

P.- 46.105

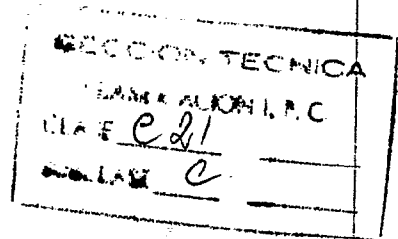
WE Case  
40.066 A



15 01 1950

384744

**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 METODO PARA PRODUCIR ACERO A PARTIR DE ARRABIO -  
FUNDIDO Y CHATARRA". (Clase Internacional C21c)

---

384744



La presente invención se refiere a un método y aparato para fabricar acero usando como recipiente convertidor un horno básico de oxígeno en el que un hierro impuro fundido es soplado desde arriba con oxígeno gaseoso.

5 La patente EE.UU. n.º. 2.803.610 expone un método para fabricar acero usando oxígeno de gran pureza, soplado verticalmente y en sentido descendente sobre un baño de hierro fundido impuro, contenido en un recipiente-convertidor. Los expertos en la técnica saben que el procedimiento para fabricar acero con oxígeno, descrito en la  
10 patente, ha disfrutado de un considerable éxito comercial en los últimos 12 años aproximadamente. En particular, el método del oxígeno efectúa ahorros en los costes del orden de \$3 a \$5 por tonelada, en comparación con el método de  
15 fabricar acero en horno Martin Siemens para fabricar aceros al carbono. Un inconveniente de la tecnología existente para el procedimiento básico con oxígeno consiste en que solo se pueden usar cantidades limitadas de chatarra de acero en la aportación de la carga al horno básico de oxígeno, en comparación, por ejemplo, con la relativa libertad de  
20 que se dispone para elegir la carga de chatarra en el procedimiento Martin Siemens. En la mayoría de los casos, el método básico con oxígeno es llevado a la práctica con una carga que consta de al menos 70% de metal líquido de alto  
25 horno, también llamado a veces "arrabio".

En los años anteriores a la puesta en práctica del método básico con oxígeno a escala sustancial, era usual utilizar chatarra de acero a escala bastante grande,

384744 1500



1. como fuente de hierro para fabricar acero. Siempre que el  
precio de la chatarra y demás condiciones económicas lo aconsejen, ha sido posible usar en un horno Martin Siemens cualquier proporción de chatarra deseada, hasta 100%. La principal desventaja de usar una carga para horno Martin Siemens consistente enteramente en chatarra es que el tiempo total requerido para producir una colada de acero se alarga desde quizás 4 horas, cuando todo es metal líquido, hasta aproximadamente 12 horas cuando todo es chatarra.

5  
10 A medida que ha aumentado el uso del procedimiento básico con oxígeno, ha disminuido la demanda de chatarra, y la chatarra de acero se ha vendido durante los últimos 5 años aproximadamente a la mitad de precio que en 1.956-1.957. Esto ha generado un interés considerable en el problema de adaptar el procedimiento básico con oxígeno, para permitirle consumir más chatarra.

15  
20 Una propuesta hecha en la patente EE.UU. nº. 3.399.992 se refiere al precalentamiento de chatarra usando una pluralidad de hornos de precalentamiento de chatarra, usándose gas residual de un horno para precalentar la chatarra fría de otro, produciendo una economía de combustible mejorada. En otra patente EE.UU. nº. 3.301.662, los gases de salida del convertidor son mezclados con gas que contiene oxígeno, y son usados para precalentar chatarra de hierro a medida que pasa sobre una parrilla móvil, por encima de una capa de material formador de escoria, hacia un convertidor con oxígeno.

25  
La patente EE.UU. nº. 3.301.664 expone un mé-

5.12.70.

384744

1529



5 todo para fabricar acero con oxígeno, en el que se usan al  
menos dos recipientes convertidores interconectados, usán-  
dose el gas de salida de uno para calentar una carga fría  
en la que se incluye escoria, en otro recipiente, e intro-  
duciéndose oxígeno adicional en el gas, durante su paso de  
un recipiente a otro, para completar su combustión. La -  
patente EE.UU. n.º. 3.307.935 emplea también precalentamien-  
to de chatarra conjuntamente con un recipiente convertidor  
para fabricar acero con oxígeno, efectuándose el calenta -  
10 miento en una vasija íntimamente asociada con el recipien-  
te para oxígeno. El precalentamiento se limita a evitar la  
obturación de la vasija, y permitir así que la chatarra -  
calentada pase de la vasija al recipiente por gravedad.

15 La patente EE.UU. n.º. 3.316.082 expone la -  
fusión de chatarra en el recipiente convertidor usando una  
lanza que también es antorcha de arco de plasma. La patente  
EE.UU. 3.331.681 avanza el concepto de usar una pluralidad  
de hornos móviles y proporcionar puntos independientes en  
los que la chatarra es precalentada y la carga es refina-  
20 da, usándose gas residual del horno del punto de refino -  
para precalentar la chatarra en el punto de precalenta -  
miento.

25 Las anteriores patentes de la técnica ante-  
rior son quizá representativas del estado de la técnica -  
anterior en el área general de la materia en cuestión, a -  
la que se dirige la presente invención. En cualquier caso,  
el contenido de esas patentes y, en la medida en que se -  
conoce, el contenido de la técnica anterior globalmente,

384744



no pueden proporcionar un método y aparato para fabricar -  
acero por el procedimiento básico con oxígeno que permitan  
fabricar acero usando una cantidad o proporción previamente  
seleccionada de chatarra en la carga, precalentando la -  
5 carga de chatarra solo en la medida necesaria para propor-  
cionar una carga al horno básico de oxígeno sustancialmente  
equilibrada térmicamente para la operación de refinado, y -  
evitando así. (1) acortar la vida del revestimiento, lo -  
que es ocasionado por un excesivo calor en la carga, y (2)  
10 problemas de congelación u otros problemas de manipulación  
con el acero acabado, causados por precalentamiento insu-  
ficiente de la chatarra. Este problema, que ha caracteri-  
zado a la técnica anterior, tiene gran complejidad, y es -  
tratado y resuelto sustancialmente por la presente inven-  
15 ción.

La invención proporciona un método para -  
fabricar acero en un convertidor básico con oxígeno, donde  
se puede cargar la cantidad deseada de chatarra, hasta 40%  
o más de la carga total. Se elige una proporción entre cha-  
20 tarra y metal líquido, o una cantidad deseada de la una y -  
el otro, así como las especificaciones de temperatura, peso  
y nivel de carbono de la colada de acero a fabricar. El me-  
tal líquido disponible es analizado espectrográficamente,  
o de alguna otra manera adecuadamente rápida, para deter-  
20 minar su contenido de por lo menos hierro y silicio.

Más específicamente, este método para fa -  
bricar acero comprende precalentar en magnitud determinada  
una cierta cantidad de chatarra de hierro, mezclarla con -

384744



metal líquido y otros materiales de carga en un recipiente de horno básico de oxígeno, y refinar el baño resultante - por soplado desde arriba con oxígeno. El plan para deter - minar la magnitud de precalentamiento implica medir la tem -  
5 peratura y determinar el contenido de hierro, carbono y - silicio en el metal líquido; elegir el peso deseado, la - temperatura final y el contenido de carbono en el acero - a producir; y elegir una proporción chatarra/carga tan gran - de como 40% o más, para definir las cantidades de metal -  
10 líquido y chatarra a usar en la carga. Una calculadora - programada trabaja con esta información, junto con otra in - formación pertinente, incluyendo caudal y poder calorífico del combustible usado para precalentar la chatarra, y se - produce una determinación que indica el tiempo de preca -  
15 lentamiento de chatarra requerido. Los cálculos implicados comprenden generalmente: (1) un balance de materiales basa - do en el hierro, para calcular los pesos de metal líquido - y chatarra, (2) un balance térmico para calcular el calor - requerido para la chatarra, y (3) un cálculo del tiempo de  
20 precalentamiento de la chatarra, basado en el resultado - del cálculo de balance térmico y en las características - de la operación de precalentamiento de la chatarra. El hor - no básico de oxígeno se hace trabajar según el resultado - de los cálculos. Si se desea, la operación en calculadora -  
25 programada puede dirigirse a elegir la carga de mínimo cos - te y la cantidad de precalentamiento de chatarra requerido - para tal carga.

Una calculadora efectúa un balance de mate - riales basado en la cantidad elegida de metal líquido o -

384744 15 FEB 1970



5 chatarra, o en la proporción entre ellos, y un conocimiento del contenido de hierro y valor estimado o calculado del rendimiento en hierro, con lo que se determinan las cantidades de metal líquido y chatarra a cargar. Además, la calculadora realiza un balance térmico que tiene en cuenta los diversos factores significativos que afectan al contenido de calor en el material del recipiente durante la operación de refinado, con lo que se determina la cantidad de calor que ha de ser añadida a la chatarra durante una operación de precalentamiento, para que pueda ser calentada lo suficiente para permitir que se consiga una carga térmicamente equilibrada, es decir, una carga lo bastante caliente para que la operación de refinado pueda ser efectuada hasta llegar sustancialmente a las especificaciones de calor en el punto final del proceso, sin peligro subsiguiente de congelación y sin peligro de disolución incompleta de la chatarra, pero no tan caliente que se perjudique excesivamente a la vida del revestimiento. Finalmente, la calculadora efectúa también un cálculo del tiempo de precalentamiento de la chatarra requerido, tomando como base el calor calculado que ha de ser añadido a la chatarra durante el precalentamiento, y el conocimiento del poder calorífico del combustible usado para precalentamiento de la chatarra y del caudal de combustible a usar.

25 Los pesos de chatarra y metal líquido a usar, y el tiempo de precalentamiento de la chatarra, son presentados en imagen, y el operario efectúa correspondientemente el proceso en el horno básico de oxígeno.

384744

15 DIC 1970



Si se desea, las diversas partes del proceso, incluyendo el precalentamiento de la chatarra, pueden ser accionadas automáticamente por la calculadora u otros medios de control. Se consigue un ahorro de los costes de producción como resultado de la mayor utilización de chatarra, en vez del metal líquido, más caro; como resultado de los ahorros de combustible conseguidos precalentando la chatarra solo en la medida necesaria; y como resultado de salvaguardar la integridad del revestimiento del convertidor y la prolongación de la vida del revestimiento del convertidor. Según otro aspecto de la invención, la calculadora es usada para determinar las cantidades de metal líquido, chatarra, fundentes, combustible y oxígeno que producen la carga más económica para el recipiente. Por las razones indicadas, el método y aparato de la invención constituyen una contribución importante a la técnica de fabricar acero por el método básico con oxígeno.

La invención proporciona también un método para fabricar acero, en el que las cargas sucesivas de arrabio fundido, chatarra de metal férreo precalentada, y constituyentes formadores de escoria, son sopladas desde arriba con un gas que contiene oxígeno, en el mismo recipiente de horno básico de oxígeno, y los datos de ellas son almacenados en la memoria de una calculadora. Un valor actualizado de la eficacia térmica del precalentamiento de la chatarra es determinado y almacenado al final del soplado con oxígeno para cada carga. La cantidad de calor que ha de ser suministrada a la chatarra en cada carga es calculada con



referencia al valor almacenado de la eficacia térmica.

El plán expuesto para determinar la magnitud de precalentamiento de la chatarra tiene en cuenta la eficacia térmica del precalentamiento de la chatarra, donde eficacia térmica representa la fracción de la energía térmica total resultante de quemar el combustible que aparece como calor sensible en la chatarra precalentada.

Actualmente la eficacia térmica solo es estimada teóricamente, y es difícil comprobar los valores teóricos debido a que no es factible la medida por contacto de la temperatura de la chatarra, y debido a que pasan típicamente 20 min. aproximadamente desde la terminación del precalentamiento hasta el momento en que desaparecen humo y gases del recipiente de precalentamiento, de manera que se puede determinar por medios pirométricos la temperatura superficial de la chatarra. Si se emplea un sistema pirométrico, la chatarra se enfría durante el período de espera, causando pérdida de precalentamiento y retraso de la producción, lo que quizá es más significativo.

Según los amplios principios del segundo aspecto de la presente invención, la eficacia térmica del precalentamiento de la chatarra es determinada después del final del soplado con oxígeno, por el efecto de la chatarra precalentada sobre la temperatura medida del acero producido. El valor determinado de la eficacia térmica es usado para determinar un valor actualizado de trabajo de la eficacia térmica, que es almacenado en la memoria de una calculadora. Cada colada de horno básico de oxígeno es produ-

384744



cida a partir de una carga en la que se incluye una chatarra precalentada que tiene una cierta cantidad de calor, - calculada por referencia al valor almacenado actualizado de la eficacia térmica. Así se proporciona un plan para -  
5 determinar la eficacia del precalentamiento de la chatarra, de manera que se permite que continúen los cálculos de carga y el funcionamiento del horno básico de oxígeno, sin necesidad de medir la temperatura de la chatarra tras precalentarla y antes de empezar la colada en el horno básico de  
10 oxígeno.

Para que la invención pueda ser entendida más claramente y llevada fácilmente a efecto, se hará ahora referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15 La fig. 1 es un diagrama que muestra el aparato para efectuar la invención; y

La fig. 2 es una curva esquemática del coste frente al peso de chatarra o de metal líquido.

20 Con referencia a la fig. 1, se muestra un horno 10 básico de oxígeno en el que unos materiales cargados son tratados para producir unas coladas de acero específicas. Una lanza 12 suministra oxígeno al baño durante la operación de refino, y puede servir también como quemador para precalentar chatarra, cuando es modificada de forma apropiada para ese fin. El horno 10 es de diseño usual, y -  
25 está provisto de otros aparatos (que no se muestran) tales como una cubierta, chimeneas, soplantes y precipitadores - La operación real de refino del horno 10 es controlada adecuadamente por calculadora, como es práctica en la mayoría

384744



de las instalaciones modernas de hornos básicos de oxígeno.

5 Generalmente, cuando el horno 10 ha de ser  
cargado, al principio de una colada, el recipiente del -  
horno es basculado en magnitud predeterminada, y se pone  
en él una cantidad preseleccionada de chatarra metálica, -  
planificada para la colada. Aunque se pueden usar otros -  
medios de precalentamiento de la colada, la lanza 12 es -  
bajada y la chatarra es precalentada, preferiblemente que-  
mando combustible y oxígeno en la punta de la lanza 12. -  
10 Así se suministra a la chatarra una cierta cantidad de -  
calor, en la cantidad calculada para permitir que la tempe-  
ratura del baño de acero a tratar llegue hasta la tempera-  
tura deseada en el punto final del proceso. Tras precalen-  
tar la chatarra, la lanza 12 es retirada y el arrabio fun-  
15 dido, traído desde el alto horno en un "vagón torpedo" ais-  
lado, es vertido en una cuchara, en cantidad pesada, y es -  
vertido en el recipiente del horno.

Se vuelve a bajar la lanza 12 al recipien-  
te del horno, hasta unos pocos metros del baño, y se sopla  
20 a través de él oxígeno a alta presión. El carbono, la im-  
purezas y algo del hierro del baño se queman en la atmósfera  
de oxígeno, empezando el proceso de refinado. Luego se añaden  
materiales fundentes para formar una escoria que capte los  
óxidos no desprendidos como gases. Al final del soplado, -  
25 la lanza 12 es retirada y el recipiente es basculado para  
verter el acero en una cuchara. El acero acabado es verti-  
do luego de la cuchara a moldes de lingote, o en una máquina  
de colada continua.

384744<sup>15</sup> DIC. 19



Algunas consideraciones de equilibrio termoquímico participan típicamente en la elección de la relación entre chatarra y metal fundido a usar en el recipiente del horno. En la práctica de la técnica anterior, en la carga total podría incluirse aproximadamente 66% de metal líquido y aproximadamente 28% de chatarra fría. Esta relación producía idealmente un equilibrio termoquímico en el acero acabado, es decir, las impurezas y el carbono serían idealmente reducidas hasta el nivel deseado, al mismo tiempo que la temperatura del baño llegaría al valor del punto final deseado para control de calidad. Incluso para el balance térmico y de materiales más sencillo, los cálculos implicados son tantos y tan complicados que la misión de cálculo de la carga es confiada normalmente a una calculadora.

Según la presente invención, la cantidad de chatarra cargada en el recipiente del horno puede ascender, y preferiblemente asciende, a más de 40% de la carga del recipiente. Para que se pueda utilizar este mayor tanto por ciento de chatarra, la chatarra es precalentada para formar la base del balance termoquímico del acero acabado. En breve, la cantidad de calor suministrada a la chatarra antes de comenzar el proceso es tal que la cantidad de calor contenido en el arrabio fundido más la cantidad de calor contenido en la chatarra, sumado a la cantidad de calor generado en el proceso como resultado de las reacciones de oxidación exotérmicas, sea igual a la cantidad buscada de calor en el acero acabado, más las pérdidas térmicas del



horno y la cantidad de calor contenido en la escoria formada en el proceso.

Para calcular la cantidad de precalentamiento de la chatarra se hace una determinación de datos entre los que se incluyen valores tanto medidos como preseleccionados para los diversos componentes que constituyen la carga, así como datos relativos al peso deseado, temperatura y nivel de carbono en el acero a producir. Estos datos son suministrados a un sistema 14 usual de calculadora digital, provisto de un sistema de programación adaptado para proporcionar el tratamiento de datos requerido para las funciones de cálculo, control y toma de decisión que se buscan.

Inicialmente, la colada a producir es elegida por la calculadora o por el operario. Es decir, el peso, temperatura y nivel de carbono deseados para el acero a fabricar son especificados y almacenados en la calculadora 14. El operario suministra especificaciones de la colada a la calculadora 14 mediante un dispositivo de introducción de datos, tal como un sistema de lectura de tarjetas.

De un vagón torpedo 17 se obtiene una muestra del metal líquido a usar. La muestra es enviada al laboratorio químico y es analizada espectrográficamente, como se indica en 18 y 20, para determinar su tanto por ciento de contenido de hierro, silicio y, si se desea, carbono. Típicamente no se mide el carbono, debido a la poca exactitud medida a los altos niveles de carbono en el metal líquido, y en vez de ello se calcula el nivel de carbono a partir del nivel de silicio medido, mediante ecuaciones conocidas.

3847445 DIC. 1970



Además, la muestra es analizada para determinar su tanto por ciento de contenido de fósforo y manganeso y, si se desea, otros elementos. La información del análisis, junto con la temperatura del metal, es suministrada a la calculadora 14 como se indica en 19. La temperatura del metal líquido, si se desea, puede ser obtenida justamente antes de cargar, cuando ha sido transferido a la cuchara 22. Se debe observar aquí que las operaciones antes enumeradas, y las operaciones que se describen en lo sucesivo, no han de ser seguidas necesariamente en el orden dado, sino que se presentan simplemente de manera que ayude a conseguir que se entiendan las etapas de funcionamiento de la invención.

En la práctica preferida de la invención, se elige para usar como carga un peso preseleccionado de chatarra de tanto por ciento de contenido de hierro conocido o estimado. La cantidad deseada de chatarra es pesada como se indica en 24, y este dato es suministrado a la calculadora 14. Dado que el peso de chatarra y su tanto por ciento de contenido de hierro son conocidos, el peso de hierro en la chatarra puede ser calculado fácilmente. Determinado el peso de hierro en la chatarra, la calculadora 14 calcula el peso de metal líquido a cargar, para producir un balance de materiales basado en el hierro implicado en el proceso, y hacer así que se cumplan las especificaciones de la colada previamente elegida.

El peso de metal líquido es calculado de manera que satisfaga a la ecuación:

384744



(1)  $(Fe_{\text{arrabio}} + Fe_{\text{chatarra}})$  (rendimiento de hierro) = peso

deseado de acero a fabricar,

donde:  $(Fe_{\text{arrabio}}$  es el peso de hierro en el arrabio fun -

5 dido;  $(Fe_{\text{chatarra}}$  es el peso de hierro en la chatarra; y -

(rendimiento de hierro es un valor sustancialmente constante,

previamente determinado, conocido para el recipiente del -

horno por una serie de sopladros anteriores, y que típica -

mente es aproximadamente 0,94.

10 Dado que el peso de hierro en la chatarra -

es conocido, el rendimiento de hierro es conocido, el peso -

deseado de acero a fabricar es conocido, y la fracción en -

peso de hierro en el metal líquido es conocida por análisis

del mismo, puede calcularse fácilmente el peso de hierro -

15 que ha de estar contenido en el arrabio fundido. Así, la -

calculadora determina fácilmente el peso de arrabio a usar -

como carga con el peso de chatarra preseleccionado, para pro -

porcionar un balance de materiales basado en el hierro im -

plicado en el proceso.

20 El peso de material de carga formador de -

escoria, tal como caliza, dolomita y espato, puede ser cal -

culado de manera que se satisfaga cualquier práctica concre -

ta de trabajo de la instalación de horno básico de oxígeno.

En una de tales prácticas se incluye el especificar una -

25 proporción concreta de basicidad de la escoria, y calcular -

el peso de caliza a cargar, tomando como base el peso de me -

tal líquido a cargar, el contenido de silicio en el metal -

líquido y la proporción preseleccionada de basicidad de la -

384744



5 escoria. Esta cantidad o peso de caliza es distribuida luego entre caliza y caliza dolomítica, según cualquier base predeterminada tal como 50% de una y 50% de la otra. La cantidad de espato a cargar puede ser calculada como número de kilos de espato por kilo de caliza, en función del fósforo total contenido en el metal líquido. Los pesos de los diversos constituyentes formadores de escoria a cargar son determinados por la calculadora 14 según la práctica-concreta en la instalación de horno básico de oxígeno. Esto es representado en la fig. 1 an 26.

10 En este momento,,la calculadora efectúa cálculos de balance térmico para determinar la cantidad de calor que se requiere suministrar al peso preseleccionado de chatarra, para llevarla a taltemperatura que se proporcione para el horno una carga térmicamente equilibrada de arrabio fundido, chatarra precalentada y constituyentes formadores de escoria. Los cálculos de precalentamiento de la chatarra se hacen tomando como base la ecuación:

15

$$(2) \text{ Kcal}_{\text{totales}} = \frac{\text{Kcal}_{\text{salida}} - \text{Kcal}_{\text{entrada}}}{\text{E.T.}}$$

20

donde: ( $\text{Kcal}_{\text{totales}}$  es la cantidad de calor que se requiere suministrar mediante el combustible; ( $\text{Kcal}_{\text{salida}}$  es la cantidad de calor que requiere el proceso para alcanzar la temperatura deseada en el acero acabado a producir, más las pérdidas térmicas del horno y la cantidad de calor contenido en la escoria;  $\text{Kcal}_{\text{entrada}}$  es la cantidad

25

384744



de calor suministrado al y generado en el proceso; y (E.T. es la eficacia térmica del precalentamiento de la chatarra.

5 Cada uno de estos factores puede ser calculado fácilmente  $Kcal_{salida}$  es la sumatoria del calor sensible en el acero acabado, calor sensible en la escoria formada en el proceso, y pérdidas térmicas del horno. La cantidad de calor en el acero acabado está dada por la ecuación:

10

$$(3) \text{ Cantidad de calor en el acero (Kcal)} = 0,214 \left( \begin{array}{l} \text{peso de acero} \\ \text{acabado} \end{array} \right) \left( \begin{array}{l} \text{temperatura del} \\ \text{acero} - 25^{\circ}\text{C} \end{array} \right)$$

15 donde: (la constante 0,214 es el calor específico del acero fundido; el peso de acero acabado es el peso deseado de acero a producir; y (la temperatura del acero es la temperatura deseada para el baño de acero acabado.

20 La cantidad de calor en la escoria es la sumatoria de las cantidades de calor aportadas por cada uno de los compuestos contenidos en la escoria. La cantidad de calor aportada por cada uno de los compuestos contenidos en la escoria está dada por la ecuación:

$$(4) \text{ Cantidad de calor del compuesto} = \text{calor específico del compuesto} \left( \begin{array}{l} \text{kg. de compues-} \\ \text{to formado} \end{array} \right) \left( \begin{array}{l} \text{temp. del} \\ \text{acero} - 25^{\circ}\text{C} \end{array} \right)$$

25 Como ejemplo, el Si del arrabio fundido provoca la formación del compuesto  $Ca_2SiO_4$  en la escoria. El número de kilos de  $Ca_2SiO_4$  en la escoria puede ser calculado tomando como base el conocimiento del peso de arrabio fundido car-

3847 4 45 DIC



gado, el tanto por ciento de contenido de Si en el metal fundido, las necesidades de  $O_2$  para las reacciones, y el peso de caliza cargada. El número de kilos de  $Ca_2SiO_4$  formado, multiplicado por su calor específico (0,341) y por -  
5 (temperatura del acero acabado -  $25^{\circ}C$ ), da la cantidad de calor que aporta como calor sensible a la escoria. Análogamente puede calcularse la cantidad de calor que cada compuesto formado aporta para constituir el calor sensible total contenido en la escoria.

10 En  $Kcal_{salida}$  se incluyen también las pérdidas térmicas del horno. Las pérdidas térmicas del horno se calculan tras refinar cada colada de acero, como estadística del proceso, y se conservan en la memoria de la calculadora como valor  
15 histórico. Este valor de tendencia histórico es usado en los cálculos de las coladas venideras. Está compuesto principalmente por la cantidad de calor conducida a través del revestimiento del recipiente, más la cantidad de calor radiada de la boca del horno, menos la radiación inversa de calor desde las llamas a la escoria, más el calor perdido  
20 en la eyección, pérdidas en conductos y gases residuales.

$Kcal_{entrada}$  es la sumatoria de la cantidad de calor sensible contenido en el arrabio fundido y el - calor de las reacciones exotérmicas que tienen lugar durante el proceso de refino. El calor sensible en el metal  
25 líquido está dado por la ecuación:

$$(5) \quad \text{Calor sensible en el metal líquido} = 0,219 \left( \begin{array}{l} \text{peso de metal} \\ \text{líquido} \end{array} \right) \left( \begin{array}{l} \text{temperatura} \\ \text{del metal líquido} \\ \text{quido} - 25^{\circ}C \end{array} \right)$$



donde : (la constante 0,219 es el calor específico del metal líquido.

5 Se debe observar aquí que los valores de calor específico antes dados son asunto de conocimiento - de libros de texto, pero que a veces varían entre un texto y otro como resultado de variación de las composiciones de aceros y metal líquido para los cuales se derivan. Por tanto, los valores dados han de ser entendidos como típicos de los usados actualmente en ciertas instalaciones de hornos básicos de oxígeno.

10

El calor de las reacciones exotérmicas - que tienen lugar durante el proceso es la sumatoria de los calores de reacción de cada componente oxidado o convertido del baño. Como ejemplo, el calor de reacción de - 1 kg. de Si del metal líquido, produciendo la formación - de  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ , es 7850 Kcal. Este último valor, multiplicado por el número de kilos de Si en el metal líquido, dará - la cantidad de calor aportada al proceso a causa de que - el Si se convierta en  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  en la escoria. Análogamente, la cantidad de calor que produce cada reacción exotérmica puede ser calculada conociendo la cantidad del elemento contenida en el baño, y su calor de reacción.

15

20

El factor E.T., o eficacia térmica, de la ecuación (2) se determina por consideraciones termodinámicas teóricas bien conocidas por los expertos en la técnica, y representa aquella fracción de la energía térmica total resultante de quemar combustible en la punta de la lanza 12, que aparece como calor sensible en la cha -

25

384744



15-010-110

tarra precalentada. Un valor típico de la eficacia térmica es 0,55; para más detalles, se hace referencia a las págs. 69-82 del número de marzo 1.968 de "33 The Magazine of Metals Producing", "33 La revista de producción de metales". Así se almacena en la memoria de la calculadora un valor de la eficacia térmica, para ser usado en el cálculo de Kcal<sub>totales</sub>.

Por tanto, la cantidad de calor (Kcal<sub>totales</sub>) que ha de ser suministrada por el combustible es determinada por la calculadora 14 a partir de las cantidades del lado derecho de la ecuación (2). La cantidad de combustible requerida para quemar, para que suministre (Kcal<sub>totales</sub>), es determinada luego por la calculadora 14. La cantidad total de combustible que se requiere quemar en la lanza 12 es calculada de modo que satisfaga la ecuación:

$$(6) \text{ Combustible}_{\text{total}} = \frac{\text{Kcal}_{\text{totales}}}{\text{P.C}}$$

donde: (Combustible<sub>total</sub> es la cantidad total de combustible que se requiere quemar; (Kcal<sub>totales</sub> es según se ha definido antes; y (P.C. es el poder calorífico del combustible que se esté usando.

El poder calorífico del combustible, P.C., es conocido para el tipo de combustible que se esté usando, y generalmente se expresa en Kcal/litro para el fuel oil o en Kcal/m<sup>3</sup> si se usa metano o gas natural. También es factible emplear otras formas de precalentamiento, tales como medios eléctricos, en los que no se usa "combustible", y en tales casos las determinaciones de suministro de energía se hacen de manera similar a la determinación de suministro de combustible aquí descrita.

384744



Se pueden usar un caudal de combustible preseleccionado y las necesidades totales de combustible,  $Com_{bustible_{total}}$ , para calcular el tiempo de precalentamiento de la chatarra, y se pueden usar un tiempo de precalentamiento de la chatarra preseleccionado, y las necesidades totales de combustible, para calcular un caudal de combustible, según se desee. En cualquier caso, la chatarra es precalentada quemando el  $Combustible_{total}$  durante un cierto período de tiempo, y así se suministran las  $Kcal_{totales}$  que producen una carga térmicamente equilibrada para el horno 10.

El aparato que se muestra dentro del bloque 28 en la fig. 1 ilustra un sistema para controlar el calentamiento de la chatarra. Más específicamente, el aparato 28 es utilizado en la práctica de la invención con un tiempo de precalentamiento preseleccionado o calculado, durante el cual se controla el caudal de combustible, calculado o preseleccionado, de manera que suministre el  $Combustible_{total}$ .

En el aparato 28 se incluye una fuente 30 de combustible y una fuente 32 de oxígeno, que están conectadas a la lanza 12 mediante las tuberías 34 y 36, respectivamente. Dentro de las tuberías 34 y 36 se disponen las válvulas 38 y 40 de control de caudal. En las tuberías 34 y 36, respectivamente, se disponen también unos dispositivos 42 y 44 de medida de caudal, tales como placas de orificio, conectados a los controladores 46 y 48 de caudal de combustible y oxígeno, como se muestra. El controlador -

384744



15 010 070

46 de caudal de combustible está acoplado a un control 50 de posición de válvula, que a su vez está conectado a la -  
válvula 38 de control de causal de combustible. El controlador 48 de caudal de oxígeno está acoplado, análogamente,  
5 a un control 52 de posición de válvula, que a su vez está conectado a la válvula 40 de control de caudal de oxígeno. Los controladores 46 y 48 de caudal están conectados también a la calculadora 14 mediante los conductores 54 y 56 de punto de consigna de caudal, respectivamente. Si se -  
10 desea, los controles 55 y 57 manuales pueden ser usados selectivamente para proporcionar señales de punto de consigna de caudal.

El controlador 46 de caudal de combustible - puede ser, por ejemplo, del tipo proporcional más integral, que compara una señal eléctrica del conductor 54, proporcional al caudal de combustible preseleccionado o calculado, según lo fija la calculadora 14, con una señal eléctrica de la placa 42 de orificio, proporcional al caudal real de combustible a la lanza 12. Cuando existe un error entre las -  
15 dos señales, el controlador 46 acciona a la válvula 38 a través del control 50 de posición de válvula, para corregir el error de caudal de combustible..

El controlador 48 de caudal de oxígeno es similar a y trabaja como el controlador 46 de caudal de combustible, controlando el caudal de oxígeno a la lanza 12. La práctica preferida consiste en emplear relaciones estequiométricas entre oxígeno y combustible, pero si se desea se pueden utilizar relaciones menores que la estequiométrica.  
25 ca.

384744



En las tuberías 34 y 36 de combustible y oxígeno es-  
tán también dispuestas unas válvulas 58 y 60 de corte, res-  
pectivamente, que son controladas por los controles 62 y -  
64, respectivamente, de posición de válvula usuales. Los -  
5 posicionadores 62 y 64 de válvula están conectados a la -  
calculadora 14 mediante los conductores 66 y 68, respecti-  
vamente. Por tanto, los caudales de combustible y oxígeno-  
son interrumpidos en las tuberías 34 y 36, mediante las -  
válvulas 58 y 60 de corte de combustible y oxígeno, cuando  
10 la calculadora 14 aplica señales de parada a los controles  
62 y 64 de posición, al final del período de tiempo de pre-  
calentamiento de chatarra preseleccionado o calculado. La -  
lanza 12 ha suministrado entonces el valor de precalenta -  
miento de chatarra calculado para el balance térmico del pro-  
15 ceso, Kcal<sub>totales</sub>. Después se cargan en el horno 10 metal -  
líquido y fundente, y cualquier otro ingrediente de carga,  
y se hace funcionar para producir la colada especificada.

Es digno de mención que el proceso de la invención  
puede ser puesto en marcha de maneras distintas que especi-  
20 ficando el peso de chatarra a usar. Por ejemplo, se puede -  
preseleccionar el peso de arrabio fundido a usar como carga,  
y en tal caso la calculadora 14 calcula el peso de chatarra  
necesario para proporcionar el balance de materiales basado  
en el hierro, para la colada elegida. Además, se puede -  
25 preseleccionar el tanto por ciento de chatarra en la carga,  
en cuyo caso la calculadora calcula los pesos de metal -  
líquido y chatarra necesarios para cumplir las especifica-  
ciones de la colada elegida. Sin embargo, la elección de -

384744



5 cualquiera de estas alternativas no afecta a las restantes etapas de operación del proceso, que son como han sido - descritas antes. Además, la colada elegida para la que se hace la determinación de precalentamiento de chatarra no  
10 necesita ser una colada real programada, sino que puede - ser una colada típica o media, cuando se hacen cálculos de carga para optimización de costes, como se describe en la mencionada solicitud de patente pendiente titulada Método perfeccionado para planificar y tratar coladas en horno -  
15 básico con oxígeno.

20 Empleado precalentamiento de chatarra en el - proceso en horno básico con oxígeno, para fabricar acero, - según se ha descrito, la producción controlada de calor - sensible en la chatarra permite variar los pesos de chata-  
25 rra y metal líquido, al tiempo que se satisface el requi- sito de balance térmico del proceso. Cuando el metal líqui- do es la fuente principal de energía térmica en material de carga del proceso, como sucede cuando no se precalienta la chatarra, hay pocas o ninguna alternativas para determinar  
30 el aporte de carga al horno. En casos extremos, pero bas- tante comunes, solo un peso de chatarra y uno de metal - caliente permiten que se satisfagan simultáneamente las - imposiciones de peso de acero acabado y de balance térmico. En algunos casos se ha empleado carburo de silicio, o -  
35 similares, como material de carga para suministrar calor al proceso, por oxidación del carbono y silicio contenidos, - permitiendo así alguna variación de la relación entre cha- tarra y metal líquido, sin precalentamiento de la chatarra.



Sin embargo, el uso de carburo de silicio está limitado -  
por limitaciones de volumen de la escoria, mientras que -  
el proceso de precalentamiento de la chatarra aquí descri-  
t o evita la introducción de impurezas añadidas al baño, y  
5 proporciona flexiblemente una amplia variedad de combina-  
ciones de metal líquido, chatarra y precalentamiento de -  
chatarra, todas las cuales satisfacen las dobles imposi -  
ciones del peso de acero acabado y del balance térmico.

Aunque en el proceso descrito de precalentamiento  
10 de chatarra se proporciona amplitud de elección en cuanto -  
a las proporciones de metal líquido y de chatarra que se -  
pueden usar en la producción del acero acabado, la elec -  
ción real puede hacerse estrechamente, es decir, la elec -  
ción puede hacerse sobre una base económica, para que pro -  
15 duzca la carga de mínimo coste al recipiente. Esencialmente,  
el coste de la carga al recipiente es la sumatoria de los -  
costes de metal líquido, chatarra, fundentes, combustible -  
de precalentamiento, y oxígeno requeridos en el proceso.  
Si se especifica el peso de metal líquido a usar, el peso  
20 de chatarra a usar está determinado por el peso de acero -  
acabado en la colada elegida. Alternativamente, si se es-  
pécifica el peso de chatarra, el peso de metal líquido es-  
tá determinado por el peso de acero acabado. Los funden -  
tes están determinados principalmente por la cantidad de -  
25 silicio contenida en el metal líquido. El combustible -  
de precalentamiento está determinado por el balance térmi-  
co del proceso, es decir, la temperatura requerida para -  
la chatarra tras el precalentamiento, y los requisitos -  
de oxígeno están dictados por el peso de metal líquido -

384744



y por el combustible de precalentamiento requerido para -  
calentar la chatarra.

5 Por la descripción anterior es evidente -  
que, una vez elegido el peso de chatarra o el peso de metal  
líquido a usar como carga, todas las demás cantidades de -  
carga pueden ser calculadas. Conociendo los valores de -  
costo de cada uno de los componentes de carga, se puede -  
calcular el costo total de la carga.

10 Según un aspecto de la invención, los va -  
lores de costo de los diversos componentes de la carga son  
almacenados en la memoria de la calculadora 14. Se hace -  
una serie de cálculos de prueba en los que se incluyen los  
efectos de precalentar la chatarra, como se ha expuesto -  
antes. Para cada uno de los cálculos de prueba hechos se -  
15 determina el costo total de la carga, tomando como base -  
los valores de costo almacenados en la memoria de la cal-  
culadora. Los valores respectivos de costo total para los  
cálculos de la carga de prueba forman una sucesión de pun-  
tos de una curva de costo frente a peso de metal líquido o  
20 chatarra, como se muestra en la fig. 2. Se usa en la cal -  
culadora 14 una técnica de búsqueda numérica para hacer -  
los cálculos de carga de prueba y elegir la carga de coste -  
ópticamente bajo para el recipiente. Así se usa la calcula-  
dora 14 para determinar las cantidades de metal líquido, -  
25 chatarra, fundentes, combustible y oxígeno de proceso que -  
producirán la carga de mínimo coste. Estos valores, así -  
como el tiempo de precalentamiento de chatarra económico y  
la cantidad de combustible de precalentamiento, y cualquier



ra de los demás valores calculados, pueden ser presentados luego en imagen, como se muestra en 100, al personal de operación, para su uso en la preparación de la carga.

5                    Según otro aspecto de la presente invención,  
la cantidad total de energía o, en este caso, la cantidad  
total de combustible realmente usado para precalentar la  
chatarra, es determinada tras haberse hecho los cálculos  
de la carga y haberse precalentado la chatarra. Preferible-  
mente, esto se efectúa durante el soplado con oxígeno para  
10                   cada colada en que se desea calcular la eficacia de pre-  
calentamiento de la chatarra. La calculadora 14 recibe -  
e integra una señal analógica de caudal de combustible,  
procedente del dispositivo 42, para obtener el caudal to-  
tal de combustible de precalentamiento, como lo indica el  
15                   carácter 12 de referencia. La cantidad total de energía -  
térmica real (H) resultante de quemar el combustible me-  
dido es calculada por la calculadora 14 según la ecuación:

$$(7) \quad H = \text{Combustible}_T \times P.C.$$

20                   donde: (Combustible<sub>T</sub> es la cantidad total de combustible -  
realmente utilizada en el precalentamiento de la chatarra,  
y (P.C. es el poder calorífico del combustible que se esté  
usando.

25                   Las ecuaciones (6) y (7) representan la misma re-  
lación, pero se usan símbolos diferentes porque la ecua-  
ción (6) pertenece a una determinación predictiva antes -  
de precalentar, y la ecuación (7) pertenece a una deter-  
minación después de precalentar, basada en medidas reales.

384744



Solo una parte de la cantidad total de energía térmica H es transferida a la chatarra, ya que hay - pérdidas de calor inherentes al proceso de precalentamiento. La eficacia térmica (E.T.) del precalentamiento de la chatarra está dado por la ecuación:

$$(8) \quad E.T. = \frac{Kcal_T}{H}$$

donde E.T. y H son según se han definido antes, y Kcal<sub>T</sub> es la cantidad total de calor realmente añadida a la chatarra durante el precalentamiento.

Para calcular el valor operativo de E.T., es necesario determinar la cantidad real de precalentamiento de chatarra, Kcal<sub>T</sub>. Como punto de partida se observa que el calor tratado para el que se está calculando la magnitud E.T. operaba con el balance térmico. Así, el calor de entrada real total al proceso, Kcal<sub>entrada-total</sub>, es igual al calor de salida total real del proceso, Kcal<sub>salida-total</sub>, es decir:

$$(9) \quad Kcal_{entrada-total} = Kcal_{salida-total}$$

Con precalentamiento de la chatarra, Kcal<sub>entrada-total</sub> es la sumatoria de la cantidad de calor sensible contenido en el arrabio fundido, el calor de las - reacciones exotérmicas que realmente tienen lugar durante el refino, y la cantidad real de calor sensible contenida en la chatarra. Esto puede ser representado, en forma de - ecuación, como:



$$(10) \text{Kcal}_{\text{entrada-total}} = H_{\text{arrabio}} + H_R + \text{Kcal}_T$$

donde: ( $H_{\text{arrabio}}$  es la cantidad de calor contenida en el arrabio,  $H_R$  es la cantidad de calor resultante de las reacciones exotérmicas, y  $\text{Kcal}_T$  es según se ha definido en la ecuación (8).

El factor  $\text{Kcal}_{\text{salida-total}}$  es la sumatoria de la cantidad de calor sensible en el acero acabado al final del soplado con oxígeno, el calor sensible en la escoria formada en el proceso, y las pérdidas de calor del horno.

Puede ser representado en forma de ecuación como:

$$(11) \text{Kcal}_{\text{salida-total}} = S_H + \text{Escoria}_H + F_{CP}$$

donde: ( $S_H$  es la cantidad de calor contenida en el acero acabado, ( $\text{Escoria}_H$  es la cantidad de calor contenida en la escoria, y ( $F_{CP}$  son las pérdidas de calor en el horno.

Por tanto, la ecuación (9) puede ser escrita como sigue:

$$(12) H_{\text{arrabio}} + H_R + \text{Kcal}_T = S_H + \text{Escoria}_H + F_{CP}$$

Análogamente a la ecuación (3), la cantidad real de calor en el acero acabado ( $S_H$ ) está dada por la ecuación:

$$(13) S_H (\text{Kcal}) = 0,214 \left( \frac{\text{peso de acero}}{\text{acabado}} \right) (\text{temperatura del acero} - 25^\circ\text{C})$$

donde:

la constante 0,214 es el calor específico del acero fundido,

peso del acero acabado es el peso de acero producido,

y

temperatura del acero es la temperatura real del acero acabado.

384744



5 Para calcular  $S_H$ , se suministra correspondiente-  
mente a la calculadora la temperatura del acero acabado y  
su peso, según lo indica el carácter 15 de referencia.  
La temperatura es determinada al final del soplado, por -  
cualquier medio adecuado, tal como un termopar de immer -  
sión. El peso del acero acabado en la ecuación (13) puede  
ser estimado por la ecuación (1), es decir, por la canti-  
dad de hierro cargado y conociendo un valor de rendimiento  
de hierro, que es conocido para el recipiente por una se -  
rie de soplados anteriores, o se puede medir realmente el  
10 peso del acero acabado.

15 Como se ha indicado antes en relación con la -  
ecuación (4), la cantidad de calor en la escoria,  $Escoria_H$ ,  
es la sumatoria de la cantidad de calor aportada por cada  
uno de los compuestos contenidos en la escoria. Análogamente  
a la ecuación (4), la cantidad real de calor aportada por -  
cada uno de los compuestos contenidos en la escoria está -  
dada por la ecuación:

20 (14) Cantidad de calor = (calor específico) (kg. de compuesto )  
del compuesto del compuesto formado

$$\left. \begin{array}{l} \text{temperatura real} \\ \text{de acabado del} \\ \text{acero } -25^{\circ}\text{C.} \end{array} \right\}$$

25 En la aplicación de la ecuación (14) el compues-  
to ilustrativo de la escoria considerado en relación con -  
la ecuación (4), es decir, el compuesto de silicio  $Ca_2SiO_4$ ,  
se usa en la ecuación (14) el mismo método que se usa en la  
ecuación (4), para determinar el calor sensible aportado -  
por este compuesto a la escoria, salvo en que se usa la -  
temperatura real o medida del acero en el punto final, en



vez de la temperatura deseada o predicha del acero en el punto final. Análogamente, la cantidad de calor que cada compuesto formado aporta para constituir el calor sensible total contenido en la escoria puede ser calculada usando la temperatura real del acero en el punto final. Para permitir que la calculadora 14 calcule la cantidad de calor Escoria<sub>H</sub>, se le suministran datos relativos al peso, temperatura y composición química del arrabio fundido, según se indica. Además se le suministra, como ya se ha indicado la temperatura del acero en el punto final, en 15, y se suministran además datos relativos al peso y tipo de constituyentes formadores de escoria, como se ha indicado.

Como se ha indicado anteriormente en relación con la ecuación (2), las pérdidas de calor en el horno,  $F_{CP}$ , son calculadas tras haber refinado cada colada de acero, como estadística del proceso, y son llevadas a la memoria de la calculadora como valor histórico. Así, la calculadora 14, cuando se le suministran los datos hasta ahora descritos, combina la cantidad de calor contenida en el acero acabado, la cantidad de calor contenida en la escoria formada en el proceso, y las pérdidas de calor del horno,  $F_{CP}$ , para obtener el calor de salida del proceso,  $Kcal_{salida-total}$ , es decir, la parte derecha de la ecuación (12).

Respecto a la parte izquierda de la ecuación (12), el calor sensible del arrabio cargado,  $H_{arrabio}$ , está dado por la ecuación (5):

$$\text{calor sensible en el arrabio} = 0,219 \left( \text{peso del arrabio} \right) \left( \text{temperatura del metal líquido} - 25^{\circ}\text{C} \right)$$

384744



15 DIC 1970

donde la constante 0,219 es el calor específico del metal líquido.

5 Análogamente a la consideración de la ecuación (2), el calor  $H_R$  de las reacciones exotérmicas que tuvieron lugar durante el proceso es la sumatoria de los calores de reacción de cada componente de la carga oxidado o convertido. La diferencia principal para determinar  $H_R$  para la ecuación (12) es que preferiblemente se determina un valor real del punto final de cada uno de los componentes oxidables o convertibles, y se usa para hacer las determinaciones de calor de reacción, a no ser que el valor del punto final sea tan pequeño que sea despreciable. Así, en el ejemplo ilustrativo de silicio que se convierte en  $Ca_2SiO_4$  es la escoria, la diferencia entre el contenido de silicio en el metal líquido y en el punto final en el acero es multiplicada por el calor de reacción, 7850 Kcal/Kg. Si el silicio u otro componente en el punto final es despreciable, se usa el enfoque de la ecuación (2), es decir, la cantidad de calor que produce la reacción exotérmica es simplemente calculada a partir del conocimiento de la cantidad del elemento contenida en la carga, y su calor de reacción, suponiéndose que ha reaccionado todo el componente. En el caso del carbono, el valor del punto final es especificado para determinar el carácter del acero, y es medido para determinar si se han cumplido las especificaciones. Así, se prefiere que las medidas de carbono en el punto final suministradas a la calculadora en 14 sean empleadas para determinar el calor de reacción del carbono.

10

15

20

25



5 La calculadora 14 calcula después  $Kcal_T$ , restan-  
do la sumatoria de  $H_{arrabio}$  y  $H_R$  del valor determinado de  
 $Kcal_{salida-total}$ . Según la ecuación (8), la cantidad  $Kcal_T$   
es dividida luego por el valor calculado de la cantidad -  
total de calor,  $H$ , resultante de quemar el combustible, pa-  
ra obtener la eficacia térmica, E.T., del precalentamiento  
de la chatarra para la colada en consideración.

10 Así se calcula un valor de la eficacia térmica -  
E.T. del precalentamiento de la chatarra, después del so -  
plado con oxígeno, preferiblemente en cada una de las co -  
ladas sucesivas. Estos valores son almacenados en la memo-  
ria de la calculadora 14, y el cálculo de balance térmico -  
antes descrito, efectuado por la calculadora 14 para espe-  
15 cificar una carga térmicamente equilibrada de arrabio fun-  
dido, chatarra precalentada y constituyentes formadores -  
de escoria, para cada colada sucesivamente elegida, es -  
efectuado por referencia a un valor actualizado de la efi-  
cacia térmica E.T., determinado a partir de los valores -  
almacenados de E.T. Por ejemplo, el valor operativo actua-  
20 lizado de E.T. puede ser simplemente el valor más reciente  
o, más preferiblemente, es un valor ponderado o calculado  
como media, determinado a partir de los valores reales -  
de E.T. asociados con una pluralidad de coladas anterio -  
res. Esta forma de actualizar E.T. corregirá los cambios -  
25 de eficacia de transmisión de calor causados por cambios -  
en equipo y ambiente, por cambios en la tendencia históri-  
ca el valor de las pérdidas de calor del horno,  $F_{cp}$ , y por  
otros factores a medida que se efectúan las operaciones -  
30 en horno básico con oxígeno. Por tanto, la actualización -

384744



15 DIC 1971

5 de E.T. de la manera descrita permite hacer cálculos de -  
carga más exactos con el precalentamiento de la chatarra,  
para producir las coladas especificadas con más exactitud  
y sin el retraso de producción que supone la medida de la  
temperatura de la chatarra tras el precalentamiento.

10 Esta Solicitud, que corresponde a la presen-  
tada en los Estados Unidos de América el 27 de Octubre de  
1.969, núm. 869.653, reivindicaciones 1-12, 16 y 17, y 27  
de Octubre de 1.969, número 869.654, reivindicaciones 13,  
14 y 15, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vi-  
gente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

15 Los puntos de invención propia y nueva que se -  
presentan para que sean objeto de esta Solicitud de Paten-  
te de Invención en España, por VEINTE años, son los si -  
guientes:

20 1). Un método para producir acero a partir de -  
arrabio fundido y chatarra utilizando un recipiente conver-  
tidor de oxígeno básico de soplado por arriba y medios -  
para calentar previamente la chatarra, que comprende las -  
operaciones de: (a) determinar el peso, la temperatura y -  
el contenido en carbono deseados de una carga de acero; -  
25 (b) determinar al menos el contenido de hierro y de sili-  
cio de una cantidad de arrabio fundido antes de realizar la  
carga; (c) determinar la temperatura del arrabio fundido y -  
(d) realizar al menos un cálculo de la carga que incluye -

6.12.70.

*ME*

384744



15 312 370

determinar las cantidades de carga de arrábio fundido y chatarra que han de cargarse en el recipiente de modo que se produzca el peso de acero deseado; determinar el peso de al menos un constituyente formador de escoria que ha de añadirse al recipiente basado en al menos el peso de la carga de arrábio fundido y su contenido en silicio; y determinar una representación de la energía de precalentamiento que es necesario suministrar a la chatarra de modo que el precalentamiento de ésta más la cantidad de calor contenida en la carga de arrábio fundido y la cantidad de calor generada en el proceso sea sustancialmente igual a la cantidad de calor del acero acabado más las pérdidas de calor en el horno y la cantidad de calor contenido en la escoria formada en el proceso.

2). Un método según la reivindicación 1, en el que las operaciones (b) y (c) incluyen medir los contenidos de hierro y de silicio y la temperatura del arrábio fundido para la carga y que comprende además las operaciones: (e) hacer funcionar los medios de precalentamiento de la chatarra para suministrar ésta con la cantidad de precalentamiento determinada; y (f) refinar en el recipiente las cargas de arrábio fundido y de chatarra precalentada determinadas y el peso determinado del constituyente que forma escorias por soplado superior sustancialmente con oxígeno para producir el calor especificado del acero.

3). Un método según la reivindicación 2, en el que se incluyen además las operaciones de almacenar los valores de coste para los distintos materiales de carga junto con los costes del combustible y del oxígeno requeri-

6.12.70.

*ME*

384744



dos en el proceso; (h) realizar una serie de cálculos de -  
carga en la operación (d) con diferentes proporciones de -  
arrabio fundido y chatarra; (i) determinar el coste total-  
de la carga para cada una de las series de cálculo de -  
5 carga a partir de los valores de coste almacenados; y -  
(j) seleccionar la carga calculada que da como resultado-  
sustancialmente el menor coste para producir el acero es-  
pecificado y realizar las operaciones (e) y (f) de acuerdo  
con la carga elegida.

10 4). Un método según la reivindicación 2, en el  
que la representación de calentamiento previo determinada  
en la operación (d) define la cantidad de combustible que se  
ha de quemar en un quemador de precalentamiento de la cha-  
tarra asociado con los medios de precalentamiento de la -  
15 misma y en el que la definición de la cantidad de combus-  
tible se basa en el valor calorífico del combustible y en -  
la eficacia de transferencia de calor del quemador hacia -  
la chatarra.

20 5). Un método según la reivindicación 1, en el  
que se mide la temperatura del arrabio fundido; en el que  
de acuerdo con la operación (d) las cantidades de carga -  
de arrabio fundido y chatarra se calculan de acuerdo con  
la ecuación:  $(Fe_{\text{arrabio}} + Fe_{\text{chatarra}}) (\text{rendimiento de -}$   
25  $\text{hierro}) = \text{peso deseado del acero}$ ; en donde  $Fe_{\text{arrabio}}$  es  
el peso de hierro en el arrabio fundido  $Fe_{\text{chatarra}}$  es el  
peso de hierro en la chatarra; y el rendimiento de hierro  
es un valor predeterminado conocido para el recipiente -  
a partir de una serie de corrientes de aire previas.

384744

15 Dic



5 6). Un método según la reivindicación 5, en el que se selecciona previamente una relación de basicidad de la escoria a utilizar en la producción del acero y en el que el peso de carga del constituyente formador de escoria se calcula sobre la base del peso de la carga de arrabio fundido, el contenido de silicio del arrabio fundido y la relación preseleccionada de basicidad de la escoria.

10 7). Un método según la reivindicación 5 o la 6, en el que la cantidad de calor se calcula según la que sea necesaria suministrar a la carga de chatarra para llevar ésta a una temperatura tal que proporcione para el recipiente convertidor una carga térmicamente equilibrada de arrabio fundido, chatarra precalentada y constituyente formador de escoria; suministrándose a la chatarra la cantidad de calor calculada para obtener la chatarra precalentada.

15 8). Un método según la reivindicación 5, 6 ó 7, en el que los pesos calculados en la carga de arrabio fundido, constituyente formador de escoria y chatarra precalentada son refinados en el recipiente soplando desde arriba sustancialmente con oxígeno para producir el calor especificado del acero.

20 9). Un método según la reivindicación 5, 6, 7 ó 8, en el que la operación de calcular la cantidad de calor requerida a suministrar al peso de chatarra en la carga se realiza de acuerdo con la ecuación

$$\text{Kcal}_{\text{totales}} = \frac{\text{Kcal}_{\text{salida}} - \text{Kcal}_{\text{entrada}}}{\text{E.T.}}$$

en la que  $\text{Kcal}_{\text{totales}}$  es la cantidad total del calor que

6.10.70.

*mE*

384744



es necesario que suministre los medios precalentadores de la chatarra;  $Kcal_{salida}$  es la cantidad de calor requerida - en el proceso para obtener la temperatura deseada del acero acabado más las pérdidas de calor en el horno y la cantidad de calor contenida en la escoria;  $Kcal_{entrada}$  es la cantidad de calor suministrada y generada en el proceso; y E.T. es la eficacia con la que se transfiere el calor desde los medios precalentadores de la chatarra a la chatarra.

10) Un método según la reivindicación 9 que - incluye además las operaciones de: (j) calcular la cantidad de combustible necesaria que se ha de quemar en un quemador asociado con los medios precalentadores de la chatarra para suministrar a la chatarra la cantidad de calor calculada de acuerdo con la ecuación:  $Combustible_T = \frac{Calorias_T}{C.T.}$  en donde:  $Combustible_T$  es la cantidad total de combustible que se ha de quemar;  $Calorias_T$  es como se definió anteriormente y C.T. es el contenido térmico del combustible que se está utilizando, (k) seleccionar previamente un caudal de combustible; (l) calcular un tiempo de precalentamiento de la chatarra sobre la base de las necesidades de combustible y del caudal de combustible preseleccionado; y (m) calentar previamente la chatarra en el caudal de combustible preseleccionado durante el tiempo de precalentamiento calculado de la misma para suministrar la cantidad calculada de calor a la chatarra.

11). Un método según la reivindicación 9 que incluye además las operaciones de: (k) calcular la cantidad de combustible que es necesario quemar en un quemador aso-



ciado con los medios de precalentamiento de la chatarra para suministrar la cantidad de calor calculada a la chatarra de acuerdo con la ecuación:  $\text{Combustible}_T = \frac{\text{Calorias}_T}{\text{C.T.}}$

5 en donde:  $\text{Combustible}_T$  es la cantidad total de combustible a quemar;  $\text{Calorias}_T$  es como se definió anteriormente en la reivindicación 3ª; y C.T. es el contenido térmico del combustible que se está utilizando; (l) seleccionar previamente un tiempo de precalentamiento; (m) calcular  
10 un caudal de combustible sobre la base de las necesidades de combustible y el tiempo de precalentamiento preseleccionado de la chatarra; y (n) precalentar la chatarra con el caudal de combustible preseleccionado durante el tiempo de precalentamiento calculado para ella, para  
15 suministrar la cantidad de calor calculada a la chatarra.

12ª.- Un método según una cualquiera de la reivindicaciones 1ª a 11ª, destinado a preparar cargas seleccionadas de cambios sucesivos en el mismo recipiente de convertidor de oxígeno básico y almacenar datos de ellos,  
20 en el que cada una de las cargas sucesivas comprende una combinación termoquímicamente equilibrada de arrabio fundido cuyo peso y temperatura son conocidos, chatarra de metal ferroso precalentada de peso conocido, y constituyentes formadores de escoria de peso conocido, y en el  
25 que la chatarra se precalienta para suministrarla con

384744



una cantidad de calor que, cuando es sumada a la cantidad de calor contenida en el arrabio fundido y la cantidad de calor generada en el procedimiento como resultado de las reacciones de oxidación exotérmicas equilibradas térmicamente a la cantidad de calor contenida en el acero acabado más las pérdidas de calor del horno y la cantidad de calor contenida en la escoria formada en el proceso, que incluye la mejora que comprende las operaciones de: (A) precalentar una cantidad de chatarra determinada para una de las cargas en una magnitud basada en las necesidades de equilibrio termoquímico de la carga y un valor de eficacia térmica para el proceso de precalentamiento de la chatarra; (B) cargar y poner en funcionamiento el convertidor de oxígeno básico para producir el calor de la operación (A); (C) determinar la eficacia térmica del precalentamiento de la chatarra para la carga a partir de ecuaciones de equilibrio térmico con la utilización de valores reales para variables predeterminadas de las ecuaciones de equilibrio térmico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes; (D) precalentar una cantidad predeterminada de chatarra para una subsiguiente de las cargas en una magnitud basada en las necesidades de equilibrio termoquímico de la carga subsiguiente y un valor de eficacia térmica contenido para el proceso de precalentamiento de

ME

384744



la chatarra que refleja la determinación de la operación (C); y (E) cargar y poner en funcionamiento el convertidor de oxígeno básico para producir el calor de la operación (D).

5                   13\*.- Un método según la reivindicación 12\*, en el que la operación (C) incluye las operaciones secundarias de: (1) determinar la cantidad total de energía calorífica utilizada para precalentar la chatarra; (2) determinar la parte de la entrada térmica al gráfico representado por la cantidad de calor contenida en el arrabio fundido más la cantidad de calor resultante de las reacciones exotérmicas del proceso; (3) determinar la parte de salida térmica del proceso representada por la cantidad de calor contenida en el acero acabado y la cantidad de calor contenida en la escoria formada en el proceso; (4) calcular, sobre la base de las determinaciones de las operaciones secundarias (2) y (3) y un valor almacenado para las pérdidas de calor del horno, la cantidad total de calor suministrada a la chatarra; y

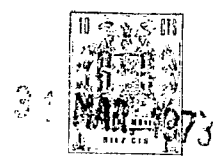
10

15

20 (5) dividir la cantidad total de energía calorífica determinada en la operación (1) entre la cantidad total de calor determinada en la operación (4) para obtener el valor de la eficacia térmica en la operación (3).

25                   14\*.- Un método según la reivindicación 13\*, en el que la operación secundaria (2) incluye además

384744



medir, al menos, el contenido de silicio y la temperatura del arrabio fundido y el contenido de carbono de la temperatura del acero acabado y utilizar estas medidas en la realización de las operaciones secundarias (2) y 5 (3).

15<sup>º</sup>.- Un método para producir acero a partir de arrabio fundido y chatarra.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en dibujo que se acompaña, y con 10 los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de cuarenta y dos hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 31 MAR. 1973

P.A.

CMCE

384744

384744

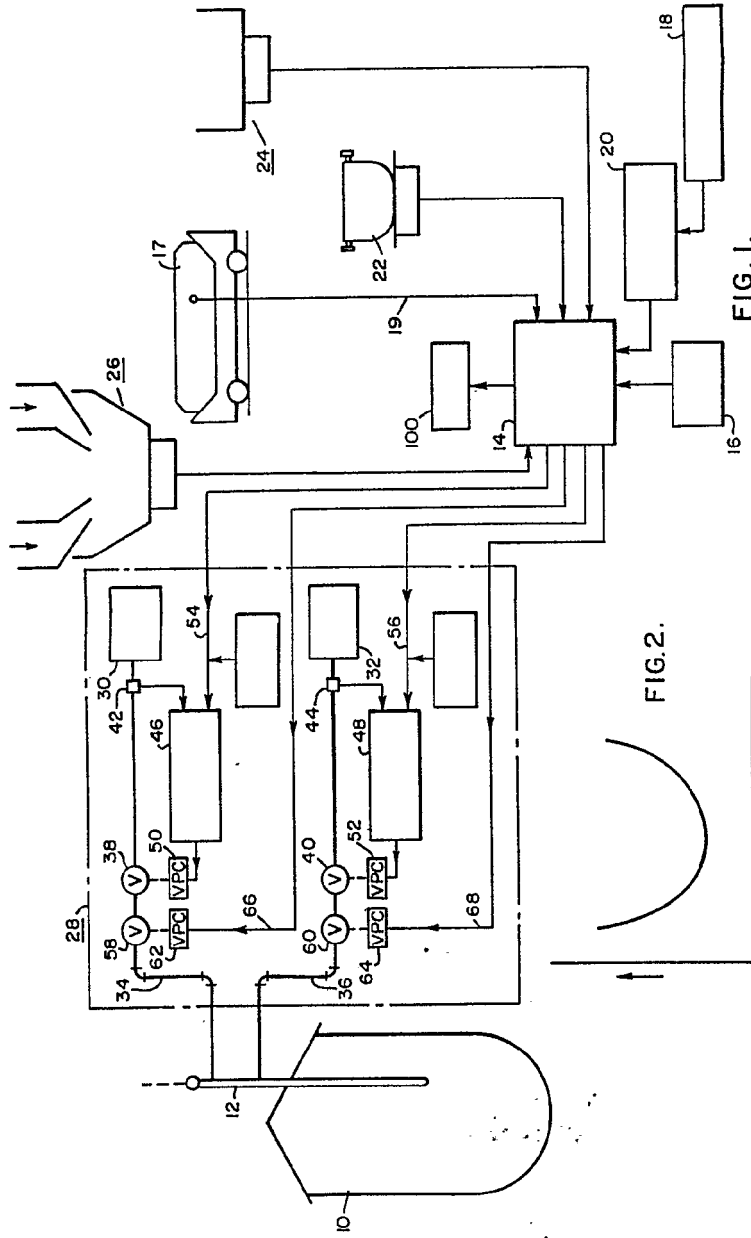
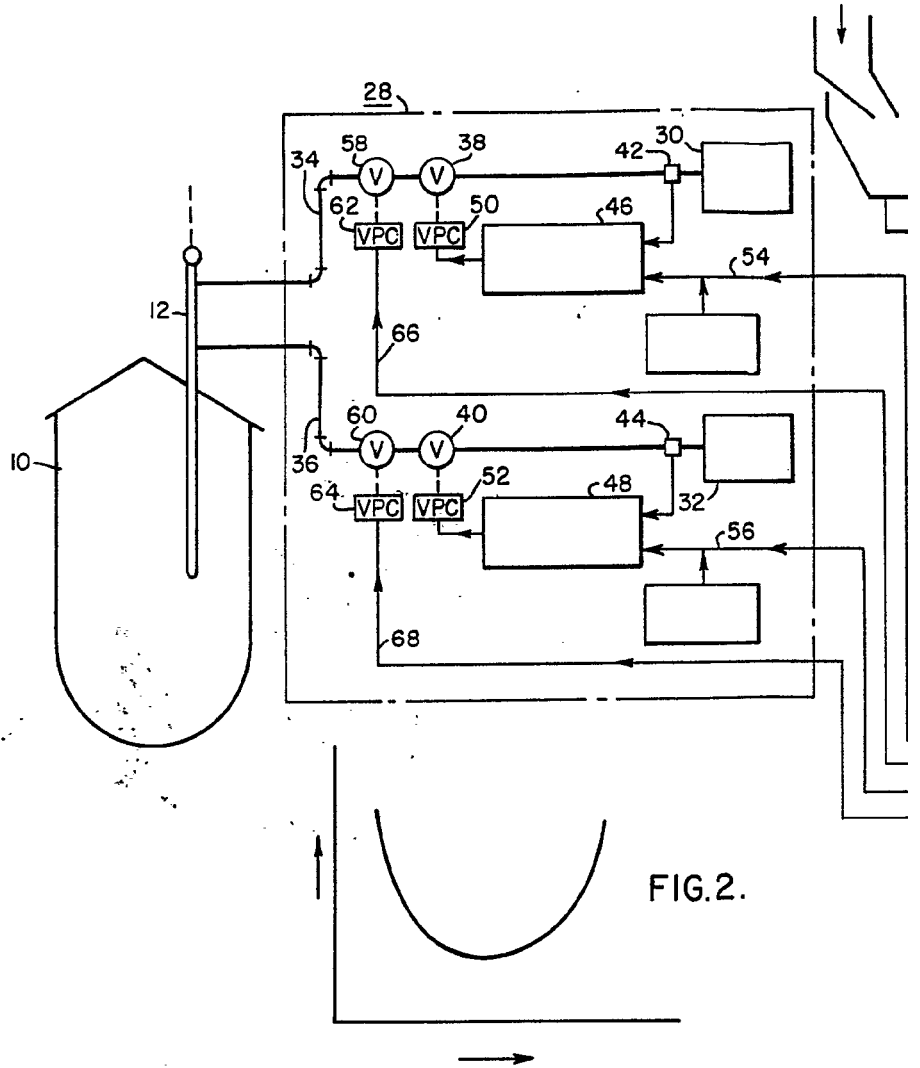


FIG. 2.

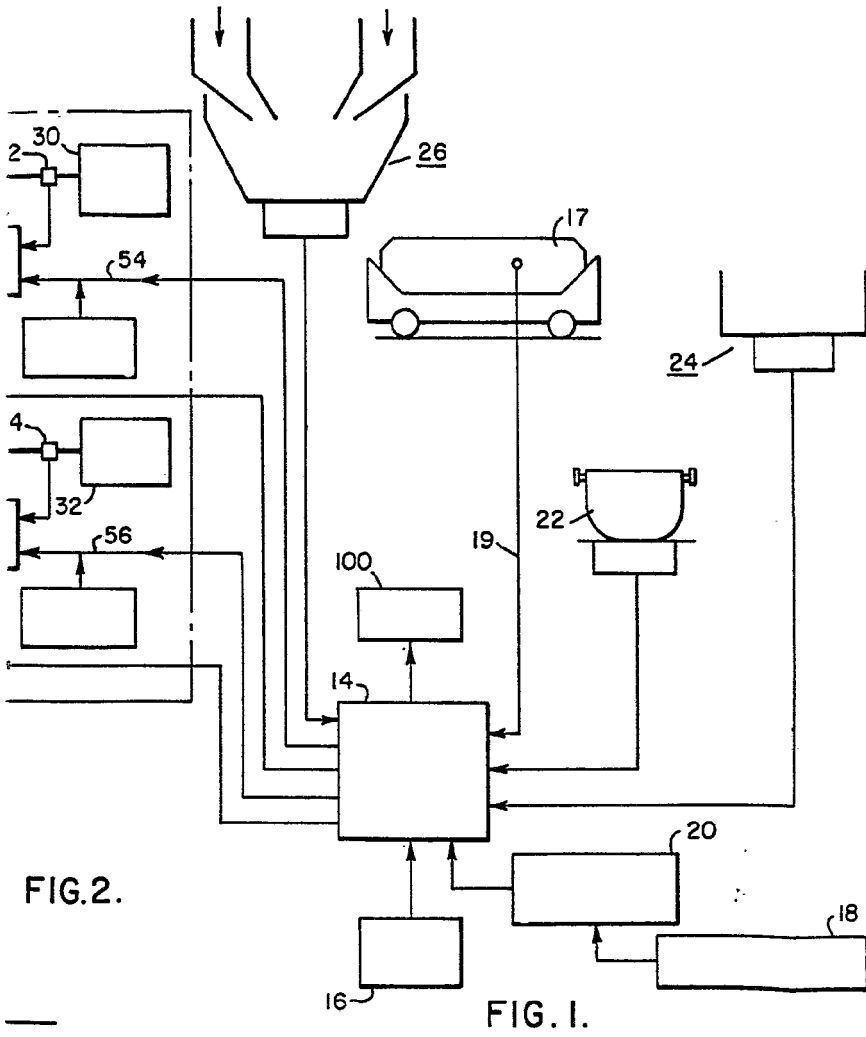
FIG. 1.

*Arka*

384744



384744



*Arta*