

382976

29 S



B21
b

P.- 45.573
W.E. Case Nº 40566

Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 3 Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania
Estados Unidos de América

por: "UN SISTEMA DE CONTROL DEL GRUESO DE UNA PIEZA DE
TRABAJO"

(Clase Internacional B21b)



2285

El presente invento se refiere al control -
mejorado de un laminador y, más en particular, a la pro-
visión de un ajuste programado de bastidor de laminador
basado en una ecuación modelo de información empírica.

5 En el funcionamiento, en particular, de - -
- un laminador para metales que tenga al menos un basti-
dor, la abertura de los rodillos descargados y la velo-
cidad, para cada bastidor de laminador, así como otras -
variables, son previamente ajustadas mediante un ordena-
10 dor de control de proceso operativo con ecuaciones mode-
lo predeterminadas para proporcionar una reducción dese-
da de la pieza de trabajo, dando por resultado la entre-
ga de un producto trabajado a grueso o calibre desde ca-
da bastidor. Puede suponerse que la abertura entre los
15 rodillos cargados de un bastidor es igual al calibre de
entrega desde el bastidor, ya que la pieza de trabajo --
no experimenta sustancialmente recuperación elástica. -
Las hipótesis para el ajuste previsto pueden contener --
error, y ciertos otros parámetros operantes en el lami-
20 nador pueden afectar al funcionamiento de los rodillos -
cargados del bastidor después de haber sido estableci- -
das las condiciones de ajuste, de tal modo que se emplea
un sistema de control de calibre del bastidor para con-
trolar estrechamente el calibre del producto trabajado -
25 que entrega el bastidor. Recientes experiencias con - -
trenes de laminación para metales, tal como un tren de -
laminación continuo para chapa en caliente, han demos- -
trado que para este fin resulta particularmente eficaz -
un sistema de control del calibre por la fuerza de lami-
30 nación. En tal sistema de control del calibre por la --

382976



Y fuerza de laminación se hace uso de la Ley de Hooke pa--
ra controlar la posición del mecanismo de apriete o apro-
ximación en un bastidor de laminación dado, siendo la --
abertura de los rodillos cargados sustancialmente la al-
5 tura H de la pieza de trabajo que se entrega y, en con--
diciones normales de laminación, igual a la abertura --
de los rodillos descargados o posición del mecanismo de
apriete SD más el desplazamiento determinado y el esti-
ramiento elástico del laminador, el cual se obtiene di-
10 vidiendo la fuerza F de separación de rodillos del bas-
tidor, medida, por la constante M de elasticidad del la-
minador predeterminada. Para incorporar este principio
de laminación en un sistema de control del calibre por -
fuerza de laminación, una célula de carga u otro detec-
15 tor de fuerza de laminación del bastidor mide la fuerza
F de separación entre los rodillos. La posición del me-
canismo de apriete se controla entonces para reducir al
mínimo los cambios en la fuerza de laminación a partir -
de un valor de referencia o fijo, para mantener con --
20 ello la abertura entre los rodillos cargados en un valor
sustancialmente constante y deseado. Una vez que la --
abertura entre los rodillos descargados para cada basti-
dor y, el ajuste de velocidad del bastidor, se han deter-
minado mediante el ordenador de control del proceso pa--
25 ra el paso de la pieza de trabajo por un bastidor parti-
cular, empieza la operación de laminación. Los respec-
tivos mecanismos de apriete son entonces continuamente -
controlados para regular el calibre de entrega de pieza
de trabajo desde cada bastidor del laminador.

30 Puede verse un estudio más detallado de la
teoría que respalda la operación de control del calibre

382976



22

de la pieza de trabajo, por fuerza de laminación en la -
Patente para los EE.UU. Número 2.726.541 de R.B. Sims. -
Además, se hace referencia, como antecedente, a la in- -
formación contenida en el artículo titulado "Automatic -
5 Gauge Control For Modern Hot Strip Mills" ("Control de -
Calibre Automático para Trenes de Laminación Modernos --
para Chapa en Caliente") de J.W. Wallace aparecido en --
el número de diciembre de 1967 de la publicación "Iron -
and Steel Engineer", páginas 75 a 86.

10 Comercialmente es deseable proporcionar va-
lores de ajuste previo de los bastidores del laminador, -
los cuales, además de proporcionar un mejor calibre de -
laminación de, en particular, el extremo delantero o - -
de cabeza de la chapa de trabajo, establecen también - -
15 condiciones de funcionamiento del laminador que son com-
patibles con la subsiguiente tarea realativa al resto --
de la chapa de trabajo a realizar por el operario encar-
gado, y un sistema más usual de control automático del -
calibre por fuerza de laminación una vez que todos los -
20 bastidores del laminador están llenos.

Anteriormente los parámetros de ajuste - -
operativo del laminador eran establecidos por un opera--
rio encargado. Al haber aumentado las variables que se
25 miden en el laminador, tanto en número como en compleji-
dad, se ha aplicado un ordenador de control de proceso -
para que desempeñe el papel dominante en la determina- -
ción del ajuste de los bastidores del laminador, sirvien-
do el operario encargado como apoyo o reserva de ese or-
denador. El ordenador de control de proceso opera para
30

382976



establecer ciertos ajustes del laminador de acuerdo con una ecuación matemática predeterminada que sirve de modelo. A medida que cada chapa o rollo de trabajo es laminado, se recoge información de los diversos perceptores de funcionamiento del laminador, para mejorar el ajuste con relación a la laminación de la siguiente pieza de trabajo. Tal sistema ha resultado satisfactorio por cuanto los valores de ajuste previo originales, basados en las ecuaciones modelo, pueden ser adaptados para un mejor ajuste del laminador, por manipulación de los datos fuera de la línea, determinados a partir de la laminación de las piezas de trabajo.

En los trenes de laminación que funcionan bajo el control de un ordenador digital de control de proceso, en un esfuerzo para obtener productos de chapa entregados sustancialmente a grueso o calibre desde cada bastidor durante la laminación de piezas de trabajo individuales, se ha dispuesto un sistema de control de la fuerza de alimentación hacia adelante con el que, siempre que la calidad de la pieza de trabajo sea la misma, se utiliza la fuerza de laminación real para cada uno de los respectivos bastidores, para la laminación de al menos una pieza de trabajo anterior, para determinar si el nivel de fuerza de laminación general establecido por las ecuaciones modelo deberá ser más alto o más bajo, en comparación con al menos esa chapa de trabajo previa de calidad similar de aleación.

En general, un ordenador de control de proceso incluye una memoria que contiene un programa de instrucciones lógicas sucesivas escalonadas, para con-



5 trolar el funcionamiento del laminador, y recibe además información de entrada referente a las características - conocidas de cada chapa de trabajo que es laminada, y -- luego vigila los respectivos resultados del funcionamien-
 to del bastidor para la laminación de cada pieza de tra-
 bajo, a fin de mejorar la información almacenada en su -
 memoria. Lo que sigue ilustra la información que inter-
 viene en el funcionamiento de tal sistema de control: -
 la temperatura y el calibre de entrega deseado desde --
 10 el último bastidor son alimentados al ordenador como da-
 tos de entrada conocidos, la temperatura de entrada al -
 primer bastidor de acabado se estima o se determina me--
 diante un pirómetro de entrada; el calibre de entrada -
 a cada uno de los bastidores de acabado es conocido, ya
 15 que el mismo es el calibre de entrega desde el bastidor
 de acabado inmediatamente anterior; la anchura de en- -
 trada a los bastidores de acabado es suministrada como -
 información de entrada, o bien puede medirse con un cali-
 bre de anchuras adecuado.

20 Después que el extremo delantero o de cabe-
 za de una pieza de trabajo dada ha pasado por cada uno -
 de los bastidores de acabado, tales variables que afec--
 tan al calibre, relativas al resto de la pieza de traba-
 jo, como los cambios en la temperatura de la pieza de --
 25 trabajo, las variaciones de dureza originadas por puntos
 duros, el desgaste de los rodillos, y similares, son - -
 controlados por el sistema usual de control del calibre
 por fuerza de laminación operante con células de carga -
 individuales perceptoras de la fuerza de laminación del
 30 bastidor, como es bien sabido por los expertos en esta -



22 AGO

técnica particular. Estas células de carga miden y proporcionan las señales de fuerza de laminación real del bastidor a los reguladores de apriete o de abertura entre los rodillos, los cuales son operantes con una fuerza de laminación de referencia para determinar los ajustes hechos en las respectivas aberturas de los rodillos del bastidor, en la medida requerida para entregar un calibre deseado de pieza de trabajo desde cada bastidor del laminador.

En general, un ordenador de control de proceso, digital programado, puede incluir un dispositivo de ajuste o control de proceso integrado central, con equipo de entrada y de salida asociado, tal como se ha descrito en general en un artículo titulado "Understanding Digital Computer Process Control" ("Explicación del control de Proceso por Ordenador Digital") de B. H. Murphy, aparecido en el número de enero de 1965 de la publicación "Automation Magazine" páginas 71 a 76.

Puede verse una descripción de antecedentes de la aplicación del ordenador de control de proceso para una aplicación dinámica, tal como el control de un tren de laminación continuo para chapa en caliente, en un artículo titulado "Programming For Process Control" ("Programación de Control de Proceso") de Paul E. Lego, aparecido en el número de enero de 1965 de la publicación "Westinghouse Engineer", páginas 13 a 19, y en otro artículo titulado "Computer Program Organization For An Automatically Controlled Rolling Mill" ("Organización de Programa de Ordenador para un Laminador Controlado Automáticamente") de John S. Deliyannides y Arthur H.



Green, aparecido en el Anuario de 1966 de "Iron and Steel Engineer", páginas 328 a 334. Un artículo adicional de interés descriptivo aquí, es el titulado "On-Line Computer Controls Giant Rolling Mill" ("Control de un Laminador Gigante mediante un Ordenador En La Línea") de Alonzo F. Kenyon, aparecido en el número de noviembre de 1965 de la publicación "Westinghouse Engineer", páginas 182 a 187.

Es sabido y admitido por los expertos en esta técnica particular de aplicación de sistemas de control de ordenador de proceso, que un sistema de control de proceso con una combinación de programas incorporados a la máquina (hardware) y para introducir en la máquina (software), o un aparato ordenador de control para fines especiales ampliado, que se obtiene cuando se hace funcionar un ordenador digital para fines generales bajo el control de un programa de instrucciones para introducir en la máquina (software) predeterminado, tal como el ilustrado por el ordinograma de programa funcional ilustrado en los dibujos que se acompañan, puede también construirse usando programación lógica incorporada en la máquina (hardware), a la vista de la equivalencia generalmente admitida entre una realización de programación para introducir en la máquina (software) y una realización de programación incorporada en la máquina (hardware) de sustancialmente el mismo sistema de control. No obstante, cuando se trata de una aplicación industrial tal como la aquí descrita, que es algo complicada, los factores económicos hacen aconsejable la solución de los programas para introducir en la máquina (software),

382976



debido a que de no hacerse así se incurre en grandes -
gastos y en falta de flexibilidad cuando se conectan en-
tre sí circuitos lógicos, tales como los bien conocidos
circuitos lógicos O_NO combinados, para proporcionar la
5 disposición de circuito de programación incorporada a --
la máquina (hardware) deseada, por acumulación de tales
circuitos lógicos, para ejecutar las operaciones sucesi-
vas del programa.

El uso de un sistema de control del cali- -
10 bre de la chapa de trabajo automático, por fuerza de la
minación, usual, para obtener un grueso o calibre sus- -
tancialmente constante de la chapa de trabajo para la --
longitud restante de la chapa de trabajo que sale de uno
o más bastidores del laminador, después de habersido - -
15 enfilado el extremo de cabeza de la chapa de trabajo por
todos los bastidores, es bien conocido por los expertos
en esta técnica particular. Por ejemplo, un artículo pu-
blicado de interés para formarse una idea de fondo del -
concepto involucrado, puede verse en el Anuario de 1964
20 de la publicación "Iron and Steel Engineer", páginas - -
753 a 762, de John W. Wallace, titulado "Fundamentals --
of Strip Mill Automatic Gauge Control Systems" ("Funda--
mentos de los Sistemas Automáticos de Control del Cali--
bre para Laminadores de Chapa"). Otro artículo de inte-
25 rés apareció en el número de marzo de 1964 de "Westing-
house Engineer", páginas 34 a 40, de J. W. Wallace y ti-
tulado "Strip Mill Automatic Gauge Control Systems" ("Sis-
temas de Control Automático del Calibre para Laminadores
de Chapa").

30 El uso de un sistema de control de ordena--

382976



1 dor digital en la línea, requiere que sean almacenadas -
una o más ecuaciones modelo referentes al proceso contro-
lado en la unidad de memoria del ordenador, para permi-
tir la previsión del funcionamiento y el control del pro-
5 ceso, y el control de la adaptación del proceso con re-
lación a información de actualización obtenida del cur-
so real del proceso. Para el ejemplo de un tren de la-
minación, para que sea posible la previsión de la fuerza
de laminación de cada bastidor, con relación a una pieza
10 de trabajo dada que tenga una calidad conocida, se usa -
una ecuación modelo adecuada para predecir la fuerza de
laminación para cada bastidor, y se predice para cada --
bastidor la abertura de los rodillos descargados con re-
lación a la reducción que se desea efectuar en cada bas-
15 tidor. Esta información general es ya conocida por los
expertos en esta técnica y está tratada en varias publi-
caciones; por ejemplo, en el Anuario de 1962 de "Iron -
and Steel Engineering", páginas 587 a 592, en un artícu-
lo que trata de esta materia, y pueden verse otros dos -
20 artículos en el Anuario de 1965 de "Iron and Steel En-
gineering", en las páginas 461 a 467 y en las páginas --
468 a 475. Otra publicación de interés aquí para ilus-
trar el ambiente en el cual podrían utilizarse los prin-
cipios del presente invento para el control por ordena-
25 dor de un laminador, puede verse en el número de enero -
de 1969 de "Westinghouse Engineer", páginas 2 a 8, en --
un artículo de John W. Wallace titulado "Integrated Pro-
cess Control Rolls Steel More Efficiently" ("Mejora del
Rendimiento en la Laminación de Acero mediante Control -
30 de Proceso Integrado").

382976



El objeto principal del presente invento es proporcionar un sistema de control de calibre nuevo y mejorado para establecer información para corrección de funcionamiento ponderada respecto a la laminación previa de grupos similares de piezas de trabajo, las cuales se almacenan en posiciones clasificadas para mejorar la laminación de los siguientes grupos similares de piezas de trabajo.

El invento consiste en el método para controlar el gueso de una pieza de trabajo presente, hecha pasar a través de al menos un bastidor de un laminador, después de que al menos una pieza de trabajo similar ha sido previamente hecha pasar a través de dicho bastidor a continuación de dicha una pieza de trabajo similar y antes de dicha pieza de trabajo presente, que incluye las operaciones de establecer un valor previsto para una variable determinante del funcionamiento seleccionada para dicho bastidor, para la laminación de dicha pieza de trabajo presente de acuerdo con una relación operante de bastidor predeterminada para dicho bastidor y de acuerdo con información conocida acerca de dicha pieza de trabajo, establecer un valor previsto modificado de dicha variable de acuerdo con la información previa conocida referente al valor real de dicha variable durante el paso previo de al menos dicha una pieza de trabajo similar a través de dicho bastidor, y cuya información previa conocida fué retenida durante el paso de al menos dicha una pieza de trabajo diferente a través de dicho bastidor, y hacer pasar la pieza de trabajo presente a través de dicho bastidor, estando determinado el funcio-

382976

4-100.19



namiento de dicho bastidor por dicho valor previsto modificado de dicha variable.

5 Más concretamente, se proporciona un control del grueso de entrega de pieza de trabajo para uso con un ordenador de control de proceso digital programado para controlar cada bastidor operante de una laminador, para mejorar el ajuste del laminador con relación a, al menos, una variable operativa seleccionada, tal como la fuerza de laminación del bastidor, para una pieza de trabajo de calidad y calibre conocidos. Para este fin se efectúan comparaciones de relación predeterminadas entre el valor medido de la variable seleccionada y el valor previsto de esa variable, para cada operación en el bastidor con una pieza de trabajo. Esas comparaciones de relación, establecidas de una manera predeterminada con relación a la previa experiencia de laminación para cada bastidor relativa a la misma categoría de pieza de trabajo en cuanto a calibre y a calidad, se almacenan en una posición clasificada de la memoria para mejorar el funcionamiento subsiguiente con la misma categoría de piezas de trabajo en cuanto a calibre y calidad. Después de laminada cada pieza de trabajo, la comparación de relación se pondera de una manera predeterminada para cada operación de bastidor juntamente con la relación determinada por la previa experiencia de laminación con una pieza de trabajo similar, para proporcionar información de control de proceso para mejorar el funcionamiento del bastidor con una pieza de trabajo siguiente para obtener un calibre deseado de entrega para esa pieza de trabajo.

382976

22 AGO. 1970



De acuerdo con los principios generales del presente invento, al menos un bastidor del laminador está bajo el control de un ordenador de control de proceso para obtener un grueso o calibre de entrega de chapa de trabajo deseado desde ese bastidor con relación a --
5 información almacenada y ponderada conocida y clasificada de acuerdo con la previa laminación de lotes o grupos similares de piezas de trabajo. Se ha provisto un sistema de control de funcionamiento del bastidor que aprovecha la información obtenida de la experiencia de laminación almacenada, conseguida en la anterior laminación de lotes anteriores de piezas de trabajo similares. Durante la laminación de cada grupo de piezas de trabajo --
10 se efectúan medidas para determinar si el nivel de funcionamiento general deberá ser más alto o más bajo con respecto a los valores de funcionamiento del bastidor --
15 previstos con arreglo a la ecuación modelo, y de esa determinación, y para grupos subsiguientes de piezas de --
trabajo similares, se determinan y se almacenan correcciones para compensar cuando sea necesario el funcionamiento de cada bastidor del laminador. El calibre o grueso de entrega seleccionada para ser entregado desde cada bastidor, para los subsiguientes grupos de piezas de trabajo, se mantiene de esta manera mejor de lo que puede determinarse a partir del cálculo de programa original usando las ecuaciones de modelo de que se dispone.
20
25

Por tanto, el invento proporciona un sistema de control de grueso o calibre de pieza de trabajo mejorado para el control operativo de al menos un bastidor del laminador, en que se efectúa una predicción de los --
30

382976



valores de ajuste seleccionados basada en ecuaciones modelo operativas para la pieza de trabajo conocida a laminar, y esa predicción se corrige luego con respecto a la información ponderada almacenada de una manera pre-
 5 determinada, relativa a la previa experiencia de laminación con al menos una pieza de trabajo similar en ese mismo bastidor del laminador.

Con el sistema de control de calibre mejorado, se hace pasar una pieza de trabajo conocida a través de al menos un bastidor del laminador, y se establecen relaciones de corrección de funcionamiento entre las variables operantes del bastidor reales con relación a valores previamente estimados para dichas variables, cuyas relaciones de corrección se comparan con correcciones ponderadas y previamente conocidas para esos mismos parámetros, como las obtenidas de la experiencia previa de laminación con al menos una pieza de trabajo similar.
 10
 15

Con este sistema de control de calibre de pieza de trabajo mejorado, la subsiguiente laminación por un bastidor dado de una pieza de trabajo conocida responde a la información conocida, obtenida y dispuesta de una manera predeterminada, de la previa experiencia de laminación con piezas de trabajo similares anteriores, para controlar mejor la laminación de esa pieza de trabajo conocida.
 20
 25

Se obtiene control de grueso o calibre de entrega de pieza de trabajo mejorado para un laminador, que incluye uno o más bastidores, en que con relación a una variable al menos de la operación de laminación,
 30

382976



5 previamente estimada, predeterminada, para la laminación
previa de una pieza de trabajo de clasificación similar,
la misma variable fué medida durante la operación real -
del laminador, cuando la pieza de trabajo anterior esta-
ba siendo laminada, y fué comparada con el valor previa-
mente estimado de esa misma variable, para proporcionar
un factor de corrección de funcionamiento del bastidor;
este factor de corrección fué ponderado y luego almacena-
do aparte en una posición seleccionada de la memoria cla-
sificada por definición de pieza de trabajo, de tal mo-
do que se dispone del factor de corrección para mejorar
la subsiguiente laminación de la pieza de trabajo de la
misma clasificación posteriormente. De esta forma las -
variables previamente estimadas determinantes del funcio-
namiento del bastidor, tales como los ajustes de fuerza -
de laminación y de separación entre rodillos descarga--
dos, son continuamente mejoradas y adaptadas mejor a - -
las ecuaciones modelo de operación de laminación utiliza-
das.

20 En particular, el extremo de cabeza de una
pieza de trabajo pasa a través de un laminador, el cual
tiene al menos un bastidor, y se determinan al menos los
factores de corrección de funcionamiento del bastidor --
de fuerza de laminación para el funcionamiento previsto
de cada uno de los bastidores, en comparación con el fun-
cionamiento real de dichos bastidores. Estos factores -
de corrección se almacenan aparte de acuerdo con una - -
clasificación predeterminada de la gama de piezas de - -
trabajo que se desean laminar en el laminador, para mejo-
rar el funcionamiento previsto por ecuación modelo de --

5 cada bastidor del laminador con relación a piezas de trabajo similares a laminar en ocasión posterior; subsiguientemente a la previa determinación de dichos factores -- de corrección del funcionamiento del bastidor para al -- menos una experiencia previa de laminación de una pieza de trabajo similar.

10 A fin de que el invento pueda ser más claramente comprendido y más fácilmente llevado a la práctica, se hará a continuación referencia a los dibujos -- que se acompañan, en los cuales:

15 La Figura 1 es una ilustración esquemática de un tren de laminación de piezas de trabajo que incluye el último bastidor del laminador de desbaste, la cizalla de corte, y una representación general del laminador de acabado adecuado para funcionamiento con el control del presente invento;

20 La Figura 2 es una ilustración del almacenamiento inicial de los factores de corrección de funcionamiento del bastidor para un bastidor típico N, para ilustrar la clasificación con relación al calibre y a la calidad de la pieza de trabajo;

25 La Figura 3 ilustra el almacenamiento de los factores de corrección de funcionamiento para un bastidor típico N después de que alguna experiencia de laminación real ha proporcionada valores ponderados para muchos de los factores de corrección clasificados por categorías de piezas de trabajo;

30 La Figura 4 ilustra el ordinograma lógico para el programa de instrucciones de funcionamiento antes de que cada pieza de trabajo entre en los respecti--



vos bastidores del laminador para situar en el índice --
la calidad y el calibre de esa pieza de trabajo siguien-
te y proporcionar un factor de corrección de funciona-
miento para cada bastidor, para adaptar las variables --
de funcionamiento previamente estimadas de la ecuación -
modelo, tal como la fuerza de laminación del bastidor;

5

La Figura 5 ilustra el ordinograma lógico -
para el programa de instrucciones de funcionamiento des-
pués de que una pieza de trabajo haya entrado en cada --
uno de los bastidores, para determinar los factores de -
corrección de funcionamiento mejorado del bastidor para
la pieza de trabajo similar inmediatamente siguiente;

10

La Figura 6 ilustra el ordinograma lógico -
para el programa de instrucciones de funcionamiento des-
pués de haber entrado una pieza de trabajo en cada uno -
de los bastidores, cuya pieza de trabajo implica un cam-
bio de ya sea el calibre o ya sea la calidad, con rela-
ción a la pieza de trabajo previamente laminada, para --
transferir los factores de corrección de funcionamiento
del bastidor de la pieza de trabajo anterior, según se -
desea, a la memoria del ordenador;

15

20

La Figura 7 ilustra en general el margen --
de funcionamiento de las ecuaciones modelo para el con-
trol de un bastidor típico con relación a la gama operan-
te deseada de piezas de trabajo a laminar con ese basti-
dor, para ilustrar la adaptación realizada de acuerdo con
el presente invento.

25

Con referencia a la Figura 1, se ha ilus- -
trado en ella una parte de un tren de laminación de cha-
pa continuo que se ha designado en general por el número

30



de referencia 10. El último bastidor R del laminador --
de desbaste va seguido por los dos primeros bastidores --
F1 y F2 y el último bastidor FN de un laminador de aca--
bado. Cada uno de los bastidores de laminación incluye
5 un par de rodillos de trabajo 12 y 14, a los cuales se --
comunica un ajuste de apriete SD estando descargados, --
previamente estimado por la ecuación modelo, para obte--
ner una reducción deseada de la chapa al pasar una pie--
za de trabajo 16 sucesivamente por cada uno de los di--
10 versos bastidores. Un juego de rodillos de respaldo 18
y 20 para cada bastidor proporcionan presión o fuerza --
sobre los rodillos de trabajo 12 y 14 en respuesta al --
funcionamiento de un mecanismo de apriete 22. La fuer--
za de laminación del bastidor es aplicada por funciona--
15 miento de un motor de aproximación 24 controlado por un
regulador 26 de posición de apriete o aproximación. --
Respectivos detectores 28 del posición del mecanismo de
apriete vigilan el ajuste de posición del mecanismo de --
apriete 22 para cada bastidor, detectando para ello el --
20 cambio de posición del mecanismo de apriete tal como vie
ne indicado por las revoluciones del motor de aproxima--
ción 24 y para transmitir una señal de salida represen--
tativa del ajuste de posición del mecanismo de apriete.
A continuación del último bastidor de acabado FN, un ca--
25 libre 30 de rayos-X detecta el calibre de entrega real --
de la pieza de trabajo, y produce una señal proporcional
a éste. El producto de ese calibre de entrega determina
do porrayos-X de la pieza de trabajo por la velocidad --
de salida con que la pieza de trabajo abandona el último
30 bastidor FN puede compararse con el producto similar pa-



ra cada uno de los otros bastidores para determinar el calibre de entrega del flujo de masa desde esos otros bastidores. Este se compara con el valor de la fuerza de laminación para determinar la corrección de desplazamiento del bastidor. Con cada uno de los respectivos bastidores de laminación está asociada una célula 32 de carga para percepción de la fuerza de laminación, la cual mide la fuerza FM de separación entre rodillos en su respectivo bastidor asociado, para ese fin.

Entre el último bastidor de desbaste R y el primer bastidor de acabado Fl hay una cizalla de corte 23, y un dispositivo medidor de la temperatura tal como el pirómetro, para medir la temperatura real del extremo de cabeza de la pieza de trabajo en una posición determinada próxima a la cizalla 23, donde la pieza de trabajo está para entrar en el primer bastidor de acabado Fl. Debe entenderse que la representación de la posición del bastidor de la Figura 1 es ilustrativa y, en la práctica normal, el extremo de cola o trasero de una chapa de trabajo dada saldrá del último bastidor de desbaste R antes de que su extremo de cabeza entre en el primer bastidor de acabado Fl.

El control del proceso de laminación se determina mediante un ordenador 34 digital de control de proceso programado, el cual proporciona la correlación deseada entre las diversas informaciones de entrada y de salida del tren de laminación, de una manera determinada. El modo exacto de control se proporciona mediante al menos un programa de instrucción operativo con el ordenador para relacionar funcionalmente las respecti

22 AGO. 1970



5 vas señales de entrada o combinación de señales de entrada, para producir señales de control de salida adecuadas, las cuales son operantes para proporcionar la deseada entrega de chapa de trabajo calibrada desde cada bastidor y el funcionamiento deseado del tren de laminación. La relación funcional entre las respectivas entradas al ordenador de proceso 34 se expondrá con detalle en lo que sigue. Otros aparatos componentes y estructuras bien conocidas que contribuyen al correcto funcionamiento del tren de laminación, y subordinados a la exposición del presente invento, se han dejado intencionadamente fuera de esta descripción para facilitar la ilustración, y en ellos se incluirán elementos tales como motores de accionamiento, potenciómetros de percepción, controladores de velocidad y similares.

10

15

Se consigue un control de calibre en la línea exacto y la regulación de, en particular, el extremo de cabeza de la pieza de trabajo, mediante una pluralidad de relaciones de ecuación modelo, operantes con el ordenador de control de proceso, para proporcionar valores de referencia de ajuste que determinan el funcionamiento previsto para cada bastidor, tal como una fuerza de laminación prevista para cada bastidor, y a partir de ésta una señal de referencia de ajuste del mecanismo de apriete correspondiente procedente del ordenador 34 de control de proceso para los respectivos reguladores de posición del mecanismo de apriete del respectivo bastidor correspondiente a cada uno de los bastidores de desbaste y a los bastidores de acabado. Esto se hace inicialmente con relación a información de ecuación mo-

20

25

30

382976



delo predeterminada y determinada empíricamente para las características conocidas de la chapa trabajada.

5 Como operación inicial del presente control, y antes de que una chapa de trabajo dada entre en los bastidores de laminación de acabado, el laminador --
 10 34 preve las fuerzas de laminación para los respectivos bastidores del laminador de acabado usando la altura --
 real de entrega desde el último bastidor de desbaste --
 con relación a ecuaciones modelo conocidas de fuerza de --
 15 laminación y de potencia, y a características de piezas de trabajo conocidas, la potencia de carga deseada de --
 los respectivos bastidores, y con relación a la elasti--
 cidad del laminador para cada uno de esos bastidores y --
 al calibre de entrega deseado a la salida del último --
 20 bastidor del laminador de acabado. El ajuste del meca--
 nismo de apriete para cada bastidor se determina con re--
 lación a la fuerza de separación de rodillos del basti--
 dor calculada o prevista, y el regulador de posición pa--
 ra cada bastidor efectúa el ajuste del mecanismo de --
 25 apriete requerido.

30 En la memoria del ordenador hay almacenada una ecuación modelo para calcular la presión de lamina--
 ción media para cada bastidor requerida para conseguir --
 la deseada reducción de la chapa de trabajo que debe ser
 25 efectuada por ese bastidor; esa ecuación es como si--
 gue:

382976



$$\ln P = A1 + A2 \left(\frac{Tn}{1000} \right)^2 + A3 \ln \left[\frac{H(n-1) - Hn}{Hn} \right] +$$

5

$$A4 \ln \left[\frac{H(n-1) - Hn}{Hn} \right] \ln \left(\frac{Dn}{Hn} \right)^2 +$$

$$A5 \ln \left(\frac{Dn}{Hn} \right)$$

10

La presión de laminación media del bastidor es la análoga determinada por esta ecuación, donde Tn es la temperatura de la chapa de trabajo nominal en grados Fahrenheit ($^{\circ}F$) - siendo la fórmula de transformación de $^{\circ}C$ a $^{\circ}F$ -- la siguiente $^{\circ}F = \frac{9}{5} ^{\circ}C + 32$ - para el banco n dado, P es la presión media a través del arco de contacto o la resistencia a la deformación en $libs/pulg.^2$, siendo la fórmula de paso de kg/cm^2 a $libs/pulg.^2$ la siguiente:

15 $libs/pulg.^2 = kg/cm^2 \cdot 15$, Hn es el calibre de entrega -- deseado a la salida del bastidor, n , Dn es el diámetro -- de rodillo de trabajo del bastidor n , y $H(n-1)$ es el calibre de entrada de la chapa de trabajo al bastidor n . --

20 Las constantes $A1$ a $A5$ son parámetros que se refieren a la calidad de la pieza de trabajo, y se llega a ellos -- empíricamente para la calidad o aleación de la chapa de trabajo particular de que se trate; estos se obtienen -- empíricamente laminando muchas chapas de trabajo de una aleación conocida y midiendo las fuerzas de laminación --

25 del bastidor para estiramientos conocidos y temperatura

30

382976

22 AGO.



de la chapa de trabajo conocida, luego por regresión matemática se determinan las constantes reales mediante ajuste por cuadrados mínimos relativo a cualquier error resultante. La fuerza de laminación prevista para cada bastidor se calcula entonces mediante la ecuación modelo:

$$F_n = \sqrt{P^{-0,67} \text{TPSI}(n-1)^{-0,33} \text{TPSI}(n)} W \sqrt{\frac{D_n}{2} (H(n-1) - H_n)}$$

El término $\text{TPSI}(n-1)$ es la tensión de entrada al bastidor n , el término $\text{TPSI}(n)$ es la tensión de entrega desde el bastidor n , y W es la anchura de la chapa de trabajo. Se usa una tercera ecuación modelo para calcular la reducción deseada a efectuar en el bastidor n con relación a la potencia de carga deseada en el bastidor n , como sigue:

$$HP_n = \sqrt{(A_6 + A_7 H_n) P (H(n-1) - H_n)} W (ISP_n) -$$

$$\sqrt{\text{TPSI}(n) - \text{TPSI}(n-1)} W (IPSLS) (HLS) 0,151$$

El término ISP_n es la velocidad del bastidor particular n , el término $IPSLS$ es la velocidad del último bastidor, y el término HLS es el calibre de entrega de chapa de trabajo deseado desde el último bastidor. Es de hacer notar que cada una de estas ecuaciones está en relación con el estiramiento o reducción del grueso a efectuar en la chapa de trabajo por cada bastidor particular n .

382976



460.10

Las previsiones de fuerza de laminación se desarrollan mediante las anteriores ecuaciones modelo -- matemáticas almacenadas en la memoria del ordenador 34 -- de control de proceso, y luego se modifican para proporcionar el deseado control del laminador en respuesta a --

5 las diversas señales obtenidas de los distintos dispositivos perceptores de las condiciones de funcionamiento, -- tales como las respectivas células de carga 32, los dispositivos 15 perceptores de la velocidad del bastidor, --

10 el detector 28 de la posición del mecanismo de apriete, etc.

Una vez que todos los bastidores del laminador están llenos, de tal manera que el extremo de cabeza de la pieza de trabajo ha pasado a través del último bastidor de acabado FN, el ordenador de control de --

15 proceso 34 es entonces operante, juntamente con un sistema de control de calibre por fuerza de laminación, bien conocido y usual, para mantener para el resto de la pieza de trabajo un calibre de entrega deseado desde cada --

20 bastidor, con la ventaja de que la operación de laminación se efectúa ya sustancialmente a grueso o calibrada, debido al funcionamiento de la presente disposición de -- control aquí descrita.

En la Figura 2 se han ilustrado para un --

25 bastidor típico N los factores de adaptación o corrección de funcionamiento inicialmente almacenados tales -- como los provistos en la memoria antes de que cualquier pieza de trabajo de categoría clasificada en cuanto a calibre y calidad haya pasado a través del bastidor al que es de aplicación la Figura 2.

30

382976



22 A

En la Figura 3 se han ilustrado para el bas-
 tidor típico N los factores de corrección de funciona-
 miento almacenados, para ilustrar las modificaciones --
 que se producen para combinaciones de calidad y calibre
 de entrega de la pieza de trabajo con las que se ha ad-
 quirido cierta experiencia de laminación con este basti-
 dor. Donde los factores de corrección no han cambiado --
 con relación a la Figura 2, ello podría indicar que la --
 ecuación modelo era correcta para la laminación por ese
 bastidor de la pieza de trabajo particular de esa com- --
 binación de calibre y calidad, o bien que no han pasado
 tales piezas de trabajo a través de ese bastidor. Se --
 ha ilustrado la gama completa deseada o combinaciones --
 clasificadas por calibre y calidad de piezas de trabajo,
 y en la práctica real con un tren de laminación puede --
 transcurrir un considerable período de tiempo antes de --
 que una combinación dada de pieza de trabajo pase a tra-
 vés del bastidor del laminador, si es que llega a pasar,
 durante la práctica de laminación comercial normal segui-
 da por un tren de laminación.

El presente sistema de control funciona ha-
 ciendo que la inercia no intervenga en el proceso de la-
 minación de la pieza de trabajo, de modo que la pieza --
 de trabajo pueda experimentar, por ejemplo, un cambio --
 sustancial en calidad, o bien que pueda cambiar la al- --
 tura para piezas de trabajo sucesivas desde 1,270 mm --
 hasta 6,350 mm, y que no se experimente un retardo no --
 deseado antes de que el proceso operativo del tren de --
 laminación pueda adaptarse a esta nueva pieza de traba-
 jo. Los sistemas de control de la técnica anterior, --

382976



en los que las variables de la ecuación modelo no habían sido adecuadamente manipuladas siguiendo las técnicas de regresión de datos, requerían laminar piezas de trabajo una vez que se producía un cambio en la pieza de trabajo, para poder entregar un producto de altura más o menos aceptable de salida desde el último bastidor del laminador.

El sistema de control descrito en la solicitud de Patente en tramitación a que antes se ha hecho referencia, Número de Serie 787.173, era sensible a la calidad y al calibre de cada pieza de trabajo sucesiva con relación al presente lote de piezas de trabajo similares en calidad y calibre a ser laminadas, para ver si se había producido un cambio; si se producía un cambio en la pieza de trabajo en este aspecto, la operación de control volvía a un valor uno o inicial para el factor de corrección de funcionamiento de cada bastidor. Al producirse un cambio de pieza de trabajo, con relación a su calibre o a su calidad, ninguno de los factores de corrección de funcionamiento de bastidor promediados y conocidos de la laminación de piezas de trabajo previas era reservado, y todos volvían de nuevo a un valor uno. Es de hacer notar que un cambio de anchura de la pieza de trabajo o un cambio en el estiramiento unitario de la pieza de trabajo no era percibido por este sistema de control anterior, y que pueden ser muy importantes para determinar la operación de laminación.

La significación comercial del presente invento es que permite, en un ciclo de tiempo muy corto, que un tren de laminación dado lamine más rápidamente

382976

22 AGO



5 producto de trabajo aceptable comercialmente para una -
gama deseada total de productos de trabajo, con referen-
cia a una variable al menos de la pieza de trabajo, tal
como el calibre o la calidad, y si se desea con respec-
to a variables adicionales tales como la anchura y el --
estiramiento unitario. Puede proporcionarse una ecua- -
ción modelo empírica para predecir aproximadamente el --
funcionamiento del bastidor del laminador, pero esta se
desvía del proceso operativo real físico del tren de la-
minación. Mediante técnicas de ajuste de curvas y de --
regresión, puede hacerse que se adapte mejor al proceso
real, pero subsiste todavía la necesidad de una mejor --
adaptación y correlación de ese modelo con el proceso --
real. Laminando una de cada una de las categorías de --
15 piezas de trabajo de la gama total comercial deseada, --
el presente sistema de control permite laminación sus- -
tancialmente mejorada de todas las piezas de trabajo si-
milares sucesivas. La adaptación aproximada o bruta - -
inicial de las ecuaciones modelo se ajusta de este modo
20 o se acomoda al proceso real. Es muy corriente que un -
tren de laminación típico lamine bajo control automático
en un margen bastante estrecho de grupos de categorías -
de piezas de trabajo durante un período de tiempo, tal -
como de seis meses, y muchos de tales trenes de lamina-
25 ción jamás laminan la gama comercial total deseada de --
productos de trabajo bajo control automático, debido a --
las dificultades para adaptar las ecuaciones modelo al -
proceso real, por la incapacidad para obtener datos y --
experiencia operativa adecuada con relación a muchas ca-
30 tegorías de piezas de trabajo.

382976



En la práctica real las ecuaciones modelo no pueden representar el proceso de laminación real al 100 %, de tal modo que el factor de corrección de funcionamiento de bastidor aquí descrito para cada bastidor, no siempre permanecerá en un valor uno. Mediante técnicas de regresión y demás, puede hacerse que la ecuación modelo se adapte más o menos aproximadamente al proceso de laminación real. Las ecuaciones modelo usadas para determinar el control de un tren de laminación continuo tienen varios parámetros, los cuales son ajustables por regresión después de la recogida de datos por vigilancia del proceso real. Ajustando esos parámetros para predecir mejor el funcionamiento de un tren de laminación particular, se hace un esfuerzo para adaptar de modo aceptable las ecuaciones modelo al proceso real del tren de laminación. Mediante tal modificación de las ecuaciones modelo se hace un esfuerzo para conseguir una mejor aproximación a una adaptación con el proceso real aceptable comercialmente, de tal modo que se obtenga con el mismo un producto de trabajo aceptable comercialmente. Esta operación de ajuste o adaptación puede llevar mucho tiempo, y en la práctica real jamás termina verdaderamente; típicamente, el proveedor del sistema de control acepta una especificación operativa razonable, tal como la de que el sistema de control se comporte satisfactoriamente para un margen limitado de calidades de piezas de trabajo, tales como las calidades 0, 1 y 2. Entonces el cliente puede tratar de extender la ecuación modelo y la adaptación del sistema de control para el resto de las calidades de piezas de trabajo deseadas, desde 0 hasta 9.

382976

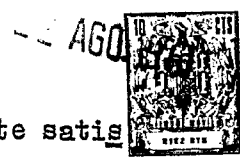


El sistema de control del presente invento supone una mejora sobre estapráctica anterior por rete--
 ner como información adquirida o aprendida toda la co--
 rrelación pasada aceptable entre el funcionamiento pre--
 visto y el real del bastidor del laminador, en forma --
 5 de factores de corrección de funcionamiento del basti--
 dor fiables, y luego adapta las ecuaciones modelo de --
 esa forma de acuerdo con agrupaciones clasificadas de --
 piezas de trabajo, tales como por combinaciones de cali--
 10 bres y calidades. Esto puede extenderse para clasifi--
 car esta información de acuerdo con las diversas agrupa--
 ciones por anchura, tales como ancha, media y estrecha,--
 y categorías seleccionadas de agrupaciones por estira--
 miento unitario. De este modo se establece una correla--
 15 ción entre el proceso real con relación a las prediccio--
 nes de ecuaciones modelo empíricas para cada variable --
 de pieza de trabajo, tales como la calidad y el calibre,
 y el estiramiento unitario y la anchura, como anterior--
 mente se ha mencionado.

20 La variable de temperatura incluida en las
 ecuaciones modelo se utiliza de un modo diferente, en --
 comparación con las anteriores variables, para modifi--
 car la predicción de los ajustes previstos del bastidor;
 se efectúa una comparación de las temperaturas medidas --
 25 de piezas de trabajo similares sucesivas y se usa como --
 corrección de multiplicación para compensar por cambios
 de temperatura.

30 En la Figura 7 se ha representado una ilus--
 tración de una gama de productos de piezas de trabajo tí

382976



5 pica, requerida para funcionamiento comercialmente satisfactorio de un tren de laminación típico. Esa gama se ha representado más amplia que la gama de funcionamiento comercialmente satisfactoria que puede obtenerse razonablemente de las ecuaciones modelo por sí, de que se dispone para controlar tal tren de laminación. Los factores de corrección de funcionamiento del bastidor de acuerdo con el presente invento son eficaces para extender, como se ha ilustrado, esa gama de funcionamiento con ecuación modelo para incluir la gama total deseada de productos de pieza de trabajo, para la situación en que un grupo suficiente de piezas de trabajo de clasificación similar haya sido previamente laminado. La compensación por temperatura con relación a la diferencia entre la temperatura presente medida de la pieza de trabajo y la temperatura anterior medida de una categoría similar de piezas de trabajo, es eficaz, como se ha ilustrado, para extender parcialmente el margen de funcionamiento de la ecuación modelo.

20 En la práctica de la laminación según la técnica anterior, los parámetros de la ecuación modelo se ajustaban y se manipulaban fuera de la línea. El ordenador de control de proceso registraba datos para cada bastidor durante el funcionamiento real del tren de laminación, y luego se estudiaban esos datos fuera de la línea para el ajuste o adaptación deseada por regresión. Se proporcionaba un conjunto de parámetros de la ecuación modelo para cada calidad de pieza de trabajo, y se usaba para el margen total de alturas dentro
 25 de esa calidad. Podían ser necesarios cuatro o cinco
 30

382976

22 AGO



años de esfuerzo sustancial para adaptar, siquiera fue--
se parcialmente, la ecuación modelo a la gama deseada --
de productos de trabajo, ya que solo raras veces puede --
un laminador particular salirse de tres calidades de --
5 productos de trabajo, de tal modo que la gama total de --
productos de trabajo podría no quedar debidamente cubier--
ta durante un considerable período de tiempo.

De acuerdo con el presente invento, si el --
valor previsto de la ecuación modelo de una variable --
10 de funcionamiento del bastidor, tal como la fuerza de --
laminación, está dentro del 50 % del valor de funciona--
miento real del bastidor, ello es aceptable y el siste--
ma de control puede adaptarse para el funcionamiento --
del tren de laminación. Si está fuera del 50 %, enton--
15 ces es necesario manipular en la ecuación modelo por re--
cogida de datos y demás, como anteriormente se ha men--
cionado. Este límite del 50 % se ha elegido arbitraria--
mente para indicar que la ecuación modelo es suficiente--
mente exacta para funcionamiento estable satisfactorio --
20 del tren de laminación. Este límite sirve para ignorar
los datos falsos obtenidos por vigilancia del funciona--
miento del laminador y para permitir una respuesta razo--
nable al proceso.

Con respecto a la información recogida den--
25 tro de un grupo de piezas de trabajo tiene lugar una --
operación de ponderación, y además tiene lugar otra --
operación de ponderación con relación a la información --
para una pluralidad de grupos. Una de tales ponderacio--
nes es con respecto al número de piezas de trabajo que --
30 integran un grupo o lote individual de piezas de traba--

22 AGO.



jo, y la otra es con relación a lotes de piezas de trabajo similares. Para un lote dado de piezas de trabajo similares, cualquier factor de corrección de funcionamiento del bastidor SCF previamente determinado con relación a lotes previamente laminador de piezas de trabajo similares, es transferido desde la memoria de tambor a la memoria de ferritas temporal y se usa en su totalidad para modificar las predicciones de las ecuaciones modelo respecto a ajustes del bastidor para la laminación de la primera pieza de trabajo. La ponderación dentro de la memoria de ferritas para la segunda pieza de trabajo cambia luego para convertirse en $1/2$ del antiguo SCF y $1/2$ del nuevo SCF determinado después de laminar la primera pieza de trabajo. La ponderación para la tercera pieza de trabajo cambia luego para ser $2/3$ del antiguo SCF y $1/3$ del nuevo SCF después de laminar la segunda pieza de trabajo. La ponderación para la cuarta pieza de trabajo cambia luego para ser $3/4$ del antiguo SCF y $1/4$ del nuevo SCF después de laminar la tercera pieza de trabajo, y así sucesivamente hasta un límite arbitrario, tal como de diez piezas de trabajo, en que la ponderación permanece siendo $9/10$ del antiguo SCF y $1/10$ de la nueva información. Después de laminar todas las piezas de trabajo de un lote dado, el SCF resultante es transferido desde la memoria de ferritas temporal y es almacenado en la memoria de tambor del ordenador en otra relación ponderada determinada por el número de tales lotes de piezas de trabajo similares que han sido laminadas, siendo esta última ponderación similar a la ponderación de la memoria de ferritas antes de

382976



22 A

crita, solo que con relación al número de lotes de piezas de trabajo similares que han sido laminadas. Además, éstas asociado con la memoria de tambor el número total de piezas de trabajo similares, así como el número de lotes de piezas de trabajo similares para las cuales se ha almacenado en la memoria de tambor una clasificación dada de información de SCF. Se ha provisto un contador para llevar la cuenta del número de piezas de trabajo similares en cada lote dado, y antes de que este último número se destruya la memoria de tambor lleva la cuenta del número total de piezas de trabajo en cada categoría de piezas de trabajo clasificadas que han intervenido en la pasada historia de laminación de cada bastidor del tren de laminación, así como del número total de lotes de piezas de trabajo, como un índice en la memoria de tambor. Por ejemplo, si hay almacenada información en la memoria de tambor para 3.500 grupos de un total de 35.000 piezas de trabajo similares, entonces, después de completado un lote dado de piezas de trabajo de categoría similar, la información de SCF ponderada almacenada en la memoria de ferritas temporal sería transferida al tambor en la relación de ponderación de 9/10 de la antigua información de SCF ya almacenada en el tambor y 1/10 de la nueva información de SCF, ya que había más de diez grupos o lotes de información de SCF ya almacenados en la memoria de tambor. Debe quedar entendido que el número 10 es un límite arbitrario establecido como adecuado para la operación de adquirir experiencia para seguir los cambios característicos de laminación típicos para un cierto tren de laminación

382976



particular, aunque quizás para un tren de laminación diferente ese límite debería tener un valor diferente, dependiendo de la laminación particular a ser controlada.

5 Así, para la laminación de una nueva categoría de piezas de trabajo clasificadas para cada bastidor, tal como la que resultaría de un cambio en el calibre o en la calidad, la información de SCF inicial transferida a la memoria de ferritas está, cualquiera que sea, en el tambor para la nueva categoría de piezas

10 de trabajo, y toda esa información de SCF se utiliza para adaptar la ecuación modelo para el correspondiente bastidor de laminación con respecto a la primera pieza de trabajo de ese nuevo grupo. Luego, para la segunda pieza de trabajo de ese mismo grupo, el SCF determinado


15 para cada bastidor después de que la primera pieza de trabajo pasa a través del laminador, se combina en la memoria de ferritas temporal como 1/2 del antiguo SCF tomado del tambor y 1/2 del nuevo SCF. Luego, para la tercera pieza de trabajo del mismo grupo de piezas de

20 trabajo, el SCF determinado después de laminar la segunda pieza de trabajo se combina en la memoria de ferritas temporal como 2/3 del antiguo SCF más 1/3 del nuevo SCF, y así sucesivamente. Para todos estos grupos de la misma categoría de piezas de trabajo después de diez,

25 el SCF para la memoria de ferritas se obtiene como 9/10 del antiguo SCF y uno 1/10 del nuevo SCF, incluso aunque se laminen 30 ó 40 piezas de trabajo similares, o más, de ese mismo grupo de piezas de trabajo.

30 Después de completado ese grupo particular de piezas de trabajo, cualquiera que sea la información

382976

22 

de SCF ponderada que esté entonces en la memoria de ferretas para cada bastidor, es luego transferida a la memoria de tambor con la segunda ponderación, como anteriormente se ha expuesto.

5 Si se desea, la técnica de control puede incluir una matriz de factores de corrección de 10 x 10 para el margen total de anchuras; por otra parte, si intervienen tres márgenes de anchura (o incluso diez de tales categorías de anchuras), entonces la matriz de la memoria queda clasificada por diez categorías de calibres y por diez categorías de calidades, y por el número de categorías de anchuras, y así sucesivamente, puede usarse el estiramiento unitario en vez de la anchura, o incluso como diez categorías de estiramiento unitario además de las diez categorías por anchuras, para tener clasificada la matriz de la memoria de acuerdo con diez categorías por calibres, por diez categorías por calidades, por diez categorías por anchuras, por diez categorías por estiramientos unitarios.

20 En la Figura 4 se ha representado un ordi-
nograma lógico para ilustrar el programa de instrucciones que se entra siempre que una pieza de trabajo avanza hacia el tren de laminación para pasar a través de los respectivos bastidores del tren de laminación. El programa se inicia en la operación 200. En la operación 202 el calibre conocido A para la nueva pieza de trabajo tiene una categoría de calibre 1 si el grueso de entrega deseado desde el último bastidor del tren de laminación es menor que 1,270 mm, tiene una categoría de calibre 2 si el grueso de entrega deseado desde el

382976

22 AGO



último bastidor del tren de laminación es mayor que -
1,270 mm y menor que 1,524 mm, tiene una clasificación -
por calibre 3 si ese grueso de entrega es menor que - -
1,829 mm y mayor que 1,524 mm, tiene una clasificación -
por calibre 4 si ese grueso de entrega es menor que - -
5 2,184 mm y mayor que 1,829, mm, tiene una clasificación
por calibre 5 si ese grueso de entrega deseado es ma - -
yor que 2,616 mm y menor que 2, 184 mm, una clasifica- -
ción por calibre 6 si el calibre de entrega es menor - -
10 que 3,175 mm y mayor que 2,616 mm, una clasificación - -
por calibre 7 si el calibre de entrega del último basti-
dor es menor que 3,810 mm y mayor que 3,175 mm, una cla-
sificación por calibre 8 si el calibre de entrega desde
el último bastidor es menor que 4,572 mm y mayor que - -
15 3,810 mm, una clasificación por calibre 9 si el calibre
de entrega desde el último bastidor es menor que 5,588
mm y mayor que 3,810 mm, y una clasificación por calibre
10 si el calibre de entrega desde el último bastidor - -
es igual o mayor que 5,588 mm. En la operación 204 del
20 programa se sitúa en la memoria el índice B de calidad -
de 0 a 9 categorías, las cuales se suministran como in-
formación de entrada relativa a las características co--
nocidas de la pieza de trabajo. En la operación 206 del
programa se efectúa una determinación de si esa pieza --
25 de trabajo siguiente a laminar tiene el mismo índice de
calibre que la última pieza de trabajo. Si es así, el -
programa avanza a la operación 208, en la que se efec- -
túa una comprobación para ver si esa pieza de trabajo -
siguiente es de la misma calidad que la última pieza - -
30 de trabajo. Si una u otra de las operaciones 206 ó 208

22 AG



del programa indica una respuesta NO, el programa avanza a la operación 210 del programa, donde se efectúa una transferencia desde la memoria de tambor a la memoria de ferritas, de los respectivos factores de corrección de funcionamiento del bastidor para la nueva pieza de trabajo de calibre A y calidad B. En la operación 212 del programa se efectúa una identificación de la posición en la memoria de ferritas temporal del factor de corrección de funcionamiento previamente calculado para cada bastidor, para la anterior agrupación de piezas de trabajo de calibre C y calidad D. En la operación 214 del programa se efectúa una transferencia dentro de la memoria de ferritas temporal de los factores de corrección de funcionamiento para cada bastidor, tal como vienen determinados por la operación 212 del programa para las antiguas piezas de calibre C y calidad D. El programa avanza luego a la operación 216, en la que se efectúa un cálculo de la fuerza prevista para los respectivos bastidores del tren de laminación usando las ecuaciones modelo de que se dispone. En la operación 218 del programa tiene lugar una modificación de los valores de las fuerzas previstos, usando los respectivos factores de corrección de funcionamiento del bastidor para la nueva pieza de trabajo de calibre A y calidad B. En la operación 220 del programa el ordenador de control de proceso determina el plan de cálculos y ajustes del laminador y gradúa el tren de laminación para laminar sucesivamente la nueva pieza de trabajo de calibre A y calidad B.

En el caso de que la comprobación prevista

382976



2

5 en cada una de las operaciones 206 y 208 del programa, indicase que la siguiente pieza de trabajo era del mismo calibre y de la misma calidad que la última pieza de trabajo, el programa de instrucciones avanzaría directamente al bloque 216, donde se calcularían las variables previstas de la ecuación modelo usando los factores de corrección del bastidor modificados para el calibre y la calidad de la pieza de trabajo particular que está a punto de entrar en el laminador.

10 En la Figura 4 se ve que el programa de instrucciones desempeña una función de registro contable para percibir si la siguiente pieza de trabajo es la misma que la pieza de trabajo previamente laminada, y si es así no es entonces necesario tener acceso a una nueva posición de factor de corrección de funcionamiento del bastidor en la matriz de la memoria de tambor para esa pieza de trabajo siguiente, y no es necesario transferir la información de la pieza de trabajo anterior a la memoria de ferritas temporal. Si cambia ya sea el índice de calidad o ya sea el índice de calibre, se toma un nuevo bloque de información de la memoria de tambor para determinar la laminación de la nueva categoría de pieza de trabajo, y es necesario almacenar la información de la pieza de trabajo antigua en posiciones de la memoria de ferrita temporal. Los valores de los factores de corrección de funcionamiento del bastidor relativos a la nueva pieza de trabajo se utilizan entonces para adaptar las previsiones de la ecuación modelo para la laminación de la nueva pieza de trabajo.

30 En la Figura 5 se ha ilustrado el ordino--

382976



grama para el programa de instrucciones que pasa a ser
operante después que una primera pieza de trabajo ha si-
do enfilada por todos los bastidores y se obtiene el --
muestreo de datos de alimentación sobre esa pieza de --
trabajo. En la operación 250 del programa, se entre el
5 programa de instrucciones. En la operación 252 del pro-
grama se efectúa una comprobación para ver si el número
de piezas de trabajo $NC(A,B)$ ya laminadas para la nueva
pieza de trabajo de calibre A y calidad B es mayor que --
10. Si $NC(A,B)$ es mayor que 10, entonces la operación --
254 del programa proporciona un límite arbitrario de 10
para el número de piezas de trabajo. El programa avan--
za a la operación 256, en la que se obtiene una nueva --
ponderación de la información de SCF - NEW WTG (A,B) --
15 relativa al número de piezas de trabajo de calibre A y --
calidad B igual a uno más que el número de piezas de tra-
bajo $NC(A,B)$. El programa avanza luego a la operación -
258 en la que se establece la ponderación OLD WTG (A,B)
para la antigua información de SCF igual a la cantidad -
20 de uno menos la nueva ponderación de la información de -
SCF - NEW WTG (A,B). En la operación 260 del programa,-
empieza el programa con el primer bastidor del tren de -
laminación estableciendo el bastidor N igual a uno. El
programa avanza luego a la operación 262 en la que se --
25 efectúa una comprobación para ver si el bastidor N está
en funcionamiento. Si lo está, se calcula la fuerza de
laminación vuelta a prever FRP para el bastidor N como -
la raíz cuadrada de la cantidad $HM(N-1)$, la cual es el -
calibre de entrega medido por fuerza de laminación del --
30 bastidor anterior menos $HM(N)$ que es el calibre medido -

382976



5 por fuerza de laminación del bastidor N, dividido por --
la cantidad $H(N-1)$ que es el calibre de entrega previsto
desde el bastidor anterior menos $H(N)$ que es el calibre
de entrega previsto desde el bastidor N, multiplicando --
10 por la cantidad $FP(N)$ que es la fuerza prevista según --
la ecuación modelo para el bastidor N. Cuando N es el --
primer bastidor de acabado, $HM(N-1)$ es el calibre de en-
trega del último bastidor de desbaste. El programa de --
instrucciones avanza luego a la operación 266 donde se --
determina un factor de corrección de ensayo $TCF(N)$ para
15 cada bastidor, como la fuerza medida para el bastidor --
N dividida por la fuerza vuelta a prever para el basti--
dor N. En la operación 268 del programa de instruccio--
nes se efectúa una comprobación para ver si el factor --
de corrección de ensayo $TCF(N)$ es mayor que el 50 %, y
si no lo es se considera que el cálculo del factor de --
corrección de ensayo no es válido, y el programa avanza
a la operación 270, donde se establece N como el siguien
20 te bastidor sucesivo y el cálculo vuelve a la operación
262. Por otra parte, si se satisface la comprobación --
efectuada en la operación 268, el programa avanza a la --
operación 272, en la que se efectúa una comprobación pa-
ra ver si el factor de corrección de ensayo $TCF(N)$ es me
25 nor que el 150 %. Nuevamente, si no se satisface esta --
comprobación, el programa avanza a la operación 270 co--
mo anteriormente se ha descrito. Las operaciones 268 --
y 272 proporcionan una comprobación de validez en la hi-
pótesis de que si el factor de corrección de ensayo es --
mayor o menor que una indicación de un 50 % de error en
30 la fuerza medida, en comparación con la fuerza vuelta a

382976

22 AGO 1970

prever, se supone que la información no es aceptable --
para los fines de este ejemplo. Si se satisfacen las --
comprobaciones efectuadas en la operación 268 y en la --
operación 272, el programa avanza a la operación 274, --
5 en la que se determina un nuevo factor de corrección --
de funcionamiento del bastidor relativo a la nueva pieza
de trabajo de calibre A y calidad B, como el factor de --
corrección de ensayo para el bastidor N multiplicado --
por el nuevo factor de ponderación de información deter-
10 minado en la operación 256 del programa para la pieza --
de trabajo de calibre A y calidad B, más el antiguo fac-
tor de corrección del bastidor para la pieza de trabajo --
de calibre A y calidad B (tal como se saca de la memoria
de tambor y determinado por la anterior historia de la--
15 minación de ese bastidor particular con relación a los --
grupos anteriores de piezas de trabajo de calibre A y --
calidad B), multiplicado por el factor de ponderación --
de información antiguo para esa categoría de piezas de --
trabajo, tal como se determina en la operación 258 de --
20 las instrucciones. El programa de instrucciones avanza
luego a la operación 270, en la que se repite el programa
para los sucesivos bastidores, hasta que N llega a --
ser el bastidor que hay después del último bastidor que
está inoperante, de tal modo que se determinan un factor
25 de corrección de ensayo y un nuevo factor de corrección
de bastidor para cada uno de los bastidores operantes --
del tren de laminación. La operación 262 del programa --
proporciona una comprobación del funcionamiento del bas-
tidor; y para un bastidor en funcionamiento el programa
30 avanza a la operación 264; para un bastidor inoperante

38297A

22 AGO 1970



5 el programa avanza a la operación 276, en la que se es-
tablece la altura medida para el presente bastidor igual
a la altura de salida del bastidor inmediatamente ante-
rior y el programa avanza a la operación 278. En la - -
operación 278 del programa se efectúa una comprobación -
para ver si el bastidor N es el último bastidor del - -
tren de laminación; si no lo es, el programa avanza - -
a la operación 280, en la que N se avanza en uno y el -
programa retorna a la operación 262. Por otra parte, --
10 si la comprobación efectuada en la operación 278 indica-
se que N es el último bastidor del tren de laminación, -
el programa avanza a la operación 282 en la que se efec-
túa una comprobación para ver si el índice de calibre ---
A de la nueva pieza de trabajo es el mismo que el índi-
15 ce de calibre de la pieza de trabajo anterior. Si lo --
es, el programa avanza a la operación 284, en la que se
efectúa una comprobación para ver si la calidad B de --
la nueva pieza de trabajo es la misma calidad que la de
la pieza de trabajo anterior. Si lo es, el programa - -
20 avanza a la operación 286, la cual es la final del oridi-
nograma lógico. Por otra parte, si una u otra de las --
operaciones 282 ó 284 indica un cambio de calibre o un -
cambio de calidad, respectivamente, el programa avanza -
a la operación 288, en la que se efectúa una proposición
25 para el programa de actualización de SCF expuesto en la
Figura 6.

30 En resumen, el programa de instrucciones --
de la Figura 5 calculaba la ponderación de la informa- -
ción para la antigua información de SCF y la nueva in- -
formación de SCF. Se efectúa una comprobación para ver

382976

22 AGO



5 si cada bastidor está en funcionamiento, y si no lo está se ignora ese bastidor particular; mientras que para -- cada bastidor operante se vuelve a prever la fuerza del bastidor sobre la base del calibre medido. Se calcula -- un factor de corrección de ensayo para cada bastidor y -- se comprueba el límite, y luego se calculan los facto-- res de corrección para bastidor. Se efectúa la deter-- minación requerida para ver si una pieza de trabajo dada es la primera pieza de trabajo de un grupo de distinta --
10 categoría, y si lo es se efectúa una proposición para -- hacer la operación de actualizar del programa de instrucc-- ciones de la Figura 6.

En el programa de instrucciones de la ope--
15 ración de actualizar de la Figura 6 se entra en la ope-- ración 300. En la operación 302 se efectúa una transfe-- rencia desde la memoria de tambor del factor de correco-- ción del bastidor para el bastidor N, con relación al -- producto de trabajo de calibre C y calidad D de la pieza de trabajo antigua, para cada bastidor. En la operación
20 304 se efectúa una transferencia desde el tambor para -- la ponderación WTG (C,D) para la pieza de trabajo anti-- gua de calibre C y calidad D, ponderación que es común -- para todos los bastidores. En la operación 306 del pro-- grama se establece una nueva ponderación NEW WTG (C,D) -- para cada bastidor, con relación al producto de trabajo
25 de calibre C y calidad D de la pieza de trabajo antigua, igual a uno dividido por la ponderación WTG (C,D) pre-- viamente almacenada en la memoria de tambor. En la ope-- ración 308 se establece la ponderación de información --
30 antigua OLD WTG (C,D) relativa a la pieza de trabajo de

22 AGO



calibre C y calidad D, igual a uno menos la nueva ponderación de información NEW WTG (C,D) establecida en la operación 306. En la operación 310 del programa se inicia el cálculo con el último bastidor del tren de laminación, estableciendo para ello el bastidor N como igual al último bastidor. En la operación 312 se determina el factor de corrección de funcionamiento del bastidor SCF (C,D) para el bastidor N, relativo a la pieza de trabajo de calibre C y calidad D, como igual a la nueva ponderación de información NEW WTG (C,D) determinada en la operación 306 de las instrucciones, multiplicada por el SCF (C,D) almacenado en la memoria de ferritas temporal, más la antigua ponderación de información OLD WTG (C,D) determinada en la operación 308, multiplicado por el factor de corrección del bastidor SCF (C,D) para el bastidor N, obtenido de la memoria de tambor como parte de la operación 302 del programa. El programa avanza a la operación 314, en la que se efectúa una comprobación para ver si N es el primer bastidor, indicando que se han calculado los factores de corrección de funcionamiento del bastidor para todos los bastidores. Si es así, el programa de instrucciones avanza entonces a la operación 316, en la que el factor de corrección del bastidor nuevo calculado SCF (C,D) para el bastidor N, se almacena en la memoria de tambor para la pieza de trabajo de calibre C y calidad D, y el programa avanza a la operación 318, en la que se efectúa una comprobación para ver si intervienen más de nueve lotes de piezas de trabajo de información en la ponderación WTG (C,D). Si la respuesta es afirmativa, el programa avanza a la operación 320, en la que se li-

22 AG



mita la ponderación WTG (C,D) a 10 lotes de piezas de trabajo. Por otra parte, si la comprobación efectuada en la operación 318 es negativa, el programa avanza a la operación 322, en la que se establece la ponderación WTG (C,D) igual a la ponderación anterior más uno. El programa avanza a la operación 324, en la que se almacena la ponderación WTG (C,d) en la memoria de tambor para el producto de trabajo de calibre C y calidad D, y el programa avanza a la operación 326, en la que la información para el calibre C y la calidad D de la pieza de trabajo anterior en posición en la memoria de ferri-
tas se refunde con la información relativa al calibre A y la calidad D. El número total de piezas similares de calibre C y calidad D en el último lote de piezas de trabajo se añade al número total previamente acumulado de piezas de trabajo similares en la operación 328 del programa. El programa termina en la operación 330. Con referencia a la operación 314 del programa, si la comprobación para ver si el bastidor N no es uno es negativa, el programa avanza a la operación 315, en la que se establece N igual a N-1, y el programa avanza de nuevo a través de la operación 312 del programa, en la que se efectúa un cálculo del factor de corrección de funcionamiento del bastidor para el nuevo bastidor N.

En resumen, el programa de función de actualizar de la Figura 6 es operante cuando se identifica un cambio de categoría de pieza de trabajo. Toma el SCF del lote de piezas de trabajo inmediatamente anterior y lo suma de manera ponderada al SCF ya almacenado en el tambor para piezas de trabajo similares.

382976



En general, una ventaja operativa de la presente disposición de control es la de almacenar aparte la información adquirida o aprendida acumulativamente del factor de corrección SCF (A,B) del bastidor N, de una manera clasificada para mejorar la adaptación de la ecuación modelo para la futura laminación de producto de trabajo de calibre y calidad similares. Con relación a la laminación de cualquier producto de trabajo de una nueva categoría por calibre y calidad, cualquier factor de corrección del bastidor previamente determinado y ahora almacenado aparte para ese producto de trabajo de nuevo calibre y nueva calidad, será utilizado para controlar mejor la laminación de este nuevo producto de trabajo.

Antes de que cualquier historia previa de información de lamiración haya sido formada y situada en posiciones de la memoria, todos los valores de la información de SCF son establecidos inicialmente en un valor uno en cada posición de la memoria para cada bastidor con relación a cada categoría por combinación de cada calibre y cada calidad. Esto presupone que la ecuación moedlo deberá proporcionar los mejores ajustes de bastidor disponibles para el tren de lamiración. Para la primera experiencia de laminación relativa a un producto de trabajo de calibre y calidad dados, este cálculo del programa de establecimiento de valores iniciales proporciona previsiones para las condiciones de lamiración y permite por tanto que tenga lugar la lamiración real del producto de trabajo usando la variable de funcionamiento prevista resultante, tal como la fuerza

382976

22 AGO 

de laminación, para cada bastidor. Después de haber sido laminado un producto dado de calibre y calidad conocidos, se compara el valor de la variable medido con el valor de la variable previsto, para determinar hasta -- que punto los valores previstos de la ecuación modelo -- permiten obtener las reducciones y los gruesos de entrega de pieza de trabajo deseados desde tal bastidor o -- desde cada paso. Siempre que haya una discrepancia, por exceso o por defecto, se almacena un factor de corrección de funcionamiento del bastidor relativo a la razón del valor medido al valor previsto de la variable operante, tal como de la fuerza de laminación del bastidor, -- de modo que siempre que haya de ser laminada de nuevo -- esa misma categoría por calibre y calidad del producto -- de trabajo, se disponga de esa información y se use, por ejemplo, seis meses más tarde, cuando se lamine el mismo producto. Esto se traduce en una mejora por sincronización ponderada de las operaciones de laminación. -- Las ecuaciones modelo establecen las relaciones para cada bastidor con relación a variables operantes deseadas, tales como la fuerza de laminación, para reducciones -- del grueso del producto deseadas y para la potencia requerida, sobre la base de bastidor por bastidor. No -- obstante, las ecuaciones modelo están referidas a condiciones ideales para la operación de laminación, y las -- condiciones reales que se dan en la práctica pueden variar algo de esas condiciones ideales.

Debe entenderse que la fuerza de laminación del bastidor destaca fácilmente como una variable -- adecuada para ser mejorada mediante la técnica de la adquisición de experiencia del funcionamiento del basti-

22 AGO 1970



5 dor, de acuerdo con los principios del presente inven- -
to. No obstante, el cálculo del programa requiere pre- -
ver otras variables operantes, tales como pares de tor- -
sión y potencias, etc. Los principios del presente in- -
10 vento son adecuados con relación a cualquier variable --
operativa que sea primeramente prevista y que pueda ser
subsiguientemente medida, de tal modo que pueda efectuar
se la comparación entre el valor real obtenido con re- -
lación al valor previsto. La mejora o información de --
15 corrección de funcionamiento adquirida de esta manera --
se clasifica de un modo predeterminado en una posición -
de almacenamiento dentro de la memoria del ordenador.

 El sistema de control identifica la cate- -
goría, por calibre y calidad, de cada pieza de trabajo -
15 de entrada con relación al funcionamiento de cada basti-
dor, a partir de información de entrada suministrada, --
tal como de tarjetas perforadas o cinta magnética, con -
relación al paso de cada pieza de trabajo a través del -
bastidor, o de los bastidores, del tren de laminación. --
20 Después de laminar varias piezas de trabajo similares, -
el valor SCF antiguo almacenado es muy eficaz para ha- -
cer converger el funcionamiento del bastidor de modo que
se obtenga el producto de trabajo de entrega deseado - -
desde cada bastidor. Una de las posibilidades importan-
25 tes de la técnica del presente invento, es la de compen-
sar exactamente las características operativas inheren- -
tes del bastidor, tales como el envejecimiento del apar-
to y otros factores que pueden influir en el funciona- -
miento del tren de laminación. La presente técnica de -
30

382976



control de bastidor seguirá adecuadamente esos cambios, y los corregirá, inherentes al funcionamiento de cada -- bastidor del laminador.

De acuerdo con el presente invento, cuando el producto de trabajo cambia de una calidad a otra, ocurre lo siguiente: (1) se sitúa en una posición seleccionada y clasificada en la memoria de tambor del ordenador de control de proceso lo que se ha llegado a conocer acerca de esa categoría de pieza de trabajo por -- calibre y calidad, de modo que más tarde, en el mismo -- día o en la siguiente semana, o siempre que se lamine -- de nuevo ese mismo producto, se disponga de una mejora -- por acumulación de datos de corrección de la ecuación -- de modelo almacenados. Ello hace que sea necesario llevar un registro que determine y retenga la información -- de mejora acerca de lo que se llegó a conocer durante un paso o un grupo de pasos de un producto de trabajo dado; (2) la información ya almacenada es tomada de la memoria de tambor para cada bastidor para la misma categoría particular de producto de trabajo; (3) se establece el número de pasos de piezas de trabajo o número de -- elementos de información de corrección en ese elemento, -- que han sido previamente ponderados; (4) tiene lugar -- otra ponderación antes de que el factor de corrección -- de bastidor ahora establecido para un producto de trabajo dado sea de nuevo almacenado en la posición seleccionada en la memoria de tambor magnético. Es importante -- que tenga lugar la clasificación apropiada de la información de SCF almacenada, de modo que sea situada de donde pueda ser fácilmente localizada cuando se lamine de nue-

382976



vo el mismo producto de trabajo, que tenga el mismo di-
 dice de calibre acabado y la misma calidad con relación
 a un bastidor dado. El presente invento es particular-
 mente importante cuando las ecuaciones modelo de que se
 5 dispone no son efectivas en ciertas condiciones para --
 proporcionar las previsiones correctas, y los errores --
 resultantes relativos a una previa laminación de un lo-
 te de piezas de trabajo sirven de ajuste corrector de --
 futuras previsiones mediante las mismas ecuaciones mode-
 10 lo, con relación a una laminación subsiguiente de un lo-
 te de piezas de trabajo similares.

Para facilitar que el operario encargado
 pueda conocer hasta que punto está funcionando bien un --
 bastidor particular, o unos bastidores particulares, --
 15 del tren de laminación, el ordenador de control puede --
 ser fácilmente programado para proporcionar una disposi-
 ción de tabla impresa tal como la ilustrada en la Figura
 3, de factores de corrección de funcionamiento de basti-
 dor individuales, los cuales pueden ser presentados para
 20 reflejar cuando los funcionamientos de bastidores indi-
 viduales requieren corrección. Ello puede servir de avi-
 so para que un operario encargado examine un bastidor --
 seleccionado del tren de laminación para ver porque se --
 están produciendo factores de corrección de funciona-
 25 miento del bastidor significativos, o incluso no desea-
 dos, con relación a los bastidores particulares identifi-
 cados de esta manera. Siempre que se produce un cambio --
 en el patrón de los factores de corrección almacenados --
 resultantes, ello constituye una indicación de que algo
 30 ha cambiado respecto al tren de laminación o a uno o --
 más bastidores particulares del tren de laminación.

382976

22 A 

De acuerdo con el presente invento, la --
operación de control del tren de laminación implica --
aprender de las anteriores experiencias de laminación --
con piezas de trabajo similares, y ponderar la influen-
5 cia correctora en el funcionamiento del bastidor de los
nuevos datos disponibles relativos a los datos ya cono-
cidos y entonces almacenados. En general, después de --
que hayan sido laminadas diez piezas de trabajo simila-
res, o algún otro número deseado de éstas, los facto- --
10 res de corrección del bastidor individual para un pro-
ducto de trabajo dado deberán converger bastante bien --
en un valor sustancialmente correcto; a partir de en-
tonces, para sucesivos pasos de piezas de trabajo simi-
lares de un lote dado, la ponderación de la nueva infor-
15 mación con relación a la antigua se elige arbitrariamen-
te para establecer y mantener la necesaria fiabilidad --
de las previsiones de la variable de control del basti-
dor de la ecuación modelo.

Muchas condiciones de funcionamiento cam-
20 bian durante la actuación de un tren de laminación para
metales, que son muy difíciles de identificar de ante-
mano, de modo que aquí se ha provisto una técnica de se-
guimiento a largo plazo de todo lo que ocurre en el --
tren de laminación. El presente invento proporciona --
25 una técnica de adaptación práctica para ajustar las --
ecuaciones modelo de que se dispone valiéndose de cual-
quier experiencia de laminación real que se obtenga con
lotes de piezas de trabajo similares, y clasificar esa
información adquirida de tal modo que pueda recurrirse
30

382076

22 AGO 1970



a ella más adelante, cuando se desee, para la laminación de otras piezas de trabajo similares. El funcionamiento resultante del laminador es tal que la puesta en marcha de una laminación relativa a un producto de trabajo cambiado diferente se produce en una fracción del tiempo que anteriormente se requería para ello. El funcionamiento del tren de laminación mejora y se sincroniza mejor mediante este procedimiento de adquisición de experiencia por la experiencia. La técnica del presente invento permite una puesta en marcha más rápida de la línea de producción del tren de laminación dado, con relación a cualquier producto de trabajo particular anteriormente laminado, para producir un producto más aceptable comercialmente. La técnica de adquisición de experiencia por la experiencia elimina de este modo gran parte de la inercia del sistema, y converge más rápidamente en prácticas de laminación muy exactas y muy deseables.

Debe entenderse que las referencias que aquí se han hecho a la memoria de ferritas temporal y al tambor de memoria tienen fines ilustrativos. Si se desea, tanto la memoria temporal como la memoria a largo plazo pueden proveerse de otro modo, según se desee.

Debe entenderse además que está dentro del alcance del presente invento, con relación al funcionamiento de ciertos trenes de laminación, tales como un laminador de inversión u otro laminador de un solo bastidor, que la clasificación de la información de corrección de funcionamiento previamente adquirida esté en relación con alguna otra variable que no sea una variable

382976

22 A



por bastidor, como una de las variables para la matriz de la tabla de enseñanzas adquiridas por la experiencia. Por ejemplo, la matriz de la tabla de enseñanzas adquiridas por la experiencia ilustrada en la Figura 3 está clasificada por calibres de las piezas de trabajo y por calidades de las piezas de trabajo, sobre una base de bastidor por bastidor. En vez de eso, puede ser deseable clasificar la información adquirida por calibres de piezas de trabajo y calidades de piezas de trabajo de acuerdo con una variable de estiramiento unitario, o de acuerdo con alguna otra variable del funcionamiento del laminador, tal como la anchura, o similar.

En lo que antecede se ha descrito una realización particular del presente invento para controlar un tren de laminación; no obstante, otra realización asociada sería adecuada para el control de algún otro dispositivo o proceso de funcionamiento, cuando se haya establecido una idea predeterminada del proceso o dispositivo tal como una o más ecuaciones modelo de funcionamiento, para permitir una previsión o para tratar de proporcionar un funcionamiento deseado de este proceso o dispositivo, que podría estar asociada a un funcionamiento real vigilado del proceso o dispositivo, con el fin de permitir una adquisición de información ponderada en la línea, con relación a una historia acumulada de ese funcionamiento real, con el fin de mejorarlo por adaptación del mismo.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 25 de agosto -

382976

de 1.969, bajo el número 852.627, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

- REIVINDICACIONES -
=====

10

15

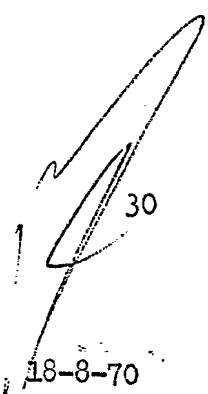
Los puntos de Invención, propia y nueva, - que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención, en España, por VEINTE años, son los siguientes:

20

1.- Un sistema de control del grueso - - de una pieza de trabajo, operante con al menos un bastidor de un tren de laminación que tiene un par de rodillos para efectuar una reducción del grueso en cada una de una primera y una segunda piezas de trabajo, que comprende primeros medios operantes con una ecuación modelo predeterminada para establecer un funcionamiento previsto de dichos rodillos con relación a dicha primera -- pieza de trabajo, segundos medios que responden al funcionamiento real de dichos rodillos con relación a di - -

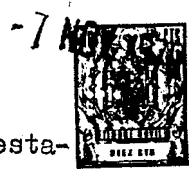
25

30



18-8-70

382976



cha primera pieza de trabajo, terceros medios para esta-
 blecer una relación predeterminada entre dicho funciona-
 miento previsto y dicho funcionamiento real de dichos --
 rodillos con relación a dicha primera pieza de trabajo,
 5 cuartos medios para determinar la similitud entre dicha
 primera pieza de trabajo y dicha segunda pieza de tra--
 bajo con relación a uno al menos de entre el índice de --
 calibre y la calidad de cada una de dichas piezas de --
 trabajo, quintos medios para determinar si otra pieza --
 10 de trabajo no similar a dicha primera pieza de trabajo -
 con relación a uno al menos de entre el índice de cali-
 bre y la calidad de la primera pieza de trabajo ha pasa-
 do entre dichos rodillos después de la primera pieza de
 15 trabajo y antes que la segunda pieza de trabajo, siendo
 dichos cuartos medios operantes con dichos primeros me--
 dios para establecer un funcionamiento previsto de di- -
 chos rodillos con relación a dicha segunda pieza de tra-
 bajo de acuerdo con dicha ecuación modelo y dicha rela--
 ción predeterminada, cuando se determina que dicha segun-
 20 da pieza de trabajo es similar a dicha primera pieza - -
 de trabajo y cuando dicha otra pieza de trabajo ha pasa-
 do entre dichos rodillos después de la primera pieza de
 trabajo y antes que la segunda pieza de trabajo.

25 2.- Un sistema de control del grueso --
 de pieza de trabajo según la Reivindicación 1, para un -
 tren de laminación que tiene una pluralidad de bastido--
 res de rodillos de laminación y un mecanismo operante --
 con cada bastidor de rodillos de laminación para contro-
 30 lar la abertura entre los rodillos, a través de la cual
 se hace pasar una pieza de trabajo presente después del

18-8-70



5. paso de una pieza de trabajo similar anterior, en que
dichos primeros medios son operantes para predecir el
funcionamiento de cada bastidor de rodillos operante an-
tes del paso de dicha pieza de trabajo anterior y con --
relación a información conocida acerca de dicha pieza de
trabajo anterior, en que dichos segundos medios respon-
den al funcionamiento real de cada bastidor operante du-
rante el paso de dicha pieza de trabajo anterior a tra--
vés de los bastidores de rodillos del tren de laminación,
10 en que dichos terceros medios establecen una relación de
control de funcionamiento para cada uno de dichos basti-
dores de rodillos de laminación operantes con relación -
a dicho funcionamiento previsto y a dicho funcionamiento
real de cada uno de tales bastidores respecto al paso de
15 dicha pieza de trabajo anterior, en que se han provisto
medios para ponderar dicha relación de control de funcio-
namiento de acuerdo con el número de piezas de trabajo -
similares a dicha pieza de trabajo anterior que han pa--
sado a través de los bastidores del tren de laminación -
20 antes del paso de dicha pieza de trabajo anterior, en --
que se han provisto medios para almacenar dicha relación
de control de funcionamiento ponderada para cada uno de
dichos bastidores en una posición de la memoria clasifi-
cada de acuerdo con al menos una característica seleccio-
25 nada de dicha pieza de trabajo anterior, y en que se --
han provisto medios para percibir el paso a través de --
dichos bastidores de rodillos de laminación de una pie--
za de trabajo diferente a dicha pieza de trabajo ante- --
rior con relación a al menos dicha una característica --
seleccionada de dicha pieza de trabajo anterior después

382976

18-8-70

-7 NOV



del paso de dicha pieza de trabajo anterior y antes del
 paso de dicha pieza de trabajo presente, siendo operan--
 tes dichos primeros medios con dicha ecuación modelo y -
 con dicha relación de control de funcionamiento pondera--
 da, para predecir el funcionamiento de cada bastidor --
 operante con relación a información conocida acerca de -
 dicha segunda pieza de trabajo, cuando dicha pieza de --
 trabajo diferente ha sido percibida por dichos sextos me--
 dios.

5

3.- Un sistema de control según la Reiv--
 vindicación 2, en que se han provisto medios que res--
 ponden a que dicha pieza de trabajo presente sea diferen--
 te a dicha pieza de trabajo anterior con relación a al --
 menos dicha una característica seleccionada, para hacer
 que dichos primeros medios prevean el funcionamiento --
 de cada bastidor operante de acuerdo con una segunda re--
 lación de control de funcionamiento ponderada previamen--
 te almacenada en una posición clasificada correspondien--
 te a al menos dicha una característica seleccionada de --
 dicha pieza de trabajo presente y determinada con rela--
 ción al funcionamiento real de dicho bastidor con una --
 pieza de trabajo similar a dicha pieza de trabajo presen--
 te y hecha pasar a través de dicho bastidor antes del -
 paso de dicha pieza de trabajo anterior.

10

15

20

4.- Un sistema de control del grueso --
 de la pieza de trabajo, según cualquiera de las Reivin--
 dicaciones 1 a 3, para laminar grupos respectivos de --
 piezas de trabajo similares, que comprende primeros me--
 dios para almacenar una primera corrección de funciona--
 miento para dicho un bastidor para cada categoría prede-

25

30

18-8-70

382976



5

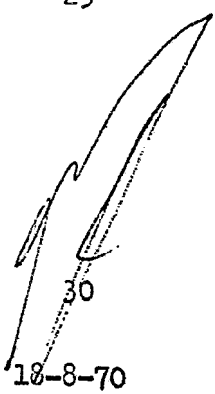
10

15

20

25

terminada de piezas de trabajo laminadas por dicho bas-
 tidor y de acuerdo con el número de piezas de trabajo --
 de un grupo dado que tienen una categoría similar de --
 pieza de trabajo y que han sido laminadas por dicho bas-
 tidor, segundos medios para almacenar una segunda correc-
 ción de funcionamiento para dicho un bastidor para cada
 una de dichas categorías de piezas de trabajo a ser la--
 minadas por dicho un bastidor y de acuerdo con el núme--
 ro de grupos de una categoría similar de piezas de tra--
 bajo que han sido laminadas por dicho un bastidor, me--
 dios para determinar un funcionamiento previsto para la
 laminación de una primera pieza de trabajo de acuerdo --
 con una ecuación modelo predeterminada para dicho un bas-
 tidor y al menos una característica conocida de la pri--
 mera pieza de trabajo, medios para vigilar el funciona--
 miento real de dicho un bastidor durante la laminación -
 de dicha primera pieza de trabajo, y medios para estable-
 cer una tercera corrección de funcionamiento para dicho
 un bastidor con relación a dicho funcionamiento previsto
 y a dicho funcionamiento real para la laminación de di--
 cha primera pieza de trabajo, siendo operantes dichos --
 primeros medios de almacenamiento para combinar dichas -
 correcciones de funcionamiento primera y tercera en una
 corrección ponderada predeterminada relacionada con el
 número de piezas de trabajo similares en el grupo que in-
 cluye dicha primera pieza de trabajo, que han sido lami-
 nadas por dicho bastidor y siendo entonces operantes para
 almacenar la corrección ponderada resultante.



5.- Un sistema de control del grueso de

382976



la pieza de trabajo, según la Reivindicación 1, en que -
 dichos terceros medios determinan subsiguientemente un -
 funcionamiento previsto para la laminación de una segun-
 da pieza de trabajo similar a la primera pieza de traba-
 jo.

5

6.- Un sistema de control del grueso de
 la pieza de trabajo, según las Reivindicaciones 1 ó 5,
 en que los segundos medios responden a una segunda pie--
 za de trabajo a ser laminada y que tiene al menos dicha
 una característica diferente a la de dicha primera pieza
 de trabajo, de tal modo que dichos segundos medios combi-
 nan dicha corrección ponderada resultante y dicha segun-
 da corrección de funcionamiento en una ponderación prede-
 terminada relacionada con un número predeterminado de -
 piezas de trabajo similares que han sido laminadas por -
 dicho bastidor.

10

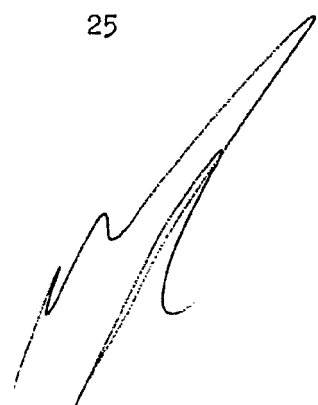
15

7.- Un sistema de control del grueso de
 uan pieza de trabajo.

Tal y como se ha descrito en la Memoria --
 que antecede, representado en los dibujos que se acompa-
 ñan y para los fines que se han especificado.

20

25



382976

18-8-70



Esta Memoria consta de sesenta hojas escri-
tas a máquina por una sola cara.

5

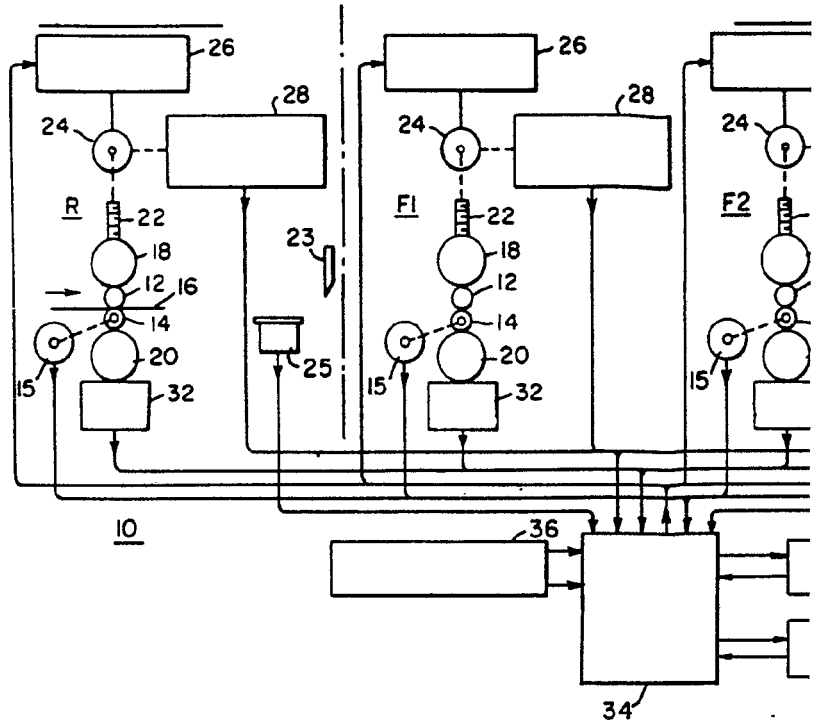
Madrid, 27 NOV. 1970
P.A.

Alberto de Elzabur.
Por Poder. *[Signature]*

[Signature]
18-8-70 SOC.

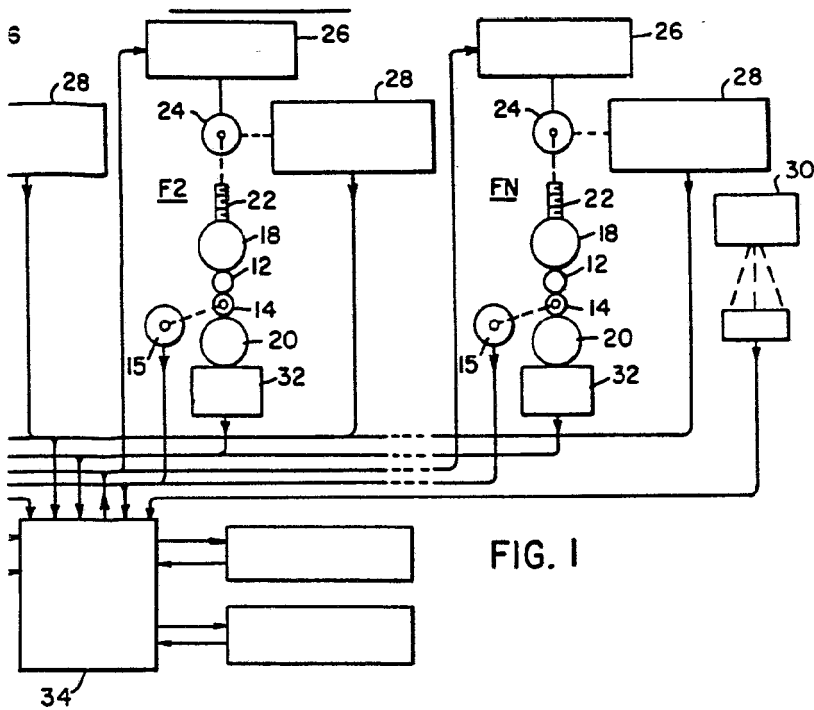
382976

582976



220	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	220
220	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	220
180	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	180
150	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	150
125	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	125
103	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	103
86	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	86
72	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	72
60	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	60
50	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	50
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

FIG. 2



0	220	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0
0	220	0.9	0.8	1.0	1.0	0.7	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0
0	180	0.9	1.1	1.2	1.5	0.8	1.1	0.9	1.2	1.0	0.8
0	150	0.8	0.7	1.4	1.2	0.9	0.7	1.1	0.9	1.0	0.6
.0	125	0.7	0.9	0.7	1.3	1.1	1.4	0.7	1.2	1.1	1.1
.0	103	0.8	1.4	0.6	1.3	0.6	1.2	0.6	1.3	1.0	1.5
.0	86	1.1	1.2	0.9	1.0	0.5	1.1	0.9	1.4	1.2	1.2
.0	72	1.0	1.1	1.2	0.9	1.1	1.0	1.4	1.2	1.3	1.3
.0	60	1.0	1.0	1.5	1.4	1.1	1.2	1.0	0.9	1.0	1.0
.0	50	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.4	1.2	1.0	1.0	0.9
9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

FIG. 3

Alberto de E...
por Poder.

382076

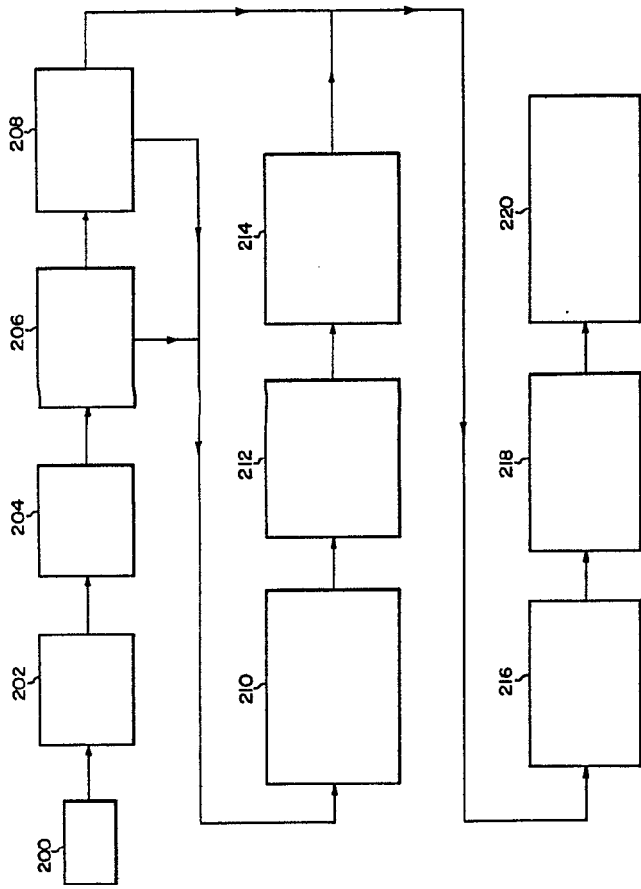


FIG. 4.

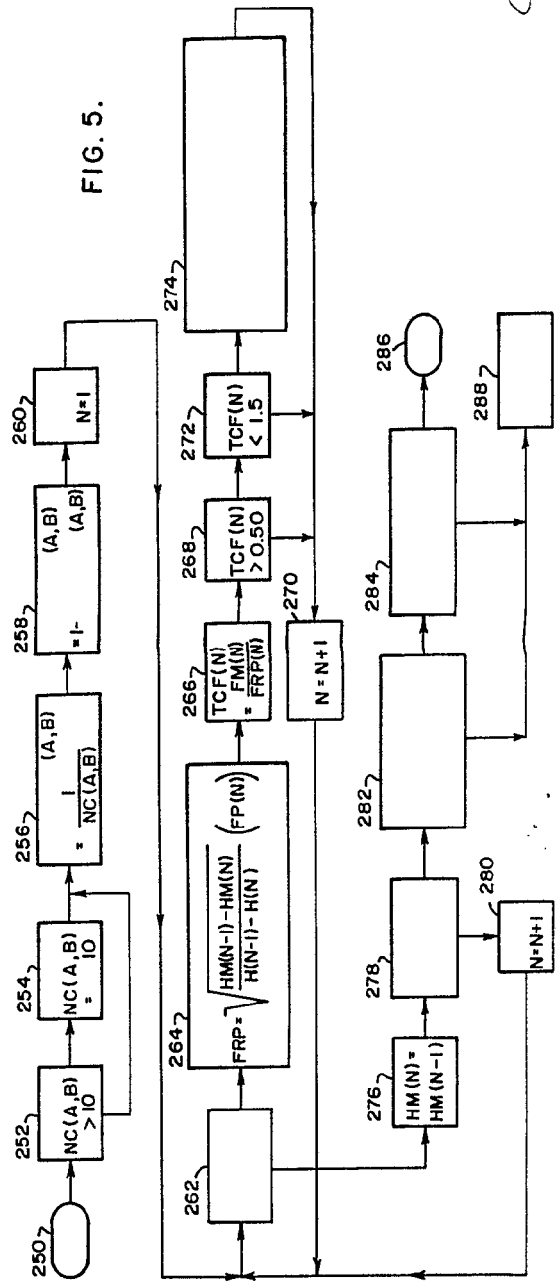
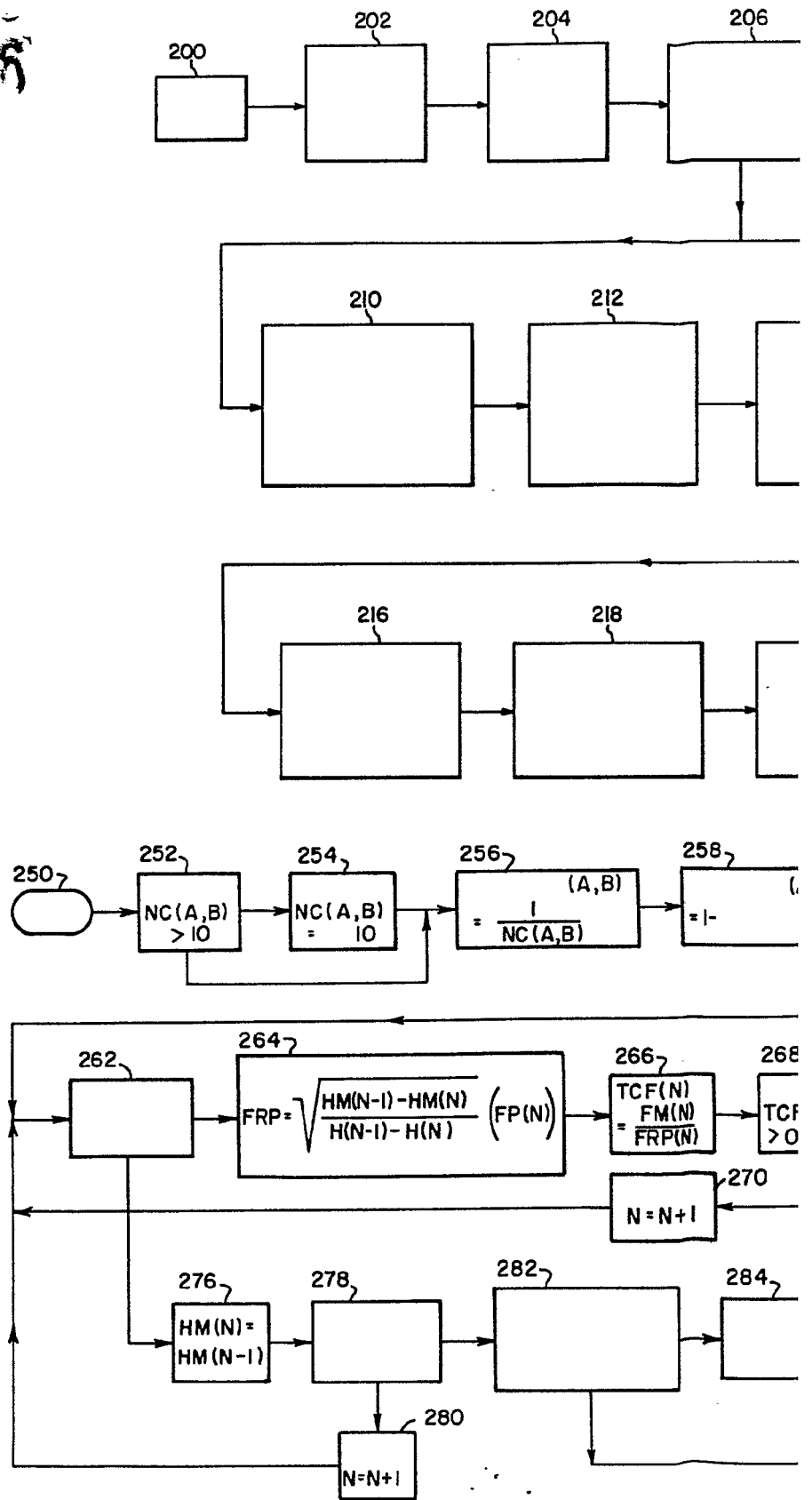


FIG. 5.

Handwritten signature and initials

382076



382976

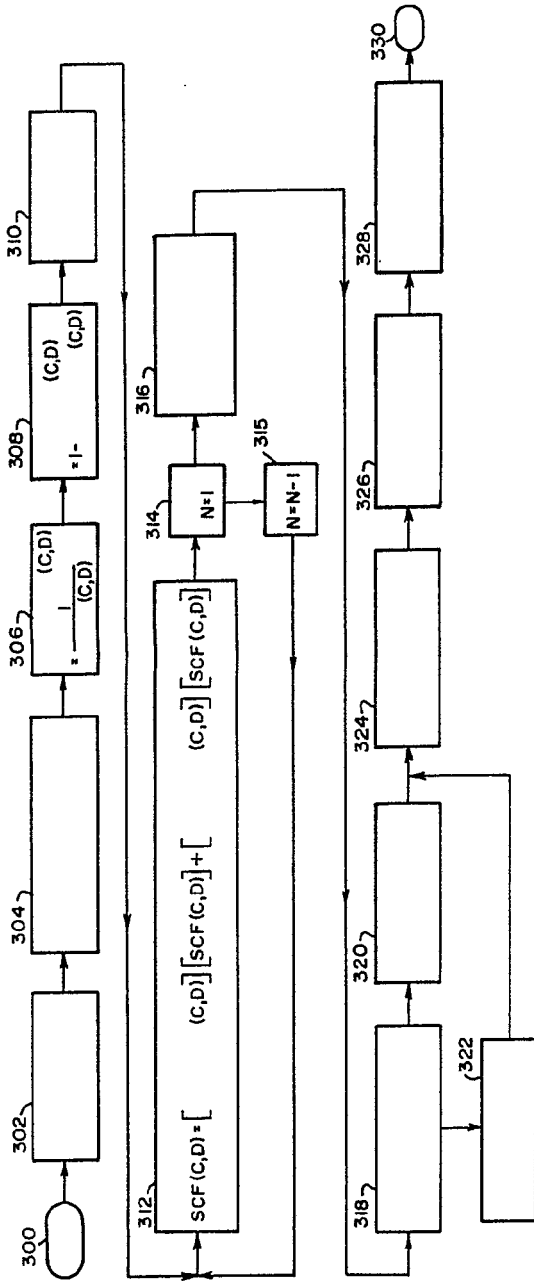


FIG. 6.

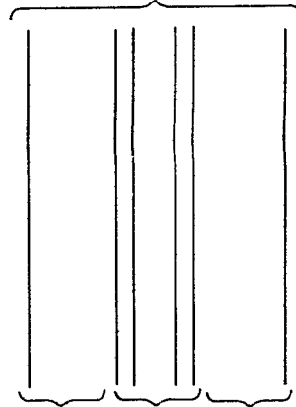


FIG. 7

Handwritten signature

382976

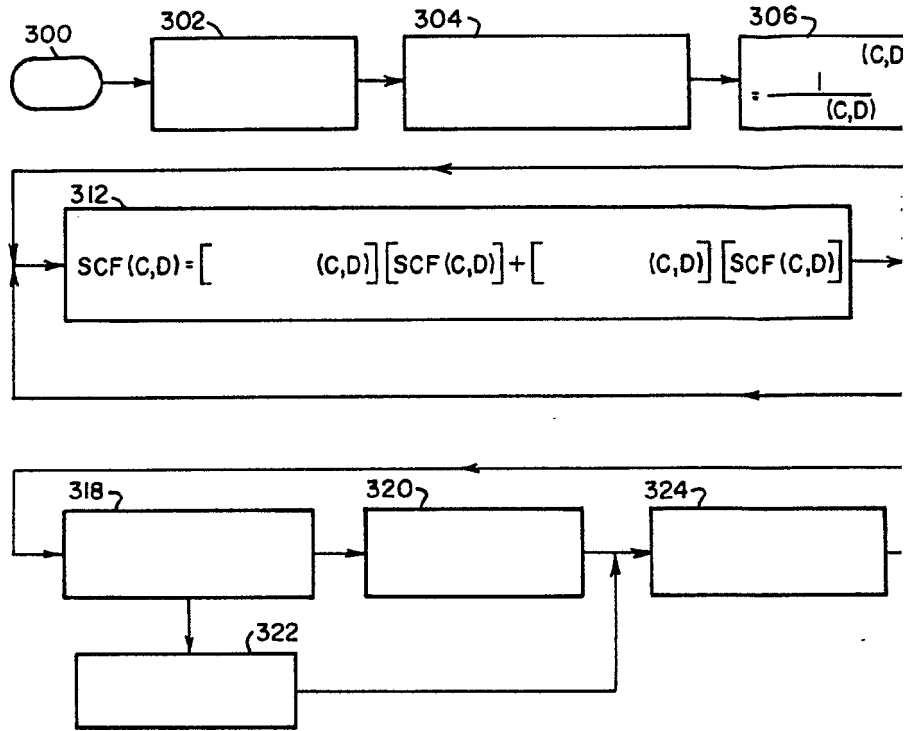
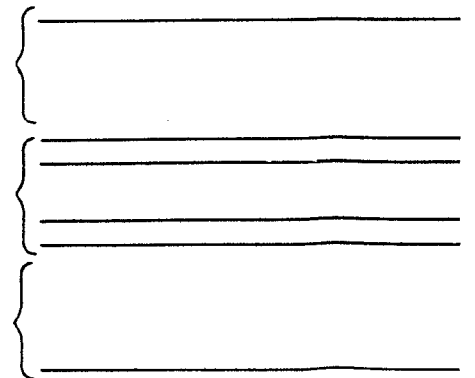


FIG. 6.



15 10 10 10 10

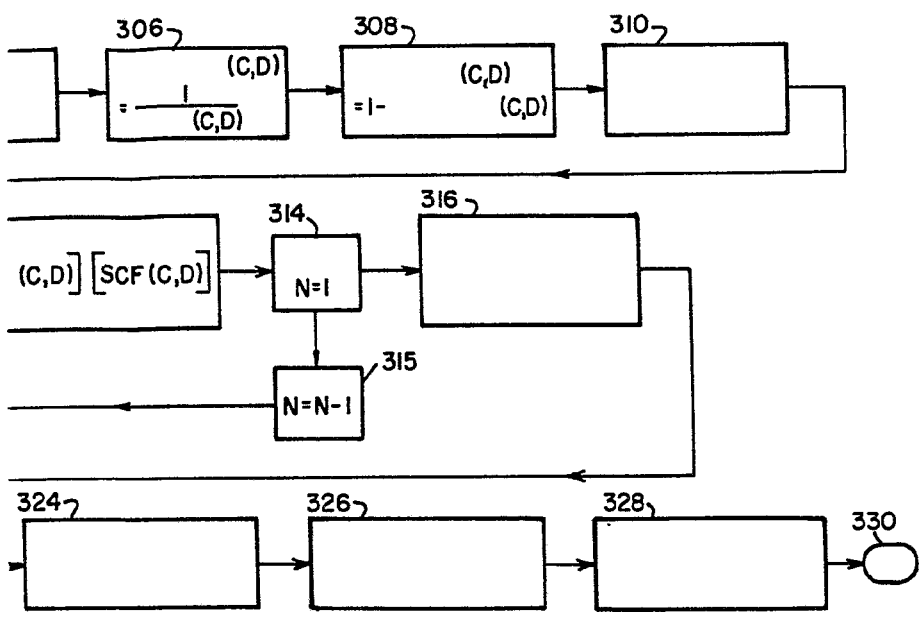


FIG. 6.

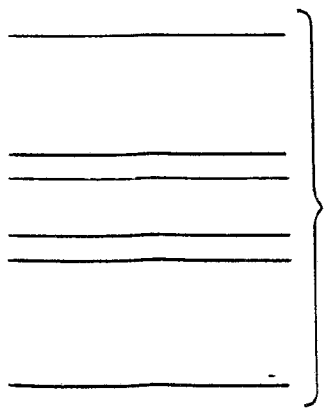


FIG. 7

Alfonso...
for Editor