

30 JUL.



PATENTE DE INVENCIÓN

IRS. Aff. 148+169+171.

279638

MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre:

" Procedimiento y dispositivo para la medida de la  
evolución del porcentaje en carbono de un baño  
metálico durante el transcurso del afinado".

=====

Solicitante: INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE,  
entidad francesa, residente en 185, rue Président  
Roosevelt, SAINT GERMAIN-en-LAYE (Seine-et-Oise),  
Francia.

=====



279638

PATENTE DE INVENCION

PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA MEDIDA DE LA EVOLUCION  
DEL PORCENTAJE EN CARBONO DE UN BAÑO METALICO DURANTE EL  
TRANSCURSO DEL AFINADO

---

INSTITUT DE RECHERCES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE

---

- Durante el transcurso de una operación clásica de afinado neumático de un baño metálico, como por ejemplo, una operación de afinado al oxígeno de un baño de fundición con objeto de obtener un acero que contenga cierto porcentaje de
5. carbono, el porcentaje de carbono de este baño únicamente es conocido por puntos, es decir, en el momento de la carga del recipiente de afinado y las interrupciones en el afinado con motivo de las cuales se toma una muestra de metal que, acto seguido, queda sometida a examen por medio del carbómetro o
10. a análisis químico. Todo ello presenta el inconveniente de provocar un retraso más o menos importante en el conocimiento de los resultados y hacer de forma que sea muy basta la estimación de la evolución de la descarburación. Del mismo modo que es muy interesante poder medir de forma continua la

279538



- 2 -

temperatura del baño, también sería muy útil al especialista metalúrgico, por otra parte y por lo que respecta a la operación de afinado, poder seguir instantáneamente la marcha de la reacción de descarburación y su evolución, así como obtener

5. una medida continua del porcentaje en carbono del baño. Esta medida únicamente puede ser llevada a cabo actualmente por medios indirectos, ya que cualquier análisis continuo del metal se presenta como irrealizable.

El objetivo perseguido por el presente invento consiete

10. en permitir la medida continua de la "velocidad de descarburación" y del porcentaje de carbono del baño durante todo el transcurso del afinado, haciendo uso de medios indirectos.

A este respecto, el presente invento tiene por objeto

15. un procedimiento para la medida continua de la evolución del porcentaje de carbono de un baño metálico durante el transcurso del afinado neumático en un recipiente de afinado, caracterizado por el hecho de que se mide de forma continua la cantidad de carbono que se escapa de dicho recipiente de afinado en forma de gas CO ó CO<sub>2</sub>, y se deduce en cada instante el caudal de carbono que se escapa en forma gaseosa del baño metálico, y, por integración, el porcentaje en carbono del baño, conociéndose previamente el porcentaje inicial de carbono.

20.

Según una forma de aplicación práctica de este procedimiento, ventajosamente aplicable en aquel caso en que el recipiente de afinado se encuentre dotado de una instalación de captación sin combustión de los gases de afinado, se mide de forma continua el caudal total de los gases captados, y

25.

30. su valor en gas CO y CO<sub>2</sub>, y se deduce en cada instante el

279638



- 3 -

caudal de carbono que se escapa en forma gaseosa del baño metálico, y, por integración, el porcentaje en carbono del baño, conociéndose previamente el porcentaje inicial de carbono.

5. Según otra forma de aplicación práctica de este procedimiento, ventajosamente aplicable en aquel caso en que el recipiente de afinado se encuentre dotado de una instalación de captación de los gases con aspiración de aire y combustión del gas CO de afinado, se determina de forma definitiva el
10. caudal nominal de los gases aspirados, se detecta y se introduce como términos correctivos las variaciones del caudal, se mide de forma continua el porcentaje en gas CO<sub>2</sub> de los gases y se deduce en cada instante el caudal de carbono que se escapa en forma gaseosa del baño metálico, y, por integración,
15. el porcentaje en carbono del baño, conociéndose previamente el porcentaje inicial de carbono.

Se denomina aquí "caudal nominal", el caudal determinado de forma definitiva en la instalación, en un momento determinado.

20. El invento preconizado tiene también por objeto un dispositivo de medida destinado a la aplicación práctica del procedimiento anteriormente descrito, que se caracteriza por comprender, en combinación : los medios para conocer en cada instante el caudal de los gases que circulan en la instalación de captación; los medios de análisis con tiempo de
25. respuesta bastante corto para medir de forma continua el porcentaje de dichos gases en CO ó en CO<sub>2</sub> ; y, finalmente, los medios de cálculo para determinar en cada instante, a partir de dicho caudal de gas y de dicho porcentaje en Co ó en CO<sub>2</sub>,

275338



- 4 -

el caudal de carbono que se escapa del recipiente de afinado en forma gaseosa.

5. Según otra característica que también puede presentar este dispositivo, en combinación con las anteriormente indicadas, dichos medios de cálculo comprenden, por lo menos, un integrador para determinar la cantidad total de carbono quemado y, eventualmente, el porcentaje de carbono residual del baño, por diferencia con el porcentaje inicial.

10. El invento tiene por objeto, de forma preferente, el dispositivo anteriormente indicado según una forma de realización ventajosamente aplicable para la medida continua de la velocidad de descarburación  $V$ , expresada en % de carbono por minuto, de un baño metálico ferroso en curso de afinado al oxígeno en un convertidor provisto de una instalación de
15. captación sin combustión de los gases de afinado, caracterizado por el hecho de comprender los siguientes elementos, en combinación: un caudalímetro con corrección automática de temperatura, de presión y, eventualmente, de humedad y de densidad, en cooperación con los medios de transmisión eléctrica para proporcionar una señal eléctrica proporcional al
20. caudal normal instantáneo  $Q(t)$  de gas en circulación en la instalación de captación; los analizadores de gas de respuesta rápida que proporcionan señales eléctricas respectivamente proporcionales a los porcentajes instantáneos de dichos gases en  $CO$  y en  $CO_2$ ,  $\alpha(t)$  y  $\beta(t)$  expresados en %; los medios eléctricos de tratamiento de dichas señales eléctricas y de
25. cálculo, que comprenden los correspondientes medios de indicación visual que permiten hacer entrar en los mismos, el peso  $P$  expresado en kilogramos de metal introducido en el

279638

30



- 5 -

recipiente de afinado, y dispuestos para resolver de forma continua la ecuación :

$$V = \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times [\alpha(t) + \beta(t)] Q(t)$$

así como los medios de registro adecuados para indicar el resultado de este cálculo gráficamente, en forma de una curva continua.

5.

El invento tiene también por objeto el dispositivo anteriormente indicado, en una forma de realización preferente, y ventajosamente aplicable para la medida en continuo del porcentaje en carbono  $C_t$  ( $C_i$  siendo el porcentaje inicial)

10.

de un baño metálico ferroso en curso de afinado al oxígeno en un convertidor dotado de una instalación de captación sin combustión de los gases de afinado, caracterizado por el hecho de comprender los siguientes elementos, en combinación :

15.

un caudalímetro con corrección automática de temperatura, de presión y, eventualmente, de humedad y de densidad, en cooperación con los medios de transmisión eléctrica para proporcionar una señal eléctrica proporcional al caudal normal instantáneo  $Q(t)$  de los gases de afinado que salen del convertidor;

20.

los analizadores de gas de respuesta rápida que proporcionan señales eléctricas respectivamente proporcionales a los porcentajes instantáneos de dichos gases de afinado en CO y en CO<sub>2</sub>,  $\alpha(t)$  y  $\beta(t)$  expresados en % ; los medios eléctricos de tratamiento de dichas señales eléctricas y de cálculo, que comprenden los correspondientes medios de indicación vi-

25.

sual que permiten hacer entrar en los mismos el peso P del metal expresado en kilogramos introducidos en el recipiente de afinado y su porcentaje de carbono, y dispuestos para resolver de forma continua la ecuación :

$$C_t = C_i - \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \int_0^t Q(t) [\alpha(t) + \beta(t)] dt$$

279638



- 6 -

así como los medios de registro adecuados para indicar gráficamente el resultado de este cálculo en forma de una curva continua que represente el porcentaje en carbono del baño.

- El invento tiene también por objeto el dispositivo
5. anteriormente indicado, en una forma de realización preferente, y ventajosamente aplicable para la medida en continuo de la velocidad de descarburación  $V$  expresada en % de carbono por minuto, de un baño metálico ferroso en curso de afinado al oxígeno en un convertidor dotado de una instalación de captación de los gases de afinado con aspiración de aire y combustión del  $\text{CO}$ , caracterizado por comprender los siguientes elementos, en combinación : un analizador de gas de respuesta rápida que proporciona una señal eléctrica proporcional al porcentaje instantáneo  $\beta$  (t) expresado en % de los gases
10. en  $\text{CO}_2$  ; los medios eléctricos de tratamiento de dichas señales eléctricas y de cálculo, que comprenden los correspondientes medios de indicación visual que permiten hacer entrar en los mismos el peso  $P$  de metal expresado en kilogramos introducidos en el recipiente de afinado y el valor del caudal nominal de la instalación ; los medios para detectar las
15. variaciones del caudal efectivo  $Q$  (t) alrededor del caudal nominal y corregir, en consecuencia, el valor que entra en los medios de cálculo ; y, finalmente, los medios de registro adecuados para indicar gráficamente el resultado del
20. cálculo en forma de una curva continua, quedando dispuestos dichos medios de cálculo de tal modo que se resuelva continuamente la ecuación :
- 25.

$$V = \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \beta (t) \times Q \text{ efectivo } (t)$$

Finalmente, el invento tiene por objeto, en particular, el dispositivo anteriormente indicado, también en otra

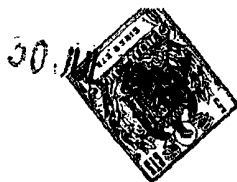


- forma de realización preferente, ventajosamente aplicable para la medida en continuo del porcentaje en carbono  $C_t$  ( $C_i$  siendo el porcentaje inicial) de un baño metálico ferroso en curso de afinado al oxígeno en un convertidor dotado de
5. una instalación de captación de los gases de afinado con aspiración de aire y combustión del CO, caracterizado por el hecho de comprender los siguientes elementos, en combinación : un analizador de gas de respuesta rápida que proporciona una señal eléctrica proporcional al porcentaje instantáneo  $\beta$  (t)
10. expresado en % de los gases en CO<sub>2</sub> ; los medios eléctricos de tratamiento de dichas señales eléctricas y de cálculo, que comprenden los correspondientes medios de indicación visual que permiten hacer entrar en los mismos el peso P expresado en kilogramos de metal introducido en el recipiente de afinado y el valor del caudal nominal de la instalación;
15. los medios para detectar las variaciones de caudal Q efectivo (t) alrededor del caudal nominal y corregir, en consecuencia, el valor de entrada en los medios de cálculo; y, finalmente, los medios de registro adecuados para indicar
20. gráficamente el resultado del cálculo en forma de una curva continua, quedando dispuestos dichos medios de cálculo para resolver continuamente la ecuación :

$$C_t = C_i - \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \int_0^t \beta(t) Q \text{ efectivo}(t) dt$$

25. Cabe precisar que, por "caudal normal" ha de entenderse el caudal volumétrico expresado en m<sup>3</sup> por unidad de tiempo, suponiéndose que el gas se encuentra en sus condiciones normales de presión y de temperatura, es decir, equivalentes a 760 mm de mercurio y 0° C.

Efectivamente, como así se comprende, cuando los



- gases de afinado son captados por una instalación adecuada, el balance de gas demuestra que, en ausencia de impulsiones en el exterior de dicha instalación, el caudal de gas que sale del recipiente de afinado, convertidor o retorta, por ejemplo, y procedente directamente de la combustión del carbono del baño por el oxígeno de afinado, presenta la forma:

$$Q' = Q \frac{(\alpha + \beta)}{100}$$

- siendo  $\alpha$  y  $\beta$ , como ya se ha indicado anteriormente, los porcentajes en CO y CO<sub>2</sub> de los gases captados. Q' representa el caudal global de CO y CO<sub>2</sub> en estos gases. Ahora bien, todo el carbono quemado en el baño durante el transcurso del afinado se escapa obligatoriamente en forma de CO ó de CO<sub>2</sub>, por lo cual Q' representa, consecuentemente, el caudal de carbono que sale del baño.

- Teniendo en cuenta que un mol de carbono (o sea, 12 g) corresponde en la combustión a un mol (o sea, 22,4 litros) de CO ó de CO<sub>2</sub>, o, incluso, de una mezcla de ambos, es decir, que la combustión de 12 Kg de carbono corresponde a 22,4 m<sup>3</sup> de gas, se puede inscribir:

$$\frac{P}{100} \times \frac{22,4}{12} \times \frac{dc}{dt} = Q'$$

- fórmula en la cual P representa el peso de fundición introducida en el recipiente de afinado y C el porcentaje en carbono.

De esta relación, se deducen las fórmulas siguientes:

$$\frac{dc}{dt} = \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \left[ \alpha(t) + \beta(t) \right] Q(t) \quad (1)$$

en el caso de captación de los gases sin combustión; y

279638



- 9 -

$$\frac{dc}{dt} = \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \beta (t) \times Q \text{ efectivo } (t) \quad (2)$$

en el caso de captación de los gases con combustión.

$\frac{dc}{dt}$ , o velocidad de variación del porcentaje en carbono del baño, corresponde a aquello que podríamos denominar "velocidad de descarburación".

5. En las fórmulas (1) y (2) la velocidad de descarburación es encontrada en % de carbono en el baño por minuto. Si se desea expresar esta velocidad de variación en kilogramos de carbono por tonelada y por minuto, basta con multiplicar el segundo miembro de las fórmulas por el factor 10.

10. Puede deducirse, por integración, la cantidad de carbono quemada en el baño durante el tiempo de integración, o la variación correspondiente de porcentaje en carbono. Conociendo el porcentaje en carbono inicial de la fundición, se puede, consecuentemente, inscribir :

$$C_t = C_i - \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \int_0^t Q (t) [\alpha (t) + \beta (t)] dt \quad (3)$$

15. en el caso de captación sin combustión; y

$$C_t = C_i - \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \int_0^t \beta (t) Q \text{ efectivo } (t) dt \quad (4)$$

en el caso de captación con combustión.

Puede observar que, en las fórmulas (2) y (4), únicamente figura el porcentaje  $\beta$  de los gases en  $CO_2$ . Efectivamente, en caso de captación de los gases de afinado con

20. cierto exceso de aire, existe combustión del CO en  $CO_2$ . El porcentaje en CO llega así a ser prácticamente nulo, por lo cual resulta inútil proceder a la medida del mismo.



- Si los gases de afinado son captados por medio de un método sin combustión, el caudal global en la instalación de captación es poco más o menos equivalente al caudal de los gases que salen del recipiente de afinado, y los gases útiles para la puesta en práctica del invento, es decir CO y CO<sub>2</sub>, quedan diluidos lo menos posible. La precisión de las medidas de caudal y de porcentajes es, entonces, máxima. Si los gases quedan captados con aspiración de aire y combustión del CO, el caudal total de los gases que circulan en la instalación de captación llega a ser considerable y el porcentaje en gas útil, que en este caso es el CO<sub>2</sub>, llega a ser relativamente reducido, por ejemplo de un 20 a un 30 %.
- 5.
- 10.

- La medida del caudal total es entonces difícil de realizar con precisión, sobre todo en una instalación existente que no comprenda ningún órgano deprimógeno, venturi, diafragma u otro. No obstante, cabe hacer observar que, si bien estos caudales son difíciles de medir con precisión, sus variaciones se mantienen a un valor reducido, y en general, inferiores a  $\pm 10\%$  en relación con el valor nominal. Efectivamente, en este caso no existe válvula de mariposa de regulación y en general, el ventilador de aspiración funciona con velocidad constante. De ello se deriva que el caudal global se establece a un valor fijo, directamente relacionado con la posibilidad de aspiración del ventilador, por una parte, y con las pérdidas de carga en la instalación, por otra parte. Este valor sufre ligeras fluctuaciones, ya que las pérdidas de carga pueden variar ligeramente en relación con el tiempo, debido, entre otras causas, a los atascamientos por suciedades en los conductos, la composición de los gases, la pulverización de agua, eventualmente, etc., pero estas variaciones conservan un valor reducido. De ello se deriva que la medida de las variaciones de caudal es más sencilla que la medida del caudal propiamente dicho, y no tiene necesidad de ser efectuada
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



con la misma precisión. Por ejemplo, un simple tubo de Pitot puede proporcionar las indicaciones suficientes. La medida del caudal nominal puede ser llevada a cabo perfectamente de manera satisfactoria por una calibración posterior de todo el dispositivo de medida, haciendo quemar una cantidad conocida de carbono en el convertidor.

5.

Las medidas del caudal de gas y los porcentajes en CO y CO<sub>2</sub> se llevan a cabo mediante caudalímetros y analizadores de gas con tiempos de respuesta bastante cortos, de cualquier modelo adecuado ya conocido en estas técnicas, y, el especialista competente no tendrá ninguna dificultad especial para pronunciarse por los aparatos de medida que mejor convengan. Los medios de cálculo eléctricos son, del mismo modo, perfectamente conocidos y las funciones que es preciso poner en práctica para la aplicación del presente invento, como por ejemplo : adición, multiplicación, división e integración, son obtenidas corrientemente por medio de las calculadoras actuales.

10.

15.

A continuación figura la descripción, a título de ejemplo, y sin que ello constituya limitación alguna a las posibilidades del invento, y únicamente con objeto de ilustrar y dar a comprender perfectamente el invento, dos aplicaciones prácticas del mismo, tomando como referencia los diseños anexos, en los cuales :

20.

25.

- la Fig. 1 representa esquemáticamente una instalación de captación sin combustión de los gases de un convertidor de acería al oxígeno, dotado de un dispositivo de medida continua de la evolución del porcentaje en carbono del baño ;



- la Fig. 2 representa el esquema funcional de la calculadora que figura en la Fig. 1 ;

5. - la Fig. 3 representa esquemáticamente una instalación de convertidor al oxígeno equipada con una caldera de recuperación de calor perdido, dotada de un dispositivo de medida continua del porcentaje de carbono del baño ; y

- la Fig. 4 representa el esquema funcional de la calculadora que figura en la Fig. 3.

10. Se procede al afinado de una carga de fundición de 5 toneladas, introducida en un convertidor experimental 1, por insuflación de oxígeno puro por la parte superior, por medio de una lanza 2, enfriada por circulación de agua según la forma habitual, y mediante un método de afinado conocido. Los gases de afinado que salen del convertidor, en su mayor parte compuestos de CO, quedan captados por una campana 3 enfriada por circulación de agua y dispuesta a unos 40 cm por encima del convertidor. Los gases captados quedan evacuados por un conducto metálico 4 enfriado por chorreo de agua, hacia un separador de polvo de tipo húmedo normal 5, desde el cual son aspirados a través de un conducto 6 por un ventilador 7. El CO arde a continuación en la salida de una chimenea-antorcha 8, con objeto de no ser proyectados hacia la atmósfera. Para obtener la captación de los gases sin entradas de aire y sin pérdidas de gas importantes, la presión en la campana 3 queda siempre mantenida a un valor equivalente a la presión atmosférica circundante, durante el funcionamiento del convertidor, por medio de un sistema de regulación que comprende : 3 tomas de presión 9 situadas en 25. la campana 3 a un tercio aproximadamente de su altura, y

279038



- reunidas en paralelo con una toma de presión atmosférica 10 situada en el exterior de la campana, a la misma altura que las tomas 9, un manómetro diferencial de diafragma 11 que compara la presión indicada por las tomas 9 con la presión atmosférica ; un regulador electroneumático 12, de tipo normal, que recibe las indicaciones del manómetro diferencial 11 ; y, finalmente, un registrador de tiro 13 situado en el conducto 6, y accionado por medio de un gato neumático 14 que recibe su aire comprimido de maniobra del regulador 12.
- 5.
10. El registro 13 queda en posición en cada instante, según las indicaciones del manómetro diferencial 11, de tal modo que la presión en la parte inferior de la campana se mantenga a un valor equivalente a la presión exterior. Es preciso tener en cuenta que las tomas de presión 9 no se encuentran situadas en la parte inferior de la campana, lugar en el cual correrían el riesgo de no encontrarse siempre bañadas por los gases de afinado, cuya presión debe ser medida por las mismas.
- 15.

La velocidad de descarburación y el porcentaje en carbono del baño son calculadas de forma continua por medio de una calculadora electrónica 15, que recibe las indicaciones de porcentaje de los gases captados en CO y CO<sub>2</sub>, así como de su caudal correspondiente.

20.

Los porcentajes de los gases en Co y CO<sub>2</sub> son medidos a la salida de la campana 3 por medio de dos analizadores de gas de absorción de radiación infrarroja, respectivamente 16 y 17, alimentados en gas por una pequeña canalización 18. Después de su paso en los dos analizadores, la reducida corriente de gas que se precisa es proyectada hacia la atmósfera en 19. Una llave de paso 20 permite ajustar el caudal de esta corriente de gas. Dichos analizadores de infrarrojos tienen un tiempo de respuesta aceptable, cercano de 10 segundos, siendo los

25.

30.

279638

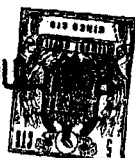


- 14 -

más rápidos actualmente conocidos. No obstante, resulta evidente que el empleo de aparatos más rápidos únicamente podría resultar provechoso para el procedimiento preconizado.

- El caudal total de los gases captados queda medido
5. en el conducto 6, previo enfriamiento y separación del polvo por vía húmeda, por medio de un caudalímetro con corrección automática de temperatura, de presión, de humedad y de densidad, compuesto, en realidad, por un diafragma 21 situado en dicho conducto 6 y de un presiómetro diferencial 22 dotado
10. de dos tomas de presión 23 a, 23 b, de una sonda de medida de humedad 24 y de una sonda de medida de temperatura 25. Semejante caudalímetro con corrección automática es un aparato perfectamente conocido por la técnica actual, por lo cual no procederemos a su descripción detallada.
15. Los dos analizadores de gas 16 y 17 y el caudalímetro 21, 22, remiten sus informaciones en forma de tensiones eléctricas, respectivamente proporcionales a los porcentajes en CO y CO<sub>2</sub> y al caudal normal de los gases. Las tensiones eléctricas son aplicadas a la calculadora 15, cuyo funcionamiento será dado de forma explícita con ayuda de la Fig. 2.
20. En esta figura, se encuentran representados, de manera muy simplificada, los conductos 4 y 6, los analizadores de gas 16 y 17 y el caudalímetro con su diafragma 21, sus tomas de presión diferencial 23 a y 23 b, y, finalmente, su
25. presiómetro 22.

Las tomas de temperatura y de humedad 24 y 25 para la corrección del caudal, no se encuentran representadas en esta figura.



Las señales eléctricas remitidas por los analizadores 16 y 17 y que representan respectivamente el porcentaje  $\alpha$  en CO y el porcentaje  $\beta$  en CO<sub>2</sub> de los gases, quedan sumadas en un adicionador 26, que remite una señal proporcional a  $\alpha + \beta$ . Esta señal queda aplicada, al mismo tiempo que aquella procedente del caudalímetro, a un multiplicador 27, que remite una señal que representa  $Q \left( \frac{\alpha + \beta}{100} \right)$ , es decir, el caudal global Q' del CO y del CO<sub>2</sub>. Esta señal queda aplicada a su vez a un divisor 28, que recibe asimismo de un potenciómetro de indicación visual 29 una tensión que representa el peso de fundición introducida P, y que remite una señal proporcional a  $\frac{Q'}{P}$ , es decir, a la velocidad de descarburación :

$$V = k \frac{Q'}{P}$$

La señal V queda aplicada a un integrador 30 que proporciona una tensión que representa :

$$\frac{K}{P} \int_0^t Q' dt$$

es decir, la variación del porcentaje en carbono  $C_i - C_t$  del baño desde el principio del afinado. Dicha señal queda finalmente aplicada a un substractor 31, que recibe, por otra parte, el porcentaje inicial en carbono del baño, por medio de un segundo potenciómetro de indicación visual 32. Finalmente, se obtiene el porcentaje instantáneo del baño  $C_t = C_i - (C_i - C_t)$ . Un registrador automático 33 de dos vías, que recibe la tensión procedente del divisor 28 y la tensión procedente del substractor 31, traza, en consecuencia las curvas de velocidad de descarburación y de porcentaje en carbono del baño en relación con el tiempo, ya que su papel de registro se desplaza a velocidad constante.

274.30



5. El divisor 28 comprende, como es natural en el sistema clásico, un dispositivo de puesta a cero, accionado antes del principio de cada carga. Así existe la posibilidad, en cualquier momento, de reajustar los valores de P y de  $C_1$ , sin causar perturbaciones en el funcionamiento, actuando respectivamente sobre los potenciómetros de indicación visual 29 y 32.
10. La figura 3 representa una instalación de convertidor de acería con recuperación del calor de los gases de afinado en una caldera, y combustión del CO en  $CO_2$ .
15. La carga de fundición contenida en el convertidor 1 es afinada en acero por medio de oxígeno puro insuflado por una lanza 2, enfriada por circulación de agua, según el procedimiento de costumbre.
20. Por encima de la boca del convertidor, queda dispuesta una campana de aspiración 3a que presenta una amplia abertura 101 por la cual una gran proporción de aire queda aspirada con los gases que se escapan del convertidor. Esta campana conduce a los gases hacia una caldera de recuperación de haz tubular 102, representada esquemáticamente y prolongada por el conducto de evacuación de los gases 4a. Un ventilador no representado, aspira los gases en el conducto 4a con una depresión constante. El porcentaje en  $CO_2$
25. de los gases quemados queda medido por un analizador de gas de absorción de radiación infrarroja 17, alimentado en gas por medio de una pequeña canalización 18. Después de su análisis, la reducida corriente de gas necesario queda evacuada hacia la atmósfera en 19. Una llave de paso 20 permite
30. ajustar el caudal de esta corriente de gas.

279038



- 17 -

5. Las variaciones del caudal total de los gases quedan detectadas por un tubo de Pitot 103 y un manómetro de diafragma 104, del tipo de transmisión eléctrica. Las indicaciones del manómetro 104 son transmitidas a un circuito eléctrico en puente 105 que produce una señal de corrección en relación con las variaciones accidentales de caudal en el conducto 4a.

10. Las indicaciones del analizador 17 y del circuito de corrección 105 quedan aplicadas a un calculador 15 a, en forma de tensiones eléctricas. Los potenciómetros de indicación visual 29, 32 y 106 permiten hacer entrar en el calculador, respectivamente, el peso de fundición introducida P, su porcentaje inicial  $C_1$  en carbono y el caudal nominal Q de los gases en el conducto 4a. El resultado del cálculo, el porcentaje en carbono del baño durante el transcurso del tiempo, durante el afinado, queda inscrito en un registrador normal 33.

20. El funcionamiento de la calculadora, muy semejante al del ejemplo anterior, quedará explicado por medio de la Fig. 4, en la cual se encuentran, esquematizados, el conducto de evacuación de los gases 4a, el analizador de  $CO_2$  17, con su tubo de aspiración 18, el tubo de Pitot 103, que tiene a su cargo la detección de las variaciones de caudal, el manómetro de diafragma 104 y el circuito de corrección 105. El potenciómetro de indicación visual 106 del caudal nominal Q produce una tensión proporcional a dicho caudal Q. Un multiplicador 107 efectúa el producto de esta tensión y de la señal de corrección producida por el circuito 105, y proporciona una señal que representa el caudal efectivo Q, según la operación :

30.

279638



1962 - 18 -

$$Q \text{ efectivo} = Q \times k$$

-18-

siendo  $k$  el coeficiente de corrección, que, con mayor frecuencia, quedará comprendido entre 0,9 y 1,1.

Un segundo multiplicador 27 calcula el caudal  $Q'$  de  $CO_2$  en el conducto haciendo el producto del caudal  $Q$  efectivo y del porcentaje  $\beta$  en  $CO_2$  :

5.

$$Q' = Q \text{ efectivo} \times \beta$$

A partir del multiplicador 27, la calculadora es equivalente a la descrita en el ejemplo anterior, encontrándose, efectivamente, el integrador 30, el potenciómetro 29 de indicación visual del peso  $P$  de fundición introducida, el divisor 28 que calcula la pérdida de porcentaje en carbono del baño, el substractor 31 y el potenciómetro 32 de indicación visual del porcentaje inicial en carbono, así como también el registrador 33, en el cual se inscribe la curva de la evolución del porcentaje en carbono del baño durante el transcurso del afinado. Naturalmente, el integrador 28 debe ser puesto a cero al principio de cada operación.

10.

15.

20.

Se observará, sencillamente, que, en relación con el ejemplo anterior, el integrador 28 y el divisor 30 han quedado invertidos y que, por su parte, el registrador 33 únicamente registra una sola curva, curva que corresponde al porcentaje en carbono.

25.

Como es natural, la descripción anterior únicamente constituye los ejemplos de aplicación práctica, sin que ello constituya limitación alguna a las posibilidades del invento, el cual podría ser imaginado con variantes y perfeccionamientos de detalle, sin por ello salirse de los límites del presente invento.

27



REIVINDICACIONES

1. - Procedimiento para la medida continua de la evolución del porcentaje en carbono de un baño metálico durante el transcurso del afinado neumático en un recipiente de afinado, caracterizado por el hecho de que se mide de forma continua la cantidad de gas CO ó CO<sub>2</sub> que se escapa del recipiente de afinado, y, asimismo, por el hecho de que se deduce, en cada instante, el caudal de carbono que se escapa del baño metálico en forma gaseosa, y, por integración, el porcentaje en carbono del baño, conociéndose previamente el porcentaje en carbono inicial.
5. 10. 2. - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el recipiente de afinado se encuentra dotado de una instalación de captación sin combustión de los gases de afinado, midiéndose de forma continua el caudal total de los gases captados, así como su porcentaje en CO y en CO<sub>2</sub>, y se deduce, en cada instante, el caudal de carbono que se escapa del baño metálico en forma gaseosa.
15. 3. - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el recipiente de afinado, que se encuentra dotado de una instalación de captación sin combustión de los gases de afinado, midiéndose de forma continua el caudal total de los gases captados, así como su porcentaje en gas CO y en CO<sub>2</sub>, y se deduce, en cada instante, el caudal de carbono que se escapa del baño metálico en forma gaseosa y, por integración, el porcentaje en carbono del baño, conociéndose previamente el porcentaje en carbono inicial.
20. 25.



4. - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el recipiente de afinado, que se encuentra dotado de una instalación de captación de gas con aspiración de aire y combustión del gas CO de afinado, se
5. determina de forma definitiva el caudal nominal de los gases aspirados, se detecta y se introducen como términos correctivos las variaciones del caudal, midiéndose de forma continua el porcentaje en gas CO<sub>2</sub> de los gases y se deduce, en cada instante, el caudal de carbono que se escapa del baño metálico en forma gaseosa.
- 10.
5. - Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el recipiente de afinado, que se encuentra dotado de una instalación de captación de gas con aspiración de aire y combustión del gas CO de afinado, se
15. determina de forma definitiva el caudal nominal de los gases aspirados, se detecta y se introducen como términos correctivos las variaciones del caudal, midiéndose de forma continua el porcentaje en gas CO de los gases y se deduce, en cada instante el caudal de carbono que se escapa del baño metálico en forma gaseosa y, por integración, el porcentaje en carbono del baño, conociéndose previamente el porcentaje en carbono inicial.
- 20.
6. - Dispositivo de medida para poner en aplicación el procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por
25. el hecho de comprender en combinación : los medios para conocer en cada instante el caudal de los gases que circulan en la instalación de captación; los medios de análisis con tiempo de respuesta bastante corto para medir de forma continua el porcentaje de dichos gases en CO ó en CO<sub>2</sub> y, asimismo, los medios de cálculo para determinar en cada instante,
- 30.

279038



- 21 -

a partir de dicho caudal de gas y de dicho porcentaje en CO ó en CO<sub>2</sub>, el caudal de carbono que se escapa del recipiente de afinado en forma gaseosa.

5. 7. - Dispositivo de medida para poner en aplicación el procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de comprender en combinación : los medios para conocer, en cada instante, el caudal de los gases que circulan en la instalación de captación; los medios de análisis con tiempo de respuesta bastante corto para medir de forma continua el porcentaje de dichos gases en CO ó en CO<sub>2</sub> y, asimismo, los medios de cálculo para determinar en cada instante, a partir de dicho caudal de gas y de dicho porcentaje en CO ó en CO<sub>2</sub>, el caudal de carbono que se escapa del recipiente de afinado en forma gaseosa, comprendiendo dichos medios de cálculo, por lo menos, un dispositivo integrador con objeto de determinar la cantidad total de carbono quemada y, eventualmente, el porcentaje en carbono residual del baño, por diferencia con el porcentaje inicial.
- 10.
- 15.
20. 8. - Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de comprender, en combinación : un caudalímetro con corrección automática de temperatura, de presión, y, eventualmente, de humedad y de densidad, en enlace con los medios adecuados de transmisión eléctrica para producir una señal eléctrica proporcional al caudal normal instantáneo (Qt) de gas que circula en la instalación de captación; los analizadores de gas con respuesta rápida que proporcionan señales eléctricas respectivamente proporcionales a los porcentajes instantáneos de dichos gases en CO y en CO<sub>2</sub>  $\alpha$  (t) y  $\beta$  (t) expresados en %; los medios eléctricos de
- 25.

279638



tratamiento de dichas señales eléctricas y de cálculo, comprendiendo los medios adecuados de indicación visual que permitan hacer entrar el peso P de metal expresado en kilogramos introducidos en el recipiente de afinado, y debidamente dispuestos para resolver continuamente la ecuación :

5.

$$V = \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times [ \alpha (t) + \beta (t) ] Q (t)$$

en la cual V corresponde a la velocidad de descarburación expresada en % de carbono por minuto, es decir, en kilogramos de carbono por 100kg de metal y por minuto; y, finalmente, los medios de registro para indicar el resultado de este cálculo en forma de una curva continua.

10.

9. - Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de comprender, en combinación : un analizador de gas de respuesta rápida que proporcione una señal eléctrica proporcional al porcentaje instantáneo de los gases en CO<sub>2</sub>  $\beta (t)$  expresado en %; los medios eléctricos

15.

de tratamiento de dichas señales eléctricas y de cálculo que comprendan los medios de indicación visual que permitan hacer entrar en los mismos el peso P de metal expresado en kilogramos introducidos en el recipiente de afinado y el

20.

valor del caudal nominal de la instalación; los medios adecuados para detectar las variaciones del caudal efectivo Q (t) alrededor del caudal nominal y corregir, en consecuencia, el valor que entra en los medios de cálculo y, finalmente, los medios de registro para indicar el resultado del cálculo en forma de una curva continua, quedando dichos medios de cálculo debidamente dispuestos para resolver en continuo la ecuación :

25.

$$V = \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \beta (t) Q \text{ efectivo } (t)$$

279038

30 JUL 1958



en la cual  $V$  corresponde a la velocidad de descarburación expresada en % de carbono por minuto y  $Q$  efectivo ( $t$ ) corresponde al caudal nominal corregido.

- 10.- Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de comprender, en combinación : un caudalímetro con corrección automática de temperatura, de presión y, eventualmente, de humedad y de densidad, en cooperación con los medios adecuados de transmisión eléctrica para producir una señal eléctrica proporcional al caudal normal instantáneo  $Q$  ( $t$ ) de gas de afinado que sale del convertidor; los analizadores de gas de respuesta rápida que proporcionen las señales eléctricas respectivamente proporcionales a los porcentajes instantáneos de dichos gases de afinado en  $CO$  y en  $CO_2$   $\alpha$  ( $t$ ) y  $\beta$  ( $t$ ) expresados en %; los medios eléctricos de tratamiento de dichas señales eléctricas y de cálculo, que comprendan los medios de indicación visual que permitan hacer entrar en los mismos el peso  $P$  del metal expresado en kilogramos introducidos en el recipiente de afinado y su porcentaje en carbono, y dispuestos para resolver continuamente la ecuación :
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

$$C_t = C_i - \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \int_0^t Q(t) [\alpha(t) + \beta(t)] dt$$

en la cual  $C_t$  corresponde al porcentaje en carbono del baño en el tiempo  $t$  expresado en %, es decir, en kilogramos por 100 kg de fundición, y  $C_i$  corresponde al porcentaje en carbono inicial del baño.

- 25.
- 11.- Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de comprender, en combinación : un analizador de gas de respuesta rápida que proporcione una señal eléctrica proporcional al porcentaje instantáneo de los gases en  $CO_2$   $\beta$  ( $t$ ) expresada en %; los medios eléc-

279338

30 JUN 1950



- 24 -

- tricos de tratamiento de dichas señales eléctricas y de cálculo que comprendan los medios de indicación visual que permitan hacer entrar en los mismos el peso P de metal expresado en kilogramos introducidos en el recipiente de afinado
5. y el valor del caudal nominal Q (t) de la instalación; los medios para detectar las variaciones del caudal efectivo alrededor del caudal nominal y corregir, en consecuencia, el valor que entra en los medios de cálculo y, finalmente, los medios de registro para indicar el resultado del cálculo en
10. forma de una curva continua, quedando dispuestos dichos medios de cálculo de tal modo que resuelvan la ecuación :

$$C_t = C_i \times \frac{1}{P} \times \frac{12}{22,4} \times \int_0^t Q \text{ efectivo } (t) dt$$

- en la cual  $C_t$  corresponde al porcentaje en carbono del baño en el tiempo t expresado en %, es decir, en kilogramos por 100 kg de fundición, y  $C_i$  corresponde al porcentaje en carbono inicial del baño.
- 15.

12<sup>a</sup>.- Procedimiento y dispositivo para la medida de la evolución del porcentaje en carbono de un baño metálico durante el transcurso del afinado; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria.

20.

Esta memoria consta de veinticuatro hojas escritas a máquina por una sola parte.

Madrid,

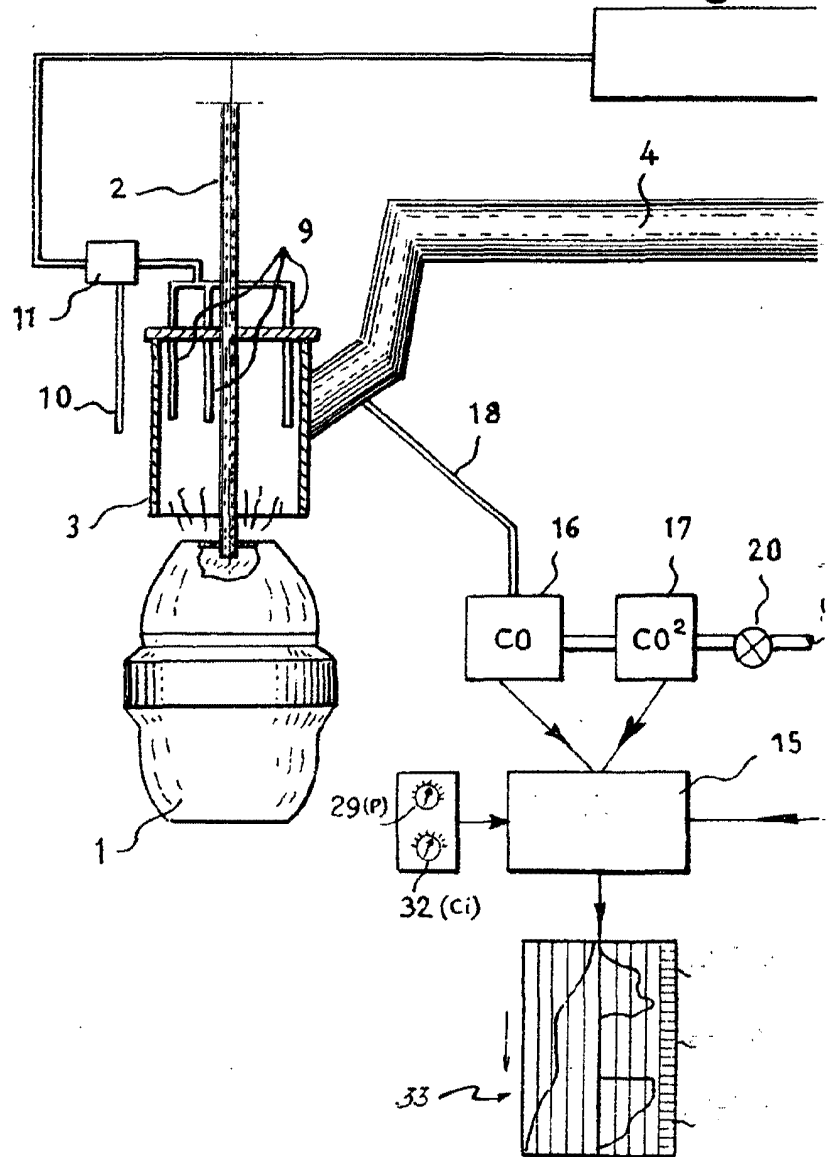
INSTITUT DE RECHERCHES DE  
LA SIDERURGIE FRANCAISE.

GOMEZ ACEBO Y MODESTO

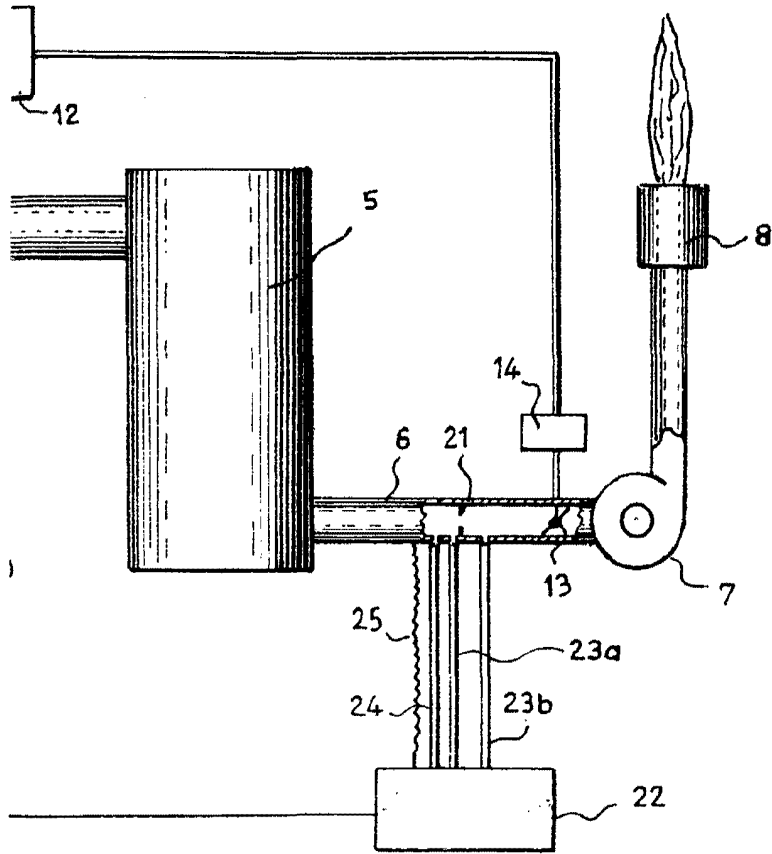
27629



Fig. 1



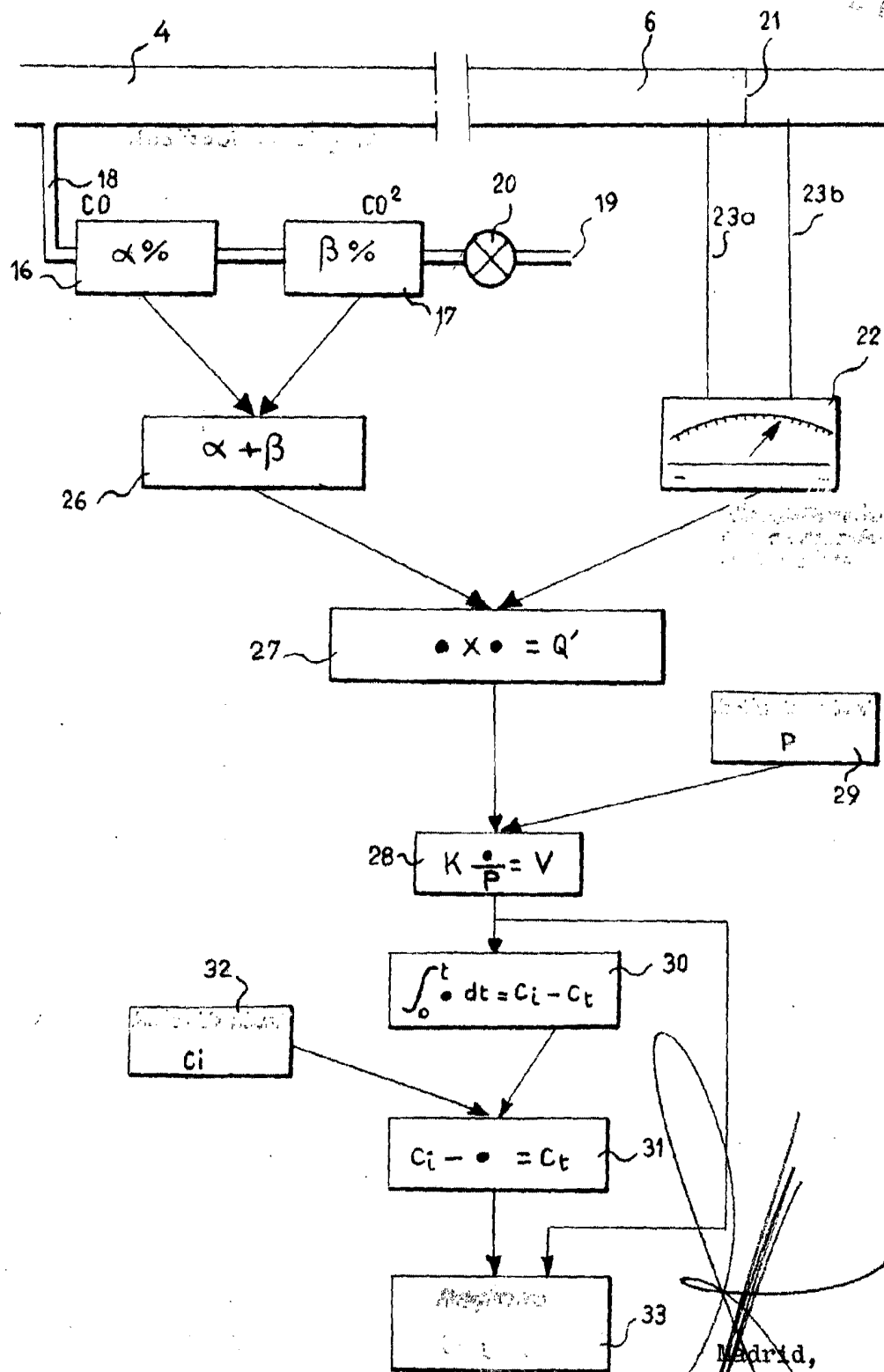
ESCALA VARIABLE



Handwritten signature or scribble at the bottom right of the page.

Fig. 2

ESCALA VARIABLE



Madrid,

INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE

Fig. 3

ESCALA VARIABLE

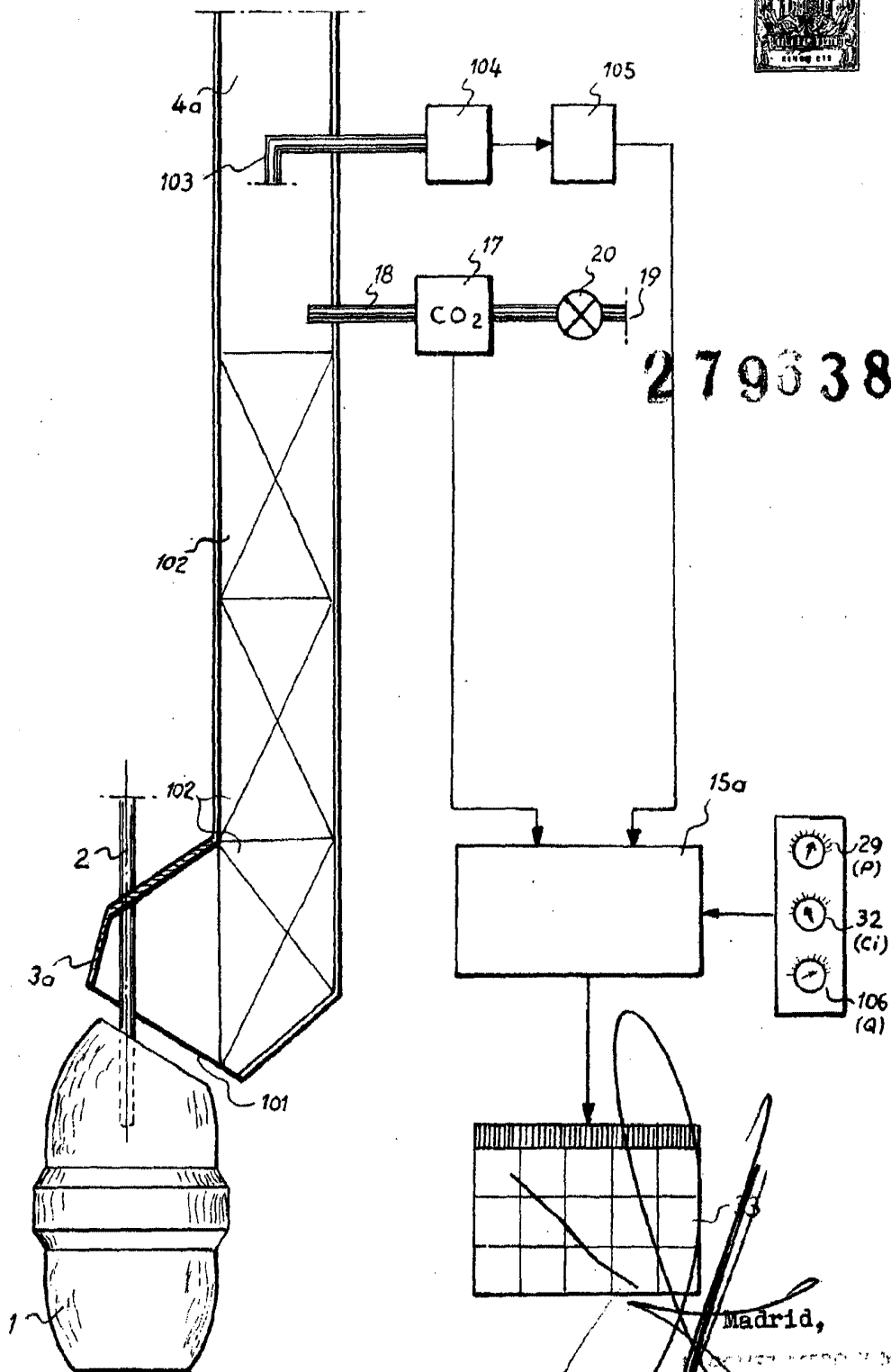


Fig. 4

ESCALA VARIABLE

