



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 341 145**

⑤1 Int. Cl.:

F27B 3/18 (2006.01)

F27B 3/28 (2006.01)

F27D 19/00 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **08154921 .4**

⑨6 Fecha de presentación : **22.04.2008**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1985952**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2008**

⑤4 Título: **Procedimiento para el control de la alimentación de la carga de metal en hornos eléctricos de arco.**

③0 Prioridad: **26.04.2007 IT UD07A0075**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.06.2010

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.06.2010

⑦3 Titular/es: **DANIELI AUTOMATION S.p.A.**
Via Bonaldo Stringher 4
33042 Buttrio, Udine, IT

⑦2 Inventor/es: **Della Vedova, Ferruccio y**
Ometto, Marco

⑦4 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 341 145 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 para el control de la alimentación de la carga de metal en hornos eléctricos de arco.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para el control de la alimentación de la carga de metal, en particular chatarra u otros, en hornos eléctricos de arco.

10 Más particularmente, la invención se refiere a un procedimiento para controlar los tiempos de alimentación de la carga de metal en un horno eléctrico de arco, que permite reducir alteraciones y perturbaciones principalmente de tipo eléctrico, haciendo máxima al mismo tiempo la velocidad de carga y, por lo tanto, la productividad total del horno.

15 La invención se aplica particularmente, pero no de forma exclusiva, a sistemas para la alimentación de chatarra con carga continua, si bien su utilización no queda excluida para sistemas de alimentación intermitente, por ejemplo del tipo realizado con cubetas o cestas.

20 El documento GB-A- 2088904 da a conocer un procedimiento para controlar la alimentación de una carga de metal en un horno, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación principal.

Antecedentes de la invención

25 En un horno eléctrico de arco para la fusión de metales, la chatarra puede ser alimentada o bien de forma intermitente, por ejemplo con cubetas que cargan de manera cíclica con una temporización predeterminada, correlacionada con la duración del ciclo de fusión, o bien de forma continua, normalmente por medio de una cinta transportadora que tiene el extremo de salida conectado al interior del horno.

30 Es sabido que a efectos de aumentar la productividad del horno se desea conseguir una velocidad de carga de la chatarra lo más elevada posible, a efectos de obtener la máxima cantidad de metal fundido en el menor tiempo posible.

También es conocido que toda carga de chatarra dentro del horno determina un efecto negativo en la medida en la que el arco eléctrico queda recubierto por la escoria esponjosa que cubre el baño de metal líquido.

35 En otras palabras, la chatarra que se carga tiene un efecto de interrupción del nivel de recubrimiento que ejerce la escoria sobre el arco eléctrico; esto significa que en el caso de solamente una cobertura parcial del arco, o incluso sin cobertura en absoluto, una parte mayor o menor de la energía irradiada por el arco es dispersada hacia las paredes y la bóveda del horno, que provoca pérdida de rendimiento energético en el horno.

40 En estos casos, cuando se observa una reducción en el grado de recubrimiento del arco eléctrico, se interrumpe la introducción de chatarra, o por lo menos se hace más lenta, a efectos de permitir el reestablecimiento de un estado de reposo dentro del horno que permite volver a un nivel aceptable de recubrimiento del arco eléctrico.

45 No obstante, en la actualidad la verificación del estado de recubrimiento del arco eléctrico se basa en técnicas empíricas o simplemente visuales, las cuales no son fiables y en gran medida dependen de la experiencia y habilidad de los operarios.

50 Todo ello puede provocar, por una parte, una reducción innecesaria de la velocidad de alimentación, si se desea garantizar el mantenimiento de un elevado rendimiento energético y, por otra parte, reducciones en el rendimiento energético, si se desea mantener en cualquier caso una elevada velocidad de carga de la chatarra en el horno.

55 Es, por lo tanto, un objetivo de la presente invención conseguir un procedimiento para controlar la alimentación de la carga de metal en el horno eléctrico de arco que permite garantizar un control fiable, normalizado, repetible y objetivo de las condiciones de recubrimiento del arco eléctrico, a efectos de condicionar la velocidad de carga de la chatarra en el horno, haciendo máximo, por lo tanto, el rendimiento de la producción.

La solicitante ha diseñado, probado y realizado la presente invención para conseguir el objetivo indicado, así como otras ventajas.

60 Resumen de la invención

La presente invención se define y caracteriza en la reivindicación independiente, mientras que las reivindicaciones dependientes describen variantes del concepto inventivo principal.

65 De acuerdo con la invención, el solicitante ha descubierto que el nivel de recubrimiento del arco eléctrico en un horno de fusión está correlacionado con la tendencia de las fluctuaciones de las cantidades de electricidad alimentada al horno, en particular la tensión.

Más particularmente, se ha descubierto, de modo sorprendente, que el grado de recubrimiento del arco eléctrico está correlacionado íntimamente con el contenido de armónicos de la tensión de alimentación, y en particular con el número de armónicos pares presentes en la señal de tensión.

5 El procedimiento, de acuerdo con la invención, da a conocer, por lo tanto, la definición, en primer lugar, de un índice de recubrimiento. Para calcularlo se toman en consideración los armónicos presentes en la tensión de alimentación y, en una solución preferente, sólo los armónicos pares presentes en dicha tensión de alimentación.

10 En el procedimiento, según la presente invención, se definen dos umbrales, respectivamente un umbral inferior y un umbral superior, definiendo valores límites que corresponden respectivamente a una situación en la que el arco eléctrico está recubierto cuando dicho índice de recubrimiento se encuentra por debajo del umbral mínimo y una situación en la que no existe recubrimiento, cuando el índice se encuentra por encima del umbral máximo.

15 Cuando el índice de recubrimiento, medido de forma continua o a intervalos, durante un ciclo de funcionamiento del horno, llega por debajo del umbral mínimo la velocidad de alimentación de la carga de metal se incrementa; por el contrario, si el índice supera un umbral máximo, la velocidad de alimentación se reduce.

20 En particular, una forma evolucionada de la invención prevé que si el índice de recubrimiento permanece por debajo del umbral mínimo durante un tiempo predeterminado, también después de un primer incremento de la velocidad, la velocidad se incrementa adicionalmente, por ejemplo, en un valor predeterminado y a intervalos pre-establecidos.

25 Por el contrario, si el índice de recubrimiento se encuentra por encima del umbral máximo, la velocidad se reduce progresivamente, por ejemplo, con reducciones sucesivas en un valor pre-establecido, hasta que el valor llega, como mínimo, a encontrarse dentro del intervalo definido entre los dos umbrales.

De acuerdo con una solución de la invención, cuando el índice de recubrimiento está comprendido entre los dos umbrales, la velocidad de alimentación se mantiene sustancialmente constante en un valor funcional pre-establecido.

30 La distancia entre los dos umbrales se puede escoger del modo deseado e indica una situación de recubrimiento suficiente para mantener una velocidad de trabajo predeterminada.

35 Por lo tanto, con la presente invención, la velocidad de alimentación de la carga de metal dentro del horno es siempre sustancialmente la máxima velocidad permitida por las condiciones reales de recubrimiento del arco eléctrico que se encuentran dentro del horno, de manera que de esta forma la productividad global puede ser optimizada.

Breve descripción de los dibujos

40 Los dibujos adjuntos muestran un ejemplo no limitativo de una realización preferente de la invención.

En los dibujos:

45 - la figura 1 muestra una vista esquemática de un horno eléctrico para la fusión de metales mostrando el sistema de alimentación eléctrica y el sistema de alimentación de la carga de metal;

- la figura 2 es un diagrama de bloques de una realización de un procedimiento, de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de una forma preferente de realización

50 Haciendo referencia a la figura 1, el numeral de referencia (10) indica un horno de arco eléctrico alimentado con corriente alterna, dentro del cual están dispuestos los electrodos (11) (se ha mostrado solamente uno de ellos en los dibujos).

55 Si bien la figura 1 se refiere a un horno alimentado con corriente alterna, se comprenderá que la invención es aplicable asimismo, con las adaptaciones apropiadas que se encuentran dentro de los conocimientos de los técnicos en la materia, a hornos alimentados con corriente continua.

60 Los electrodos superiores (11) son controlados mediante un sistema de control de posición (13) conectado en retroalimentación a una unidad de regulación (15) que gestiona el funcionamiento del horno (10).

La potencia eléctrica para el horno es tomada de una línea de alimentación de tensión media (16) y transformada mediante el transformador adecuado (17).

65 Más abajo de la línea de alimentación (16) existen unidades de medición (20) y (21) que envían sus señales a la unidad de control (15) por medio de la cual es posible controlar el perfil de la potencia facilitada al horno (10) mediante los electrodos (11).

Además, más abajo del transformador (17) existe otra unidad de medición (23) adecuada para transmitir a la unidad de control (15) la información relativa a la cantidad de electricidad, por ejemplo, potencia, tensión y corriente, suministradas a los electrodos (11).

5 Un inductor (19) queda situado más arriba del transformador (17), mientras que existen condensadores (22) para la corrección del factor de potencia en paralelo con la línea de alimentación.

10 El horno (10) está asociado, en el caso mostrado esquemáticamente, con un sistema de carga de tipo continuo que comprende una cinta transportadora (12) sobre la que queda dispuesta la chatarra (14).

La cinta transportadora (12) puede ser asociada, de manera conocida, a un túnel de calentamiento o de mantenimiento con aspiración de humos y medios de descarga y con otros sistemas accesorios no mostrados, puesto que no son relevantes para la comprensión de la invención.

15 La cinta transportadora (12) avanza a una velocidad determinada por la acción de un sistema de impulsión mostrado esquemáticamente por el numeral (18) de la figura 1, conectado también en realimentación con respecto a la unidad de control (15).

20 De esta manera, la unidad de control (15) regula la velocidad de carga de la chatarra (14) en el horno (10), de acuerdo con las señales de alimentación eléctrica que llegan de las diferentes unidades presentes y en particular de las unidades de medición (20, 21 y 23).

25 Dentro del horno (10) existe un baño de metal líquido indicado con el numeral (24), por encima del cual existe una capa de escoria esponjosa (25) que recubre, por lo menos parcialmente, el arco eléctrico y las chispas entre el extremo inferior de los electrodos (11) y el baño de metal líquido (24).

De acuerdo con la invención, tal como se ha indicado por la etapa (30) en la figura 2, se define un índice de recubrimiento (CI) del arco eléctrico, para cuyo cálculo se tienen en consideración los armónicos presentes en la alimentación de tensión del horno (10), en particular los armónicos pares.

30 Una realización preferente de la invención prevé que el índice de recubrimiento (CI) queda definido por la siguiente fórmula:

$$CI = K \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n H_{2i}^2}}{H_1}$$

45 en la que (H) representa la distorsión de los armónicos de la onda sinusoidal de orden y de la tensión de alimentación del horno (10), y (K) es un coeficiente adaptativo utilizado para amplificar la señal.

Tal como se puede apreciar de la fórmula, la solución preferente prevé que para calcular el índice de recubrimiento (CI) solamente se toman en consideración los armónicos pares. No obstante, se encuentra dentro del campo de la invención que se tengan también en consideración los armónicos impares o ambos, es decir, pares e impares.

50 A continuación se definen umbrales (etapa 31), respectivamente mínimo (S1) y máximo (S2), que indican una posición respectivamente del recubrimiento cuando $CI < S1$ y sin recubrimiento cuando $CI < S2$. En el caso en que $S1 < CI < S2$, existe una condición aceptable del índice de recubrimiento, que se considera tal como se ha indicado a continuación.

55 Cuando el ciclo de funcionamiento del horno (10) se pone en marcha con un punto de descarga determinado (que corresponde a una posición definida de los electrodos (11) dentro del horno (10) definido por el sistema (13)) y a continuación se inicia la alimentación mediante una carga continua de chatarra (14) por impulsión de la cinta transportadora (12), se calcula el (CI) real que corresponde a una etapa de funcionamiento (etapa 32).

60 En el caso en el que (CI) está comprendido entre (S1) y (S2) (bloque 33), la velocidad de trabajo predeterminada se mantiene (bloque 34), correspondiendo al punto de descarga determinado y después de un intervalo de tiempo determinado se realiza una nueva medición de (CI).

65 En el caso en el que (CI) es menor de un umbral mínimo (S1) (bloque 35), ello es indicación de un recubrimiento completo del arco eléctrico y, por lo tanto, posibilita el incremento de la velocidad de alimentación (bloque 36).

ES 2 341 145 T3

El incremento de velocidad puede tener lugar a intervalos predeterminados y con incrementos asimismo predeterminados.

5 De acuerdo con una variante, el incremento puede tener lugar de manera continua con una pendiente de inclinación predeterminada hasta que una nueva medición del (CI) determina un incremento de (CI) dentro del intervalo (S1-S2) o incluso por encima de (S2).

10 También en este caso, después de cualquier incremento de velocidad, se puede realizar un nuevo cálculo de CI, a efectos de verificar el efecto de alteración provocado por una mayor velocidad de carga de la chatarra (14) dentro del horno (10).

15 Por el contrario, en el caso en el que el índice calculado (CI) se encuentra por encima del umbral máximo (S2) (bloque 37), ello significa un valor más bajo del recubrimiento del arco eléctrico y, por lo tanto, la velocidad de alimentación de la carga se reduce (bloque 38).

20 También en este caso la reducción de velocidad puede tener lugar con disminuciones de valores fijos y a intervalos fijos o bien de manera continua y en cualquier caso seguido por nuevos cálculos del valor de (CI) a efectos de verificar el retorno dentro del rango permitido (S1-S2), a efectos de restablecer la velocidad de funcionamiento o para verificar que el valor de (CI) se encuentra por debajo de (S1), a efectos de permitir un incremento de velocidad por encima de la velocidad de trabajo.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de la alimentación de la carga de metal (14) en un horno eléctrico de arco (10) que comprende, como mínimo, un electrodo (11) capaz de generar un arco eléctrico para la fusión de metales, **caracterizado** por comprender las siguientes etapas:

- una etapa de definición (30) de un “índice de recubrimiento (CI)” del arco eléctrico por la escoria (25) presente por encima del baño líquido (24), a efectos de calcular qué armónicos presentes en la tensión de alimentación suministrada al horno (10) se toman en consideración;

- una etapa de cálculo (32) del índice de recubrimiento real (CI) durante un ciclo funcional del horno (10), y;

- una etapa de ajuste incrementando o reduciendo la velocidad de alimentación (34, 36, 38) de dicha carga de metal (14) dentro de dicho horno (10) basándose en el hecho de que el valor real de dicho índice de recubrimiento (CI) es menor o mayor que un valor predeterminado,

en el que el índice de recubrimiento (CI) es definido por las siguientes fórmulas:

$$CI = K \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n H_{2i}^2}}{H_1}$$

cuando se toman en consideración solamente los armónicos pares,

$$CI = K \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n H_{2i+1}^2}}{H_1}$$

cuando solamente se toman en consideración los armónicos impares, y

$$CI = K \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n H_i^2}}{H_1}$$

cuando se toma en consideración una combinación entre armónicos pares e impares.

2. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende una etapa adicional (31) de ajuste de dos umbrales, respectivamente un umbral inferior (S1) y umbral superior (S2), que definen valores límites que corresponden respectivamente a una situación en la que el arco eléctrico está recubierto, cuando dicho índice de recubrimiento (CI) es menor que dicho umbral mínimo (S1) y una situación en la que no existe recubrimiento cuando el índice (CI) se encuentra por encima de dicho umbral máximo (S2).

3. Procedimiento, según la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicha etapa de ajuste de la velocidad comprende un incremento (36) de la velocidad de alimentación de la carga de metal (14) hacia dentro del horno (10) en el caso en que dicho índice de recubrimiento (CI) es inferior que dicho umbral mínimo (S1), una etapa de mantenimiento de la velocidad de trabajo (34) en el caso en que dicho índice de recubrimiento (CI) está comprendido entre dichos

ES 2 341 145 T3

umbrales (S1, S2) y una etapa de reducción de la velocidad de alimentación (38) en el caso en el que dicho índice de recubrimiento (CI) se encuentra por encima de dicho umbral máximo (S2).

5 4. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque para el cálculo de dicho índice de recubrimiento (CI) se toman en cuenta solamente armónicos pares de dicha cantidad eléctrica.

10 5. Procedimiento, según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el incremento y/o reducción de la velocidad de alimentación de la carga metálica (14) en el horno (10) tiene lugar mediante incrementos/disminuciones constantes a intervalos constantes.

6. Procedimiento, según la reivindicación 3, **caracterizado** porque dicho incremento y/o reducción de la velocidad de alimentación de la carga de metal (14) en el horno (10) tiene lugar de manera continua con una pendiente de inclinación predeterminada.

15 7. Procedimiento, según la reivindicación 3, **caracterizado** porque, como mínimo, después de cada incremento y/o reducción de la velocidad de alimentación de la carga de metal (14) en el horno (10) se realiza un cálculo sucesivo del índice de recubrimiento (CI).

20 8. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha etapa de medición (32) del índice de recubrimiento real (CI) durante un ciclo funcional del horno (10) es realizado de manera continua.

9. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha etapa de medición (32) del índice de recubrimiento real (CI) durante un ciclo funcional del horno (10) se lleva a cabo a intervalos predeterminados.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

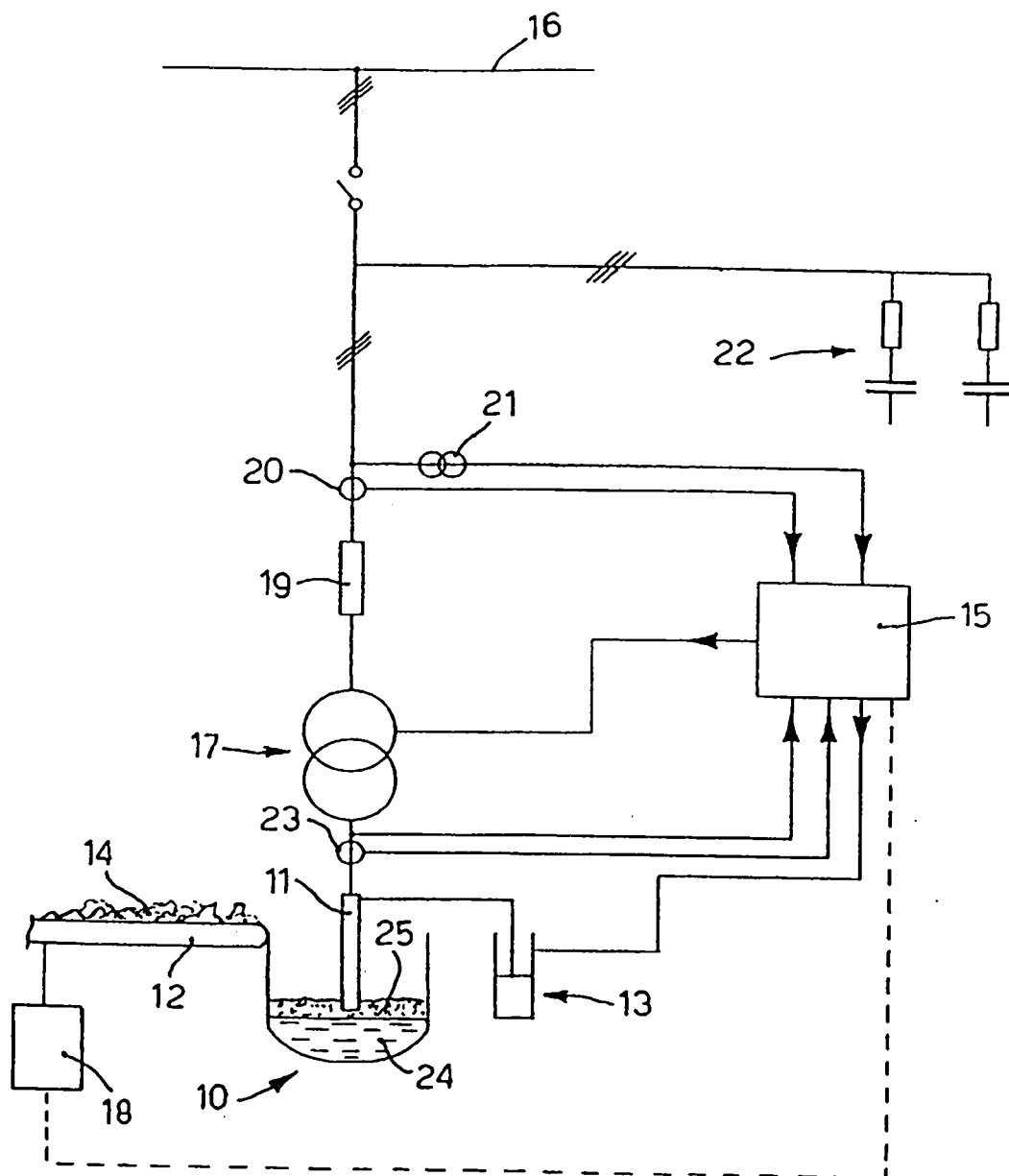


fig. 1

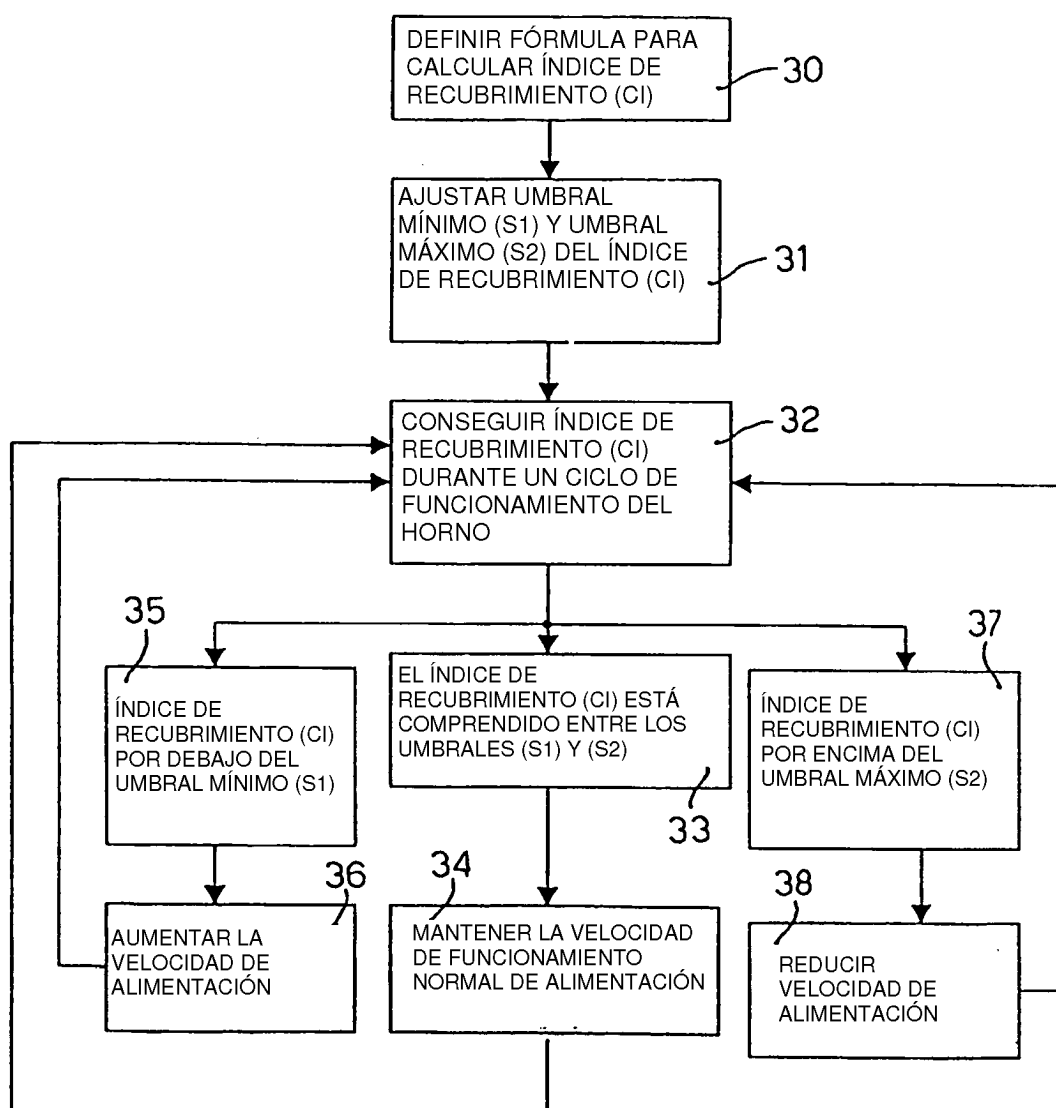


fig. 2