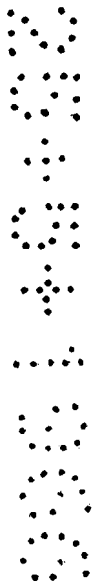


No 5692  
Case JL-25  
HL 17580



326053



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud  
de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 27 de Abril de 1.966, con el número 326.053

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de JONES & LAUGHLIN STEEL CORPORATION, entidad norteamericana, establecida en 3 Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de América, por:

"UN METODO DE CONTROLAR EL AFINO DE UN BAÑO DE HIERRO"

=====

Este invento se refiere a sistemas y métodos de control de convertidores y particularmente a un sistema y a un método para el control dinámico del contenido en car bono y de la temperatura del baño de acero en un conver tidor de acerería con oxígeno insuflado por la parte superior tal como el horno básico de oxígeno.

5

En la operación o el funcionamiento de un conver tidor de oxígeno insuflado por la parte superior, los pro



blemas de control de la temperatura, de la composición química del metal y de la escoria y del tiempo resultan extensamente aumentados con relación a los aparatos y métodos de acerería anteriormente utilizados. Por ejemplo todo el proceso de refinación o afino en tal convertidor se efectúa en cuestión de minutos, comparado con varias horas en el método de solera de fabricación de acero.

Como resultado de este período de tiempo de tratamiento ampliamente acortado, no es práctico interrumpir la insuflación, hacer girar el horno y retirar muestras periódicamente desde el baño con el fin de efectuar análisis químicos en el metal. Tampoco es práctico interrumpir la insuflación y hacer girar el horno para efectuar medidas periódicas de temperatura sobre el baño fundido. Las técnicas de control consagradas por el tiempo de los procedimientos ordinarios de fabricación de acero del pasado no están adaptadas por lo tanto para el convertidor de oxígeno insuflado por la parte superior. Ha resultado esencial, con el fin de obtener las máximas ventajas del convertidor de oxígeno, desechar estas técnicas y crear algunos medios de control que eliminen la necesidad de interrumpir la insuflación e inclinar el horno para retirar muestras para el control del carbono y otros compuestos químicos o para las determinaciones de la temperatura del baño u otras condiciones que afectan al carácter definitivo del metal acabado.

Se han descubierto, de acuerdo con este invento, determinados sistemas y métodos de control que eliminan la necesidad de interrumpir la insuflación, particularmente cerca del final de la fusión, con el fin de determinar



el contenido en carbono, la temperatura y otras caracte-  
rísticas significativas del baño. Por estos sistemas y mé-  
todos nuevos, el tiempo por fusión es reducido y se logra  
el potencial máximo del convertidor de oxígeno insuflado  
5 por la parte superior.

De acuerdo con el presente invento, se crea un  
método de controlar la refinación de un baño de hierro de  
peso conocido insuflando con gas que contiene oxígeno,  
que comprende las operaciones de medir el contenido en  
10 compuestos de carbono y de oxígeno, incluyendo el agua,  
en el gas de escape durante un período de tiempo dado, me-  
dir la cantidad de oxígeno insuflado durante el mismo pe-  
riódó de tiempo, calcular a partir de las dos mediciones  
precedentes una velocidad de oxidación del carbono, esta-  
15 blecer una curva de velocidad de oxidación del carbono en  
función del carbono a partir de dicha velocidad de oxida-  
ción de carbono y un punto de velocidad cero de oxidación  
del carbono establecido extrapolando dicha velocidad de  
oxidación del carbono en función del carbono a partir de  
20 insuflaciones precedentes junto con al menos una curva de  
velocidad de oxidación del carbono en función del carbono  
de precedentes insuflaciones, aproximando la cantidad de  
carbono en el baño al final de dicho período y alimentan-  
do la cantidad de oxígeno requerida para reducir la canti-  
25 dad de carbono al contenido en carbono final deseado.

Preferiblemente, la temperatura final puede ser  
fijada midiendo la temperatura del baño en un punto pre-  
seleccionado en la insuflación, estableciendo la elevación  
de temperatura que resulta de alimentar el oxígeno reque-  
30 rido para alcanzar el contenido deseado en carbono, calcu

326053



lar la temperatura final resultante y ajustar la adición de oxígeno y la adición de refrigerantes para controlar la temperatura.

5 Preferiblemente la temperatura es controlada elevando el nivel de la lanza de oxígeno cuando la temperatura del baño es demasiado fría, o añadiendo refrigerante, por ejemplo piedra caliza, dolomita, mineral, chatarra, etc., cuando la temperatura del baño es demasiado caliente. En una práctica preferida del invento, el funcionamiento del horno es controlado por un computador en el que se alimentan los datos necesarios según se determinan.

10 La práctica del invento puede ser comprendida mejor con referencia a los dibujos anejos y a los siguientes ejemplos. En los dibujos:

15 La figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato para llevar a cabo el invento.

La figura 2 es una curva característica de velocidad máxima y mínima de descarburación en función del carbono.

20 La figura 3 muestra las curvas de la figura 2 aplicadas a la predicción de una velocidad específica de oxidación en función de la curva de carbono; y

25 La figura 4 es una curva de velocidad media de descarburación en función del carbono, que muestra la asíntota de la curva media y la asíntota de una curva específica.

30 En los dibujos, se ilustra un horno básico de oxígeno (recipiente) 10 de diseño convencional, provisto con una caperuza o campana 11, una cámara de chispas 12, precipitadores 13, chimeneas 14 y soplantes 15. Un medi-

326053



dor de caudal de gas 16 está previsto en las chimeneas 14 para medir la velocidad de circulación del gas. Esta medi da de velocidad es llevada o transmitida por una conduc ción 17 a un computador 18. Se utilizan analizadores de gas 19, 20 y 21 para determinar respectivamente el conte nido en  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{O}_2$  de los gases de escape. Los resulta dos de los análisis son transmitidos al computador 18. Se determina una temperatura del baño por medio de un termo par 22 apropiado y se transmite al computador 18.

10                    Están previstos instrumentos convencionales mos trados como unidad 23 para transmitir automáticamente al computador 18 la velocidad de circulación de oxígeno, la presión y la temperatura y para transmitir manualmente o automáticamente las condiciones determinadas de insuflado  
15                    tales como la temperatura fijada y el contenido en carbono fijado. Esta unidad proporciona también datos sobre el peso de la carga, el estado de insuflación, la temperatura final, valores de % de C (FeI) y otros componentes. Las condiciones reales de cargas anteriores son también consi  
20                    deradas en los datos transmitidos desde la unidad 23 al computador 18. El computador transmite los datos finales a un panel 24 de instrumentos de salida visual, a un regis tro de cargas de fusión 25 y a un sistema de alarma 26. Los técnicos en la materia comprenderán que la figura 1  
25                    es una representación esquemática, estando indicados los elementos o unidades estructurales por símbolos convencio nales y bloques (cajas).

En la práctica preferida del invento, la rela ción funcional para el horno se establece entre la veloci dad de oxidación del carbono "φ" y el contenido en carbo  
30



no del baño. El término velocidad de oxidación del carbono se determina dividiendo las unidades de carbono que abandonan el baño en un intervalo de tiempo dado por el volumen de oxígeno que circula a través de la lanza durante el mismo período de tiempo. Con el fin de calcular la velocidad " $\varphi$ " de oxidación del carbono es necesario medir las siguientes cantidades: a) composición y circulación de oxígeno a través de la lanza; b) velocidad de circulación del gas de escape; c) composición del gas de escape, en particular compuestos de carbono y oxígeno y humedad; y d) pesos de materiales cargados en el horno; no siendo necesario conocer el contenido en carbono de la carga.

La forma preferida de la relación funcional entre la velocidad de oxidación del carbono y el contenido en carbono del baño es tal como se muestra en la ecuación (1):

$$\varphi = \alpha + \beta \exp(\gamma \% C), \quad (1)$$

en que  $\varphi$  es la velocidad de oxidación del carbono en  $\% C$  por  $m^3$  de oxígeno;  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son parámetros, y  $C$  es el  $\%$  de  $C$  en el baño.

Un diagrama que muestra dos curvas características de velocidad de oxidación del carbono (descarbura- ción) con relación al contenido en carbono del baño está dado en la figura 2. A lo largo de las abscisas, se representa gráficamente el porcentaje de contenido en carbono en el baño, mientras que las ordenadas indican la velocidad de oxidación del carbono,  $\% C/m^3 \times 10^5$ . Se sobrentenderá que entre las dos curvas existe una serie in

326053



5 finita de posibles curvas de refinación de la misma forma general. Las dos curvas mostradas muestran los límites superior e inferior para un horno y una práctica particular, y estos límites variarán dependiendo del horno y de la práctica operativa implicados. Con la ecuación (1) preferida, que está expresada en tres parámetros,  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , cualquier función del tipo mostrado en la ecuación  $F$  puede ser descrita variando los valores numéricos de los parámetros.

10 Con el fin de utilizar el método de control del invento es necesario determinar qué curva de oxidación del carbono/contenido en carbono se está siguiendo durante el transcurso de la refinación.

15 Integrando la ecuación (1) se obtiene un valor para el volumen necesario de oxígeno para reducir el contenido en carbono del baño a la concentración final deseada. Antes de que se pueda realizar la integración, sin embargo, es necesario conocer el contenido real en carbono en el momento de la integración. Se ha desarrollado una  
20 técnica para estimar el contenido en carbono en el baño analizando la curva de velocidad de oxidación del carbono en función del carbono.

25 A partir de la figura 3, en que las coordenadas indican los mismos factores que se han explicado para la figura 2, se puede observar que según avanzan las diversas curvas posibles de velocidad de oxidación del carbono en función del carbono, a lo largo de una serie de bandas de oxidación de carbono (por ejemplo, de  $-32 \times 10^{-5}$  a  $-25 \times 10^{-5}$  % de  $C \text{ m}^3$  de oxígeno) se pueden retirar cantidades variables de carbono. Se puede añadir en este punto  
30



que la figura 4 será citada en relación con los ejemplos II y III, que seguirán algo después en la memoria. Así si una integral de carbono comienza cuando la curva alcanza un determinado nivel de oxidación de carbono (-32) y se continua hasta que se alcanza un segundo nivel (-25), la determinación de la cantidad de carbón separado ( $\Delta C$ ) en este incremento de tiempo indica el nivel de carbono en el baño.

Se ha desarrollado una relación empírica que relaciona  $\Delta C$  con la concentración en carbono a  $\varphi = -25$ . Una vez se ha determinado el nivel de carbono y suponiendo que todas las curvas pasarán por el mismo punto cuando la velocidad de oxidación de carbono es 0, se calculan valores exclusivos de  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , para la fusión que está siendo controlada, y se puede efectuar la integración de la ecuación para encontrar la cantidad de oxígeno que debe ser insuflado para alcanzar la concentración en carbono final deseada en el baño.

La operación del invento es ilustrada por las siguientes fusiones de acero ilustrativas.

#### EJEMPLO I

	<u>aproximado</u> <u>kgs</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Temperatura</u>
25 Metal en fusión	147.420	1,2%	0,76%	1.399°C aprox.
Chatarra	85.730			
Cal calcinada	11.794			
Dolomita calcinada	2.722			
Espato fluor	907			



El contenido de carbono final deseado en la san-  
gría fue establecido en 0,050%.

Basado sobre la forma característica de las cur-  
vas de la velocidad de oxidación del carbono en función  
del carbono, observadas en el horno durante un período de  
tiempo, se propuso la siguiente expresión para describir  
la relación de la velocidad de oxidación con la concentra-  
ción en carbono:

$$dC/dt^{q_1} = \alpha + \beta \exp(\gamma C).$$

La ecuación de oxígeno necesario para el carbono  
no se deduce directamente a partir de esta ecuación y si  
la ecuación puede ser resuelta para  $Q_1$  (el oxígeno total  
requerido) por integración entre el nivel de carbono exis-  
tente y el nivel fijado deseado, resulta la siguiente ex-  
presión:

$$Q_1 = \int dt^{q_1}$$

$$Q_1 = (CF-C) / \alpha + 1/(\alpha \gamma) \log \left[ \alpha + \beta \exp(\gamma C) \right] / \left[ \alpha + \beta \exp(\gamma CF) \right],$$

en que  $Q_1$  = oxígeno requerido para alcanzar el nivel de  
carbono fijado ( $m^3 N$ );  $CF$  = nivel de carbón fijado (%);  
 $C$  = nivel de carbono existente (%);  $q_1$  = velocidad de cir-  
culación de oxígeno ( $m^3 N/min.$ ), y en que " $m^3 N$ " significa  
metros cúbicos en condiciones normales, es decir metros  
cúbicos de gas a las condiciones normales de presión y  
de temperatura.

Se preparó un diagrama que muestra las curvas  
máximas y mínimas de velocidad de oxidación de carbono

326053



( $dC/dt$   $_{q1}$ ) con relación al carbono (C) para el horno. Es  
tas dos curvas representan los límites de experiencia en  
el horno. Tales curvas se muestran en la figura 2 tal, co-  
mo ya se ha descrito. Entre las dos curvas de oxidación  
5 máxima y mínima del carbono en función del carbono, exis-  
te una serie de curvas posibles de refinación que casi se  
solapan una sobre otra. La curva de cualquier fusión en  
el horno estará dentro de estos límites. ....

En los siguientes registros de fusión, los tér-  
minos  $\alpha'$ ,  $\beta'$  y  $\gamma'$  se refieren a valores de tanteo adju-  
10 cados a los parámetros que aparecen en la ecuación (1)  
arriba indicada antes de que se efectúe la determinación  
real del carbono.

Basado sobre la precedente suposición, el re-  
15 gistro del tiempo de fusión de este ejemplo es como si-  
gue:

# 326053

## EJEMPLO I

### REGISTRO DE FUSION Y ACTIVIDADES DEL COMPUTADOR

(La concentración en carbono se determina sobre la base de la relación entre  $\Delta C$  y  $C)^2$ .

<u>Tiempo</u>	<u>Variable de operación</u>	<u>Suceso</u>	<u>Actividad del computador</u>
0'00"	1) Comienza el oxígeno. Caudal = $364 \text{ m}^3\text{N}/\text{minuto}$		1) 12 segundos de exploración de señales análogas.
5'00"	2) Altura de la lanza = 2,54 m		2) Comienza la suma de oxígeno
15'00"	1) La lanza es bajada a 1,27 m		
17'00"	1) La velocidad de circulación de oxígeno es aumentada a $448 \text{ m}^3\text{N}/\text{minuto}$		
21'36"		1) Oxígeno insuflado = $6.160 \text{ m}^3\text{N}$	1) Velocidades específicas de descarbonación ( $\varphi$ ) calculadas y almacenadas
22'12"	1) Termopar de la bomba bajado (aprox. 1521°C)	1) Oxígeno insuflado = $8.400 \text{ m}^3\text{N}$	2) El balance integral de carbono da valores relativos de carbono.
22'48"		1) Oxígeno insuflado = $8.680 \text{ m}^3\text{N}$	1) Termopar de la bomba consultado.
23'00"	1) De hecho 1.327,2 $\text{m}^3\text{N}$ insuflados hasta el fin de la fusión	1) $\varphi = -32,3$ 1) $\varphi = -29,6$	

1)  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$  calculados en un intento inicial de describir el curso de la fusión.



326053

TABLA I (Continuación)

Tiempo	Variable de operación	Suceso	Actividad del computador
26'09"	1) Insuflación de oxígeno interrumpida. Temperatura del baño = 1.599°C Concentración en carbono = 0,049%.		2) Diferencia en las concentraciones en carbono entre $\varphi = -32$ y $\varphi = -25$ , calculado ( $\Delta C$ ) 3) Concentración real en carbono a $\varphi = -25$ , determinada a partir de la relación entre $\Delta C$ y C. 4) Valores reales de $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$ para describir exclusivamente el curso de la fusión calculados. 5) Función integrada entre el nivel de carbono de 0,317% y el nivel de carbono de 0,049%. 6) Velocidad de aumento de la temperatura, calculada. 7) Efecto sobre la temperatura de los 1.324,4 m <sup>3</sup> N, calculado. Temperatura final predicha = 1.603°C.
26'10"		3) Se insuflan otros 1.324,4 m <sup>3</sup> N 4) No se solicita acción correctora	1) Solicita el final del insuflado.





326053

EJEMPLO II

REGISTRO DE FUSION Y ACTIVIDADES DEL COMPUTADOR

(La concentración en carbono se determina sobre la base entre la relación entre  $\Delta C \text{ y } C$ )<sup>2</sup>

<u>Tiempo</u>	<u>Variable de operación</u>	<u>Suceso</u>	<u>Actividad del computador</u>
0'00"	1) Comienza el oxígeno. Caudal = 364 m <sup>3</sup> N/minuto		1) 12 segundos de exploración de señales análogas.
6'00"	2) Altura de la lanza = 1,78 m 1) Lanza bajada a 1,27 m		2) Comienza la suma de oxígeno
15'00"	1) El caudal de oxígeno es aumentado a 448 m <sup>3</sup> N/minuto		
16'36"		1) Oxígeno insuflado = 6.160 m <sup>3</sup> N	1) Velocidades específicas de descarbonación ( $\varphi$ ) calculadas y almacenadas.
			2) Balance integral de carbono da valores relativos de carbono
21'20"		1) Oxígeno insuflado = 8.400 m <sup>3</sup> N	1) Termopar de la bomba consultado.
22'00"		1) $\varphi = -32,5$	
22'12"	1) Termopar de la bomba bajado	1) Oxígeno insuflado = 8.792 m <sup>3</sup> N	
	→ (aprox. 1.552°C)		

OPERACIONES



326053

EJEMPLO II (Continuación)

<u>Tiempo</u>	<u>Variable de operación</u>	<u>Suceso</u>	<u>Actividad del computador</u>
2)	De hecho, 1.629,6 m <sup>3</sup> N insuflados hasta el final de la fusión	$\varphi = -30,7$	1) $\alpha'$ , $\beta'$ y $\gamma'$ calculados en un intento inicial de describir el curso de la fusión. 2) Diferencia en las concentraciones de carbono entre $\varphi = -32$ y $\varphi = -25$ , calculada ( $\Delta C$ ). 3) Concentración real en carbono a $\varphi = -25$ a partir de la relación entre $\Delta C$ y C. 4) Valores reales de $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$ calculados para describir exclusivamente el curso de la carga. 5) Función integrada entre el nivel de carbono de 0,309% y el nivel de carbono de 0,049%.
		3) $C_{\text{calc}} (\varphi = -30,7)$ = 0,309%	
		4) Insuflados otros 1.660,4 m <sup>3</sup> N	
		5) 907 kg de piedra caliza solicitados como refrigerante	



326053

EJEMPLO II (Continuación)

<u>Tiempo</u>	<u>Variable de operación</u>	<u>Suceso</u>	<u>Actividad del computador</u>
23'12"	1) Momento probable de adición de piedra caliza		6) Velocidad de aumento de la temperatura, calculada.
26'06"	1) Insuflación de oxígeno interrumpida. Temperatura del baño = 1.620°C Concentración en carbono = 0,049%		7) Efecto sobre la temperatura de los 1.660,4 m <sup>3</sup> N. calculado. Temperatura final predicha aprox. 1.621°C.
26'10"			1) Solicitud del final de la insuflación



COPIA

326053



Se observará a partir de los precedentes ejemplos I y II que el contenido real en carbono era de 0,049% comparado con un contenido deseado en carbono de 0,050%. Resulta evidente que esta diferencia está bien dentro de la zona del error analítico. Se observará también que las temperaturas estaban razonablemente próximas a las deseadas. En el ejemplo I la temperatura final era aproximadamente 4°C menor de la deseada. En el ejemplo II la temperatura final estaba dentro de aproximadamente 1°C con relación a la calculada por el computador si no se efectuó acción de control. La adición de 907 kg de piedra caliza, recomendada por el computador a los 23 minutos 12 segundos hubiera dado como resultado una temperatura final muy próxima a la deseada de 1.604°C.

Un segundo método de determinar  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , que es el método preferido para contenidos finales altos en carbono en el baño, por ejemplo por encima de 0,25% de C, es una técnica citada como el método de relación lineal. En esta técnica se establece el valor particular de los parámetros de modelo ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) para las fusiones que están siendo controladas por una técnica de estimación de parámetro mediante un modelo de referencia.

El principio de la técnica está bosquejado en la figura 4. Las abscisas indican la concentración porcentual en carbono, mientras que las ordenadas indican los mismos valores de  $\% C/m^3 \times 10^5$  (velocidad de oxidación del carbono o de descarburación) que en las precedentes figuras 2 y 3. En la figura 4 se representa gráficamente una curva media, con dos niveles diferentes de asíntotas mostrados en respectivas líneas interrumpidas y punteadas.  $\alpha_0$  es

326053



la asíntota de la curva de velocidad media de oxidación del carbono en función del carbono, para una serie particular de fusiones. Se determina almacenando y promediando el valor de  $\alpha$  para cada una de un número seleccionado de fusiones previas; por ejemplo las primeras 20 ó 30 fusiones.

Para la fusión particular que está siendo controlada, su  $\alpha_H$  es calculado promediando los valores de oxidación de carbono observados durante un corto período de tiempo (2 ó 3 minutos) después que se ha insuflado un determinado volumen de oxígeno (28 m<sup>3</sup>N por tonelada de carga). Comparando  $\alpha_H$  con  $\alpha_0$ , es posible predecir un valor de  $\varphi$  correspondiente a un valor preseleccionado de C. Se supone que todas las curvas pasarán por un punto en que la velocidad de oxidación de carbono es de cero.

Por este medio se pueden calcular los valores exclusivos de  $\alpha_H$ ,  $\beta_H$  y  $\gamma_H$  para la fusión que está siendo controlada. Una vez se han determinado estos valores, se efectúa la integración para calcular los volúmenes requeridos de oxígeno para producir la concentración final deseada en carbono.

Este segundo método será comprendido más completamente con referencia a los siguientes ejemplos III y IV que ilustran la técnica a seguir.

326053



EJEMPLO III

Un horno básico de oxígeno fue cargado con los siguientes materiales:

	<u>Peso aprox. kg</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Temp.</u>
Metal en fusión 1	147.420	1,27%	0,76%	1.399°C
Metal en fusión 2	-	-	-	-
Chatarra	85.730			
Cal calcinada	11.794			
Dolomita calcinada	2.722			
Espato fluor	907			

Contenido en carbono deseado en la sangría : 0,050%.

000149000

326053



El principio de este segundo método está bosquejado en la figura 4.  $\alpha_0$  es la asíntota de la curva media de descarburación específica en función del carbono para una serie particular de fusiones. Es determinada almacenando y promediando el valor de  $\alpha$  para cada uno de los grupos de fusiones previamente seleccionados.

Para la fusión particular que está siendo controlada, se calcula  $\alpha_H$  promediando los valores de descarburación específicos observados en un período de 3 minutos después que ha sido insuflado un determinado volumen de oxígeno, por ejemplo 28 m<sup>3</sup>N/ton de carga. En el ejemplo ilustrado en la figura 4,  $\Delta\alpha = \alpha_H - \alpha_0$ .

$\varphi_C$  es determinado para la serie particular de fusiones promediando las velocidades de oxidación de carbono observadas con una concentración constante en carbono  $C_C$ . En la figura 4,  $\varphi_C = -25 \times 10^5$  con un valor de carbono de 0,20%. El valor individual de  $\varphi$  con  $C_C$  para cada fusión es determinado y almacenado después que se completa la fusión, y han sido calculados los valores exactos de  $\alpha_H$ ,  $\beta_H$  y  $\gamma_H$ .

$C_{34}$  es determinado promediando las concentraciones en carbono que corresponden a una velocidad de descarburación específica de  $34 \times \alpha_H$ . El valor individual es también determinado y almacenado después que se completa cada fusión.

Similarmente  $C_0$ , la concentración media en carbono a una velocidad de oxidación de carbono de 0,0, es determinada por extrapolación después que se ha completado la fusión. Para controlar una fusión, son necesarias las siguientes operaciones:

326053



1. Calcular  $\alpha_H$  - valor exclusivo para una fusión particular;

2.  $\Delta\alpha = \alpha_H - \alpha_0$ ;

3.  $\Delta\varphi = \Delta\alpha [C_C - C_0 / C_C \cdot 34 - C_0]$ ; y

5 4.  $\varphi'_0$  para una fusión particular =  $\varphi_0 + \Delta\varphi$

Así, ya que 1)  $\alpha_H$  es conocido; 2)  $\varphi'_0$  y  $C_C$  son conocidos y 3)  $\varphi_0$  y  $C_0$  son conocidos, es posible calcular para  $\beta_H$  y  $\gamma_H$  para describir el curso de una fusión.

10

Cuatro retazos de información son almacenados después de cada fusión, a saber: 1. El valor de  $\alpha$  para la fusión; 2. La concentración en carbono cuando la velocidad de descarburación específica ( $= 34 \times 10^{-5}$ ) 3. La velocidad de descarburación específica que corresponde a una concentración constante en carbono, por ejemplo de 0,20% de carbono. 4. La concentración en carbono que corresponde a la velocidad de descarburación específica = 0,0.

15

El registro de la fusión del ejemplo III es como sigue:

20

# 326053

## EJEMPLO III

### REGISTRO DE FUSION Y ACTIVIDADES DEL COMPUTADOR.

(Cálculos del computador basados en la técnica de relación lineal)

Tiempo	Variable de operación	Suceso	Actividad del computador
0'00"	1) Comienza el oxígeno. Caudal = 364 m <sup>3</sup> N/min.		1) 12 segundos de exploración de señales análogas
6'00"	2) Altura de la lanza = 1,78 m		2) Comienza la suma de oxígeno
15'00"	1) Lanza bajada a 1,27 m		
15'00"	1) Caudal de oxígeno aumentado a 448 m <sup>3</sup> N/min		
16'36"		1) Oxígeno insuflado = 6.160 m <sup>3</sup> N	1) Velocidades de descarbonación específicas ( $\varphi$ ), calculadas; después se almacenan 15
19'48"		1) Oxígeno insuflado = 7.588 m <sup>3</sup> N	1) 15 valores de $\varphi$ promediados → valor de $\alpha$ para la fusión

2)  $\alpha - \alpha_0 = \Delta \alpha$ .

3)  $\Delta \alpha \rightarrow \Delta \varphi$

4) A C = 0,20%,  $\varphi = \varphi_0 + \Delta \varphi$

5) Valores para  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  que describen la fusión real, calculados.

6) Necesidades de oxígeno calculadas para llegar a 0,049% de C.

N.B. No se extrae hasta < 168 m<sup>3</sup>N



326053

EJEMPLO III (Continuación)

<u>Tiempo</u>	<u>Variable de operación</u>	<u>Suceso</u>	<u>Actividad del computador</u>
21'20"		1) Oxígeno insuflado = 8.400 m <sup>3</sup> N	1) Termopar de la bomba consultado
21'48"	1) Realmente, 1.820 m <sup>3</sup> N insuflados hasta 0,049% de C		1) Necesidades de oxígeno 1.596 m <sup>3</sup> N
22'12"	1) Termopar de la bomba bajado a 15529C		
23'12"	1) Probable momento de adición de caliza	1) Oxígeno insuflado = 8.792 m <sup>3</sup> N	1) Velocidad de aumento de temperatura, calculada.
25'36"		2) 454 kg de caliza solicitados como refrigerante	2) Efecto de la temperatura de las necesidades de oxígeno, calculado. Temperatura final predicha 1.6129C.
26'06"	1) Insuflación de oxígeno realmente interrumpida Temperatura del baño = 1.6209C Concentración en carbono = 0,049%		1) Final solicitado de insuflación
			1) Valores reales de $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$ calculados para la fusión una vez se conocen todos los puntos $\varphi$ y $\psi$



326053

EJEMPLO III (Continuación)

<u>Tiempo</u>	<u>Variable de operación</u>	<u>Suceso</u>	<u>Actividad del computador</u>
		2) Información almacenada:	
		a) $\alpha$ para la fusión;	
		b) Concentración en carbono cuando $x$ ; $\varphi = 34$	
		c) $\varphi$ cuando la concentración en carbono = 0,20%;	
		d) Concentración en carbono cuando $\varphi = 0,0$ .	

000119000



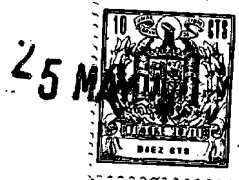
326053

EJEMPLO IV

Un horno básico de oxígeno fue cargado con los siguientes materiales:

	<u>Peso aprox. kg</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Temp.</u>
Metal en fusión 1	29.030	0,88%	0,68%	-
Metal en fusión 2	128.822	1,02%	0,71%	1.338°C
Escoria	74.390			
Cal calcinada	10.433			
Dolomita calcinada	2.722			
Espato fluor	998			

El registro de fusión es como sigue:



326053



326053

EJEMPLO IV (Continuación)

<u>Tiempo</u>	<u>Variable de operación</u>	<u>Suceso</u>	<u>Actividad del computador</u>
21'36"		1) Oxígeno insuflado = 8.400 m <sup>3</sup> N	1) Bomba de termopar solicitada
22'12"	1) Termopar de la bomba bajado → aprox. 1.521°C	1) Oxígeno insuflado = 8.680 m <sup>3</sup> N	1) Velocidad de aumento de temperatura, calculada.
22'48"	1) Realmente, 1.422,4 m <sup>3</sup> N insuflados hasta el final de la fusión	1) No solicitada acción correctora	1) Necesidades de oxígeno = 1.366,4 m <sup>3</sup> N
26'04"			2) Efectos sobre la temperatura de las necesidades de oxígeno, calculados. Temperatura final predicha = 1600°C
26'10"	1) Insuflación de oxígeno interrumpida. Temperatura del baño = 1.599°C. Concentración en carbono = 0,049%		1) Solicitado el final de la insuflación 1) valores reales de $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$ calculados para la fusión una vez son conocidos todos los puntos $\varphi$ y C
			2) Información almacenada:

COPIA



326053

EJEMPLO IV (Continuación)

<u>Tiempo</u>	<u>Variable de operación</u>	<u>Suceso</u>	<u>Actividad del computador</u>
		a) $\alpha$ para la fusión;	
		b) Concentración en carbono cuando $\varphi = 34 \times \alpha$	
		c) Cuando la concentración en carbono = 0,20%	
		d) Concentración en carbono cuando $\varphi = 0,0$ .	

25 M



326053



# 326053

En el momento en que se efectúa la estimación inicial de necesidades de oxígeno para lograr el contenido final deseado en carbono, se mide la temperatura del baño. Se calcula la temperatura final producida por los volúmenes de oxígeno requeridos para el contenido en carbono, y se determina la acción correctora a la luz de esta temperatura final.

Por ejemplo, si se comprueba que las necesidades de oxígeno para el contenido en carbono deseado darían como resultado una temperatura final demasiado alta, se pueden añadir las cantidades requeridas de refrigerante antes del final de la carga. Alternativamente si la temperatura final fuera demasiado baja, se pueden insuflar volúmenes adicionales de oxígeno además de los requeridos para producir la concentración final deseada en carbono.

Si estos volúmenes de oxígeno fuesen tales que originasen un exceso de descarburación y diesen así como resultado que la fusión se completase con una concentración final en carbono demasiado baja, los volúmenes adicionales de oxígeno necesarios para la temperatura dada pueden ser insuflados a través de la lanza en una posición elevada. Por este medio se puede evitar un exceso de descarburación.

Las técnicas de calcular la temperatura del baño, producida por los volúmenes de oxígeno requeridos para producir el contenido final deseado en carbono, se pueden efectuar con un cálculo de balance térmico, o suponiendo que el aumento de temperatura será proporcional al volumen de oxígeno insuflado.

Las pérdidas de calor variables debidas a las



cantidades variables de chatarra no fundida en el horno básico de oxígeno constituyen el mayor factor intangible en el proceso. Una indicación de la presencia de chatarra de fusión tardía podría ser dada por la temperatura medida en un punto preseleccionado en cada fusión.

Por ejemplo, en una fusión de 216 ton. cuando se han insuflado 9.520 m<sup>3</sup> de oxígeno, se encuentra que normalmente se mide una temperatura del baño de aproximadamente 1.552°C. Se supone que cualquier fusión que desarrolle una temperatura del orden de 1.571°C o más, tiene chatarra de fusión tardía presente y así muestra una velocidad de aumento de temperatura menor que las fusiones sin chatarra de fusión tardía.

La forma de la ecuación utilizada para calcular la temperatura en el punto final es la siguiente:

$$T_{\text{final}} = T_{\text{insuflación}} + (K_1 - K_2 \times T_{\text{insuflación}}) \times \text{OXB}$$

$T_{\text{final}}$  = temperatura final del baño de acero al final de la insuflación de oxígeno.

$K_1$  y  $K_2$  son constantes en la ecuación

$T_{\text{insuflación}}$  = temperatura del baño de acero a la temperatura medida durante la insuflación.

OXB = volumen de oxígeno insuflado entre la medición de temperatura y el final de la insuflación.

En la precedente descripción, se han establecido prácticas preferidas del invento. Se sobreentenderá, sin embargo, que este invento puede ser realizado y practicado de otras maneras dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

326053



La presente solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 28 de Abril de 1.965, bajo el número 451.523, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

N O T A

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:

10

1.- Un método de controlar el afinado de un baño de hierro de peso conocido, por insuflación en él de un gas que contiene oxígeno, que comprende las operaciones de medir el contenido en compuestos de carbono y oxígeno en el gas de escape durante un período dado de tiempo, medir la cantidad de oxígeno insuflado durante el mismo período de tiempo, calcular a partir de las dos mediciones precedentes una velocidad de oxidación de carbono, establecer una curva de velocidad de oxidación del carbono en función del carbono a partir de dicha velocidad de oxidación del carbono y desde un punto de velocidad cero de oxidación del carbono y al menos una curva de velocidad de oxidación del carbono en función del carbono precedente de insuflaciones anteriores, aproximar la cantidad de carbono en el baño al final de dicho período, y alimentar

15

20

24



la cantidad de oxígeno requerida para reducir el carbono en el baño hasta el contenido final deseado en carbono.

2.- El método de controlar definido en la reivindicación 1, que comprende además las operaciones de me  
5 dir la temperatura en el baño en un punto preseleccionado en la insuflación, establecer la elevación de temperatura que resulta de alimentar el oxígeno requerido para alcan-  
zar el nivel de carbono deseado, calcular la temperatura final que resulta de dicha elevación, antes de dicha ope-  
10 ración de alimentación, así como la subsiguiente operación de ajustar el nivel de adición de oxígeno y la adición re-  
frigerantes para controlar la temperatura a un nivel de-  
seado.

3.- El método de controlar definido en la reivindicación 1, en que dichas operaciones de medición y  
15 dicha operación de cálculo se llevan a cabo de forma sustancialmente continua y automática, para obtener de esta manera una curva de velocidad de oxidación de carbono sus-  
tancialmente continua.

4.- El método de controlar definido en la reivindicación 3, que comprende además las operaciones de me  
20 dir la temperatura en el baño en un punto preseleccionado en la insuflación, establecer la elevación de temperatura que resulta de alimentar el oxígeno requerido para alcan-  
25 zar el nivel deseado en carbono, calcular la temperatura final que resulta de dicha elevación, antes de dicha opera-  
ción de alimentación, así como la operación subsiguiente de ajustar el nivel de adición de oxígeno y la adición de refrigerantes para controlar la temperatura a un nivel de  
30 seado.



5.- El método de controlar definido en la reivindicación 1, en que dicha operación de medir los compuestos de carbono y oxígeno incluye medir estos compuestos en el contenido en agua del gas de escape y en que dicha operación de establecimiento de valores se efectúa interpolando la velocidad de oxidación del carbono entre las curvas límites de velocidad de oxidación del carbono en función del contenido en carbono, determinadas a partir de insuflaciones anteriores en el mismo horno, que comprende además la operación subsiguiente de calcular la cantidad de oxígeno requerida para oxidar el contenido apropiado en carbono hasta el contenido final deseado en carbono, y en que dicha operación de alimentación consiste en insuflar esta cantidad de oxígeno en el baño.

6.- El método de controlar definido en la reivindicación 1, en que dicha operación de medir los compuestos de carbono y oxígeno incluye medir estos compuestos en el contenido en agua del gas de escape, dicha operación de cálculo se efectúa para determinar una asíntota de una curva de velocidad de oxidación de carbono, y dicha operación de establecimiento de valores determina una asíntota de las curvas medias de velocidad de oxidación del carbono en función del contenido en carbono determinadas a partir de insuflaciones anteriores del mismo horno, dicha operación de aproximación se efectúa a partir de la relación establecida por las dos asíntotas, que comprende además la operación subsiguiente de calcular la cantidad requerida de oxígeno para oxidar el contenido aproximado en carbono hasta el contenido final deseado en carbono, y en que dicha operación de alimentación consiste en insu-



flar esta cantidad de oxígeno en el baño.

7.- El método de controlar definido en la reivindicación 1, en que dicho afino se controla dinámicamente en un horno para proporcionar un contenido final deseado en carbono y una temperatura final en el mismo, que comprende además la operación preliminar de establecer las curvas límites de velocidad de oxidación del carbono en función de la concentración en carbono para el horno, seguido de dichas operaciones de medición y de dicha operación de cálculo, en que dicha operación de medición de los compuestos de carbono y oxígeno se lleva a cabo continuamente, dicha operación de medición del oxígeno se relaciona con la velocidad de oxígeno alimentado en el horno, y dicha operación de cálculo se efectúa durante al menos dos intervalos espaciados dividiendo las unidades de carbono retiradas en un período de tiempo por el caudal de oxígeno para el mismo período de tiempo, en que dichas operaciones de establecimiento de valores y de aproximación se constituyen estableciendo la pendiente de la curva de oxidación del carbono a partir de las velocidades de descarburación específicas, midiendo la temperatura del baño en un punto seleccionado del proceso de oxidación, encontrando el nivel de carbono a partir de la pendiente de dicha curva de descarburación, estableciendo la cantidad de oxígeno necesitada para reducir el carbono a un nivel seleccionado de carbono, y calculando la temperatura final del baño a partir del oxígeno a añadir, y en que dicha operación de alimentación incluye introducir la cantidad de oxígeno así determinada y ajustar las condiciones del baño para controlar su temperatura.



8.- El método de controlar definido en la reivindicación 7, en que dicho afino es controlado en un baño de horno básico de oxígeno de peso conocido.

5 9.- El método de controlar definido en la reivindicación 1, en que dicho afino es controlado dinámicamente para proporcionar en él un contenido final deseado en carbono, que comprende además la operación preliminar de establecer las curvas límites de velocidad de oxidación del carbono en función de la concentración en carbono para el horno, seguido por dichas operaciones de medición y por dicha operación de cálculo, en que dicha operación de medición de los compuestos de carbono y oxígeno se lleva a cabo continuamente, dicha operación de medición del oxígeno se relaciona con la velocidad de oxígeno alimentado en el horno, y dicha operación de cálculo se lleva a cabo durante al menos dos intervalos espaciados por división de las unidades de carbono retirado en un intervalo de tiempo por la velocidad de circulación de oxígeno para el mismo período de tiempo, y en que dichas operaciones de establecimiento de valores y de aproximación se constituyen determinando la pendiente de la curva de oxidación del carbono en función del carbono a partir de las velocidades específicas de oxidación del carbono, determinar el nivel de carbono a partir de la pendiente así determinada, y determinar la cantidad de oxígeno necesario para reducir el carbono a un nivel seleccionado de carbono.

10.- El método de controlar definido en la reivindicación 9, en que dicho afino es controlado en un baño de horno básico de oxígeno de peso conocido.

326053

25 MAY 1966



11.- Un método de controlar el afino de un baño de hierro.

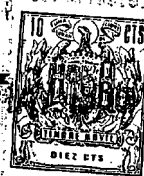
5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dos dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y seis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 25 MAY. 1966

P. A.

Alberto de Elizaburu



326053

Fig. 1.

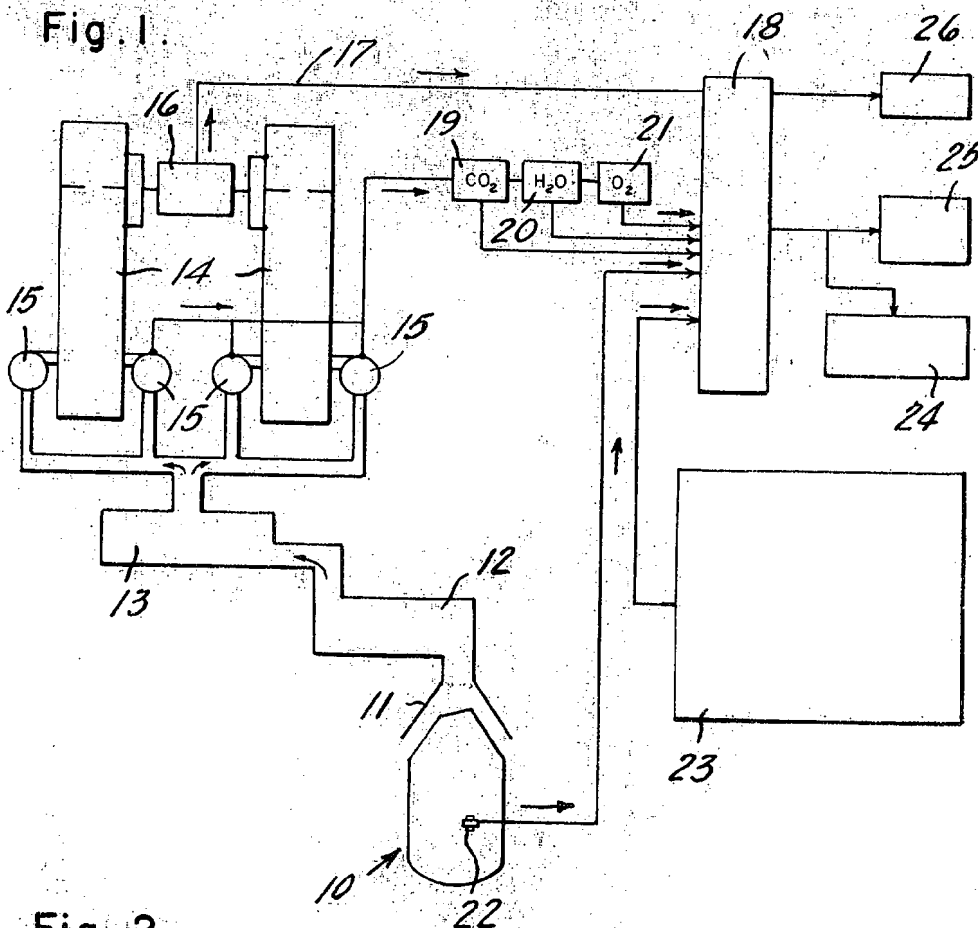
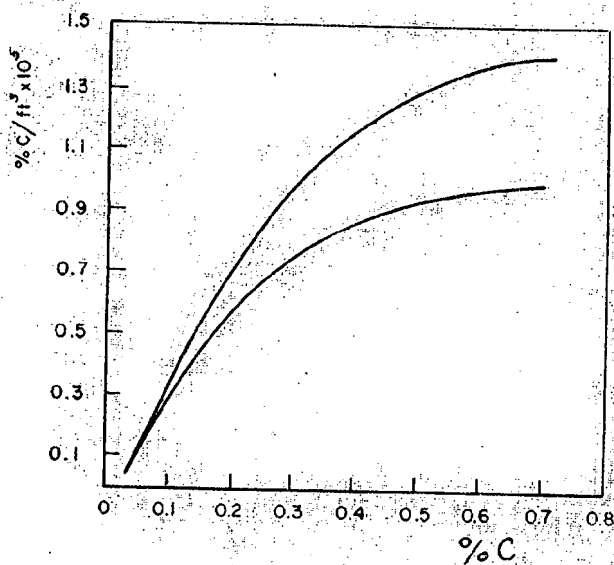


Fig. 2.



*Alberto de Szabany*  
 Director



326053

Fig. 3.

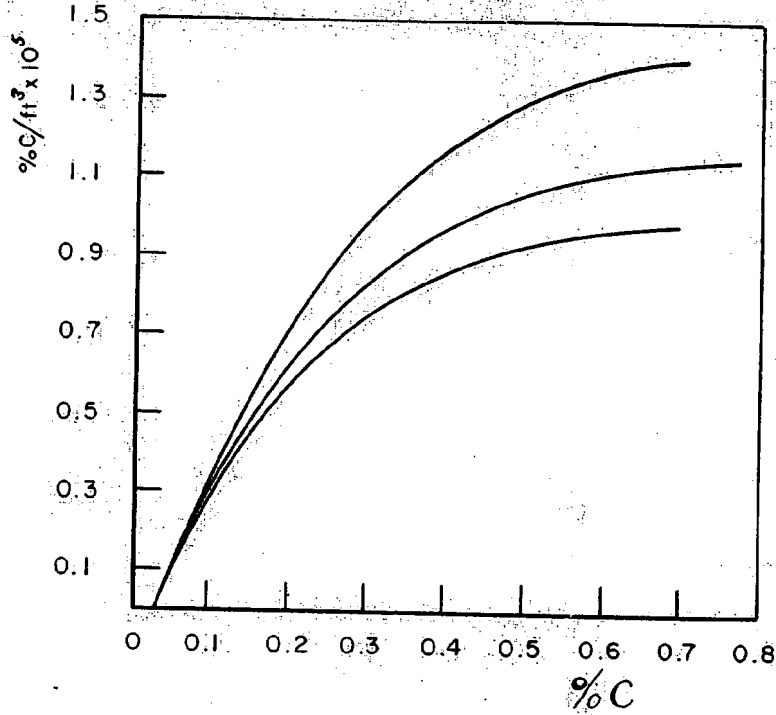
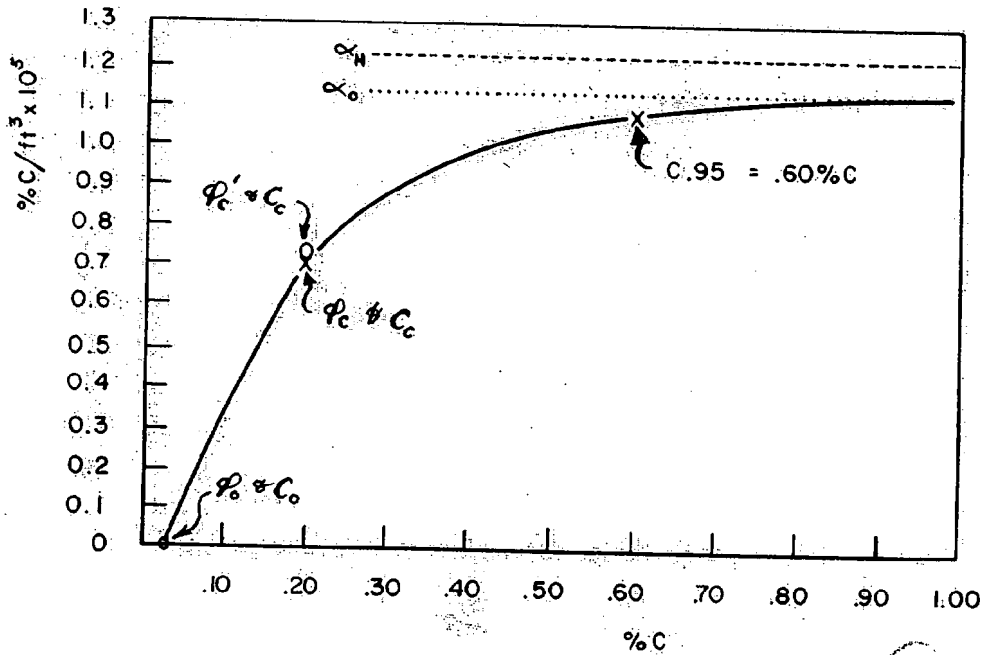


Fig. 4.



Albertus de ...  
[Handwritten signature]