

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 603**

51 Int. Cl.:

**F27B 9/36** (2006.01)

**F27B 9/40** (2006.01)

**F27D 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2007 E 07788815 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2029951**

54 Título: **Procedimiento de gestión de quemadores laterales de un horno de calentamiento**

30 Prioridad:

**01.06.2006 FR 0604887**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**08.07.2016**

73 Titular/es:

**COCKERILL MAINTENANCE & INGENIERIE S.A.  
(100.0%)  
Avenue Greiner 1  
4100 Seraing, BE**

72 Inventor/es:

**FERRAND, LUDOVIC;  
BRAUD, YVES;  
RENAULT, JEAN-LUC y  
CECCOTTI, ARNAUD**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 576 603 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de gestión de quemadores laterales de un horno de calentamiento

- 5 La invención se refiere a los hornos de calentamiento siderúrgicos continuos y, más concretamente, a la gestión de quemadores de estos hornos de calentamiento.

Antecedentes de la invención

- 10 Los hornos de calentamiento siderúrgicos permiten calentar a una temperatura adecuada semi-productos de acero, como desbastes, palanquillas, tochos, beam-blanks, lingotes, con objeto de preparar estos productos para operaciones de laminado, forjado, extrusión o, más generalmente, cualquier otra operación de formado en caliente.

- 15 Ya se han propuesto numerosos tipos de disposiciones para los quemadores que equipan los hornos de calentamiento. De este modo, se han propuesto quemadores denominados frontales, que están dispuestos por delante de nichos para quemadores de nivel inferior, o por delante de salientes de bóveda para quemadores de nivel superior. Los quemadores frontales forman entonces una fila de una pluralidad de quemadores dispuestos en una misma abscisa de la longitud del horno. La ventaja de estas disposiciones es el empleo de un aporte de calor sensiblemente homogéneo, pero con el inconveniente de una gran rigidez. En efecto, con las filas de quemadores  
20 dispuestos en saliente de bóveda, las llamas calientan varios productos siderúrgicos a la vez, en toda la anchura del horno durante el avance de los mismos, de manera que es prácticamente imposible tener distintas consignas entre un producto y otro, lo que impide toda flexibilidad en el modo de utilización del horno de calentamiento. Además, la longitud axial de los salientes de bóveda o de los nichos inferiores corresponde a una longitud que está perdida para el calentamiento, lo que reduce *de facto* la potencia de calentamiento susceptible de emplearse para una longitud  
25 dada. Finalmente, la estructura de estos hornos es relativamente onerosa, sobre todo para hornos de gran longitud con, además, el riesgo de cierta fragilidad de algunas partes del horno, en particular en la zona adyacente a salientes de bóveda, fragilidad que puede inducir un riesgo de rotura.

- 30 Se ha propuesto asimismo utilizar quemadores denominados de bóveda, que están asimismo dispuestos en filas transversales y estando integrados en la bóveda del horno. La ventaja con relación a la disposición con quemadores frontales es que se calienta la zona directamente subyacente a la bóveda, de manera que los productos siderúrgicos se calientan mediante radiación, sin impacto directo de las llamas en los productos. Esto permite mejorar la homogeneidad del calentamiento y obtener un funcionamiento aún más satisfactorio, considerando que el horno de calentamiento está muy lleno de productos siderúrgicos que calentar. Sin embargo, los quemadores de bóveda  
35 presentan varios inconvenientes, siendo el primero la emisión de contaminantes NOx resultantes de las llamas muy calientes emitidas por los quemadores de bóveda. Como los quemadores de bóveda emiten una llama esencialmente giratoria alrededor del eje del quemador, las velocidades de llamas permanecen en general bajas, de manera que no se puede evitar cierto confinamiento de los NOx en la zona alta del horno de calentamiento. Además, el uso de quemadores de bóveda se efectúa generalmente con una alimentación común a todos los quemadores de  
40 una misma fila o de un mismo grupo de filas adyacentes, de manera que queda excluido desacoplar los quemadores de bóveda. Esta ausencia de flexibilidad es especialmente desfavorable cuando se introducen en el horno de calentamiento productos de longitud transversal, notablemente inferior a la anchura del horno. En efecto, los productos siderúrgicos de pequeñas dimensiones están en general dispuestos a nivel del plano vertical medio del horno de calentamiento, de manera que las áreas laterales adyacentes a las paredes laterales del horno constituyen  
45 espacios sin productos que calentar y, por lo tanto, crean a nivel de estos espacios áreas de sobrecalentamiento que pueden revelarse peligrosas, en particular si la temperatura a nivel de estas áreas laterales alcanza temperaturas próximas a los 1.600 °C, ya que nos enfrentamos entonces a un riesgo de vitrificación irreversible del material refractario que constituye el recinto del horno. Finalmente, los quemadores de bóveda de una misma fila inducen un campo térmico que está esencialmente repartido en un plano vertical, de manera que queda excluido poder calentar  
50 simultáneamente varios productos siderúrgicos.

- Los referidos inconvenientes de los quemadores frontales y de los quemadores de bóveda han conducido a los diseñadores de hornos de calentamiento a inclinarse hacia el uso de quemadores laterales integrados en las  
55 paredes laterales del horno. En efecto, la ventaja directa de los quemadores laterales es poder alinear las llamas con los productos, de manera que es teóricamente posible tratar térmicamente cada producto con la llama situada en la misma abscisa en un instante dado.

- Por ejemplo, se puede hacer referencia al documento JP-10 168 514 A, que describe un horno con quemadores laterales inferiores y superiores dispuestos simétricamente con relación al plano vertical medio del horno. La  
60 enseñanza de este documento es simplemente que los quemadores inferiores y superiores (del tipo con acumulación de calor) están gestionados individualmente para mantener la temperatura reinante en la proximidad de cada quemador fija en un valor predeterminado.

- Entre los quemadores laterales, los quemadores inferiores, por referencia al nivel de circulación de los productos siderúrgicos en el horno de calentamiento, plantean sin embargo problemas en las áreas del horno donde la

cascarilla que cae de la cara inferior de los productos siderúrgicos forma un amontonamiento excesivo en la suela del horno, perturbando este amontonamiento la acción de los quemadores circundantes y obstaculizando la circulación de los humos.

5 Estas áreas se encuentran en particular cada vez que los productos siderúrgicos sufren un choque térmico y/o mecánico importante en el horno.

Estos importantes inconvenientes en un horno de calentamiento se entenderán mejor con la ayuda de la siguiente descripción de un horno del tipo tradicional con largueros tubulares, con referencia a las figuras 1 a 4.

10 Las figuras 1 y 2 ilustran un horno F de largueros tubulares, de diseño tradicional, que permite emplear un calentamiento de los productos siderúrgicos que circulan en dicho horno, afectando al mismo tiempo las caras superior e inferior de cada uno de los productos transportados.

15 El horno F comprende un recinto 10 calorífugo, cuyas paredes superior e inferior (o suela) llevan las referencias 11 y 12 y las paredes izquierda y derecha, con relación al sentido de avance de los productos siderúrgicos de referencia P en el túnel (sentido indicado por la flecha 100), llevan las referencias 13 y 14.

20 La figura 1, que es un corte según I-I de la figura 2, ilustra diversos equipamientos asociados al transporte de los productos siderúrgicos en el túnel, así como otros equipamientos exteriores asociados a la evacuación de los humos y al control del proceso, mientras que la figura 2, que es un corte según II-II de la figura 1, permite distinguir mejor la disposición de los quemadores laterales, previstos aquí tanto a nivel superior como inferior con referencia al nivel de transporte de los productos siderúrgicos P.

25 El recinto 10 comprende una zona corriente arriba de entrada en el horno 15 y una zona corriente abajo de salida del horno 16, que están equipadas con puertas no representadas aquí. Un sistema de entrada en el horno 17 conduce los productos P por calentar en la zona de entrada en el horno 15 y un sistema de salida del horno 18 evacua los productos P calentados a nivel de la zona de salida del horno 16.

30 El horno de calentamiento está equipado con medios de transporte con referencia 20 que permiten hacer avanzar los productos siderúrgicos P en el interior del túnel desde corriente arriba hacia corriente debajo de dicho túnel, con dichos productos siderúrgicos sometidos a la acción de los quemadores laterales para ser objeto del calentamiento progresivo deseado en el interior de su masa. Como se puede observar mejor en la figura 2, los productos siderúrgicos P son soportados por largueros móviles 21 y largueros fijos 22 dispuestos de forma alternada en la  
 35 dirección longitudinal del horno. Los largueros móviles 21 poseen quillas 23 que atraviesan la pared inferior 12 del horno y se fijan a una zapata 25 que reposa sobre un chasis 26. Los largueros fijos 22 poseen quillas 24 que están ancladas en la pared inferior 12 del recinto del horno. Como se puede observar mejor en la figura 1, el chasis 26 está equipado con una pluralidad de rodillos 27, 28, respectivamente intercalados entre el chasis 26 y la zapata 25 y entre el chasis 26 y de los apoyos 29 con plano inclinado 29.1. Los rodillos superiores 27 son arrastrados por medios  
 40 no representados aquí. Cuando se empuja el chasis 26 por medio de gatos, no representados aquí, a nivel de su extremo corriente arriba (como se esquematiza mediante una flecha), los rodillos inferiores 28 ruedan sobre los planos inclinados 29.1 de los apoyos 29, lo que induce una elevación de la zapata 25 y de los largueros móviles 21 y, en consecuencia, una elevación de los productos siderúrgicos P que reposan entonces únicamente sobre los denominados largueros móviles 21 al estar liberados de los largueros fijos 22. Los rodillos 27 son entonces  
 45 arrastrados y pueden proceder a un desplazamiento de un paso en la dirección longitudinal del horno del conjunto móvil así elevado y, por lo tanto, de los productos siderúrgicos soportados por este, tras lo cual se detienen los rodillos 27 y se desbloquea el chasis, de manera que los rodillos 28 vuelven a descender por los planos inclinados 29.1 de los apoyos 29, para una nueva posición axial del conjunto de productos siderúrgicos. Este procedimiento de transporte paso a paso, según un ciclo cuadrado o rectangular, es muy conocido en el ámbito de los hornos  
 50 siderúrgicos.

En lo que se refiere a los equipamientos exteriores del horno de calentamiento, se ha ilustrado aquí una chimenea corriente arriba 31 que sirve para la evacuación de los humos y cuya salida está unida a una red 32 de evacuación de los humos procedentes de la combustión, siendo aquí evacuados estos humos hacia medios de recuperación de  
 55 energía con, por ejemplo, un intercambiador de calor 33 que transmite la energía de los humos, evacuados después por una chimenea 34, al aire de combustión conducido por un ventilador 35 a través del intercambiador de calor 33. El control del proceso se garantiza desde un centro de control 38 que está unido especialmente, por una línea 37, a distintos termopares 36 integrados en la bóveda del recinto del horno, que sirven para vigilar la temperatura en distintas abscisas del horno con objeto de conformarse a una curva de calentamiento predeterminada en función de  
 60 los productos siderúrgicos afectados.

Los quemadores laterales que equipan el horno F permiten calentar al mismo tiempo la cara superior y la cara inferior de los productos siderúrgicos P al pasar al nivel de las llamas de dichos quemadores. Para una mejor  
 65 identificación de los distintos quemadores laterales que equipan el horno, se utilizará una referencia de dos letras seguidas por una cifra, siendo la G la primera letra para un quemador asociado a la pared lateral izquierda o la D

para un quemador asociado a la pared lateral derecha y siendo la segunda letra la S para un quemador lateral asociado al nivel superior, o la I para un quemador lateral asociado al nivel inferior, correspondiendo la cifra al índice 1, 2,... k,... n de la fila de quemadores sensiblemente dispuesta en un plano vertical común, desde corriente arriba hacia corriente abajo del horno. En este caso, se han representado siete filas de quemadores inferiores y superiores pero, naturalmente, solo se trata de un ejemplo, en la medida en que se podrá prever un número distinto de quemadores, o también prever dos o tres quemadores por paso de quillas en algunas zonas del horno. Con esta rotación, el corte de la figura 2 permite distinguir así cuatro quemadores laterales con, en el lado izquierdo, los quemadores GS2 y GI2 respectivamente superior e inferior y, en el lado derecho, los quemadores DS2 y DI2 respectivamente superior e inferior.

En algunas zonas del horno F, en particular allí donde los productos siderúrgicos son susceptibles de sufrir un choque térmico y/o mecánico importante, se asiste a una acumulación de la cascarilla que cae de la cara inferior de los productos siderúrgicos.

Este fenómeno, aunque conocido por los especialistas, se ha observado especialmente en los hornos que presentan al menos una zona donde los largueros tubulares están interrumpidos y desplazados lateralmente a nivel de esta interrupción con, en general, una imbricación de los extremos afectados a la manera de un peine.

Esta disposición al tresbolillo se ilustra en la figura 3, que es un corte del horno F por un plano horizontal, en la que solo se han representado los largueros móviles 21 para mayor claridad. Se distingue en la figura 3 una zona Z esquematizada en trazo discontinuo correspondiente a la zona de interrupción de los largueros móviles, con una imbricación de los extremos corriente abajo de los largueros corriente arriba 21 entre los extremos corriente arriba de los largueros corriente abajo 21'. Esto es interesante para igualar la temperatura en la longitud de los productos siderúrgicos: en efecto, los productos siderúrgicos P calentados presentan una alternancia de zonas sobrecalentadas (a nivel del apoyo en los largueros) y de zonas infra-calentadas (entre los largueros), de manera que la disposición al tresbolillo permite, en la transición, calentar más las zonas infra-calentadas y calentar menos las zonas sobrecalentadas. Se obtiene entonces un perfil de temperatura correspondiente a la curva T representada en la figura 3, cuya amplitud está fuertemente reducida, lo que significa una mayor homogeneidad de la temperatura en los productos P.

Una zona Z de acumulación de cascarilla puede encontrarse asimismo en otras partes del horno, más bien en la mitad corriente abajo del horno, en particular en la zona de salida del horno de los productos siderúrgicos calentados.

La figura 4, que es un corte según IV-IV de la figura 3, por lo tanto al nivel de la zona Z de desplazamiento lateral entre los largueros 21, 21' que soportan los productos siderúrgicos P, ilustra la amontonamiento de referencia C de la cascarilla que ha caído de la cara inferior de los productos P en la suela 12 del horno F.

Los quemadores laterales superiores GSk, DSk están representados en trazo discontinuo ya que no están directamente afectados. Por el contrario, los quemadores laterales inferiores GIk, DIk están directamente afectados. En efecto, a medida que el nivel del amontonamiento de cascarilla C se eleva, queda perturbada la acción de los quemadores inferiores GIk, DIk y también, en menor medida, la de los quemadores inferiores que les son directamente adyacentes, y la zona central de las piezas P está peor calentada. La circulación de los humos queda también estorbada por el obstáculo que constituye el amontonamiento de cascarilla C.

En consecuencia, es necesario efectuar una limpieza periódica del horno. Además, la duración de la campaña entre dos descascarillados queda *de facto* acortada, ya que se debe detener el horno durante alrededor de ocho días (con tres días para enfriar el horno y tres días para calentar el horno).

#### Objeto de la invención

La invención tiene por objeto diseñar un procedimiento de gestión de quemadores laterales de un horno de calentamiento siderúrgico que permite paliar los inconvenientes referidos, especialmente luchar contra la formación de un amontonamiento excesivo de cascarilla en la suela del horno.

La invención tiene asimismo por objeto diseñar un procedimiento de gestión de estos quemadores laterales, que tiene en cuenta la demanda calorífica, siendo esta muy importante, por ejemplo, al arrancar de nuevo el horno.

#### Descripción general de la invención

El problema técnico referido se resuelve de conformidad con la invención gracias a un procedimiento de quemadores laterales de un horno de calentamiento siderúrgico, comprendiendo el horno una pluralidad de quemadores laterales dispuestos para calentar productos siderúrgicos que circulan desde un extremo hasta el otro de dicho horno, caracterizado porque la gestión afecta al primer y al segundo quemador enfrentados esencialmente a al menos un par de quemadores laterales inferiores, en referencia al nivel de circulación de los productos

- siderúrgicos en el horno, en una zona Z del horno correspondiente a una acumulación de la cascarilla que cae de dichos productos en la suela del horno, con la llama de dichos primer y segundo quemador dirigida hacia dicha acumulación de cascarilla, y la gestión es tal que el primer y el segundo quemador están encendidos preferentemente de forma alternada, de manera que la alternancia de la acción mecánica ejercida por su llama favorece el esparcimiento de la cascarilla en la suela del horno, con dichos primer y segundo quemador dimensionados al efecto para desarrollar una potencia de calentamiento superior a la de los demás quemadores laterales, que solo sirven para calentar los productos siderúrgicos que circulan en el horno, conforme a la reivindicación 1.
- Preferentemente, la gestión del primer y el segundo quemador es independiente de la gestión de los demás quemadores laterales del horno y solo se inicia cuando la acumulación de cascarilla en la suela del horno induce una perturbación considerada excesiva sobre la acción de los quemadores adyacentes a la zona Z.
- La referida zona Z puede ser una zona de desplazamiento lateral entre largueros que soportan los productos siderúrgicos, o también una zona de salida del horno.
- De conformidad con una característica particularmente ventajosa, la gestión del primer y el segundo quemador es en modo impulso y en función de la demanda calorífica del par de quemadores afectado con, cuando dicha demanda calorífica supera un umbral predeterminado, un tiempo determinado de recuperación durante el que el primer y el segundo quemador de dicho par están ambos encendidos.
- Preferentemente, cuando la demanda calorífica es inferior a dicho umbral predeterminado, el apagado del segundo quemador encendido del par afectado coincide sensiblemente con el fin del tiempo de ciclo entre dos encendidos sucesivos del primer quemador, de manera a minimizar el tiempo de recuperación durante el que el primer y el segundo quemador están ambos encendidos.
- También ventajosamente, cuando la demanda calorífica es inferior a dicho umbral predeterminado, el primer y el segundo quemador del par afectado están encendidos exclusivamente de forma alternada durante la totalidad del tiempo de ciclo.
- Entonces, en particular, cuando la demanda calorífica es inferior a dicho umbral predeterminado, el primer y el segundo quemador del par afectado se apagan durante un tiempo determinado después del apagado del primer quemador encendido y antes del encendido del segundo quemador apagado. Se podrá prever entonces que el primer y el segundo quemador del par afectado se apagan durante otro tiempo determinado, o que el apagado del segundo quemador encendido del par afectado coincide sensiblemente con el final del tiempo de ciclo entre dos encendidos sucesivos del primer quemador.
- Además, finalmente, se podrá prever que el umbral predeterminado asociado a la demanda calorífica es del orden del 50 %.
- Otras características y ventajas de la invención aparecerán con mayor claridad mediante la lectura de la siguiente descripción, con referencia a las figuras 5 a 11 de los dibujos adjuntos.
- Descripción de los dibujos
- la figura 1 es un corte longitudinal de un horno de calentamiento con largueros tubulares del tipo tradicional, y la figura 2 es un corte transversal según la línea II-II de la figura 1 de este horno de largueros tubulares;
  - la figura 3 es una vista desde arriba del horno en corte longitudinal que ilustra una zona Z con desplazamiento lateral de largueros, que es una zona privilegiada para la caída de la cascarilla en la suela del horno;
  - la figura 4 es un corte según IV-IV de la figura 3, que muestra la acumulación de cascarilla en la parte central de la zona Z referida;
  - las figuras 5 y 6 son vistas en corte análogas a la de la figura 4, que ilustran el procedimiento de gestión según la invención del par afectado de quemadores laterales inferiores, con la acción mecánica alterna de las llamas sobre la acumulación de cascarilla;
  - las figuras 7 y 8 son diagramas que ilustran la gestión de los quemadores inferiores asociados al descascarillado, respectivamente en el caso de una escasa demanda calorífica y de una fuerte demanda calorífica;
  - la figura 9 ilustra una variante de la gestión en caso de fuerte demanda calorífica;
  - las figuras 10 y 11 ilustran finalmente otras dos variantes de funcionamiento en caso de escasa demanda calorífica.

Descripción detallada de los modos de realización preferentes de la invención

5 A continuación, se describe con mayor detalle el procedimiento de gestión en modo impulso de los quemadores laterales inferiores asociados a la acción de descascarillado conforme a la invención.

En su definición más general, el procedimiento de gestión de los quemadores laterales inferiores asociados a la acción de descascarillado conforme a la invención.

10 En su definición más general, el procedimiento de gestión se refiere al primer y al segundo quemador que se encuentran esencialmente enfrentados a al menos un par de quemadores laterales inferiores en la zona Z del horno correspondiente a una acumulación de cascarilla C que cae de los productos siderúrgicos en la suela del horno, con la llama del primer y del segundo quemador dirigida hacia dicha acumulación de cascarilla, y la gestión es tal que el primer y el segundo quemador se encienden preferentemente de forma alternada, de manera que la alternancia de la acción mecánica ejercida por su llama favorece el esparcimiento de la cascarilla en la suela del horno.

En las figuras 5 y 6, se ha ilustrado esta acción alternada de los quemadores de descascarillado conforme a una característica esencial de la invención.

20 En la figura 5, el primer quemador G1k está encendido y el segundo quemador D1k está apagado. La llama del quemador G1k está dirigida hacia el amontonamiento de cascarilla C, y la acción mecánica de esta llama actúa directamente en una zona CG del amontonamiento de cascarilla.

25 En la figura 6, el segundo quemador D1k está encendido y el primer quemador G1k está apagado. La llama del quemador D1k está dirigida hacia el amontonamiento de cascarilla C y la acción mecánica de esta llama actúa directamente sobre una zona CD del amontonamiento de cascarilla.

30 Se entiende entonces que la alternancia del encendido de los quemadores G1k, D1k favorece el esparcimiento de la cascarilla en la suela 12 del horno. Los posibles quemadores superiores GSk, DSk podrán gestionarse de forma continua o alternada según las necesidades.

35 Los quemadores de descascarillado podrán formar parte de los quemadores de calentamiento con, entonces, una gestión dedicada, donde serán quemadores exclusivamente reservados para el descascarillado con, entonces, una gestión que es independiente de la gestión de los demás quemadores laterales del horno. La ventaja de utilizar quemadores especialmente dedicados al descascarillado es que se pueden prever quemadores dimensionados para desarrollar una potencia de calentamiento superior a la de los demás quemadores laterales, que solo sirven para calentar los productos siderúrgicos que circulan en el horno. Por supuesto, se podrá utilizar más de un par de quemadores dedicados al descascarillado, especialmente en áreas con fuerte concentración de cascarilla.

40 Preferentemente, la gestión de los quemadores de descascarillado solo se activa cuando la acumulación de cascarilla en la suela del horno induce una perturbación considerada excesiva sobre la acción de los quemadores adyacentes a la zona Z.

45 Como se ha indicado anteriormente, la zona denominada "zona Z" podrá ser otra zona del horno, en particular la zona de salida del horno donde los productos siderúrgicos sufren siempre un choque térmico y/o mecánico más o menos importante.

50 Por otra parte, es interesante prever que la gestión de los quemadores de descascarillado G1k, D1k es en modo impulso, es decir todo o nada, y función de la demanda calorífica del par de quemadores afectado.

Se recuerda que la "demanda calorífica" corresponde a la relación entre el tiempo de encendido de un quemador y el tiempo de ciclo, cuyo tiempo de ciclo corresponde a la duración entre dos encendidos sucesivos de un mismo quemador, por ejemplo el primer quemador del par de quemadores afectado.

55 La gestión en función de la demanda calorífica permite tener en cuenta situaciones particulares, por ejemplo un nuevo arranque del horno para el que la demanda calorífica es muy elevada, o también en caso de acumulaciones de cascarilla que son variables debido al calentamiento de distintos productos siderúrgicos.

60 Preferentemente, cuando la demanda calorífica supera un umbral predeterminado, la gestión de los quemadores de descascarillado impone un tiempo  $\Delta t$  de recuperación durante el que el primer y el segundo quemador del par afectado están encendidos.

A continuación, se hace referencia a las figuras 7 a 11, que ilustran diversos modos de ejecución de este procedimiento de gestión en modo impulso, con alternancia de los quemadores de descascarillado.

65

En los diagramas de las figuras 7 a 11 se ha ilustrado un funcionamiento en todo o nada, conforme al modo impulso, con los quemadores bien encendidos, bien apagados, correspondiendo el encendido a una ordenada constante durante una duración determinada y el apagado a una ordenada nula. Para el o los quemadores de la izquierda, la potencia de calentamiento lleva la referencia Qg, mientras que para el o los quemadores de la derecha, la potencia de calefacción lleva la referencia Qd. El intervalo de tiempo máximo representado, limitado por una línea vertical discontinua, corresponde a la duración del tiempo de ciclo, es decir al intervalo de tiempo que separa dos encendidos sucesivos del o de los primeros quemadores, en este caso los quemadores de la izquierda.

En la presente descripción, se entiende por “escasa demanda” una demanda calorífica (DC) inferior a un umbral predeterminado, por ejemplo del orden del 50 %. Por encima de este umbral predeterminado, se considerará que la demanda calorífica (DC) se denomina “fuerte”.

En la figura 7, la situación es la de una escasa demanda calorífica (DC), de manera que los rectángulos sombreados correspondientes al encendido de los quemadores de la izquierda o de la derecha son de escasa longitud.

Preferentemente, la gestión se elegirá de tal manera que el primer y el segundo quemador del par o de cada par corriente arriba afectado se enciendan exclusivamente en alternancia durante la totalidad del tiempo de ciclo. Se observa entonces un intervalo de tiempo de referencia  $\Delta t_1$  durante el que el primer y el segundo quemador de cada par están apagados. El intervalo  $\Delta t_1$ , que es más o menos largo, separa por lo tanto el apagado del o de los primeros quemadores encendidos del encendido del o de los segundos quemadores apagados. Se observa asimismo en la figura 7 que el apagado del o de los segundos quemadores encendidos del par o de cada par corriente arriba afectado coincide sensiblemente con el fin del tiempo de ciclo entre dos encendidos sucesivos del primer quemador ( $\Delta t_2=0$ ). Esto solo constituye un caso particular y se ha ilustrado en la figura 10 una variante en la que, aun teniendo un encendido exclusivamente en alternancia durante la totalidad del tiempo de ciclo, se observa un intervalo de tiempo de referencia  $\Delta t_2$  durante el que el primer y el segundo quemador del par o de cada par corriente arriba están encendidos tras el apagado del segundo quemador encendido.

La alternancia exclusiva que se acaba de describir para el caso de un funcionamiento con escasa demanda calorífica aparece como la más ventajosa según las simulaciones efectuadas por la solicitante. Sin embargo, la invención no se limita a este modo de gestión y se podrá prever, como variante, un tiempo de recuperación  $\Delta t$  durante el que el o los primeros y el o los segundos quemadores están todos encendidos. Esta variante se ilustra en la figura 11. Es fácil entender que esta variante es a priori ligeramente menos eficiente que la gestión según la figura 7 o la figura 10, en la medida en que el tiempo de recuperación  $\Delta t$  corresponde a una acción simétrica simultánea de las llamas de los dos quemadores, lo que “rompe” menos el amontonamiento de cascarilla, de manera que este tiempo de recuperación  $\Delta t$  deberá, en la práctica, reducirse al mínimo.

La figura 8 corresponde a un modo de funcionamiento en caso de fuerte demanda calorífica (DC), por ejemplo superior al 50 %.

La longitud de cada rectángulo sombreado correspondiente a un período de encendido del o de los quemadores de la izquierda o de la derecha es entonces más larga que anteriormente. En este caso, de conformidad con una característica de la invención, existe un tiempo  $\Delta t$  de recuperación durante el que el primer y el segundo quemador del par o de cada par corriente arriba afectado están ambos encendidos.

Las simulaciones efectuadas por la solicitante tienden a mostrar que los mejores resultados se obtienen efectivamente minimizando el referido intervalo de recuperación  $\Delta t$ . Esta optimización corresponde al diagrama de la figura 8, para el que el apagado del segundo quemador encendido del par o de cada par corriente arriba afectado coincide sensiblemente con el fin del tiempo de ciclo. Esto corresponde a una hipótesis en la que el intervalo de tiempo  $\Delta t_2$  es nulo.

Naturalmente, se podrá prever como variante un intervalo de tiempo  $\Delta t_2$  no nulo, es decir un intervalo de tiempo durante el que el primer y el segundo quemador del par o de cada par corriente arriba afectado están apagados tras el apagado del segundo quemador encendido. Esta hipótesis se ilustra en la figura 9. Sin embargo, en este caso, cuanto más importante sea la demanda calorífica, mayor será el intervalo de recuperación  $\Delta t$ , y se tenderá entonces a perder cada vez más las ventajas de la alternancia debido a una excesiva recuperación.

Más adelante, los diagramas de las figuras 7 y 8, correspondientes respectivamente a un funcionamiento con escasa y fuerte demanda calorífica (DC), ilustran una gestión que se considera óptima en relación con las simulaciones efectuadas por la solicitante.

Por lo tanto, se ha conseguido diseñar un modo de gestión de los quemadores laterales inferiores asociados a una o varias zonas del horno con fuerte acumulación de cascarilla en la suela de dicho horno que favorece el esparcimiento de la cascarilla en dicha suela, y ello en función de las necesidades, a la vez que se conserva la máxima flexibilidad para el funcionamiento del horno.

Además de las ventajas directas relativas a la disminución de las perturbaciones inducidas por un amontonamiento excesivo de cascarilla en la suela del horno y a la mejora del escape de los humos, la invención proporciona un notable aumento de las duraciones de campaña entre dos descascarillados del horno de calentamiento, ya que la cascarilla tarda más tiempo en alcanzar el nivel de llenado máximo admisible.

5

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión de quemadores laterales de un horno de calentamiento siderúrgico, comprendiendo el horno una pluralidad de quemadores laterales dispuestos para calentar productos siderúrgicos que circulan de un extremo al otro de dicho horno, caracterizado porque la gestión afecta al primer y al segundo quemador que están esencialmente enfrentados (G1k, D1k) a al menos un par de quemadores laterales inferiores, en referencia al nivel de circulación de los productos siderúrgicos en el horno, en una zona (Z) del horno correspondiente a una acumulación de cascarilla que cae de dichos productos en la suela del horno, con la llama de dicho primer y segundo quemador dirigida hacia dicha acumulación de cascarilla (C), y la gestión es tal que el primer y el segundo quemador (G1k, D1k) están encendidos preferentemente de forma alternada, de manera que la alternancia de la acción mecánica ejercida por su llama favorece el esparcimiento de la cascarilla en la suela del horno, con dichos primer y segundo quemador dimensionados al efecto para desarrollar una potencia de calentamiento superior a la de los demás quemadores laterales, que solo sirven para calentar los productos siderúrgicos que circulan en el horno.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la gestión del primer y el segundo quemador (G1k, D1k) es independiente de la gestión de los demás quemadores laterales del horno y solo se activa cuando la acumulación de cascarilla en la suela del horno induce una perturbación considerada excesiva sobre la acción de los quemadores adyacentes a la zona (Z).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque la zona (Z) es una zona de desplazamiento lateral entre largueros (21, 21') que soportan los productos siderúrgicos.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque la zona (Z) es una zona de salida del horno.
5. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque la gestión del primer y del segundo quemador (G1k, D1k) es en modo impulso y función de la demanda calorífica del par de quemadores afectado con, cuando dicha demanda supera un umbral predeterminado, un tiempo ( $\Delta t$ ) de recuperación durante el que el primer y el segundo quemador de dicho par están ambos encendidos.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque cuando la demanda calorífica es inferior a dicho umbral predeterminado, el apagado del segundo quemador encendido (D1k) del par afectado coincide sensiblemente con el fin del tiempo de ciclo entre dos encendidos sucesivos del primer quemador (G1k), para minimizar el tiempo de recuperación ( $\Delta t$ ) durante el que el primer y el segundo quemador (G1k, D1k) están ambos encendidos.
7. Procedimiento según la reivindicación 5 o la reivindicación 6, caracterizado porque cuando la demanda calorífica es inferior a dicho umbral predeterminado, el primer y el segundo quemador (G1k, D1k) del par afectado están encendidos exclusivamente de forma alternada durante la totalidad del tiempo de ciclo.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque cuando la demanda calorífica es inferior a dicho umbral predeterminado, el primer y el segundo quemador (G1k, D1k) del par afectado están apagados durante un tiempo ( $\Delta t_1$ ) tras el apagado del primer quemador encendido (G1k) y antes del encendido del segundo quemador apagado (D1k).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque cuando la demanda calorífica es inferior a dicho umbral predeterminado, el primer y el segundo quemador (G1k, D1k) del par afectado están apagados durante un tiempo ( $\Delta t_2$ ).
10. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque, cuando la demanda calorífica es inferior a dicho umbral predeterminado, el apagado del segundo quemador encendido (D1k) del par afectado coincide sensiblemente con el fin del tiempo de ciclo entre dos encendidos sucesivos del primer quemador (G1k).
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 10, caracterizado porque el umbral predeterminado asociado a la demanda calorífica es del orden del 50 %.

FIG.1

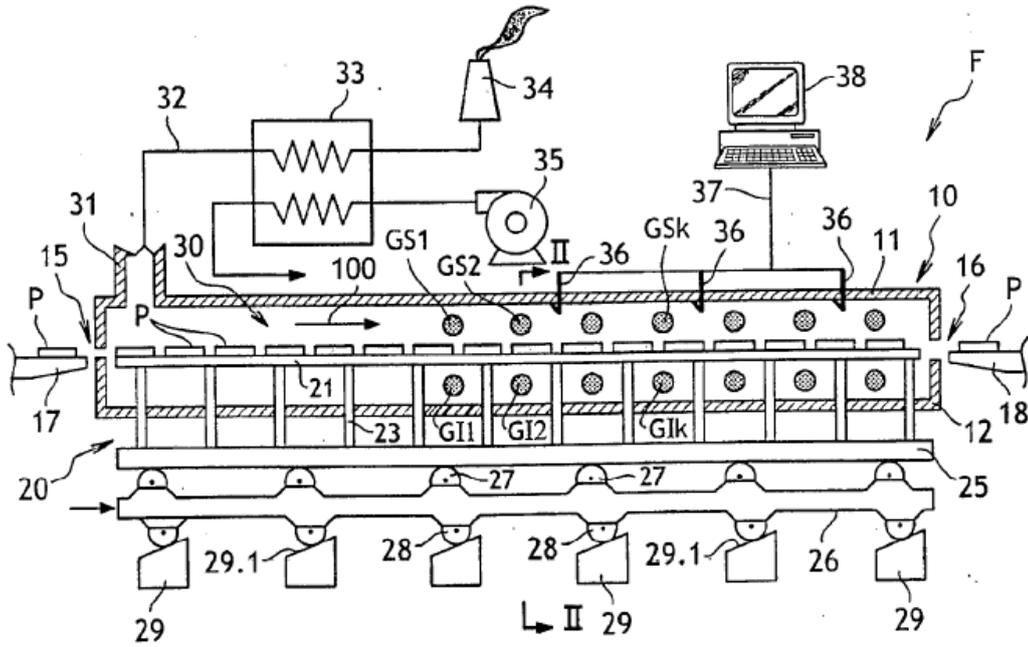


FIG.2

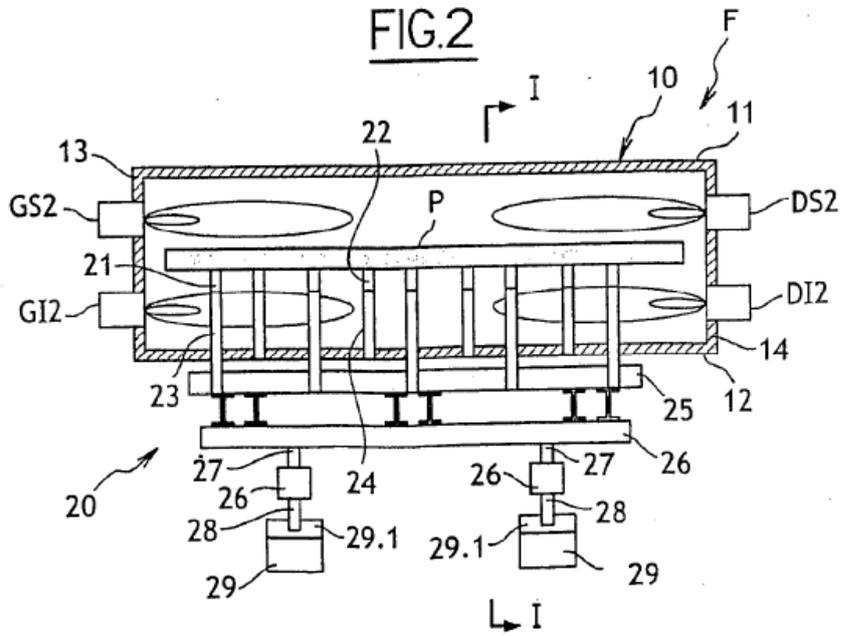


FIG.3

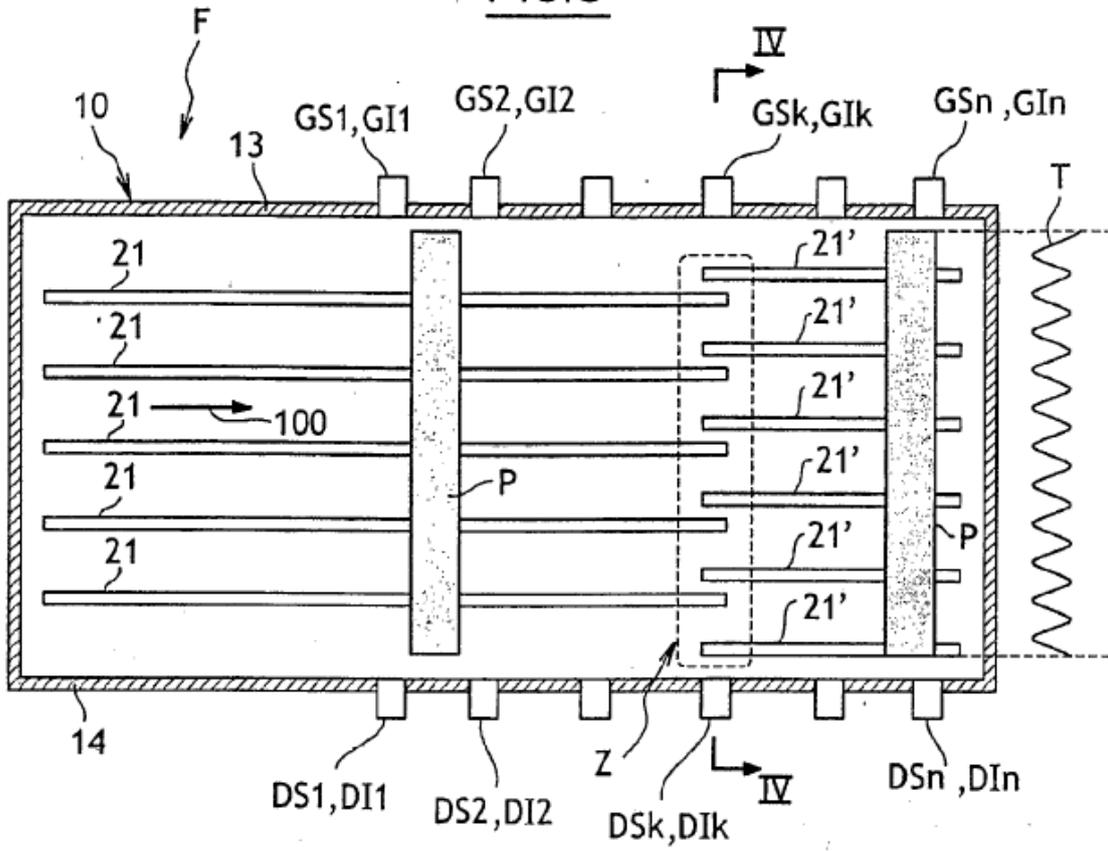


FIG.4

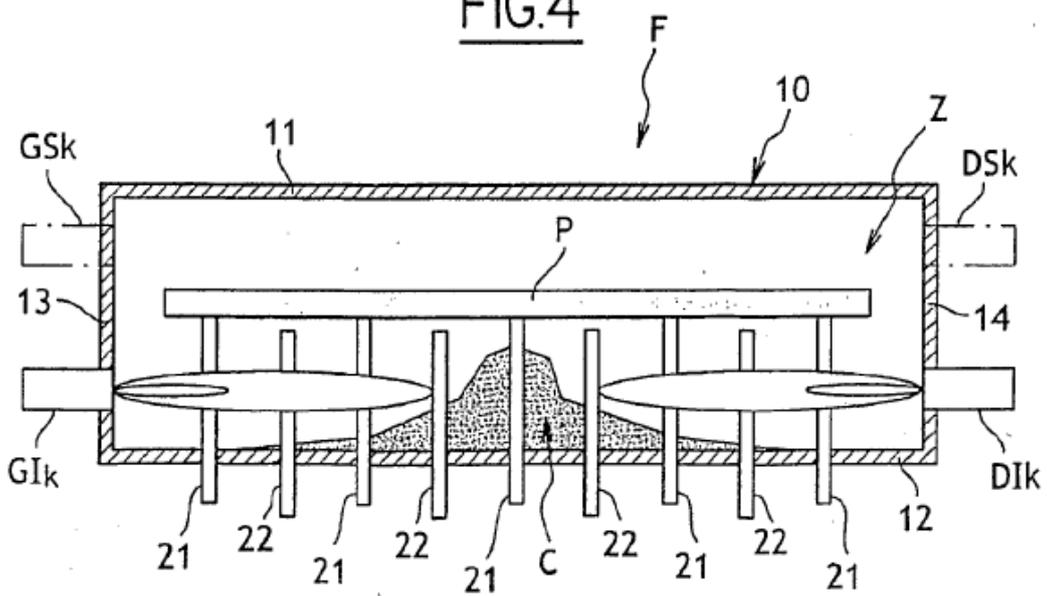


FIG.5

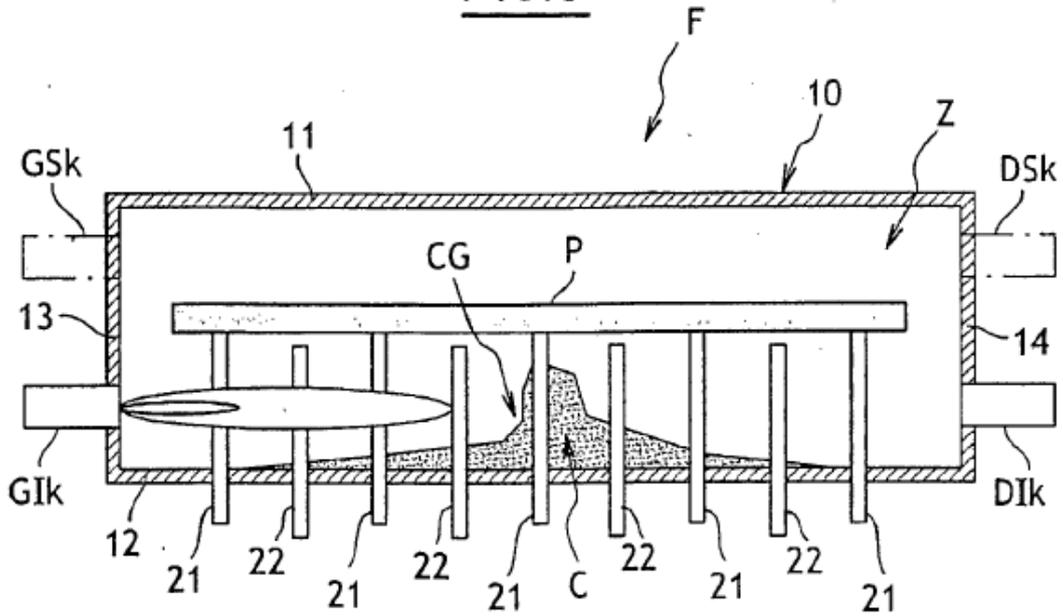


FIG.6

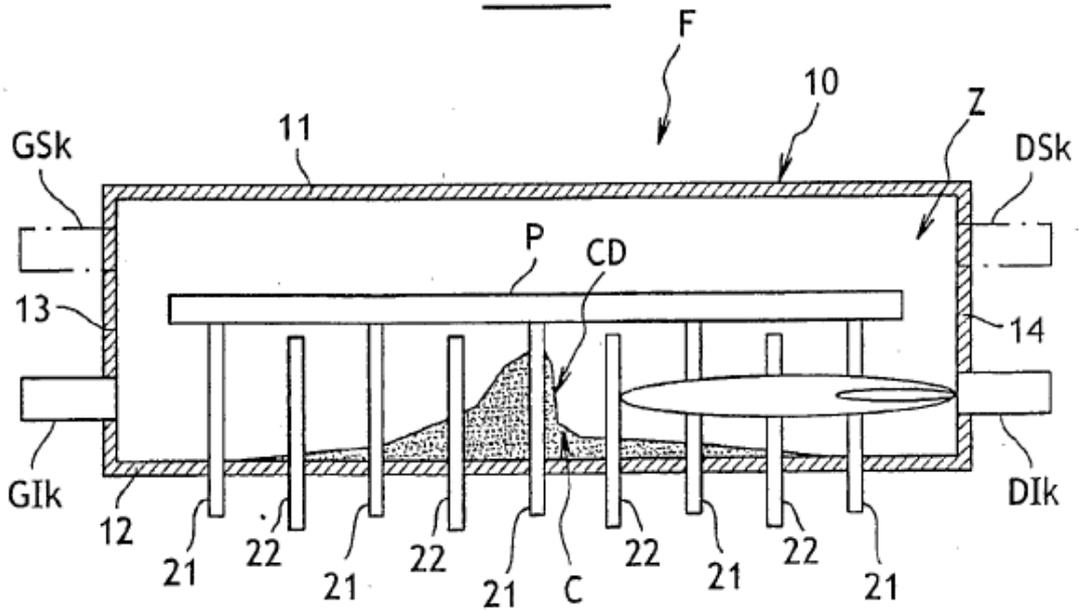


FIG.7

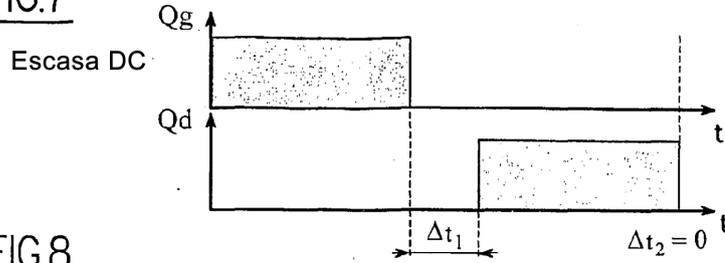


FIG.8

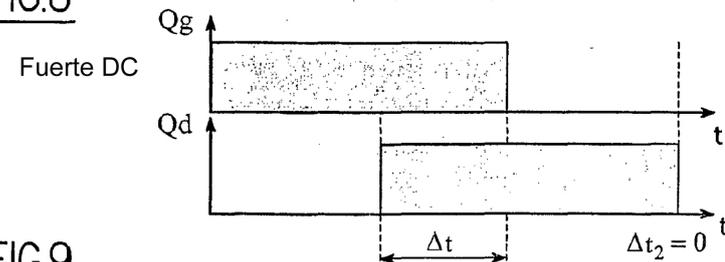


FIG.9

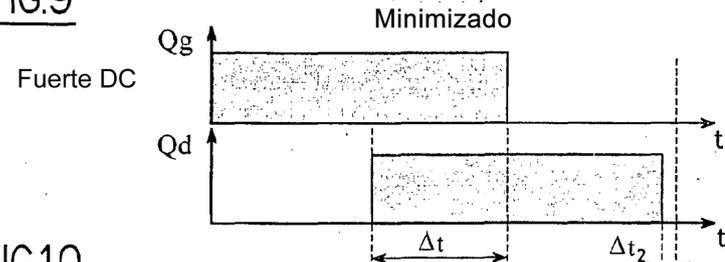


FIG.10

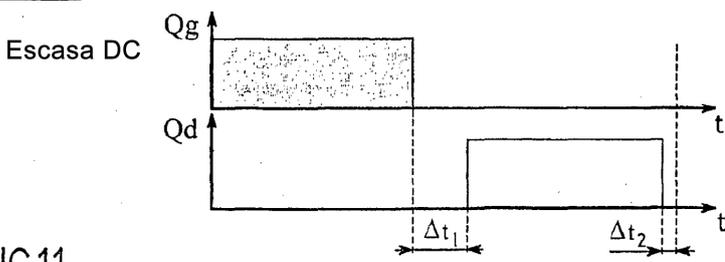


FIG.11

