



330198

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

por "UN METODO CON SU DISPOSITIVO, PARA PRODUCIR ACERO A PARTIR DE UN BAÑO DE HIERRO FUNDIDO", a favor de la firma estadounidense, LEEDS & NORTHRUP COMPANY, residente en 4901, Stenton Avenue, Philadelphia, Pennsylvania 19144 U.S.A.

= . =

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. Esta invención se refiere a un método y aparato para proporcionar control de soplado de un horno de oxígeno básico de forma que se produzca un calor de acero en el más corto tiempo con un mínimo de consumo de oxígeno, y más particularmente la invención se refiere a un método y medios para controlar continuamente el flujo de oxígeno a la lanza de uno de tales hornos y a la altura de la lanza por encima del baño en el horno de



forma que se produzcan tales condiciones óptimas.

- El proceso de refinar hierro crudo para producir acero en un horno de oxígeno básico se realiza mediante la introducción de oxígeno de alta pureza a través de una lanza situada por encima del baño en el horno. El oxígeno se introduce en una corriente de alta velocidad que choca sobre la superficie del baño, penetrando algunas veces en él. En este procedimiento, el oxígeno de alta pureza combina con los elementos de impurezas del baño tal como carbón, manganeso, fósforo, y silicio así como también con el propio hierro. Mediante el procedimiento de esta combinación, se forman los óxidos de los elementos de impureza. Los óxidos de carbono se despiden como gases mientras que otros óxidos se retienen en una capa de escoria sobre el metal fundido.
- 5.
 - 10.
 - 15.

- Usualmente se desea que el procedimiento de refinado se realice en tan corto período de tiempo como sea posible y con un uso mínimo de oxígeno de alta pureza. Además, el procedimiento debe continuarse hasta que se ha realizado la reducción deseada en el porcentaje de las impurezas. Además, la más importante de estas impurezas es el carbono presente en el baño y por consiguiente el porcentaje de carbono en el metal fundido así como también la temperatura del metal fundido son usualmente los factores que determinan el punto en el que termina el proceso de refinado.
- 20.
 - 25.



Es deseable realizar este proceso en un período de tiempo mínimo y con un consumo mínimo de oxígeno para controlar la acción del chorro o corriente de oxígeno sobre el baño, y para controlar la velocidad a que se alimenta el oxígeno en el baño. Estas acciones de control se realizan mediante controlado de la posición de la lanza con respecto al baño de metal fundido y su capa de escoria y al controlar el propio flujo de oxígeno.

En general, es deseable suministrar oxígeno en una relación máxima posible con objeto de disminuir el período de tiempo requerido para el completado de un calentamiento y es asimismo deseable situar la lanza tan estrechamente como sea posible con respecto al baño del horno de forma que se realice una cantidad máxima de agitación del baño. Sin embargo es necesario controlar el flujo, de oxígeno y la altura de la lanza por encima del baño de forma que se prevenga cualquier acción indeseable en el proceso o daño a la lanza u horno o daño a los operarios.

Entre las acciones indeseables que deben obviarse en el proceso son aquellos problemas referidos al proceso que se refieren como reacciones secundarias, chisporroteo y reflexión. Todas estas acciones deben reducirse o eliminarse sustancialmente para alcanzar una práctica eficiente de soplado.

Existen dos reacciones secundarias principales a las que se refiere la práctica de soplado. Una de las



- reacciones secundarias, es la, formación de anhídrido carbónico en el recipiente y la otra es la formación de FeO en la capa de escoria del baño más allá de la cantidad requerida para una buena escoria. La formación de CO₂ en el recipiente o cuando existe una posición de la lanza muy elevada que restringe la reacción del chorro de oxígeno con el baño o cuando existe una relación de soplado muy elevada, que es una relación elevada de suministro de oxígeno a la lanza. En ambos casos, el oxígeno que no reacciona con el baño reacciona por encima del baño con el monóxido de carbono presente para formar anhídrido carbónico. Asimismo puede resultar una espia elevada en FeO cuando la lanza está muy alta, por lo que el oxígeno en lugar de reaccionar con el baño reacciona con la escoria formando FeO.
- Asimismo puede formarse una escoria elevada en FeO al principio en el soplado cuando la relación de suministro de oxígeno es elevada y aún existe silicio en el baño. El silicio tiende a inhibir la separación de carbono del baño por el oxígeno y por consiguiente tiende a limitar la relación a la cual puede utilizarse el oxígeno por el baño. Sin embargo, si el suministro de oxígeno es excesivo, el exceso de oxígeno formará FeO. El exceso de FeO en la escoria se formará asimismo si se continúa el soplado más allá del punto en el cual el carbono ha sido esencialmente separado, esto es un porcentaje de carbono de aproximadamente 0,04.
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.



5. La acción de chisporroteo que se ha referido anteriormente como siendo una acción indeseable en el procedimiento es el salpicado de metal ocasionado por una combinación de una altura baja de lanza y una relación de flujo elevada de oxígeno. La cantidad en chisporroteo es asimismo afectada por la cantidad de escoria presente, y siendo la escoria más viscosa que el hierro o acero fundidos proporciona un velo al baño que tiende a prevenir el salpicado indeseable de metal. Uno de los resultados indeseables de tal salpicado de metal es el daño que puede ocasionarse a la propia lanza.

10. Aún otra acción indeseable del proceso que debe disminuirse es la acción llamada "deflexión". La deflexión es la eyección de escoria del baño. Se entiende como ocasionada por la reacción en la interfase escoria-metal de una escoria elevada en FeO y un metal de alto contenido de carbono en ausencia de silicio. La deflexión puede sin embargo prevenirse al mantener el contenido de escoria de FeO bajo cuando el contenido de carbono en el baño es elevado y el de silicio es bajo.

15. Además de las acciones de proceso arriba mencionadas que son ideseables y por consiguiente deben reducirse o prevenirse para una práctica de soplado óptima, existen otros aspectos del proceso que deben considerarse al desarrollar una práctica de soplado óptima. Uno de estos es un cambio rápido en la posición o situación de la zona de reacción. Esto puede ocasionarse o por un

20.

25.



cambio en la altura de la lanza o por el flujo de oxígeno. Para una práctica de soplado óptima es deseable que cualquier cambio en la zona reaccional se efectúe lentamente de forma que no se disparen violentamente las reacciones del baño.

5.

Anteriormente, el control de flujo de oxígeno y de la altura de la lanza se hacía manualmente y se determinaba más por la idiosincracia personal del operario encargado del soplado del calor más que por cualquier programa consistente y eficiente capaz de disminuir el período de tiempo requerido para el calentado y la cantidad de oxígeno requerida mientras que al propio tiempo se mantenía una acción de proceso estable para evitar daño al equipo y peligro al personal.

10.

15.

Por consiguiente, es un objeto de esta invención preveer un método mejorado de producir acero mediante el proceso de oxígeno básico, de forma que se disminuya el tiempo requerido para llegar al calentamiento y al propio tiempo disminuir las acciones de procedimientos indeseables.

20.

De acuerdo con la presente invención se prevee un método de producir acero a partir de un baño de hierro fundido mediante el proceso de oxígeno básico en el que el oxígeno es soplado a través de una lanza sobre el baño, en donde el oxígeno se sopla inicialmente en una primera relación limitada de forma que se evite reacciones secundarias indeseadas durante la fase de elimina-

25.



ción de silicio y, cuando esta fase ha terminado, la relación de suministro de oxígeno se incrementa firmemente en una segunda fase de soplado, sujeta a una relación de suministro máxima.

5.

El método de la presente invención puede realizarse automáticamente utilizando medios para establecer una señal preestablecida indicativa de la relación máxima a la cual puede reaccionar el oxígeno con el baño durante la fase inicial del ciclo de soplado, de separación de silicio.

10.

Están previstos otros medios que responden a una relación de eficiencia de pérdida de carbono calculada del horno y que son alterables bajo la relación de eficiencia de pérdida de carbono que alcanza un valor predeterminado para iniciar una señal que incrementa al máximo la velocidad utilizable. Están previstos medios ulteriores para producir una señal modificadora de acuerdo con la relación de cambio de la velocidad calculada de pérdida de carbono. La señal preestablecida,

15.

la señal de incremento y la señal modificadora se combinan entonces por otros medios para producir una señal indicativa del flujo de oxígeno deseado cuyo flujo de oxígeno será el máximo que pueda tolerarse por el proceso sin crearse reacciones indeseables. Se utilizan medios de control para ajustar el flujo de oxígeno a la lanza hasta que el flujo actual corresponde con el valor deseado como se representa por la señal de oxígeno deseado

20.

25.



5. da. El efecto de la señal modificadora es inferior a la velocidad del flujo de oxígeno si existe un incremento brusco en la relación de pérdida de carbono, por lo cual se evita la deflexión. Alternativamente puede detectarse deflexión si se realiza, por medio de un pi-
lómetro de radiación sobre el baño por ejemplo, y la relación de flujo puede reducirse cuando se detecta la reflexión.

10. Al realizar la invención es asimismo deseable descender la lanza cuando el método prosigue. Tal control puede realizarse al utilizar medios para establecer una señal indicativa y de la escoria formada sobre el baño en el horno y medios adicionales para establecer una señal referida a la relación de cambio del flujo de oxígeno a la lanza. Entonces se controla la altura de la lanza a una posición por debajo de una altura máxima en respuesta a la combinación de la señal indicativa de la cantidad de escoria formada y la señal indicativa de la relación de cambio de flujo de oxígeno.
15. La pluralidad de éstas señales es tal que un incremento rápido en flujo de oxígeno ocasionará una elevación de la altura de la lanza mientras que un rápido decrecimiento en flujo de oxígeno ocasionará un descenso compensante en la lanza.

20. Para una comprensión más detallada de la invención y para que una ilustración de una forma preferida de la misma, se hace referencia a los dibujos que se



acompañan en los que:

5. La figura 1 es un esquema mostrando una forma en la que las figuras 1a y 1b puede interponerse para proporcionar un esquema completo de una forma preferida de la invención.

La figura 1a es un esquema mostrando un circuito de computación análogo preferido para proporcionar las medidas de proceso necesarias para realizar los objetos de esta invención.

10. La figura 1b es un esquema mostrando un circuito de computación análogo preferido para utilizar las cantidades medidas en el proceso con el circuito de la figura 1a para ocasionar el control de soplado deseado que se expone en los objetos de esta invención.

15. La figura 2a es un diagrama parcial mostrando una modificación una porción del circuito de la figura 1A y 1B.

20. Con referencia a la figura 1a, el recipiente de refinado 10 sirve como un horno para contener el baño de metal fundido 12. Durante el proceso de refinado, se introduce oxígeno de pureza elevada a través de una lanza 14 a una velocidad elevada de forma que choque sobre la superficie del baño 12. El proceso de refinado resultante produce monóxido de carbono y una pequeña cantidad de gas anhídrido carbónico en la región del baño de metal 12. Estos gases se extraen mediante una succión inducida por un ventilador 16 en el sistema de

25.



recuperación de gas por vía de una campana 18 y por el conducto de evacuación 20. Cuando los gases salen del recipiente 3 y entran en la campana 18, se induce un flujo de aire desde el exterior del recipiente 10 como se indica por las flechas 22. El aire así inducido se combina con el monóxido de carbono para producir más anhídrido carbónico, dejando así solamente una pequeña cantidad de monóxido de carbono en los gases de escape en el proceso de refinado usual. Sin embargo en algunos procesos de refinado, la campana 18 se dispone para tener un acoplamiento más estrecho con el recipiente de refinado 10. Esta disposición disminuye la inducción de aire desde el exterior y resulta en un mayor porcentaje de monóxido de carbono que está presente en los gases de escape.

Los gases de escape que van por el conducto 20 son introducidos en una caja 27 para chispas que está provista de una tobera de vaciado de agua 28 desde la cual se rocía continuamente agua de refrigeración. La caja para chispas sirve no solamente como un medio para el refrigerado de los gases de escape sino también como un medio para separar una cantidad considerable del material sólido contenido en los gases de escape. Usualmente se hacen provisiones, no mostradas, para el atrape del material sólido de forma que se mantengan los gases de escape tan limpios como sea posible.

Se reconoce que en las instalaciones usuales,



- la campana 18 y el conducto de escape 20 deben necesariamente ser enfriados por agua a causa de las temperaturas extremadamente elevadas de los gases desarrollados por el proceso de refinado. Después que los gases se han refrigerado ulteriormente por el rociado de agua desde la tobera 28, se introducen dentro de un conducto de escape 30 desde el cual el ventilador 16 los impulsa hacia la chimenea 34. Como será evidente de la figura 1a, el oxígeno de alta pureza se introduce dentro del procedimiento de refinado por vía del conducto 40 a través de la válvula 42 y la conducción flexible conectada 44 y lanza 14. La válvula 42 se posiciona mediante un motor 42A a través del acoplamiento 42B. La lanza 14 se dispone para ser móvil mediante el posicionado de su cremallera 14A unida mediante el piñón asociado 14B que a su vez es girado por el motor de posicionado 15 por vía del acoplamiento 15A de forma que puede tener su extremo abierto a una altura por encima de la superficie del baño 12 que puede ser deseable para la operación apropiada del proceso de refinado que se establece por el circuito de control a ser descrito subsiguientemente.

- El motor 42A se conecta por las líneas 16 a los circuitos para controlar el flujo de oxígeno. El motor 15 se conecta por las líneas 17 a los circuitos para controlar la altura de la lanza. El motor 15 se conecta mediante un acoplamiento 15A al contacto 19a móvil del



5. conductor deslizante 19 de forma que se realice la toma de una porción del voltaje de la fuente E intercalada a través del conductor deslizante 19. Esta porción de E representa la posición de la lanza 14 mediante un potencial que se alimenta posteriormente al control de altura de lanza por vía de la línea 21. La otra conexión del circuito está provista por el terminal negativo a tierra de la fuente E.

10. Es necesario para las medidas bajo las cuales se basa la altura de la lanza y control de flujo de oxígeno de que sean lo más cuidadosas posibles tanto al ajuste apropiado de la válvula 42 como el posicionado apropiado de la lanza 14 durante las varias fases del proceso de refinado. Las condiciones extremadamente difíciles presentadas por este proceso hacen necesario que estas variables del proceso se midan por medios indirectos como por deducción de sus magnitudes a partir de las magnitudes de otras variables más fácilmente medidas. En esta conexión, los gases de escape en un punto después del rociado de agua son una fuente de una porción de, la información utilizada para hacer las medidas necesarias y diferenciales. Por consiguiente, se prevee unos medios para medir el flujo de los gases de escape en el conducto 30. Estos medios se muestran en la figura 1 como el aparato 50 medidor de la presión diferencial, que se conecta mediante tomas 52 a través de una fuente de caída de presión en el conducto de escape 30, mostrando esque-

15.

20.

25.



máticamente como una placa con orificios 54.

5. El instrumento de presión diferencial 50 proporciona una línea de salida 56 de una señal indicativa de la caída de presión a través de la placa con orificios 54. La señal sobre la línea 56 se amplifica luego mediante el amplificador aislante 58 para proporcionar una entrada sobre la línea 60 a una red divisora mostrada como un bloque 62.

10. La red divisora 62 se utiliza para la introducción de una compensación de temperatura para la medida de flujo. En esta conexión está previsto un par termoelectrónico 68 como un elemento primario para medir la temperatura por el instrumento medidor de temperatura 72. El instrumento medidor de temperatura 72 produce luego sobre su línea de salida 74 una señal representativa de la temperatura de los gases de escape en la región en la que se realiza la medida de presión diferencial mediante el instrumento 50. Esta señal representando temperatura sobre la línea 74 se introduce a través del amplificador aislante 76 como otra entrada sobre la línea 78 a la red divisora 62.

25. Como un resultado de la división realizada por la red 62, se proporciona una señal en la salida de la red divisora 62, esto es en la línea 80. Esta señal se introduce luego en una red extractora de raíz cuadrada, mostrada como amplificador 84. La salida del amplificador 84 se introduce luego por vía de la línea 86 dentro



de un amplificador cambiador de signo 88 que a su vez produce sobre la línea 89 una de las entradas a la red multiplicadora 90.

5. La otra señal de entrada a la red 90 es por vía de la línea 92, la fuente que ahora se explicará.

10. Es necesario corregir la cantidad de vapor de agua en los gases de escape ya que por el análisis de gas, a ser descrito más adelante, se basa generalmente en la concentraciones en una muestra seca de los gases de escape. Esta corrección es efectivamente una corrección para la cantidad de vapor de agua introducido en los gases de escape por el rociado de agua 28 y puede determinarse al comparar la temperatura de los gases de escape y la velocidad de producción de anhídrido carbónico mediante el proceso de refinado. Será evidente que una producción incrementada de anhídrido carbónico será indicativa de un escape incrementado de calor por el baño de metal 12 que a su vez ocasionaría más vapor de agua al ser evaporada del agua rociada en la

15. caja de chispa 27. Por otra parte, un incremento de temperatura en los gases de escape sería indicativa de un decrecimiento en la cantidad de vapor de agua que se evapora si este incremento no se acompaña por un incremento correspondiente en el anhídrido carbónico producido en el proceso de refinado. Así es posible obtener

20. una indicación inferencial del contenido de humedad de los gases de escape en el conducto 30 en un punto des-

25.



pués del rociado de agua, al utilizar la señal sobre la línea 74, que es representativo de la temperatura en aquel conducto, y una señal sobre la línea 94 indicativa de la concentración de anhídrido carbónico en los gases, en el conducto 30 como un resultado del proceso de refinado.

La señal sobre la línea 94 puede reducirse en una forma bien conocida, esto es, por el uso de un equipo de análisis de gas por infrarrojos. Este equipo de análisis de gas extrae una muestra del conducto de escape 30 a través de la línea de muestreo 98 dentro del sacador de muestras 100 de gas. En el sacador de muestras 100 de gas, el gas es no solamente analizado para el porcentaje de anhídrido carbónico presente sino que también para el porcentaje de monóxido de carbono presente en el término de moles de gas, formol de gas de escape seco. Por consiguiente se producen dos salidas del analizador 100. La señal sobre la línea de salida 104 es indicativa del porcentaje de anhídrido carbónico en los gases de escape sobre una base de gas seco; esta señal tiene su signo cambiado por la del amplificador de cambio 106 que produce la señal sobre la línea 94.

Asímismo se requiere para la indicación de vapor de agua inferencial, una señal que representará la unidad. Esta señal está provista sobre la línea 108 de una fuente potencial constante $\pm E$. Las líneas 74, 108 y 94 son líneas de entrada al amplificador opera-



cional 110 que es efectivo para comparar la señal sobre la línea 74 con la suma de las señales sobre la línea 94 y línea 108. Será obvio a los entendidos en el arte que las constantes necesarias pueden introducirse mediante la selección apropiada de los valores

5. de la resistencia de entrada para el amplificador 110 para las diferentes entradas de las líneas 74, 94 y 108. La salida del amplificador 110 sobre la línea 92 es por consiguiente una señal que representa la relación de la cantidad de gas seco en los gases de escape a la cantidad de gas húmedo en los gases de escape. La cantidad de gas húmedo se considera que es la cantidad de gas seco más la cantidad de vapor de agua en los gases de escape. Como se mencionó previamente, la señal
10. de las líneas 89 y 92 se multiplica por la red multiplicadora 90 para producir sobre la línea de salida 120, una señal indicativa del flujo de gas seco en el conducto de escape 30. La señal sobre la línea 120 se amplifica mediante el amplificador 122 que puede ser un tipo
15. de amplificador no inversor de forma que se produzca sobre la línea 124 la señal amplificada representativa de los moles de gas seco que se escapan del proceso.
- 20.

La multiplicación de las señales sobre las líneas 89 y 92 puede eliminarse en aquellos casos donde el analizador 100 y sus líneas de muestra 98 se construyen para mantener los gases de escape por encima de su punto de rocío. En un caso tal, el análisis de gas debe



ser sobre la base de gases húmedos y no debe ser necesaria una compensación para el vapor de agua.

5. Con objeto de determinar a partir de las medidas de los gases de escape del proceso de refinado, la relación a las cuales el carbono se está extrayendo del baño 12, es necesario multiplicar la señal sobre la línea 124 mediante una señal introducida sobre la línea 126, indicativa de las moles de carbono que se están eliminando del baño 12 formol de gas seco en los sistemas de escape.

10. La señal sobre la línea 126 se obtiene al sumar la señal sobre la línea 130, que es la misma señal que la señal sobre la línea 104, con la señal sobre la línea 132 que se muestra como una de las salidas del analizador de gas 100 y es indicativa del porcentaje de concentración de monóxido de carbono en los gases de escape sobre una base de gas seco. Las señales de las líneas 130 y 132 se introducen como entradas en el amplificador operacional 134. Este amplificador al sumar sus entradas produce luego una señal de salida sobre la línea 126 indicativa de la concentración de carbono en los gases de escape sobre una base de gas seco.

15. Las señales de las líneas 124 y 126 se multiplican mediante la red multiplicadora 138 para producir sobre su línea de salida 139, una señal que por vía del amplificador 140, proporciona una señal sobre la línea 142 representativa de la relación de pérdida de carbono



para el baño total 12 en el proceso de refinado.

5. Con objeto de convertir la señal sobre la línea 142 al porcentaje de pérdida de carbono por minuto en el baño 12, la señal sobre la línea 142 se introduce en un divisor de voltaje que comprende resistencias 146 y 148 acopladas en serie, que conectan la línea 142 a tierra. La resistencia 146 es una resistencia variable que tiene una toma 146a conectada a su terminal superior 152. La posición de la toma se ajusta a través de un acoplamiento mecánico 146B mediante un botón 156 de forma que proporcione una división de voltaje de acuerdo con el peso del metal del baño. La salida del divisor de voltaje se toma de las líneas 158 que se conectan a lados opuestos de la resistencia 148 y que conecta a un registrador de pérdida de carbono 160, que registra continuamente la relación de pérdida de carbono del baño 12 en términos de tanto por ciento por minuto.

15. La señal sobre la línea 142 se utiliza asimismo para proporcionar una indicación del tanto por ciento de carbono remanente en el baño 12. Así, la señal de la línea 142 se introduce a través de la línea 180 como una entrada al amplificador integrante 182 cuya salida sobre la línea 184 se introduce en una red divisora de voltaje, que consta de las resistencias 186 y 187. La resistencia 186 se construye similar a la resistencia 146 en que tiene una toma variable 186A que se conecta a su terminal superior 200. La toma variable 186A se
- 20.
- 25.



- sitúa mediante el acoplamiento mecánico 186B que se conecta al botón apostable 156 en la misma forma que lo realiza el acoplamiento mecánico 146B, Así la toma variable 186A se ajusta al mismo tiempo que la toma variable 146A. Como una consecuencia de la división de voltaje de acuerdo con el peso del baño de metal, se obtiene sobre las líneas 202 que se conectan a los lados opuestos de la resistencia 187, un potencial, que es una medida de la pérdida total de carbono por el baño
5. 12. Para obtener una medida del porcentaje de carbono restante en el baño sobre el registrador 212 que se conecta a las líneas 210, es necesario introducir el tanto por ciento de carbono en el inicio del proceso como una constante de la cual puede sustraerse el porcentaje de pérdida de carbono. Para este propósito, la resistencia 213 se conecta en un extremo a la fuente de potencial $\pm E$ y en su otro extremo a tierra. La toma ajustable 213A se posiciona mediante el botón acoplado mecánicamente 213B a una posición que proporcionará un potencial en la toma 213A representativo del porcentaje de carbono en el baño 12 en el inicio del proceso. La toma 213A se conecta por vía de la resistencia 214 a la unión entre las resistencias 186 y 187, Las corrientes en la resistencia 187 debidas a la señal sobre la línea 184 y el potencial en la toma 213A se sustraen luego y el registrador 212 registra el tanto por ciento de carbono remanente en el baño 12.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.



5. Para proporcionar una indicación de la escoria que se acumula durante el proceso de refinado, es asimismo necesario hacer una medida indirecta e inferencial. En la presente disposición, ésta medida inferencial se deriva de una comparación del flujo de oxígeno en la lanza 14 con la cantidad de oxígeno que se consume en producción del monóxido de carbono y anhídrido carbónico. Este paso de medir la formación de escorias sobre el baño 12 se basa en la suposición de que el oxígeno que no entra en la formación de monóxido de carbono y anhídrido carbónico, se emplea en producir los óxidos de los otros elementos de impureza, que en lugar de desprenderse como un gas, entran en la formación de escoria.

10. Para obtener una medida inferencial tal, es necesario medir la velocidad del flujo de oxígeno de alta pureza en el conducto 40. Así se prevee un instrumento 220 medidor de presión diferencial que se conecta mediante las dos tomas 222 a los lados opuestos de un dispositivo restrictor de flujo mostrado aquí como una placa 224 con el orificio restrictor. El instrumento 220 medidor de presión diferencial proporciona una salida sobre la línea 230 indicativa de la caída de presión a través de la placa con orificios 224. La señal sobre la línea 230 se introduce a través del amplificador 240 a la red multiplicadora 242 por vía de la línea 244.

15. Además de la medida de presión diferencial, se hace asimismo una medida de presión estática. Esta medida



5. está provista mediante el instrumento 248 medidor de presión estática que se conecta por vía de la toma 249 al conducto 40 de forma que proporcione una medida de presión estática que dá una señal sobre la línea 250 indicativa de la presión estática en el conducto 40. La señal sobre la línea 250 se introduce luego a través del amplificador 252 a la red multiplicadora 242 por vía de la línea 254.

10. Ambos amplificadores 240 y 252 sirven para proporcionar aislamiento eléctrico para las entradas a la red multiplicadora 242 mostrada como un bloque. Mediante multiplicación de las entradas sobre las líneas 244 y 254, la red 242 proporciona una señal de salida sobre la línea 260 que luego se introduce en la red 262 extractora de raíz cuadrada, mostrada como un amplificador, y aquí se proporciona luego una señal sobre la línea 264 indicativa del flujo de oxígeno de alta pureza en la lanza 14. Este cálculo es de acuerdo con el paso bien conocido de medir flujo, es decir, por tomar la raíz cuadrada del producto de la presión estática y la presión diferencial a través de una restricción y dividir el resultado por la raíz cuadrada de la temperatura absoluta. En esta aplicación particular, la temperatura absoluta no es viable para producir significación significativa y aquella cantidad por consiguiente se ignora en esta medida.

15. Por consiguiente, debe considerarse que la señal sobre la línea 264 es representativa de los moles de oxígeno

20.

25.



por segundo que se proporcionan al horno 10 mediante el ajuste de la válvula 42.

5. La señal sobre la línea 264 proporciona luego una de las entradas al amplificador operacional 270. Una de las otras entradas al amplificador operacional 270 es por vía de la, línea 272. La señal sobre la línea 272 es una señal que corresponde a aquella sobre la línea 142 excepto que el signo de la señal sea cambiado por la intervención del amplificador 276. Así, la señal sobre la línea 10. 272 puede considerarse como representando la cantidad de monóxido de carbono que se produce en el horno 10 en la región del baño 12. Es característico del proceso de oxígeno básico que la combinación del carbono con el oxígeno introducido produzca en la región del baño principalmente 15. monóxido de carbono con pequeñas cantidades de anhídrido carbónico.

20. Ya que se toma solamente un mole de oxígeno para hacer dos moles de monóxido de carbono, multiplicando factores se introduce en el amplificador 270 de forma que la entrada de la línea 264 se multiplica efectivamente por 2 mientras que la entrada de la línea 272 se multiplica efectivamente por la unidad.

25. Además de las entradas de las líneas 264 y 272, el amplificador 270 tiene una tercera entrada, la señal sobre la línea 280. Esta señal se deriva de la señal sobre la línea 272 por vía de una resistencia con derivación variable 282 cuya toma variable 282A se ajusta me-



- forma en la que la cantidad de los óxidos de constituyentes diferentes de las diferentes impurezas constituyen la escoria que se forma y que varía ligeramente para cada mole de oxígeno desde una impureza a la otra.
5. Sin embargo, aquellas impurezas que constituyen la mayoría del contenido de la escoria realizan aproximadamente la misma cantidad y por consiguiente el paso aquí descrito es un camino apropiado de obtener una indicación de la cantidad de la escoria producida. Esta indicación es suficientemente cuidadosa para los requerimientos operacionales que deben satisfacerse en este proceso de refinado. El registrador de escoria 294 retransmite sobre la línea 293 una señal indicativa de la cantidad de escoria producida.
- 10.
15. Además de proporcionar una indicación de las pérdidas de carbono, del contenido de carbono del baño y de la cantidad de escoria que se está produciendo en el proceso de refinado, es importante que asimismo sea aprovechable una señal que es una indicación de la temperatura del baño 12 con objeto de que el recipiente 10 pueda sangrarse cuando el baño está en la temperatura óptima de sangrado. El registrador de temperatura del baño puede recalibrarse siempre que el recipiente 10 se pone boca abajo antes de completar el proceso de refinado. Una operación tal de volteo hacia abajo es usualmente necesaria
- 20.
25. para otras diversas medidas importantes y es práctica común al propio tiempo insertar en el baño 12 un dispositi-



- vo medidor de par termoeléctrico tal como el presente-
mente tipo disponible utilizado de par termoeléctrico que
dará una indicación fija y cuidadosa de la temperatura
actual del baño 12. Habiendo obtenido una medida cuidada-
sa de la temperatura del baño por tales medios el regis-
trador de temperatura puede recalibrarse de forma que
cualquier cambio ulterior en su señal de entrada como se
describe más adelante, mantendrá la indicación registrada
en un valor cuidadoso.
- 5.
10. Para obtener la indicación necesaria de los cam-
bios en temperatura del baño desde el momento en que el
registrador de temperatura del baño, se calibra después
del último tiro hacia abajo del recipiente 10, se ha ha-
llado deseable computar por medios análogos un equilibrio
de calor para el propio de baño 12. Este equilibrio de
calor consiste en una comparación de las señales que re-
presentan pérdidas de calor con aquellas señales que
representan ganancias de calor para el baño de metal. La
manera en que se realiza éste cálculo será más evidente
de la descripción que sigue del circuito detallado para
realizar esta computación análoga particular.
- 15.
20. Las pérdidas de calor del baño de metal se repre-
sentan por dos señales. Una se introduce sobre la línea
298 como un valor preajustado determinado por la posición
de la toma 300A sobre la resistencia ajustable 300 median-
te el ajuste manual del botón 300B. La resistencia 300 se
conecta en un terminal a una fuente del voltaje $\pm E$ y en
- 25.



el otro terminal a una conexión a tierra. La señal sobre la línea 298 se ajusta para representar las pérdidas del recipiente, que es la pérdida de calor del recipiente 10 por la radiación y conducción. Este valor es de una magnitud claramente constante y puede representarse usualmente por el ajuste pre-establecido.

5.

La otra pérdida que se tiene en cuenta es las pérdidas de escape, que es la pérdida del proceso debido al calor que se llevan los gases de escape cuando ellos se escapan a través del sistema de recuperación de gas.

10.

Una señal que representa las pérdidas de escape se proporciona sobre la línea 304 que se conecta a la toma variable 306A de la resistencia 306 ajustada mediante el botón 306B. Un extremo de la resistencia 306 se conecta por vía de la línea 308 a la línea 142 mientras que el otro lado de la resistencia 306 se conecta a una conexión a tierra. Así se produce sobre la línea 304, una porción fraccional de la señal que aparece sobre la línea 142.

15.

Esta porción fraccional se ajusta mediante el botón manual 306B para ser una porción que representa la pérdida sensible de calor en los gases de escape como un calor latente del monóxido de carbono y del anhídrido carbónico en estos gases y asimismo se tiene en cuenta el cambio en el efecto de la pérdida de calor en la temperatura del baño debido a los cambios en el peso del propio baño.

20.

25.

Tanto la señal sobre la línea 298 como la señal sobre la línea 304 se introducen como entradas al ampli-



5. ficador integrador 310. La suma de estas dos señales se compara con la suma de las otras señales introducidas en el amplificador 310. Estas otras señales incluyen las varias señales que representan ganancia de calor del baño 12 debido al calor de la reacción producida por los diferentes reacciones químicas en el proceso de refinado. Más particularmente, el calor de la reacción debido a la producción de monóxido de carbono en la región del baño se introduce como una señal sobre la línea 312 cuya señal se deriva directamente de la línea 272.

10. Con objeto de modificar el equilibrio de calor para tener en cuenta la pequeña cantidad de anhídrido carbónico que se produce en la región del baño, se introduce otra señal como una entrada al amplificador 310 sobre la línea 314. Esta señal se obtiene al conectar la línea 314 a la línea 280. La señal sobre la línea 280 representa como se mencionó previamente, el anhídrido carbónico que se produce en el baño.

15. Esa porción del calor de reacción que afecta a la temperatura del baño, que es debida a la combinación de oxígeno con los elementos de impureza que van a constituir la escoria, se introduce por vía de la línea 320 y línea 324. La señal sobre la línea 320 se obtiene de la toma variable 321A sobre la resistencia 321 de acuerdo con su ajuste mediante el botón 321B. La resistencia 321 se conecta en su extremo a la línea 286 y en otro extremo a una conexión a la tierra. Así, la señal sobre

20.
25.



La línea 320 es una porción fraccional de la señal que aparece sobre la línea 286, cuya señal representa la porción variable del calor de reacción que afecta a la temperatura del baño y que se refiere a la velocidad de formación de escoria.

5.

La porción constante del calor de reacción debida a la formación de escoria se introduce en el amplificador 310 por vía de la línea 324 como aquella porción que afecta la temperatura del baño. Esta señal representa una cantidad constante de óxido de hierro soplado fuera del sistema de refinado debido al flujo de oxígeno dentro del sistema mientras que la señal sobre la línea 320 representa la cantidad soplada debido a otras causas. El factor de corrección introducido en la señal sobre la línea 324 se incorpora en el ajuste provisto por el botón 328B, que ajusta la posición de la toma 328A sobre la resistencia 328. La resistencia 328 se conecta para que tenga un extremo acoplado a la línea 264 y su otro extremo acoplado a una conexión a tierra.

10.

15.

Como se mencionó previamente, las varias señales que se introducen como entradas en el amplificador 320, a saber, las señales sobre las líneas 298, 304, 312, 314, 324, y 320 se comparan e integran mediante el amplificador 310 de forma que se produzca una salida sobre la línea 330 indicativa del cambio en calor del baño 12. Con objeto de convertir la señal sobre la línea 330 en una señal que represente el cambio en la temperatura del baño,

25.



es necesario introducir no solo el peso del propio baño de metal sino tambien el peso de la escoria. Esto se realiza por la incorporación de un divisor de voltaje a través de la línea de salida 330. Este divisor de voltaje está constituido de una conexión en serie de resistencias 332, 333 y 334. Las resistencias 333 y 334 se disponen de forma que tengan una toma variable que es capaz de ajuste para modificar resistencia que se inserta en el circuito por esas resistencias. Así la resistencia 334 tiene una toma variable 334A que se conecta al terminal más alto de 334 y que se ajusta por medio del acoplamiento mecánico 334B, que se ajusta a su vez mediante el botón 156 de acuerdo con el peso del propio baño de metal. La resistencia 333 tiene una porción selectiva de su resistencia puesta fuera de circuito por la toma ajustable 333A de acuerdo con el ajuste del botón 333B, cuyo ajuste se refiere al peso de la escoria. La entrada al registrador de temperatura del baño 339 se deriva luego de terminales opuestos de la resistencia 332 por via de las líneas 340.

Los medios particulares, que pueden utilizarse para calibrar el registrador de temperaturas de baño 339 no se muestran, y ellos pueden ser cualquiera de un número de medios normalizados bien conocidos, que forman una parte del circuito registrador. El registrador 339 de la temperatura del baño tiene una línea de salida 339A que retransmite la temperatura del baño proporcionando una



señal indicativa de ese valor para el circuito de la figura 1B.

5. En la figura 1B se muestra el combinador Diat 400, que se utiliza para el control del flujo de oxígeno a la lanza 14 ejecutándose el control por el movimiento de la válvula 42 desde el motor de control 42A en respuesta a las señales de control suministradas desde el combinador Diat 400 puede ser del tipo ilustrado y descrito en la patente norteamericana 3.008.072 expedida a T.W. Jenkins, Jr. y otro en 7 de Noviembre de 1961. Además será obvio que pueden utilizarse otros tipos de circuitos de control normalizados en lugar del circuito Diat. La línea de entrada 402 al combinador Diat 400 puede, por ejemplo, ser una señal de error que corresponde con aquella señal de error que aparece entre las líneas 30 y 31 de la figura 1 en la
10. patente Jenkins anteriormente referida. El combinador Diat puede incluir un interruptor 404 manual-automático, que se prevé para conmutación del control desde la operación manual a la operación automática, Cuando el combinador está
15. preparado para la operación manual por la colocación del interruptor 404, puede realizarse un posicionado de la válvula 42 por el ajuste del mecanismo de posicionado 406, que se muestra asimismo como siendo un elemento conectado al combinador Diat 400. El interruptor manual-automático
20. 404 puede corresponder el interruptor 50 en la patente anterior junto con los interruptores 51 y 52. El elemento de posicionado 406 puede corresponder con el interruptor
- 25.



77 de la patente Jenkins.

5. Para obtener la señal de error sobre la línea 402 como una entrada al combinador Diat 400, se provee el amplificador operacional 410 que sirve para comparar el valor actual del flujo de oxígeno que se representa por una señal que aparece sobre la línea 402, que ha sido derivada de una señal sobre la línea 264 por vía del amplificador inversor 414. Así, la señal sobre la línea 412, tendrá un potencial negativo que se incrementa para representar flujos de oxígeno que se incrementan. El amplificador operacional 410 compara entonces la señal que aparece sobre la línea 412 al potencial positivo que aparece sobre la línea 416 que representa el valor deseado para el flujo de oxígeno a la lanza del horno. Así, la señal sobre la línea 416 puede considerarse como punto fijo considerando que la señal sobre la línea 412 es indicativa del valor actual de la variable que el combinador 400 sirve al control para evitar el llevarlo al punto fijo.

10. El operario normalmente pone en marcha el horno de oxígeno básico al realizar la ignición con el control de flujo de oxígeno y del control de la altura de la lanza bajo supervisión manual. Durante la ignición la salida del combinador Diat 400 sobre las líneas 16 debe depender, del ajuste del elemento de posicionado 406.

15. Después que se ha realizado la ignición, el proceso de oxígeno básico va a través de una fase inicial de separación de silicio. Este es el período de la operación



de soplado durante la cual se separa esencialmente todo el silicio del baño. Como se mencionó previamente, durante la fase de separación de silicio de la operación de soplado, está limitado el oxígeno que puede utilizarse directamente para reducir las impurezas en el hierro. Así es deseable que el flujo de oxígeno se mantenga en un valor constante relativamente cerca del valor límite durante fase de separación de silicio inicial. El valor constante particular, que debe utilizarse, puede seleccionarse mediante un ajuste de la toma variable 420A sobre la resistencia o potenciómetro 420 así como por el ajuste del botón 420B señalado SRR para indicar que ajusta la velocidad de separación de silicio. El potenciómetro 420 se suministra desde una fuente de potencial positivo 1,VI que se suministra en el terminal 426 al extremo superior del potenciómetro 420. El extremo inferior del potenciómetro 420 se muestra como estando conectado a tierra.

Desde la toma variable 420A, la señal que representa la velocidad de separación de silicio, está prevista como el potencial de suministro a través del potenciómetro 428 en virtud de la conexión del extremo superior del potenciómetro 428 a la toma variable 420A por medio del conductor de conexión 429. La toma variable 428A, cuya posición se ajusta por el botón 428B hace la toma pues del potenciómetro 428 cuyo terminal inferior está conectado a tierra, un potencial que es más en polaridad y que



5. representa la velocidad de separación de silicio en un término cuantitativo cuando se compara con la señal sobre la línea 429, que representa la velocidad de separación de silicio sobre una base de porcentaje. El botón 428B se ajusta de acuerdo con el contenido de silicio actual de metal caliente cargado en el horno y se representa por la anotación SIC.

10. Durante la fase inicial de la operación de soplado, la señal suministrada desde la toma 428A a la línea 430 y luego al amplificador operacional 432 es la señal, que determina la salida de amplificador 432 sobre la línea 434, que será de un potencial negativo y que se introduce como una entrada al amplificador 436. La otra entrada al amplificador 432 distinta a la línea 430 viene de la línea 440. Esta en realidad será 0 durante la fase inicial de la operación de soplado que se explicará subsiguientemente.

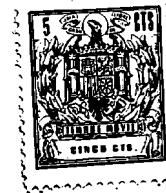
20. Por el momento suponiendo que existe una señal de potencial 0 sobre la línea de entrada 442 al amplificador 436 será evidente que con el contacto de relevador móvil 444A en contacto con el contacto estacionario superior 444B como un resultado de la conexión necesitada para el elevador 444, la señal que aparece sobre la línea 416 al amplificador 410 será pues de magnitud determinada por la que aparece sobre la línea 430. Así, durante la fase inicial de separación de silicio de la operación de soplado, el ajuste SRR hecho por el botón 420B y el

25.



- ajuste SIC hecho por el botón 428B sería determinativo del punto fijo para el flujo de oxígeno, como se establece sobre la línea 416. Sin embargo, ya que la velocidad de pérdida de carbono del baño que se representa por la señal sobre la línea 442, se introduce como una señal de realimentación positiva en el amplificador 522 sobre la línea 523, aparecerá una señal sobre la línea 442, para modificar el punto fijo de forma que las velocidades incrementadas de pérdida de carbono durante esta parte inicial de soplado ocasionarán incrementos correspondientes en los puntos fijos de flujo de oxígeno establecidos cuando el soplado progresa. Esta señal de realimentación positiva puede omitirse si se desea. Con una omisión tal, el punto fijo de flujo de oxígeno permanecerá sustancialmente constante durante la fase de separación de silicio.
- 5.
- 10.
- 15.

- Si el flujo de oxígeno actual como se representa por la señal sobre la línea 412 no iguala la señal de punto fijo sobre la línea 416, aparecerá una salida sobre la línea 402 del amplificador 410 que ocasionará al combinador Diat 400 a remitir una señal sobre una de las líneas 16 a un motor de control 42A de forma que mueva apropiadamente la válvula 42 por vía de la conexión 42B para atender a corregir la desigualdad entre las señales sobre las líneas 412 y 416 y por ello corregir el flujo de oxígeno a la lanza 14 al valor deseado establecido por el ajuste SRR y SIC y la señal de realimentación po-
- 20.
- 25.



sitiva sobre la línea 52.

5. El amplificador 436 incluye un circuito límite para prevenir la salida que aparece en el contacto 444B que excede en un cierto valor, es decir, el flujo de oxígeno máximo que se permite (MFX). Este límite se establece por medio del potenciómetro 450 que tiene una toma variable 450A ajustada mediante un asentador 450B. Un potencial negativo $-V_2$ conecta al terminal de 450 opuesto a su conexión a 444A. Así, se prevee una línea de realimentación para el amplificador 436 que incluye un diodo 452. Cuando el potencial sobre la salida del amplificador 436 excede del flujo de oxígeno máximo preestablecido, el potencial permitido en 450A se hace positivo y por diodo 452 se hace conductivo de forma que tiende a limitar la salida del amplificador 436.

10.

15.

Después que se ha separado sustancialmente todo el silicio del baño, es deseable que el flujo de oxígeno se incremente a una relación máxima posible con la prevención de acciones indeseables en el proceso. Para detectar el punto en el que la fase inicial o la fase de soplado de la separación de silicio se ha completado, la eficiencia de separación de carbón (CRE), esencialmente la relación de la velocidad de pérdida de carbono para el flujo de oxígeno de la lanza, que se representa por una señal sobre la línea 460 se compara con el nivel fijo de soplado de silicio acabado (FSB) que se establece por el ajuste del botón 462A del potenciómetro 462. FSB es indicati-

20.

25.



vo del punto en el soplado en el cual sustancialmente se ha separado, todo el silicio. Este es el punto en que el silicio alcanza aproximadamente el 0,05.

5. La señal de eficiencia de separación de carbono representa cuantitativamente la eficiencia actual de separación de carbono y se computa de la velocidad de pérdida de carbono actual (CLR) y el equivalente de carbono en el flujo de oxígeno (XFCE) como se describirá.

10. Como se muestra en la figura 18 el nivel de soplado de silicio acabado, establecido por el ajuste del botón 462B proporciona una señal de potencial sobre la línea 464 de la toma móvil 462A. El propio potenciómetro 462 se suministra por una fuente conectada a su terminal superior, es decir, una fuente que tiene un potencial - V_1 . El terminal inferior del potenciómetro 462 se conecta a tierra.

20. El potencial que aparezca sobre la línea 464 se compara con el que aparezca sobre la línea 460 mediante el amplificador de relevador 466 que produce una salida sobre la línea 468 para excitar el relevador de pestillo 470 cuando el potencial sobre la línea 460 excede el potencial sobre la línea 464. El relevador de pestillo 470 con mecanismo de pestillo 471 tiene un contacto superior móvil 470A que es llevado a contacto con el contacto inferior estacionario 470B bajo excitación del relevador 470 cuando la eficiencia de separación de carbono ha alcanzado o excedido el nivel acabado de soplado de silicio.



- El contacto inferior 470B se conecta a un potenciómetro 472 que tiene una toma ajustable 472A ajustable mediante botón 472B para proporcionar el potencial deseado en el contacto 470B. Este potencial representa el incremento de velocidad de pérdida de carbono (CDRI). Esta es la relación a la que la velocidad de pérdida de carbono y por consiguiente el flujo de oxígeno puede incrementarse durante el período después del soplado del silicio.
- 5.
- El potenciómetro 472 se suministra de la fuente de potencial $-V_1$ que se conecta al terminal superior. El terminal inferior del potenciómetro 472 se conecta a tierra, como se muestra en la figura 1B. Como que el relevador 470 se excita cuando la eficiencia de separación de carbono excede el ajuste del soplado acabado de silicio la señal obtenida del potenciómetro 472 se introduce por una línea de entrada 474 en el amplificador operacional integrador 476 de forma que se produzca una salida sobre la línea 440 que es un potencial de señal que se incrementa constantemente. Este potencial de señal que se incrementa constantemente sobre la línea 440 se adiciona al potencial de señal sobre la línea 430 de forma que ambos proporcionan entradas al amplificador 432 que son de la misma polaridad. Por consiguiente, la salida del amplificador 432 sobre la línea 434 se incrementa en una forma lineal desde el valor constante que se establece previamente por los ajustes SRR y SIC de acuerdo con el ajuste CLRI. Será evidente que durante el soplado de
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.



silicio, el contacto 470A debe desconectarse del contacto 470B y como un resultado con el amplificador 476, el potencial reestablecido sobre la línea 440 sería 0.

5. Como se explicó previamente, la señal sobre la línea 434 es efectiva para cambiar la señal sobre la línea 402 en el combinador Diat por virtud del hecho de que cambia el potencial que aparece sobre la línea 416; que es indicativa del punto fijo para el flujo de oxígeno a la lanza del horno. Por consiguiente, será evidente que después del soplado de silicio, el punto fijo se incrementará linealmente como un resultado del cambio de señal sobre la línea 434; sin embargo, una modificación del punto fijo se introducirá asimismo mediante una señal cambiante sobre la línea 442 debido a un cambio en la señal de velocidad de pérdida de carbono sobre la línea 142 por vía de la realimentación positiva previamente mencionada, y
10. posteriormente explicada en la descripción subsiguiente.
- 15.

- La señal de eficiencia de separación de carbono (CRE), que se presenta sobre la línea 460, se produce como una salida de la red divisora 480 y se deriva por división de la velocidad de pérdida de carbono (CLR) como se representa por la señal sobre la línea 142 por el equivalente de carbono del flujo de oxígeno (XFCE) como se deriva del potenciómetro 482. Así, la red divisora 480
20. recibe como una de sus entradas, el dividendo, una señal de la línea 142 sobre la línea de entrada 484 mientras que la otra entrada, que representa el divisor, se recibe
- 25.



sobre la línea de entrada 486 de la toma variable 482A del potenciómetro 482. La toma variable se ajusta como se muestra mediante el ajuste del botón 482B de acuerdo con el equivalente de carbono del flujo de oxígeno.

5. La señal de equivalente de carbono del flujo de oxígeno (KFCE) representa la pérdida de carbono teórica equivalente a una eficiencia máxima (100 % CD) del oxígeno que se alimenta al proceso a través de la lanza. El equivalente de carbono del flujo de oxígeno que aparece sobre la línea 486 es, como se mencionó, derivada del potenciómetro 482, que se suministra a su vez por una señal derivada de la línea 264, que es indicativa del flujo de oxígeno a la lanza.
- 10.

15. La señal de flujo de oxígeno, que aparece sobre la línea 264, está conectada al terminal superior del potenciómetro 482 a través de una red de retardo 487. La red de retardo 487 se conecta a la línea 264 mediante una línea de entrada 468, que se acopla en serie a las resistencias 489 y 490. El punto en el que las resistencias 489 y 490 se unen, se conecta a través del condensador 492 a tierra. La resistencia 490 se dirige a la entrada de un amplificador operacional 493 cuya salida es hacia la línea 494 al terminal superior del potenciómetro 482. El amplificador operacional 493 tiene como elementos de realimentación, el condensador 496 y su resistencia en derivación 498.
- 20.
- 25.

Estos elementos de realimentación en conjunción



5. con el amplificador 493 forman una red de retardo que produce un retraso adicional al que se produce por las resistencias 489 y 490 en combinación con el condensador 492. El propósito de la serie de retardo de la red 487 es establecer un retraso en la señal derivada del flujo de oxígeno medido comparable a aquella que es inherente en la derivación de velocidad de pérdida de carbono (CLR) por medios indirectos.

10. El control de flujo de oxígeno a la lanza debe ser preferentemente tal que el flujo se halle en máximo, tanto durante la fase de separación de silicio como también en la porción remanente del flujo, pero debe asimismo ser de un valor tal que se evita la deflexión. Para prevenir la evitación de la deflexión que puede ocurrir después de la fase de separación del silicio, se prevee una entrada al amplificador 436 sobre la línea 442 desde el amplificador 522 en respuesta a la señal sobre la línea 520. Esta señal se deriva de la velocidad de pérdida de carbono, señal que aparece sobre la línea 142 por vía de una red tipo de régimen 500. La red tipo de régimen 500 incluye un condensador variable 502 en serie con una resistencia variable 504 en la línea de entrada 506 al amplificador operacional 508. El amplificador operacional 508 se conecta en relación mediante la resistencia 509 de forma que se produce sobre la línea de salida 510 de la red tipo de régimen 500, una señal que cambia de acuerdo con la velocidad de cambio de la señal sobre la línea 142.

15.

20.

25.



El circuito tipo de régimen 502 introduce por consiguiente sobre la línea 510, una señal que puede utilizarse para ocasionar rápidos cambios en el flujo de oxígeno, en respuesta a un cambio rápido en la velocidad de pérdida de carbón tal como es necesario para mantener la reacción en el baño estable después de la fase de soplado de silicio.

5.

La señal que aparece sobre la línea 510 proporciona el potencial para el potenciómetro 514 ya que la línea 510 se conecta al terminal superior del potenciómetro 514 cuyo terminal inferior se conecta a tierra. El potenciómetro 514 tiene una toma variable 514A, que se ajusta mediante botón 514B, de forma que se presente sobre la línea 516 una señal que es una porción de la que aparece sobre la línea 510.

10.

15.

La línea 516 es una línea de entrada a un circuito de banda amortiguada 518. El circuito de banda amortiguada 518 puede ser uno cualquiera de un número de circuitos que crearán una banda amortiguadora de forma que la señal 516 puede variar dentro de límites predeterminados antes de producir en la línea de salida del circuito 518, es decir sobre la línea 520, una señal que indica un cambio deseado en la velocidad de flujo de oxígeno requerida en respuesta a la velocidad de pérdida de carbono cambiando que se detecta de un cambio en potencial sobre la línea 142.

20.

25.

La señal sobre la línea 520 se introduce en un



5. amplificador de inversión 522 de forma que se produzca sobre la línea 442, una señal de potencial positivo que tenderá en virtud del amplificador operacional 436 a disminuir el efecto de la señal sobre la línea 434 al determinar el potencial que aparece sobre la línea 416, que representa el punto fijo para el flujo de oxígeno.

10. Otra señal introducida en el amplificador 522 aparece sobre la línea 523. Esta señal se deriva preferentemente a través de una red de retraso compuesta de una resistencia 521 y un condensador 519 desde la toma variable 525A ajustada por el botón 525B de forma que se realiza la toma de una porción del potencial a través de la resistencia 525 del conductor deslizante. La resistencia 525 está conectada en su terminal superior al conductor 15. 526 que conecta a la señal de velocidad de pérdida de carbono sobre la línea 142. El otro terminal de resistencia 525 está conectado a tierra.

20. Será evidente que la introducción de una porción de señal de velocidad de pérdida de carbono en el amplificador 522, como se mencionó previamente, proporciona un efecto de realimentación positivo sobre el control de flujo de oxígeno. Este efecto es útil primeramente en acelerar el flujo de oxígeno al baño con referencia al punto fijo de flujo de oxígeno a la velocidad, de pérdida de 25. carbono. Cuando la velocidad de pérdida de carbono que se incrementa durante el soplado del silicio indica que el baño particular que se está refinando es capaz de utilizar



- una cantidad de oxígeno en exceso del que es usualmente normal, el punto fijo de flujo de oxígeno computado se incrementará correspondientemente. Esta realimentación positiva es particularmente útil durante la fase de separación de silicio cuando el flujo de oxígeno debe restringirse de otra forma a una cantidad que no debe ser excesiva para cualquier calentado particular. La realimentación positiva cuando se ajusta apropiadamente al proceso mediante el botón 525B proporciona así unos medios para acortar el tiempo de soplado total tanto como sea posible para cada calentamiento. Además, es posible omitir el circuito de realimentación positivo descrito y permite todos los calentamientos para obtener el mismo soplado de oxígeno constante durante la fase de soplado de silicio si se desea una forma tal de funcionamiento.
- 5.
- 10.
- 15.

- En resumen, la practica de soplado que proporciona resultados óptimos en un horno de oxígeno básico incluye un control de flujo de oxígeno a la lanza de tal forma que el proceso se inicia con un flujo de oxígeno sustancialmente constante en la fase inicial de separación de silicio que se modifica por la velocidad de pérdida de carbono actual del baño. Esta modificación puede bajo algunas circunstancias convertirse en un factor sustancial para incrementar el flujo de oxígeno durante la fase de separación de silicio. Bajo la detección del final de aquella fase de separación de silicio como por la llegada de la señal de eficiencia de se separación de car-
- 20.
- 25.



- bono a un nivel predeterminado de soplado de silicio acabado, el flujo de oxígeno se incrementa luego ulteriormente en una velocidad máxima constante de cambio que se modifica solamente cuando la señal de velocidad sobre la
5. línea 520 indica un cambio de velocidad de pérdida de carbono rápido indicativo de una condición que conduce a la deflexión. Para prevenir la deflexión, un rápido incremento en la velocidad de pérdida de carbono ocasiona un decrecimiento en el punto fijo de flujo de oxígeno que se
10. establece sobre la línea 416 en virtud de la operación del circuito de régimen 500 siempre que el incremento de velocidad de pérdida de carbono es de una magnitud tal que la señal sobre la línea 516 exceda la banda amortiguada establecida por el circuito de banda amortiguada 518.
15. La altura de la lanza 14 por encima del baño 12 en el horno 10 de oxígeno básico como se muestra en la figura 1A es ajustable mediante el control de la posición del eje motor 15A con motor 15, que sirve para posicionar el piñón 14B sin alterar la posición de la cremallera 14A
20. y por consiguiente la posición de la lanza 14 en respuesta a las señales al motor 15 en las líneas 17. Las señales de control que aparecen sobre las líneas 17, están producidas por el combinador Diat 600 que es similar al combinador Diat 400 y que similarmente tiene un interruptor
25. 604 manual-automático y un elemento de posicionado 606 que actúa en la misma forma que lo realiza el elemento de interrupción manual-automático 404 y el elemento de posi-



cionado 406 del combinador Diat 400. El posicionado manual de la lanza se utilizará generalmente solo durante el período de ignición o bajo condiciones de emergencia.

5. La entrada al combinador Diat, la señal de error que determina las señales de control al ser suministrada sobre las líneas 17, se prevee por vía de una línea de señal de entrada 602 desde el amplificador operacional 610, que tiene como una de sus líneas de entrada 21 que proporciona una señal indicativa de la posición de la
10. lanza 14 como se explicó previamente. La señal sobre la línea 21 se compara mediante el amplificador 610 con la señal sobre la línea 612 que es indicativa de la posición deseada de la lanza, del punto fijo de la lanza. La forma en que la señal del punto fijo de la posición de la lanza se deriva, se explicará ahora, en mayor detalle.
15.

Durante la porción inicial de la alteración de soplado, la lanza está deseablemente en su altura máxima por encima del baño. Bajo estas condiciones, la señal sobre la línea 612 se determina por el posicionado de la
20. toma variable 614A del potenciómetro 614 mediante el ajuste del botón 614B de acuerdo con la altura de la lanza máxima deseada (MLH). El potenciómetro 614 se suministra en su terminal superior con una fuente potencial $\pm V_1$. El terminal inferior del potenciómetro 614 se conecta a
25. tierra como se muestra en la figura 1B. Como un resultado, aparece un potencial positivo sobre la línea 616, que se conecta a la toma móvil 614A. La línea 616 es una de



la líneas de entrada al amplificador operacional 618 cuya salida es a la línea 611, que es una de las líneas de entrada al amplificador 613, cuya salida está a su vez conectada como una entrada al amplificador 615. La salida del amplificador 615 se conecta luego mediante el contacto estacionario superior 444D y contacto móvil 444E del relevador desexcitado 444 a la línea 612. Cuando el relevador 444 está excitado al contacto 444E contacta al contacto 444F, el contacto estacionario inferior. El contacto 444E está conectado a tierra.

Durante la porción inicial del ciclo de soplado, como se mencionó, la altura de la lanza está deseablemente en su máximo y la señal sobre la línea 616 es la señal que determina aquella posición de lanza, ya que las otras entradas al amplificador 618 estarán en un nivel 0 en aquel momento y el contacto 444E estará en contacto con 444D.

La operación deseable con referencia a la altura de la lanza durante el soplado de un horno de oxígeno básico requiere que la altura de la lanza decrezca gradualmente desde su valor máximo cuando se produce la capa de escoria del baño.

La lanza se mantiene deseablemente tan cerca como sea posible al baño, sin embargo, es necesario que la altura de la lanza se mantenga en un valor tal que el chisporroteo no dañe a la lanza. Como una consecuencia de la falta de una capa de escoria sobre el baño durante las porciones iniciadas en el ciclo de soplado, la lanza debe



mantenerse a una mayor altura por encima del baño de lo que sería normalmente deseable. Cuando se forma la capa de escoria, la lanza puede descenderse sin peligro a una posición más estrechamente aproximada al baño y por

5. consiguiente una posición en la que se incrementa la eficiencia de la operación. El cambio en la altura de la lanza es por consiguiente deseable que se haga en proporción directa a la formación de escoria sobre el baño. Para asegurar la señal de punto fijo de la altura de la lanza sobre la línea 612 a la cantidad de escoria que se está formando sobre el baño, la señal retransmitida sobre la línea 293 desde el registrador de escoria 294 en la figura 1A, se utiliza para proporcionar una de las entradas al amplificador 618. Esta entrada está provista a través del diodo 620 en la línea 293. La señal sobre la línea 293 es
10. positiva en polaridad y por consiguiente el diodo está normalmente influenciado hacia adelante.
- 15.

- La señal positiva suministrada sobre la línea 616 debe ser de una magnitud inferior para alturas de lanza máximas más elevadas. Por consiguiente, cuando la toma ajustable 614A se mueve hacia abajo en el potenciómetro 614, se incrementa la altura de lanza máxima. Asimismo será evidente que el potencial en la toma variable 19A del conductor deslizante 19 en la figura 1A, debe conectarse al motor 15 de forma que se haga más positivo cuando la lanza es llevada más cerca del baño.
- 20.
- 25.

Interpuesto en la línea 293, existe una resisten-



5. cia de toma ajustable 630 que tiene una toma ajustable 630A ajustada mediante el botón 630B para proporcionar una modificación del potencial sobre la línea 293A de acuerdo con la relación disminuida deseada de la altura de la lanza (LHDR).
10. Cuando continúa la formación de escoria y se mide y registra mediante el registrador de escoria .294, el valor retransmitido sobre la línea 293 continúa al incrementar ya que la señal sobre la línea 293A al amplificador 618. La señal sobre la línea 293A se adiciona luego a la señal sobre la línea 616 y el punto fijo de la altura de lanza, que se produce por los amplificadores 618, 613 y 615 como una señal sobre la línea 612, se incrementan en su valor negativo que indica una altura de
15. lanza disminuida por encima del baño. Este potencial negativo de incremento continúa en una relación comparable a la relación de acumulación de escoria. Bajo control del combinador Diat, la altura de la lanza sigue desde su posición máxima a una posición inferior de acuerdo y en relación directa a la formación de escoria sobre el baño.
20. Es deseable que la zona reaccional se mantenga a aproximadamente el mismo nivel o a lo sumo que la zona reaccional no se altere rápidamente en el baño. Por consiguiente, se introduce en el circuito de control de altura de la lanza, una señal que aparece sobre la línea
25. 640 como una entrada al amplificador 618, que se refiere a la velocidad de cambio del punto fijo de flujo de oxi-



- geno que se establece sobre la línea 416. El objeto es modificar la altura de la lanza cuando existe un cambio rápido programado para el flujo de oxígeno como por un cambio en el punto fijo del flujo de oxígeno de forma que
5. la combinación de flujo de oxígeno y altura de lanza servirá para mantener tan estrechamente como sea posible un nivel consistente para la zona reaccional, o a lo sumo el efecto será que los cambios en el nivel de zona reaccional descenderán a magnitudes aceptables.
10. Para establecer este tipo de operación, se introduce entre la línea 416 y la línea 460, un circuito tipo de régimen 642 que comprende un condensador variable 643 conectado en serie y una resistencia variable 646 entre la línea 416 y la entrada a un amplificador de operación
15. 648. El amplificador operacional 648 tiene una realimentación, una resistencia 650 de forma que se produzca sobre la línea de salida del amplificador 646, es decir línea 652, una señal que está en función de la velocidad de cambio de la señal sobre la línea 416. Esta función particular es tal que un cambio rápido en la señal sobre la
20. línea 416 ocasionará un cambio inmediato de la señal sobre la línea 652 pero la señal establecida sobre la línea 652 disminuirá entonces gradualmente de forma que la señal se aproximará a un valor referido directamente al que aparece sobre la línea 416.
- 25.

El potencial que aparece sobre la línea 652 proporciona el potencial a través del potenciómetro 660 ya



5. que la línea 652 se conecta al terminal superior del potenciómetro 660, cuyo terminal inferior se conecta a tierra. El potenciómetro 660 tiene una toma variable 660A que se ajusta mediante botón 660B, y que se conecta a través del circuito de banda amortiguada representado por el bloque 662 a la línea de entrada 640 del amplificador 618.

10 El circuito de banda amortiguada representado por el bloque 662 será del mismo tipo que aquel representado por el bloque 518 y tendrá para su propósito la fijación de una banda amortiguada en la que no habrá cambio en señal sobre la línea 640 en respuesta a los cambios en señal sobre la toma variable 660A.

15. La entrada al amplificador 618 sobre la línea 640 será de un potencial negativo y por consiguiente un incremento rápido del punto fijo de flujo de oxígeno como se indica por un rápido cambio en la señal sobre la línea 416, ocasionaría un potencial negativo incrementado sobre la línea 640 y por consiguiente un potencial negativo disminuido sobre la línea 612, que representaría un incremento en la altura deseada de la lanza por encima del baño. El efecto resultante a través de la operación del combinator Diat 600 ocasiona que el motor 15 eleve la lanza 14 en compensación para el flujo de oxígeno incrementado de forma que tienda a mantener sustancialmente en la misma posición la situación de la reacción en el baño.

En algunas situaciones, la señal que representa



- la capa de escoria puede fallar en formar una relación cortante o suficientemente constante y en algunos casos puede de hecho disminuir después de una formación inicial. Bajo tales condiciones, es necesario introducir
5. una señal que contrarrestará a la señal indicativa de la tapa de escoria que aparece sobre la línea 293. Al usar una señal tal, el decrecimiento constante en la altura de lanza puede continuarse bajo estas condiciones en las que la señal de formación de escoria se reduce
10. temporalmente por algunas razones.
- Para este propósito, está prevista en la figura 1B, sobre la línea 670, una señal referida a la integral del flujo de oxígeno a la lanza. Esta señal se deriva de la señal de salida del amplificador operacional 672 que
15. es el amplificador integrante que obtiene su señal de entrada de la línea 674, que se conecta a la toma variable 676A del potenciómetro 676. El potenciómetro 676 se suministra en su terminal superior con un potencial derivado de la salida del amplificador 414 sobre la línea 412. El
20. otro terminal del potenciómetro 676 se conecta a tierra. Por consiguiente, la señal suministrada sobre la línea 670 es representativa de la integral de la velocidad de flujo de oxígeno con la relación de integración que se determina por el ajuste de la toma variable 676A.
25. El diodo 680 se interpone en la línea 670 de forma que es influenciado hacia adelante por el potencial positivo sobre la línea 670 para llevar corriente a la



línea 293A. Será evidente de la figura 1B que siempre que la señal de escoria sobre la línea 293 está por debajo de la señal de flujo de oxígeno integrado sobre la línea 670, el diodo 670 se influencia hacia atrás y la señal que sería efectiva sobre la línea 293A, sería la de la línea 670. Similarmente, mientras la señal sobre la línea 293 está por encima de la señal de flujo de oxígeno integrado sobre la línea 670, el diodo 680 es influenciado hacia atrás y la señal de escoria sobre la línea 293 es la señal que es efectiva en determinar el potencial sobre la línea 293A.

El amplificador 618, que establece sobre la línea 612 un punto fijo para el control de la altura de lanza, incluye conectado en derivación con él, un circuito límite similar en construcción al circuito límite mostrado para el amplificador 436. El circuito límite para el amplificador 616 se muestra como incluyendo un potenciómetro 690 alimentado desde una fuente de potencial $\pm V_2$ por vía de la resistencia 691 que conecta al terminal superior de la resistencia 690 y a su toma variable 690A. El terminal inferior de la resistencia 690 se conecta a la línea 611. La toma variable 690A, ajustada por el botón 690B proporciona un potencial que influirá hacia atrás el diodo 70, conectado entre la toma variable 690A y la línea de entrada 702 del amplificador 618. El ajuste del botón 690B sirve ajustar la altura mínima de lanza (LHM) y por consiguiente el ajuste de la toma variable 690 de-



termina el punto fijo mínimo que puede establecerse mediante una señal sobre la línea 612 de forma que prevenga el control de la altura de lanza a un nivel peligrosamente bajo en el que puede ocurrir daño a la lanza debido a las condiciones extremas muy cercanas a la superficie de baño.

5.

Con objeto de variar la altura mínima de lanza para prevenir la penetración excesiva del oxígeno dentro del baño, la señal de flujo del oxígeno de la línea 412 se introduce al punto de unión entre el potenciómetro 690 y resistencia 691 por vía de una resistencia variable 692. El flujo de oxígeno más elevado, como se evidencia por la magnitud de la señal sobre la línea 412, tendrá por consiguiente el efecto de elevar la altura mínima efectiva de la lanza.

10.

15.

Asimismo puede ser deseable influenciar tanto la altura máxima como la mínima de la lanza hacia arriba para una mayor altura que la normal de los niveles de baño en el horno 10 y disminuir las alturas efectivas máxima y mínima de balanza por más abajo de lo normal en niveles de baño y viceversa. Eso se realiza al introducir como una segunda señal en el amplificador 613, una señal de la línea 617 que se establece mediante la toma de ajuste variable 619A sobre el potenciómetro 619 desde el botón 619B de acuerdo con el peso del baño 12.

20.

25.

Como se muestra en la figura 1B el potenciómetro 619 se suministra en su terminal superior mediante una



fuente potencial $-V_2$. La toma variable 619A debe así moverse hacia arriba en el potenciómetro 619 para pesos de baño más elevados.

5. Para terminar la operación de soplado es necesario cerrar el flujo de oxígeno a la lanza y elevar la lanza. Para realizar la operación de cierre del oxígeno, está previsto el revelador 444 con un contacto 444A que es empujado en contacto con su contacto estacionario inferior 444C cuando es excitado el relevador 444. El contacto estacionario 444C se conecta a tierra de forma que establezca sobre la línea 416 un nivel de potencial 0 que representa un punto fijo para el flujo de oxígeno a la lanza que corresponde con el flujo 0, Asimismo la excitación del relevador 444 ocasiona el cierre de contacto de los contactos 444E y 444F de forma que el punto fijo para la altura de lanza está en potencial a masa, que representa la altura lo más elevada posible de la lanza.
- 10.
- 15.

20. Con el circuito como se muestra en la figura 1B, la excitación del relevador 444 requiere que se satisfagan tres condiciones particulares. Estas condiciones se representan separadamente por la excitación del relevador 470, la excitación del relevador 710, y la excitación del relevador 712.

25. Es deseable para acabar la operación de soplado que tanto el contenido de carbono del baño como la temperatura del baño estén dentro de magnitudes predeterminadas. Esto se realiza al establecer un carbono de acabado



- máximo (MFC) y una temperatura de acabado mínima (FTM) las cuales deben alcanzarse antes del cierre del oxígeno. La otra condición, que se muestra como siendo una condición necesaria para el cierre de flujo de oxígeno,
5. es la excitación del relevador 470 como un resultado de la eficiencia de separación de carbono, que alcanza un punto indicativo del final de la fase de soplado de silicio de la operación de soplado. Cuando la señal CRE es suficiente para exceder FSB como se establece por el amplificador relevador 466, el relevador 470 es excitado
10. de forma que ocasione el que el contacto móvil 470C del relevador 470 vaya a contacto con el contacto inferior estacionario 470D. Ya que el regulador 470 es un relevador de pestillo estos contactos permanecerán en contacto
15. aunque el relevador se desexcite ultimamente.
- Cuando la señal de eficiencia de separación de carbono (CRE) sobre la línea 460 alcanza un punto indicativo del máximo de carbono acabado como se establece por el potencial sobre la toma 720A del potenciómetro 720 de
20. acuerdo con el ajuste hecho por el botón 720B, el amplificador relevador 722 ocasiona una señal de salida que excitará el relevador 712 para ocasionar el que su contacto móvil 712A entre en contacto con el contacto estacionario inferior 712B. La comparación de la señal CRE y el
25. potencial en la toma 720A como se hace por el amplificador 722 es posible ya que la señal CRE está directamente relacionada al nivel de carbono en el baño y por consi-



guiente es posible utilizar aquella señal para establecer cuando se ha alcanzado el carbono acabado deseado.

5. Ya que la señal de eficiencia de separación de carbona (CRE) se ha hallado como para ser indicativa del resto de carbono en el baño cuando el porcentaje de carbono está en las magnitudes inferiores, puede utilizarse para obtener una indicación del nivel de carbono. Para este propósito, el indicador 463 se conecta con la línea 461 a la línea 460. La relación entre la señal CRE y el
10. carbono del baño es tal que debe utilizarse sobre el indicador 463 una escala sustancialmente logarítmica en términos de carbono del baño. Una escala tal hace más fácil de leer los puntos de carbono bajos. Este medio para medir el punto final para temperaturas de carbono bajas se
15. ha hallado como siendo generalmente más cuidadoso que el uso del registrador 212, aunque para temperaturas elevadas de carbono, las indicaciones obtenidas del registrador 212 se han hallado generalmente como siendo más útiles que las del indicador 463.
20. Puesto que asimismo se desea que la temperatura de acabado esté dentro de una magnitud particular cuando se cierra el oxígeno, la señal sobre la línea 339A, que se deriva del registrador 339 de temperatura de baño de la figura 1A como una señal retransmitida indicativa de
25. la temperatura del baño, se utiliza como una de las entradas al amplificador relevador 730. La otra entrada al amplificador relevador 730 se toma del contacto móvil 732A



- del potenciómetro 732 como ajustada por el botón 732B. este ajuste se realiza de forma que el potencial sobre el contacto 732A, es indicativo de la temperatura de acabado mínimo (FTM). Así, cuando la señal sobre la línea
5. 339A excede del potencial sobre el contacto 732A, el amplificador relevador 730 produce una salida que excita el relevador 710 para llevar el contacto móvil 710A en contacto con el contacto inferior estacionario 710B.
10. Cuando los contactos del relevador 712A y 712B están en contacto, los contactos del relevador 470C y 470D están en contacto y los contactos 710A y 710B están en contacto como un resultado de la excitación de los relevadores respectivos 712, 470 y 710 y entonces el potencial $\pm V_1$ que se conecta al contacto móvil 712A, se aplica a través de la línea 734 al relevador 444 para excitar aquel relevador y llevar a su contacto móvil 444A el contacto con el contacto inferior estacionario 444C de forma que se establezca un potencial 0 o a tierra sobre la línea 416 indicativo del punto fijo para el flujo de oxígeno. El flujo de oxígeno se controla luego mediante el combinador Diat 400 en una forma tal que la válvula 42B se cierra. Similarmente, 444E se pone en contacto con 444F y aparece potencial de tierra sobre la línea 612 y el combinador 600 mueve la lanza hasta su posición más elevada.
15. 20. 25. Bajo algunas condiciones es probable que sería satisfactorio operar en una forma tal que los contactos del relevador 470C y 470D se remitirían así como también los



contactos del relevador 710A y 710B, indicativo de una temperatura de acabado mínimo. En un caso tal, el cierre del oxígeno y la reposición de la lanza se establecería sobre la base de que el carbono en el baño alcanzara el valor deseado.

5.

En la figura 2 se muestra una alternativa para el detector de deflexión. En esta disposición alterna, se observa un pirómetro de radiación 800 sobre la parte superior del horno 10 en la llamas que salen del mismo.

10.

Mediante el uso de filtros apropiados y mediante orientación apropiada del elemento 800, el instrumento de medida y retransmisión 802, que recibe señales del elemento 800 sobre las líneas 804, puede construirse de forma que produzca una señal de salida sobre la línea 808, que puede

15.

sustituirse por la señal sobre la línea 142 como una base para el control de deflexión. Así, el condensador 502 de la figura 1B podría conectarse a la línea 808 en lugar de a la línea 142. Una forma tal para el control de la deflexión aleja la respuesta retrasada inherente en el uso de

20.

una señal derivada de una medida que retrasa la condición al ser controlada como es el caso cuando el control de deflexión depende de las medidas de gas de escape para determinar la velocidad de pérdida del carbono. La detección

25.

de deflexión mediante observación directa de un pirómetro de radiación sobre las llamas del horno disminuirá obviamente el retraso y proporcionará un control más sensitivo.



Ciertas modificaciones de los circuitos descritos puede realizarse sin alterar en forma sustancial el funcionamiento del sistema y su utilidad en controlar hornos de oxígeno básicos. Por ejemplo, siempre que la

5. velocidad de pérdida de carbono medida por el registrador 160, se utilice solamente como una guía operadora y se deduzca por la forma de la curva por aquel registrador que es de mayor importancia que cualquier valor absoluto medido, será evidente que la división por el peso del baño podrá omitirse y las líneas 158 podrán conectarse a tierra y a la línea 142 con la resistencia 146 y 148 omitidas en la figura 1A. La medida hecha por el registrador puede ser entonces la velocidad de pérdida de carbono del baño total 12. El peso del baño 12 no variaría normalmente en cualquier extensión considerable de temperatura, ya que la medida del registrador 160 tendría un cuidado razonable aún si se calibra sobre la base de pérdida de carbono por unidad de peso.

10.

15.

Un gran número de los recipientes utilizados son del tipo de campana abierta, esto es aquellos cuyas campanas 18 se sitúan a distancia suficiente por encima del recipiente 10 para permitir que se induzca una cantidad de aire considerable desde el exterior del recipiente como se muestra por las flechas 22. Esto puede ser contrarrestado con recipientes de campana cerrada que permiten una pequeña entrada de aire o no permiten filtración de aire dentro del sistema de escape. El circuito de éste descu-

20.

25.



brimiento es igualmente aplicable a los dos tipos de recipiente. En los recipientes de campana abierta, sin embargo, la medida de CO, puede algunas veces omitirse del análisis de los gases de escape si permanece muy pequeño el CO después de la combustión de los gases con el aire infiltrado.

Otras características de algunas instalaciones de campana abierta es la constancia relativa del flujo de los gases de escape. Cuando éste flujo es sustancialmente constante, cuando la señal variable provista por la línea 124 no se precisa muy larga y puede reemplazarse con una señal constante que representa en flujo constante o puede omitirse enteramente y el multiplicador 138 puede asimismo omitirse al conectar la línea 126 a la línea 139. En el último caso, la velocidad de pérdida de carbono se varía únicamente a partir del análisis de los gases de escape.



N O T A

5. Descrito el invento se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones, con prioridad de las demandas de patentes U.S.A. Serial núm. 479867 del 16 de agosto de 1965 y de la continuación en parte Serial núm. 534617 del 14 de febrero de 1966, existiendo en ambas unidad de invención.

10. 1. Un método con su dispositivo, para producir acero a partir de un baño de hierro fundido mediante el proceso de oxígeno básico en el que el oxígeno es soplado a través de una lanza sobre el baño, caracterizado porque el oxígeno es soplado inicialmente en una primera velocidad limitada de modo a evitar reacciones laterales indeseadas durante la fase de separación de silicio y, cuando esta fase ha terminado, la velocidad de suministro de oxígeno se incrementa firmemente en una segunda fase de soplado, sometida a velocidad de suministro máxima sobresaliente.

15. 2. Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera velocidad varía en propor-



ción directa con la velocidad de pérdida de carbono del baño.

5. 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque la variación de la primera velocidad en proporción directa con la velocidad de pérdida de carbono del baño disminuye con el tiempo.

10. 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado porque la velocidad de suministro de oxígeno depende de la relación de cambio de la velocidad de pérdida de carbono (500), reduciéndose en respuesta a un incremento repentino de la velocidad de pérdida de carbono, de modo que se evite la deflexión.

15. 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado porque cualquier deflexión es detectada y la velocidad de suministro de oxígeno se reduce si se produce deflexión.

20. 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la deflexión se detecta mediante un pirómetro de radiación (800) encima del baño.

7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la ter-



minación de la primera fase se determina por medición del contenido de carbono del baño.

5. 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque el contenido de carbono se mide como la relación de la velocidad de pérdida de carbono del baño y el equivalente de carbono del flujo de oxígeno medido de la lanza.

10. 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la velocidad de pérdida de carbono se mide mediante análisis de los gases de escape del baño.

15. 10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la lanza (14) es descendida desde una altura máxima inicial en una relación proporcional a la velocidad de acumulación de escoria sobre el baño.

20. 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque la relación de descenso de la lanza se hace proporcional a la relación de flujo de oxígeno cuando la velocidad de acumulación de escoria cae por debajo de un valor determinado por el flujo de oxígeno integrado.



5. 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque el descenso de la lanza es proporcional a cualquiera de las alturas de las dos señales que representan la cantidad de escoria que se ha acumulado y al flujo de oxígeno integrado.

10. 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, 11 o 12, caracterizado porque el descenso de la lanza se controla adicionalmente en respuesta a la relación de cambio de la velocidad de flujo de oxígeno en un sentido tal para mantener la zona de reacción en el baño a una altura invariable cuando la velocidad de flujo cambio abruptamente.

15. 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, 11, 12 o 13, caracterizado porque la altura mínima de la lanza está delimitada de acuerdo con el flujo de oxígeno medido para prevenir la penetración excesiva de oxígeno dentro del baño.

20. 15. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque el contenido de carbono del baño se determina al establecer las señales primera y segunda que indican la concentración de los gases conteniendo carbono que fluyen en el



5. escape del baño y la velocidad de flujo de los gases de escape, utilizándose la primera y la segunda señales para proporcionar una medida de la relación de extracción de carbono con respecto a la relación de flujo de oxígeno, cuya medida es indicativa del contenido de carbono del baño en magnitudes bajas de carbono.

16. Un método de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque el contenido de carbono se exhibe en un indicador (463) con escala logarítmica.

10. 17. Un método de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque las citadas primera y segunda señales son multiplicadas (138) y la señal del producto es dividida (480) por una señal ulterior que representa el equivalente de carbono de la velocidad de flujo de oxígeno para proporcionar una señal que representa el contenido de carbono.

18. Un método de acuerdo con la reivindicación 17, caracterizado porque la citada señal ulterior es una señal retardada.

20. 19. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado porque el flujo de oxígeno es detenido y la lanza es elevada cuando



el contenido de carbono del baño cae a un valor predeterminado y/o la temperatura del baño se eleva a un valor predeterminado.

5. 20. Un método según las reivindicaciones 1 a 19 en el que el dispositivo para su realización es un aparato para producir acero a partir de un baño de hierro fundido mediante el procedimiento de oxígeno básico, en el que el oxígeno es soplado a través de una lanza sobre el baño, caracterizado por medios de control para 10. ocasionar inicialmente que el oxígeno sea soplado en una primera velocidad limitada de manera que se eviten reacciones laterales indeseadas durante la fase de separación de silicio y medios dispuestos aseguradamente para incrementar la velocidad de suministro de oxígeno en una 15. segunda fase de soplado cuando ha terminado la fase de eliminación de silicio, sometido a una velocidad de suministro máxima sobresaliente.

20. 21. Un método aparato según la reivindicación 20, caracterizado por el hecho de que los medios de control varían la primera velocidad en proporción directa con la velocidad de pérdida de carbono del baño.

22. Un método según la reivindicación 21, caracterizado porque los medios de control retardan la variación de la primera velocidad en proporción directa



con la velocidad de pérdida de carbono del baño con el tiempo.

5. 23. Un método según las reivindicaciones 20, 21 y 22, caracterizado porque los medios de control varían la velocidad de suministro de oxígeno en dependencia con la relación de cambio de la velocidad de pérdida de carbono (500), y reduce la velocidad en respuesta a un incremento repentino de la velocidad de pérdida de carbono, de modo que sea evitada la deflexión.

10. 24. Un método según las reivindicaciones 20, 21 o 22, caracterizado por medios para detectar la deflexión y para reducir la velocidad de suministro de oxígeno si se ocasiona deflexión.

15. 25. Un método de acuerdo con la reivindicación 24, caracterizado por el hecho de que los medios para detectar la deflexión son un pirómetro de radiación (800) encima del baño.

20. 26. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, caracterizado por medios para determinar la terminación de la primera fase de medida del contenido de carbono del baño.

27. Un método de acuerdo con la reivindicación



5. ción 20, caracterizado por medios para medir la velocidad de pérdida de carbono del baño, medios para medir el equivalente de carbono del flujo de oxígeno medido para la lanza y medios para determinar la relación de estas dos medidas a fin de determinar el contenido de carbono.

28. Un método de acuerdo con la reivindicación 27, caracterizado por el hecho de que los medios para medir la pérdida de carbono actúan por análisis de los gases de escape del baño.

10. 29. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 20 a 28, caracterizado por medios ulteriores para desprender la lanza (14) desde una altura máxima inicial a una velocidad proporcionar a la velocidad de acumulación de escoria en el baño.

15. 30. Un método de acuerdo con la reivindicación 29, caracterizado porque los citados medios ulteriores descienden la lanza en proporción a la velocidad del flujo de oxígeno cuando la velocidad de acumulación de escoria cae por debajo de un valor determinado por el flujo de oxígeno integrado.

20. 31. Un método de acuerdo con la reivindicación 30, caracterizado porque los citados medios ulterio-



res descienden la lanza en proporción a cualquiera de las alturas de dos señales que representan la cantidad de escoria que se ha acumulado y el flujo de oxígeno integrado.

5. 32. Un método de acuerdo con la reivindicación 29, 30 o 31, caracterizado porque los citados medios posteriores controlan adicionalmente el descenso de la lanza en respuesta a la relación de cambio de la velocidad de flujo de oxígeno en sentido tal como para mantener la zona de reacción en el baño a una altura invariable cuando cambia abruptamente la velocidad de flujo.

10.

15. 33. Un método de acuerdo con la reivindicación, 29, 30, 31 o 32, caracterizado porque los citados medios posteriores limitan la altura mínima de la lanza de acuerdo con el flujo de oxígeno medido para prevenir la penetración excesiva de oxígeno dentro del baño.

20. 34. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 20 a 33, caracterizado porque el contenido de carbono del baño se determina por medios para establecer la primera y segunda señales que indican la concentración de gases conteniendo carbono que influyen en el escape del baño y la relación de flujo de los gases de escape, y medios que responden a la primera y se-



gunda señales para proporcionar una medida de la velocidad de carbono separado con respecto a la velocidad de flujo de oxígeno, cuya medida es indicativa del contenido de carbono del baño en magnitudes bajas de carbono.

5. 35. Un método de acuerdo con la reivindicación 34, caracterizado por un indicador (463) con escala logarítmica para exhibir el contenido de carbono.

10. 36. Un método según la reivindicación 34, caracterizado por medios (138) para multiplicar la primera y la segunda señales y medios (480) para dividir la señal de productos mediante una señal ulterior que representa el equivalente de carbono de la velocidad de flujo de oxígeno para proporcionar una señal que representa el contenido de carbono.

15. 37. Un método de acuerdo con la reivindicación 36, caracterizado por medios para retardar la citada señal ulterior.

20. 38. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 20 a 37, caracterizado por medios para detener el flujo de oxígeno y para elevar la lanza cuando el contenido de carbono del baño cae a un valor predeterminado y/o la temperatura del baño se eleva a un



valor predeterminado.

39. Un método con su dispositivo, para producir acero a partir de un baño de hierro fundido.

5. Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva, que consta de 71 páginas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 12 AGO. 1966

p. a.

JAIME ISERN

Firmado: JOSE RODRIGUEZ

330198

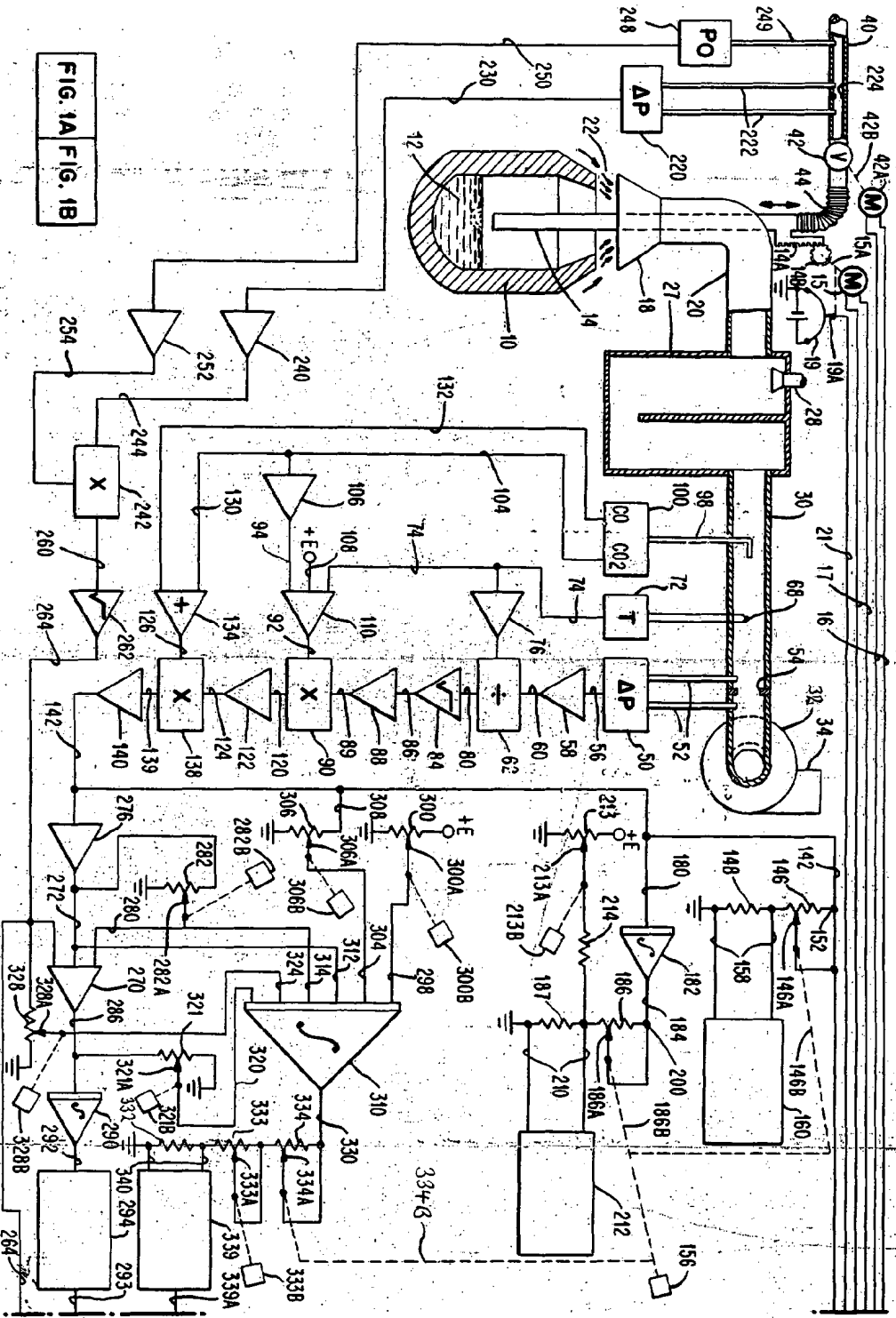


FIG. 1

FIG. 1A

FIG. 1A FIG. 1B

Model 12 AGO 1960
 Calme Ives
 Ericsson Case Konradutz

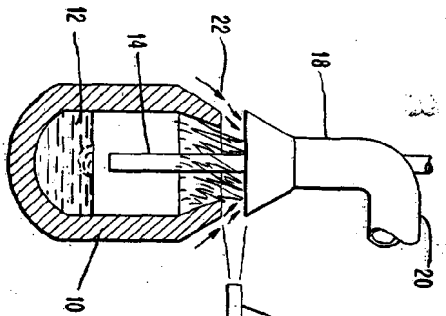


FIG. 2

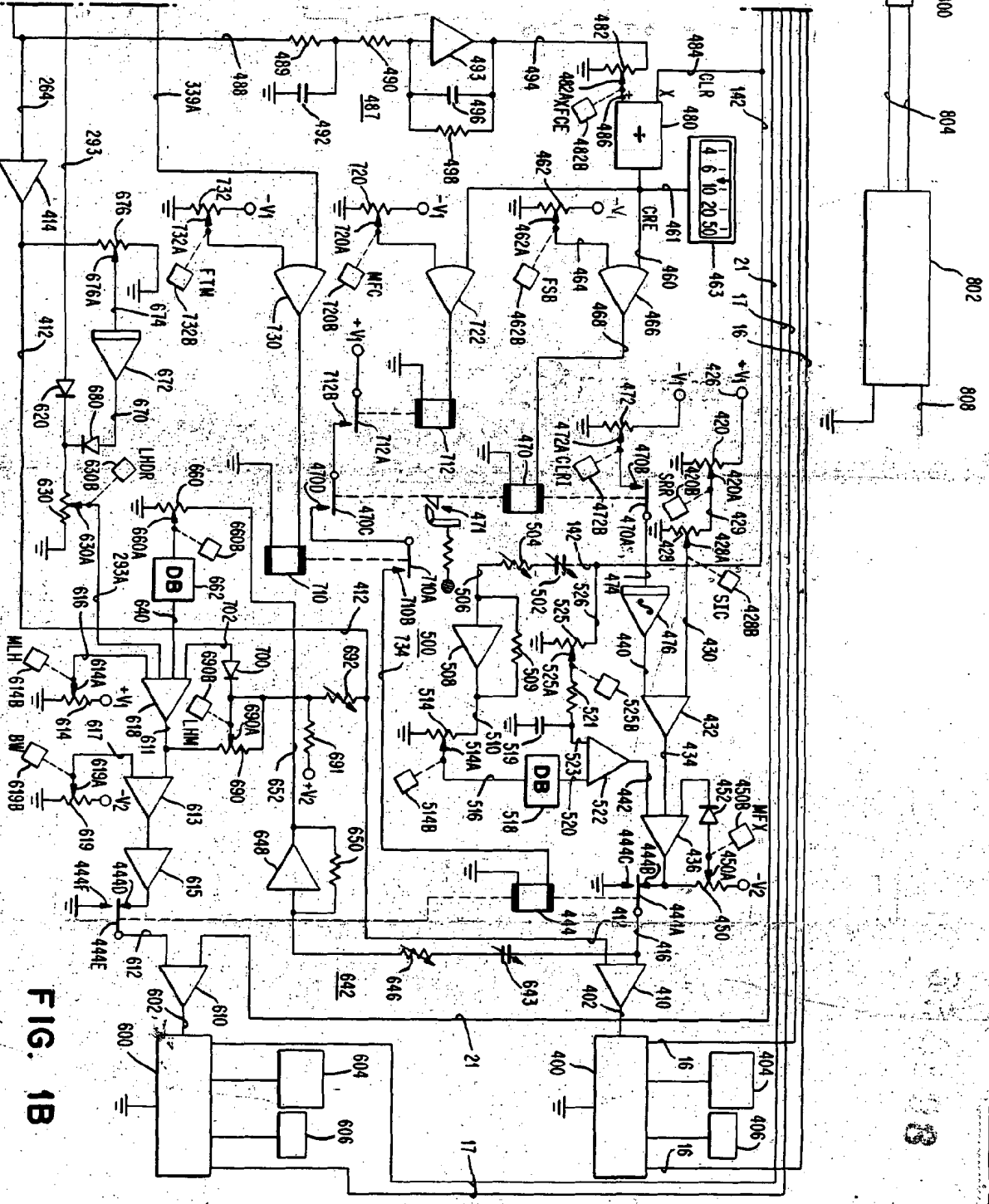


FIG. 1B



3

Made at 12 AED, 1966
 Jaime Lvert
 99

Drawn by JOSE RODRIGUEZ