fórmula:

$$\text{Calor} = pCHT$$

en la cual:

p = densidad

30 C = calor específico del material

1 H = espesor; γ
T = temperatura en °K.

Las dos ecuaciones mencionadas más arriba pueden com
binarse para obtener el coeficiente de radiación de la barra
5 (R_c) que es igual a: $R_c = 2\epsilon S/pCH$.

Este factor, al ser multiplicado por el período de
tiempo (t) y por la cantidad ($T_s^4 - T_a^4$) permite calcular la
reducción de temperatura de la barra durante el período de tiem
po. Debido a la naturaleza no lineal del término ($T_s^4 - T_a^4$) se
10 ha comprobado que pueden obtenerse, sumando los resultados de
cálculos repetidos durante períodos de tiempo pequeños, resul
tados más precisos que los que se obtienen mediante un solo
cálculo durante el tiempo total en el cual la barra permanece
en la mesa, es decir el tiempo que necesita la extremidad de
15 lantera de la barra para desplazarse desde el detector 16 has
ta el detector 20. Por tanto, en la práctica, se divide el
tiempo total en segmentos, por ejemplo segmentos de 10 segun
dos cada uno, y se calcula la reducción de temperatura de la
barra durante cada segmento de tiempo. Sustrayendo la reducción
20 de temperatura así determinada del último valor utilizado de
 T_s , se obtiene un nuevo valor de T_s para un cálculo siguiente.
La figura 3 ilustra un gráfico de temperatura de barra basado
en el tipo iterativo de cálculo que se acaba de describir. En
la figura 3, se representan 4 segmentos de tiempo $t_0 - t_4$. Su
25 poniendo que t_0 es el tiempo en que la barra sale del laminador
de desbastado, se efectúa un primer cálculo para el período de
tiempo $t_0 - t_1$ utilizando la temperatura de barra (T_{s0}) en el
tiempo t_0 para llegar a una nueva temperatura de barra (T_{s1})
en el tiempo t_1 . Utilizando esta temperatura de barra recién
30 temente determinada (T_{s1}), se efectúa el siguiente cálculo pa

1 ra el período de tiempo $t_1 - t_2$ para obtener la temperatura T_{s2} .
Este proceso continúa hasta que se haya agotado la totalidad
del tiempo durante el cual la barra permanece sobre la mesa de
retardo y se determina una temperatura final de la barra.

5 Un cálculo similar para determinar la caída de tempe-
ratura de la barra mientras se desplaza sobre la distancia Y
puede realizarse fácilmente ya que la distancia a partir del
detector 20 hasta los cilindros 22 es conocida, y suponiendo
que la barra conserve la misma velocidad, el tiempo necesario
10 para su transporte a la distancia Y se calcula fácilmente en el
ordenador 18, y se utiliza este tiempo para calcular una reduc-
ción de temperatura suplementaria de la barra que alcanza los
cilindros 22. Naturalmente, si se utilizan dispositivos de pul-
verización 24 con el objeto de eliminar la costra de óxido, co-
15 mo se acostumbra, será preciso efectuar en la caída de tempera-
tura total una compensación suplementaria para tener en cuenta
la caída de temperatura debida a esta acción de pulverización.
Sin embargo, estos cálculos que no tienen relación con el pre-
sente invento son bien conocidos en la técnica.

20 Se hará ahora referencia a la figura 2 que represen-
ta un sistema de tren de laminación del tipo al cual el presen-
te invento es particularmente aplicable. Ya que se representan
en la figura 2 elementos similares a los de la figura 1, se
utilizarán los mismos caracteres de referencia para designar
25 los. Como en la figura 1, se ilustran de nuevo dos cilindros
10 que representan el último puesto del laminador de desbasta-
do que sirve para reducir una barra 12 y para conducirla a una
mesa de retardo que se ilustra, parcialmente, por medio de los
rodillos 14. Igualmente, un pirómetro 16 está situado en la
30 proximidad de los cilindros 10 para servir como dispositivo de

1 detección de presencia y para la lectura de la temperatura de
la barra 12. Un segundo pirómetro o dispositivo detector 20 es
2 tá situado más hacia adelante en el sentido del desplazamiento
de la barra a una distancia (X) y, como en el caso anterior,
5 este detector sirve solamente como detector de presencia. Las
señales procedentes de los detectores 16 y 20 se aplican al or-
denador 18 que puede ser el mismo que el que se emplea en el
sistema de la figura 1, es decir un ordenador Honeywell 4400.
El ordenador incluye, como se ilustra en la figura 2, los com-
10 ponentes básicos de una sección de control, una memoria y un
dispositivo de cálculo.

A partir de este momento, la ilustración de la figura
2 difiere de la de la figura 1, ya que se incluye un bobinador
30 que puede ser del tipo ilustrado en las patentes mencionadas
15 más arriba números 3.803.891 y 3.805.570. Como se ilustra por
medio de la línea de puntos 34 en el bobinador 30, el tipo de
bobinador utilizado es un bobinador que efectúa el enrollamien-
to hacia abajo de tal manera que la barra se enrolle en la di-
rección horaria y esté soportado por una pluralidad de rodillos
20 accionados 32 que constituyen una especie de cuna. Como se ex-
plica en las patentes mencionadas más arriba, el bobinador ha-
cia abajo tiene la ventaja que la extremidad posterior de la
barra 12 que sale de los cilindros 10 del laminador de desbas-
tado, al ser invertida la dirección de rotación de los rodillos
25 en forma de cuna 32, será la primera en salir del bobinador 30.
Esto quiere decir que la extremidad posterior de la barra pro-
cedente del laminador de desbastado pasa a ser la extremidad
delantera que penetra en el laminador de acabado (cilindros 22).
Situado en el lado de salida del bobinador 30 se halla un detec-
30 tor suplementario 36 que detecta la presencia de la barra cuan-

1 do sale del bobinador 30 y además de ha previsto un detector
suplementario 38 situado en un punto adyacente a los cilindros
22 del laminador de acabado. La finalidad del detector 36 y del
detector 38, que producen cada uno una señal que se aplica al
5 ordenador 18, consiste en determinar el tiempo necesario para
que la barra se desplace sobre la distancia entre el bobinador
30 y los cilindros 22 del laminador de acabado (distancia Z en
la figura 2). Naturalmente, se observará que podrían utilizar
se otros medios para determinar este tiempo y para determinar
10 el momento en que la barra sale del bobinador. Por ejemplo, el
momento en que la barra sale del bobinador podría ser obtenido
a partir de una detección de la dirección de rotación de los
rodillos 32 en forma de cuna, y el tiempo necesario para el des
plazamiento de la barra a partir del bobinador hasta los cilin
15 dros de acabado 22 podría ser calculado en función de una dis
tancia conocida y de la velocidad existente.

El presente invento que se refiere a la determinación
de la temperatura de la barra que penetra entre los cilindros
de acabado 22 es como sigue. El cálculo de la caída de tempera
20 tura producida por el hecho de que la barra está situada sobre
la porción abierta, X, (aquella porción entre el laminador de
desbastado y el bobinador) de la tabla de retardo, es el mismo
que ha sido descrito con respecto a la figura 1, con dos excep
ciones principales, Se recordará que en la descripción anterior
25 la extremidad posterior de la barra procedente del laminador
de desbastado pasa a ser la extremidad delantera al entrar en
el laminador de acabado por los motivos indicados en las paten
tes de los Estados Unidos mencionadas más arriba n°s. 3.803.891
y 3.805.570. Por tanto, la temperatura que debe utilizarse pa
30 ra llevar a la práctica el presente invento no es la temperatu

1 ra de la extremidad delantera de la barra, como era el caso en
la figura 1, sino la temperatura de la extremidad posterior de
la barra a su salida de los cilindros 10 del laminador de des-
bastado. Por tanto, el tiempo de presencia de la barra sobre la
5 mesa se calcula también, en el caso de la figura 2, de una ma-
nera ligeramente diferente. En la figura 1, se utilizaba la pri-
mera presencia de la barra debajo de los detectores para calcu-
lar el tiempo, pero en este caso lo que se detecta en primer lu-
gar es la presencia de una barra debajo del detector y a conti-
10 nuación su ausencia. El detector 16 debe, igualmente, permitir
lecturas de temperatura pero, mientras que en la figura 1 el
número prescrito (por ejemplo 5) de primeras lecturas se alma-
cenaba y se promediaba para determinar la temperatura, en este
15 caso las lecturas de temperatura deseadas son aquellas que se
efectúan a partir de la extremidad posterior de la barra que
sale de los cilindros 10. Esto se consigue por el método bien
conocido que consiste en aplicar las lecturas procedentes del
pirómetro 16 a un registro de desplazamiento de extremidad abier-
ta adecuado, que forma parte de la memoria total del ordenador,
20 de tal manera que las lecturas que se aplican en primer lugar
a una extremidad del registro de desplazamiento sean desplaza-
das secuencialmente fuera de la otra extremidad y se pierdan.
Por tanto, tomando una serie de lecturas secuenciales mientras
la barra sale de entre los cilindros 10, el registro situado en
25 la memoria del ordenador contendrá en cualquier momento las
cinco últimas lecturas de la barra. Cuando la barra ha salido
completamente de los cilindros 10 del laminador de desbastado
y ha pasado por el pirómetro 16, las cantidades que quedan en
el registro de desplazamiento son las que corresponden a las
30 últimas lecturas efectuadas y éstas pueden ser promediadas y

1 utilizadas como temperatura en los cálculos.

Cuando la barra entra en el bobinador 30 se presenta una situación totalmente diferente. Debido a que la barra está actualmente en forma de bobina en lugar de presentarse en forma plana como en la porción abierta de la mesa, las pérdidas debidas a radiación son considerablemente inferiores. Esto se debe al hecho de que solamente un lado de la extremidad posterior de la barra está en contacto con el aire mientras que el otro lado es adyacente a una capa interna de la barra. Además, como se ve fácilmente, estando la barra enrollada la transferencia de calor se hará a partir de las capas internas hasta las capas externas, de tal manera que la velocidad de enfriamiento de la barra toma ahora un perfil totalmente diferente del que tenía cuando la barra estaba en el estado descubierto plano sobre la parte abierta de la mesa de retardo.

Utilizando fórmulas de emisión de calor bien conocidas, puede calcularse en función del tiempo la caída de temperatura de una capa externa de una bobina caliente, y estos resultados pueden ser transformados en un grupo de curvas o, en variante, en una ecuación o en un grupo de ecuaciones, que expresan la relación entre la emisividad de la barra en forma de bobina y la barra de forma plana. En los modos de realización preferidos del presente invento, se utilizan curvas y los resultados de estos cálculos para un material particular de diferentes espesores y para diferentes tiempos, se ilustran en la figura 4. En la figura 4, se ha representado en el eje vertical lo que se llama un "modificador" y en el eje horizontal, el tiempo. Se observará que el modificador no rebasa nunca 0,5, como podría preverse, ya que en forma de bobina solamente un lado de la barra está al descubierto. Las cinco curvas marcadas, res

1 pectivamente, H_1 a H_5 , representan cinco espesores diferentes
de material y se ve en estas curvas que la velocidad relativa
de pérdida de calor disminuye no solamente en función del tiempo,
5 sino también cuando el espesor disminuye, siendo H_5 un material
más grueso que H_4 . El modificador utilizado se elige a
partir de la representación gráfica de acuerdo con el espesor
del material y el tiempo total durante el cual la bobina permanece
en el bobinador. (Por muchos motivos, la bobina puede permanecer
10 durante un tiempo considerable en el bobinador. Exactamente,
como era el caso anterior, pueden producirse también demoras en el desplazamiento de la barra a partir de la mesa
de retardo hasta el laminador de acabado).

En estas condiciones, la fórmula de Stefan-Boltzmann
con respecto a la figura 1 se modificará utilizando el modificador
15 como multiplicador de tal manera que esta ecuación toma
ahora la forma general siguiente:

$$\text{Calor radiado (ambos lados)} = M \cdot 2eS(T_s^4 - T_a^4)$$

en la cual, M es el modificador.

Ya que no es práctico almacenar curvas, bajo esta
20 forma, en una memoria de ordenador, las curvas se conservan en
la porción de memoria del ordenador 18 bajo la forma de tablas.
La figura 5 da un ejemplo de una tabla de este tipo, y se observará
que una tabla particular será válida solamente para un material
determinado. Evidentemente, cuanto más importante sea
25 el número de espesores y períodos de tiempo almacenados, tanto
más precisa será la tabla. Sin embargo, se ha comprobado que
es perfectamente admisible almacenar un número razonable de
valores tales como los que se ilustran en la figura 5 y efectuar
una interpolación tanto del tiempo como del espesor, de acuerdo
30 con procedimientos bien conocidos, para obtener la cifra adecuada

1 da para el modificador. Por ejemplo, suponiendo que el tiempo
transcurrido es de 75 segundos y que el espesor real del mate
rial está a mitad de camino entre H_1 y H_2 (es decir 10 mm), el
modificador obtenido por doble interpolación será igual a 0,31.

5 Una variante del método descrito anteriormente utili
za una ecuación para obtener el modificador. Esta ecuación pue
de expresarse bajo la siguiente forma:

$$\text{Modificador} = 0,5 - \frac{A \cdot t}{10^3} - \frac{B \cdot t^2}{10^6} - \frac{C \cdot t^3}{10^9} \dots$$

10 en la cual:

$$A = A_1 H + A_2$$

$$B = B_1 H + B_2$$

$$C = C_1 H + C_2$$

siendo,

15 $A_1, A_2; B_1, B_2; C_1, C_2$ constantes relacionadas con
la conductividad del metal para adaptar la ecuación
a la curva dándole la forma lineal general $y = ax + b$.

t = tiempo en segundos

H = espesor del metal en mm.

20 Volviendo a la figura 2, cuando la barra sale del bo
binador, ya que la extremidad posterior original sale en primer
lugar como se ha indicado anteriormente, el detector 36 detecta
rá su presencia y proporcionará al ordenador una señal que se
almacena conjuntamente con una señal subsiguiente procedente
25 del detector 38 que detecta más tarde la presencia de la barra.
Estas dos señales suministradas al ordenador se utilizarán para
calcular el tiempo de desplazamiento de la barra desde el bob
nador hasta los cilindros 22 del laminador de acabado. El cálcu
lo de la pérdida de calor durante este período de tiempo abier
30 to se efectuará de la misma manera que el cálculo relacionado

1 con la distancia "X" en la mesa, utilizando como temperatura
de la barra (T_s) la última temperatura de la barra en forma de
bobina. Por tanto, en los cálculos de temperatura del presente
invento, la fórmula generalizada de caída de temperatura (TD)
5 es la siguiente:

$$TD = (2eS/pCH) \cdot M \cdot t \cdot (T_s^4 - T_a^4).$$

En estas condiciones, la fórmula permanece la misma para todos
los cálculos de acuerdo con el presente invento, y el valor del
modificador, M, cambiará en función de la forma de la barra,
10 (por ejemplo plana o bobinada) y en función del tiempo en que
permanece en estado bobinado. Cuando la barra está sobre las
partes abiertas de la mesa, tales como las distancias X ó Z,
se ajusta el modificador M en 1, y cuando se efectúan los cál-
culos para la barra en el bobinador, el valor del modificador
15 se determinará de acuerdo con el tiempo y el espesor, como se ha
descrito con respecto a las figuras 4 y 5.

Las figuras 6 y 7 representan organigramas simplifi-
cados que describen el funcionamiento del presente invento pa-
ra calcular la temperatura de entrada del fleje en el laminador
de acabado. En estas figuras, se ha supuesto que los parámetros
20 básicos, que incluye la tabla de modificadores descrita más arri-
ba, tales como la emisividad (e), la constante de Stefan-
Boltzmann (S), la densidad (p) y el calor específico (C) del
acero han sido almacenados previamente en la memoria del orde-
nador, lo mismo que el espesor (H) que ha sido obtenido por al-
gún medio adecuado tal como un calibre de rayos X, o mediante
25 determinación a partir de la separación entre cilindros y la
fuerza del laminador de desbastado, tal y como se ha descrito
más arriba. La figura 6 es la rutina básica para determinar la
30 temperatura general, y la figura 7 es una subrutina que se in

1 introduce en varias veces en la realización de la rutina total de la figura 6.

Como es bien conocido en la técnica, el grupo de instrucciones para la realización del programa descrito en las 5 figuras 6 y 7, estará normalmente incluido en la memoria del ordenador 18, y la ejecución del programa estará guiada por la porción de control del ordenador:

Haciendo ahora referencia a la figura 6, se observará 10 rá que cuando empieza la rutina, el primer cálculo realizado (bloque 50) es el cálculo del tiempo necesario para que la extremidad posterior del fleje se desplace desde el laminador de desbastado hasta el bobinador. Esto, como se ha explicado más arriba, se consigue utilizando detectores 16 y 20 para detectar en primer lugar la presencia y a continuación la ausencia de 15 material debajo de los detectores. Ya que la barra se presenta ahora en forma plana, el modificador del coeficiente de radiación, M , se ajusta para que sea igual a 1 (bloque 51). Conociendo ahora el tiempo total y utilizando un valor de temperatura derivado de las lecturas facilitadas por el detector 16, se 20 llega al bloque 52 en el cual se calcula la caída de temperatura de la barra cuando pasa desde el laminador de desbastado al bobinador, y este valor se sustrae de la temperatura original detectada, para obtener una nueva temperatura de barra (T_s).

(La subrutina que permite realizar esta determinación se representa 25 en la figura 7 que se describirá más adelante). Como se representa en el bloque 54, esta temperatura se almacena a continuación para constituir el nuevo T_s . La siguiente etapa, como se representa en el bloque 56, consiste en calcular el tiempo 30 durante el cual la bobina permanece en el bobinador. Este tiempo se conserva mientras que en el bloque 58, se determina

1 el modificador de coeficiente de radiación, M , de la barra en
forma enrollada. (El modificador, M , ha sido descrito con rela
ción a las figuras 4 y 5 y es una función del espesor y del
tiempo de permanencia en el bobinador). Conociendo el tiempo
5 de permanencia en el bobinador, así como el modificador, se ini
cia de nuevo la subrutina de la figura 7 (bloque 60) y se calcu
la la temperatura de la barra a su salida del bobinador. Esta
temperatura que constituye el nuevo T_s se almacena (bloque 62)
y se efectúa el cálculo del tiempo necesario para que la extre
10 midad posterior, ahora, extremidad delantera, pase desde el bobi
nador hasta el laminador de acabado 22 (bloque 64). Ya que la
barra tiene de nuevo una forma plana, el modificador, M , se
ajusta en 1 (bloque 65) y se inicia por tercera vez la subruti
na de la figura 7 en el bloque 66 para calcular la reducción
15 de temperatura de la barra durante su desplazamiento a la dis
tancia Z (figura 2). A continuación se sustrae esta reducción
de la temperatura de la barra a su salida del bobinador para
obtener la temperatura de la barra a su entrada en el laminador
de acabado. El bloque 68 es un bloque de decisión donde se deci
20 dirá si la temperatura de entrada es inferior al valor mínimo
prescrito. Este bloque, en realidad, no forma parte del presen
te invento y se ha incluido aquí solamente para completar la
descripción, ya que el material debe tener por lo menos una
temperatura mínima para ser laminado en el laminador de acaba
25 do. Si la temperatura de la barra que penetra en el laminador
es inferior a esta temperatura, entonces el funcionamiento del
sistema debe ser modificado, es decir que la barra debe ser
empujada fuera de la mesa de retardo o que otra acción correc
tiva debe ser aplicada. Sin embargo, si la temperatura no es
30 inferior a este valor mínimo, la temperatura determinada en el

1 bloque 66 es la que se suministra a la memoria del computador
como valor que deberá ser utilizado para el reglaje del lamina
dor de acuerdo con los procedimientos conocidos, por ejemplo
los que se describen en la nueva publicación de patente mencio
5 nada más arriba número Re. 26.996 a nombre de Beadle y Socios.

A partir de la descripción de la figura 6 puede verse
que se han efectuado tres cálculos de reducción de temperatura
y que los resultados de estos cálculos han sido sustraídos su
cesivamente de la temperatura determinada a la salida de la
10 barra del laminador de desbastado con el fin de determinar la
temperatura de entrada en el laminador de acabado. (El efecto
de la reducción de temperatura debida a los dispositivos de pul
verización no ha sido incluido en esta descripción, ya que no
forma parte del presente invento. Se observará, sin embargo,
15 que si se utilizan dispositivos de pulverización para la elimi
nación de la costra de óxido antes de la entrada de la barra
en el laminador de acabado, será preciso incluir en el sistema
general el efecto de estos dispositivos de pulverización).

En la figura 7 se ve que se utiliza la misma subrutina
20 en cada uno de los cálculos de reducción de temperatura, es
decir los bloques 52, 60 y 66 de la figura 6. Como se ve en la
figura 7, la primera operación realizada (bloque 72) consiste
en calcular la temperatura absoluta. Esto se efectúa de manera
bien conocida añadiendo 273° a la lectura del pirómetro que es
25 tá normalmente en grados Celsius para obtener la temperatura
en valor absoluto, es decir en $^{\circ}\text{K}$. Después de este cálculo, la
subrutina, por medio del dispositivo de cálculo o unidad arit
mética del ordenador 18, utilizando los datos almacenados con
relación a dicha barra en la memoria del ordenador 18, calcula
30 un coeficiente de radiación (R_c) aplicable a la barra. Como se

1 indica en el bloque 74:

$$R_c = (2eS/pCH) \cdot M.$$

Como se ha explicado anteriormente, si se utiliza esta subrutina cuando la barra está en la parte abierta de la mesa, es decir las distancias X o Z de la figura 2, el valor de M es igual a 1 (bloques 55 y 65 de la figura 6). Por otra parte, si esta subrutina se utiliza durante el momento en que la barra está en el bobinador, el modificador M será el que se determine en el bloque 58 de la figura 6.

10 Después del bloque 74 y después de pasar por la unión 78, se llega a un bloque de decisión 80, el primer bloque del bucle iterativo. En el bloque 80, se determina si el tiempo de radiación es superior al incremento de tiempo deseado, tal y como se describe con relación a la figura 3. (Se recordará, basándose en la discusión de la figura 3, que debido a la naturaleza no lineal del término $T_s^4 - T_a^4$, se obtiene una mayor precisión utilizando pequeños incrementos de tiempo). Si el tiempo de radiación es superior al incremento deseado (10 segundos en el presente ejemplo), entonces se sigue el trayecto SI (YES) hasta el bloque 84 donde se calcula el producto $R_c \cdot t$ utilizando el máximo incremento de radiación permitido. En caso contrario, se sigue el trayecto NO, y se calcula el término $R_c \cdot t$ utilizando el tiempo de radiación real restante.

25 A partir del bloque 82 o del bloque 84, se llega al bloque 86 en el cual se calcula el grado de radiación R_R . Esto consiste en tomar la diferencia entre las cuartas potencias de la temperatura del fleje y de la temperatura ambiente. Debe entenderse que la primera vez que se llega a este bloque, T_s es igual a la temperatura en °K detectada por el pirómetro 16, mientras que durante las siguientes llegadas a este bloque, el

30

1 valor de T_s es el último valor de T_s calculado durante esta sub
rutina. En el bloque 88, se calcula la temperatura durante este
4 incremento de tiempo multiplicando el resultado de cualquier
bloque 82 o 84 por los resultados del bloque 86 para obtener la
5 reducción de temperatura total TD la cual se sustrae a continua
ción del valor T_s que se utiliza en este momento en el bloque
90 para dar una nueva temperatura absoluta del fleje. En el
bloque 92, el tiempo restante se determina y los resultados de
esta determinación controlan el circuito que ha de ser tomado
10 a partir del bloque de decisión 94. Si el tiempo restante es
superior a 0, entonces se toma el circuito NO a partir del blo
que 94 hasta la unión 78 y se calcula otra reducción de tempe
ratura incremental y se calcula una nueva temperatura del fle
je. Si no hay tiempo restante, entonces se toma el trayecto SI
15 (YES) a partir del bloque de decisión 94 y, como se representa
en el bloque 96, se utiliza la última temperatura de fleje cal
culada bien como nuevo valor de T_s para los cálculos siguientes
en la rutina de la figura 6, o bien como temperatura de entrada
de la barra en el laminador de acabado.

20 Por tanto, puede verse que gracias al presente inven
to, se proporciona una rutina básica de cálculo de temperatura
la cual, mediante el desarrollo de un modificador adecuado uti
liza repetidamente una subrutina relativamente sencilla para
diferentes fases de la mesa de retardo, con el fin de determi
25 nar con precisión la temperatura de la barra que llega a la se
gunda fase de una operación de laminación, basándose en la tem
peratura de la barra a su salida de una primera fase de lamina
ción.

Aunque se ha ilustrado y descrito lo que se conside
30 ra actualmente como siendo el modo de realización preferido

1 del presente invento, los peritos en la materia podrán idear
fácilmente modificaciones a este modo de realización. Por ejem-
plo, en la descripción y en la ilustración, tanto de la técni-
ca anterior como del presente invento, la temperatura de la
5 barra a su salida del laminador de desbastado ha sido determina-
da mediante la detección que se efectúa utilizando pirómetros.
Se entiende que podrían utilizarse con la misma facilidad otros
medios o métodos para determinar esta temperatura. Un ejemplo
de una variante se describe y reivindica en la patente de los
10 Estados Unidos n° 3.628.358, por "Método para Comprobar Estima-
ciones o Mediciones de Temperatura de Piezas Utilizando el Com-
portamiento de Deformación de las Piezas" a nombre de Donald J.
Fapiano y Socios, (publicada el 21 de Diciembre de 1971 y cedi-
da al concesionario del presente invento). Esta patente indica
15 cómo la temperatura prevista de una barra que sale de un lami-
nador de desbastando puede obtenerse con más precisión mediante
la utilización de la medición de las fuerzas que se producen
durante la laminación en el laminador de desbastado.

En resumen, la presente patente de invención que se
20 solicita deberá recaer en las siguientes

REIVINDICACIONES

1.- Método y su correspondiente aparato para de-
terminar la temperatura de una barra metálica que pene-
tra en la segunda fase de un tren de laminación continuo
25 en caliente que incluye una primera fase y una mesa de
retardo para conducir la barra desde la primera fase has-
ta la segunda fase, incluyendo dicha mesa de retardo una
porción abierta y un bobinador en el cual se sitúa dicha
barra durante un período de tiempo determinado mientras
30 la barra pasa desde la primera fase hasta la segunda fase,

estando dicho método caracterizado porque incluye las operaciones que consisten en:

determinar la temperatura de la barra a su salida de la primera fase de dicho tren de laminación;

5 determinar el tiempo durante el cual la barra está presente sobre la parte abierta de la mesa de retardo;

 calcular la reducción de temperatura de la barra cuando está en la parte abierta de la mesa de retardo;

10 determinar el tiempo durante el cual la barra está presente en la porción de bobinador de la mesa de retardo;

 calcular la reducción de temperatura de la barra cuando está en el bobinador; y

 sustraer de la temperatura de la barra determinada a su salida de la primera fase del tren de laminación, las reducciones de temperatura que se producen mientras la barra está en la porción abierta y en la porción de bobinador de la mesa de retardo para obtener una temperatura de barra destinada a ser utilizada para determinar la temperatura de la barra a su entrada en la segunda fase de dicho tren de laminación.

15

20

2.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque las operaciones de cálculo y de sustracción se realizan en un ordenador electrónico.

3.- Método según la reivindicación 1, caracterizado además porque incluye la operación que consiste en almacenar en una memoria de dicho ordenador, una tabla de modificadores que define la relación de pérdida de calor entre la barra situada entre la porción abierta de la mesa de retardo y la barra situada en el bobinador.

25

30 4.- Método según la reivindicación 3, caracterizado

porque dicha tabla de modificadores está definida en tiempo y espesor de barra.

5 / 5.- Método según la reivindicación 1, caracterizado además porque incluye el almacenamiento, en la memoria del ordenador, de parámetros relacionados con las propiedades físicas de la barra que se lamina;

la determinación de la temperatura de la extremidad posterior de la barra a su salida del laminador de desbastado;

10 / el cálculo de la reducción de temperatura de la barra cuando está situada en la porción abierta de la mesa de retardo en función de dichos parámetros almacenados, la temperatura de la barra y el tiempo durante el cual la barra permanece en la porción abierta;

15 / la determinación del tiempo durante el cual la barra está presente en el bobinador;

el cálculo de la reducción de la temperatura de la barra cuando está en el bobinador en función de dichos parámetros almacenados, de la temperatura de la barra y del tiempo durante el cual la barra está en el bobinador; y

20 / la sustracción a partir de la temperatura determinada de la extremidad posterior de la barra de las reducciones de la temperatura de la barra mientras está en dicha porción abierta y en dicho bobinador para establecer así una temperatura final de la barra en la cual pueden realizarse reglajes en razón de otras funciones del laminador para determinar la temperatura de entrada de la barra en el laminador de acabado.

25 / 30 / 6.- Método según la reivindicación 1, caracterizado además porque incluye el almacenamiento, en la memoria de un or-

denador, de los parámetros relacionados con las propiedades físicas de la barra que se somete a laminación, de una rutina de programa para calcular la reducción de temperatura y de una tabla de modificadores que define el grado relativo de pérdida de calor experimentada por la barra entre la porción abierta de la mesa de retardo y el bobinador;

el cálculo mediante ejecuciones repetidas de dicha rutina de programa, de las reducciones de temperatura de dicha barra mientras está en dicha porción abierta y en dicho bobinador en función de dichos parámetros almacenados, de la temperatura de la barra a su salida del laminador de desbastado, del tiempo gastado en la porción abierta y en dicho bobinador, y de los modificadores elegidos en dicha tabla almacenada; y

la combinación de los resultados de dichos cálculos repetidos para determinar el valor total de la reducción de temperatura de la barra mientras está presente sobre la mesa de retardo.

7.- Aparato para llevar a cabo el método de la reivindicación 1, asociado con un sistema continuo de laminación del fleje en caliente, que incluye un primer laminador, y una mesa de retardo intermedia que tiene una porción abierta y una porción de bobinador, caracterizado dicho aparato porque incluye un dispositivo para determinar la temperatura de una barra que se está laminando, que incluye:

un dispositivo para determinar la temperatura de la barra a su salida del laminador de desbastado;

un dispositivo para determinar el tiempo durante el cual la barra permanece en la parte abierta de la mesa de

retardo;

un dispositivo para determinar el tiempo durante el cual la barra permanece en dicha porción de bobinador; y

5 un dispositivo ordenador que incluye unos medios de cálculo para calcular la temperatura de la barra a su entrada en el laminador de acabado en función de los tiempos determinados y de la temperatura de la barra a su salida del laminador de desbastado.

10 8.- Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho dispositivo ordenador incluye además una memoria para conservar los valores que representan parámetros físicos de la barra y para conservar además una tabla de modificadores que define la relación de pérdida térmica que existe entre la barra situada en la porción
15 abierta de la mesa de retardo y la barra situada en la porción de bobinador.

9.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque dicha tabla de modificadores está definida en
20 valores de tiempo y espesor de barra.

10.- Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque los medios para determinar los tiempos durante los cuales la barra está presente en la parte abierta y en la parte de bobinador de la mesa de retardo, incluyen
25 pirómetros que suministran señales a dicho dispositivo de cálculo.

11.- Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho primer laminador es un laminador de desbastado y dicho segundo laminador es un laminador de acabado.

30 12.- Se reivindica por último como objeto sobre el

que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
" METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA DETERMINAR LA
TEMPERATURA DE UNA BARRA METALICA ".

5 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la
prepsente Memoria Descriptiva que consta de treinta pági-
nas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 8 de Marzo de 1978

BERNARDO UNGRIA

P.P.



FIG. 1

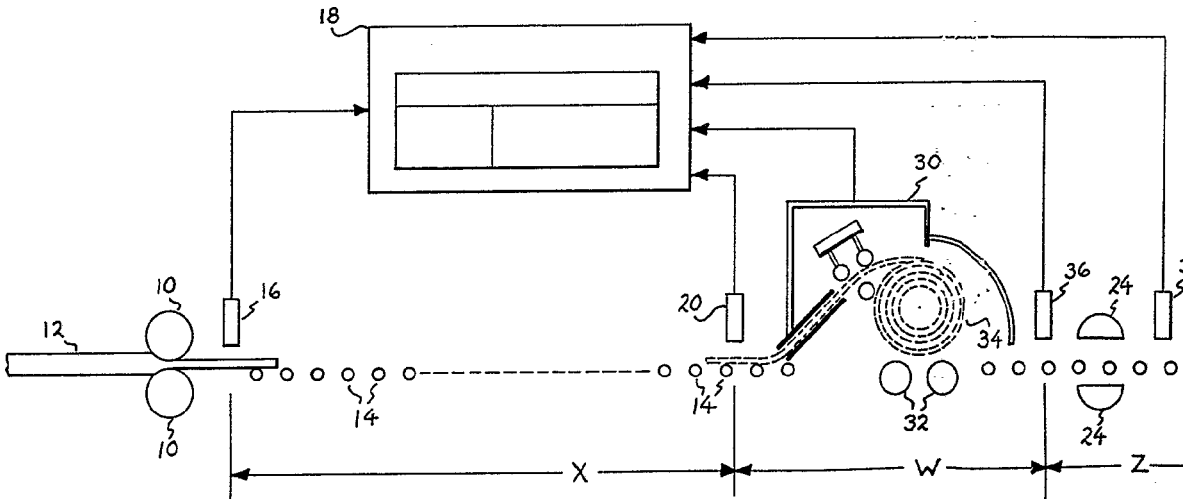
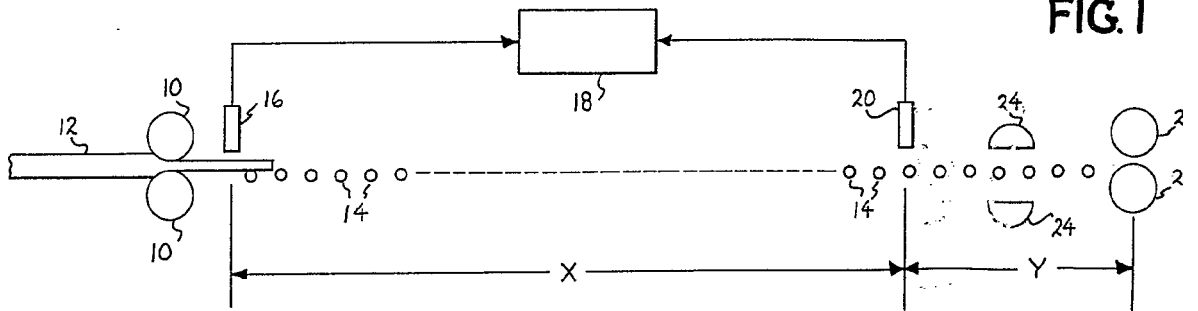


FIG. 2

	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄
	0mm	20mm	25mm	35mm
0	.50	.50	.50	.50
50	.31	.37	.39	.44
100	.26	.30	.34	.39
200	.21	.23	.27	.33
1000	.11	.16	.20	.26

FIG. 1

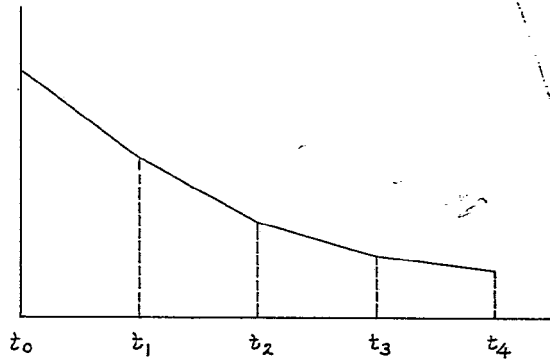
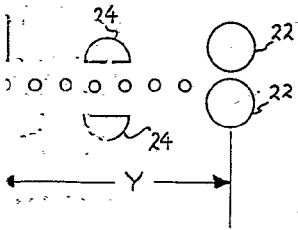


FIG. 3

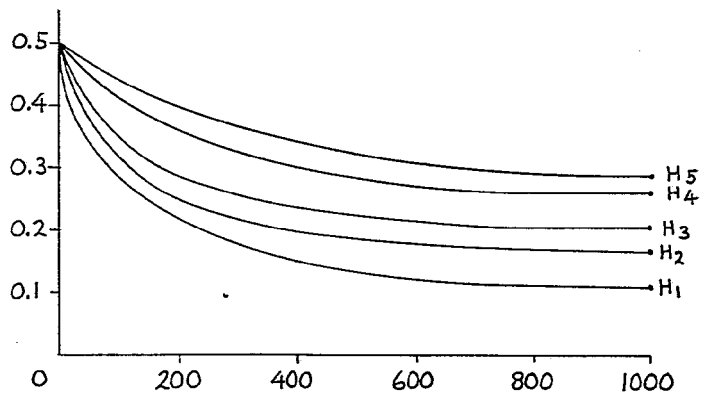
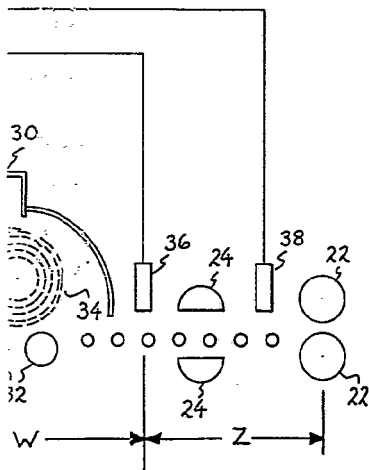


FIG. 4

	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
	0mm	20mm	25mm	35mm	100mm
0	.50	.50	.50	.50	.50
0	.31	.37	.39	.44	.46
0	.26	.30	.34	.39	.43
0	.21	.23	.27	.33	.36
0	.11	.16	.20	.26	.29

FIG. 5

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 8 de Marzo de 1.978
 BERNARDO UNGRIA
 D.P.I.

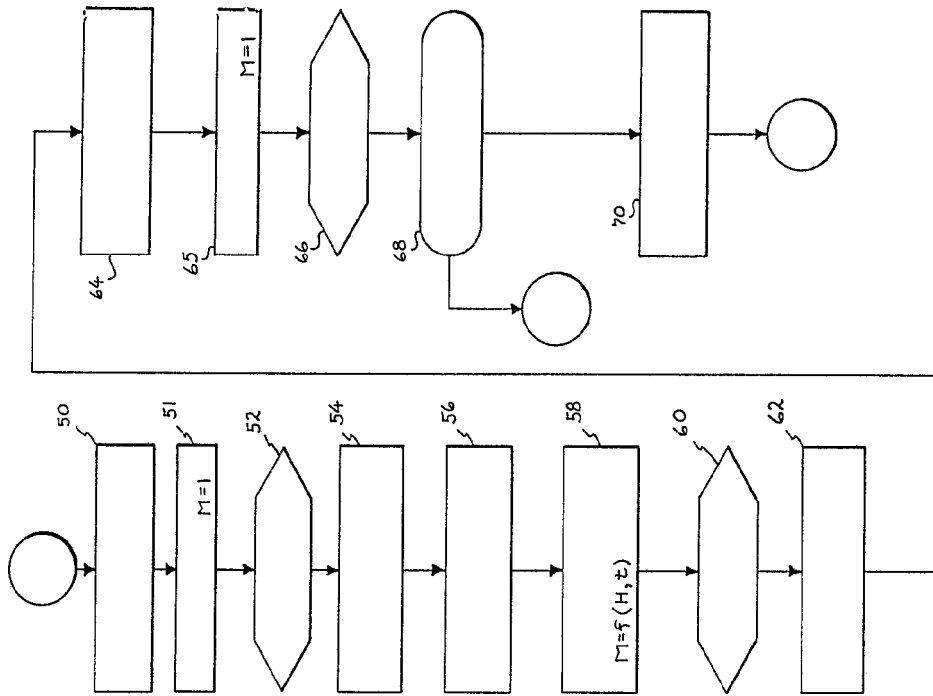


FIG. 6

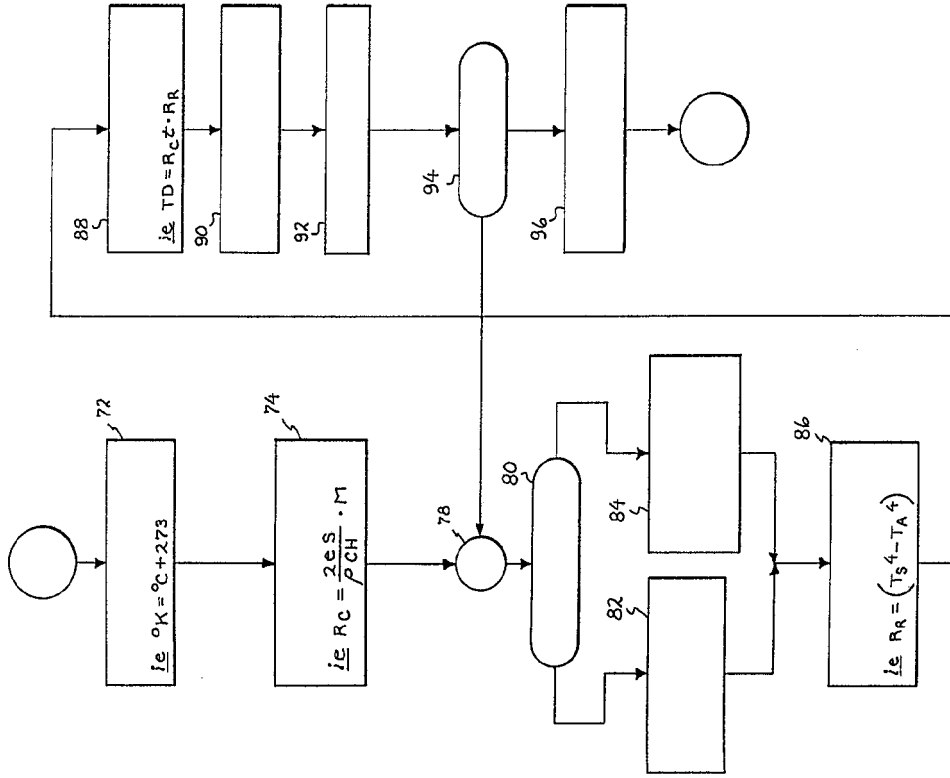


FIG. 7

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 8 de Marzo de 1.978
 BERNARDO ENGRÍA

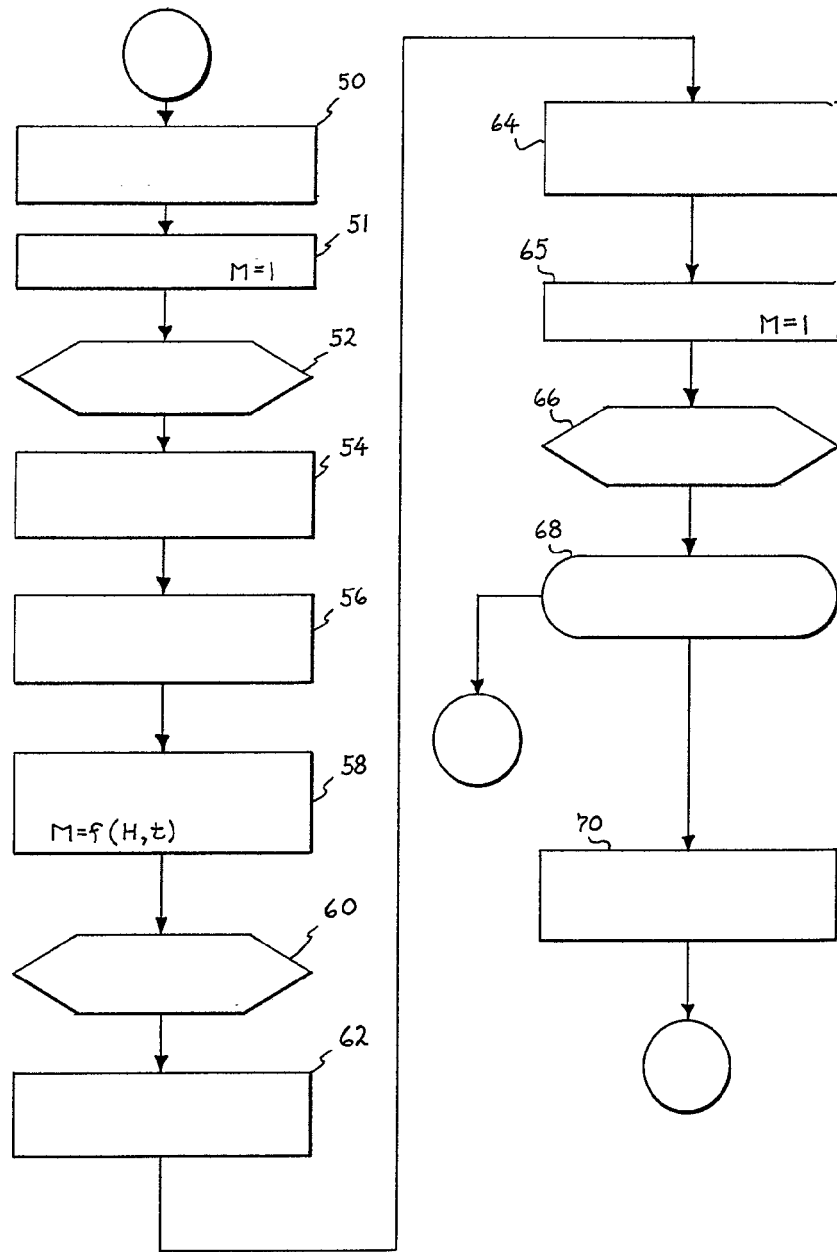


FIG. 6

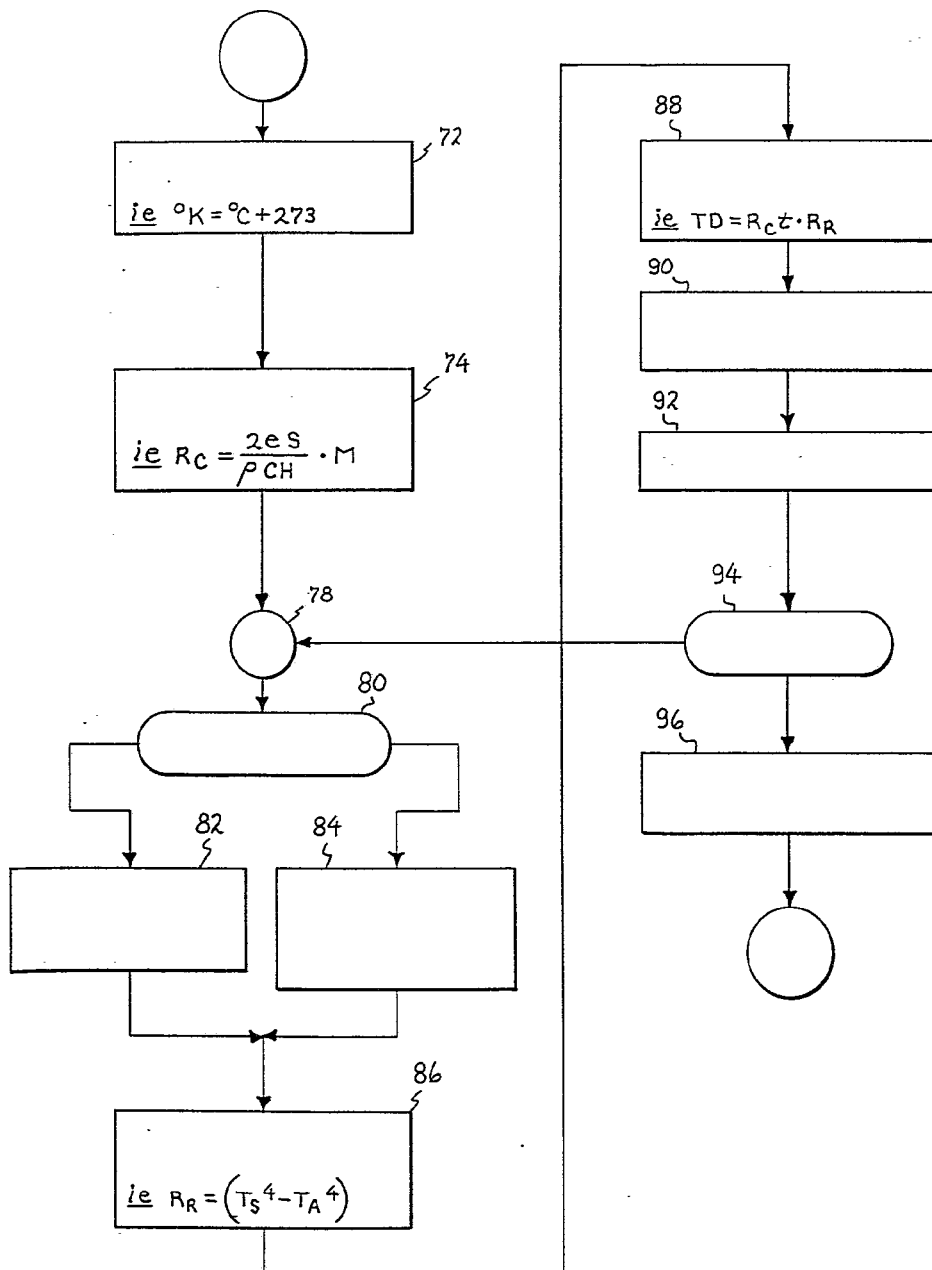


FIG. 7

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 8 de Marzo de 1.978
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.