

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 957**

51 Int. Cl.:

B03C 3/68

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2008 E 08150118 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012 EP 2078563**

54 Título: **Método y dispositivo para controlar un precipitador electrostático**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2013

73 Titular/es:

**ALSTROM TECHNOLOGY LTD. (100.0%)
BROWN BOVERI STRASSE 7
5400 BADEN, CH**

72 Inventor/es:

KARLSSON, ANDERS

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 397 957 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

Método y dispositivo para controlar un precipitador electrostático.

5 Ámbito técnico

La presente invención se refiere a un método para controlar el funcionamiento de un precipitador electrostático que opera extrayendo las partículas de polvo de un gas de proceso generado por un procedimiento de combustión. Esta invención también se refiere a un dispositivo para controlar el funcionamiento de un precipitador electrostático.

10

Antecedentes

Los precipitadores electrostáticos (PES) se han venido empleando a lo largo de décadas para extraer las partículas de polvo de gases de proceso como gases de escape generados por procedimientos de combustión. Un ejemplo de PES aparece publicado en la patente estadounidense US 5114442.

15

Un problema asociado a los PES reside en los llamados efectos de corona invertida, por ejemplo, que la resistividad de una capa de partículas de polvo que se acaba de recoger en un electrodo provoca un descenso en el campo electrónico generado que puede originar que se reintroduzcan partículas ya recogidas con anterioridad en el gas de proceso.

20

Resumen

Por lo tanto, un objeto de la presente invención consiste en ofrecer un método o un dispositivo para controlar un PES que ha demostrado su capacidad para evitar efectos de corona invertida al mismo tiempo que extrae partículas de polvo de un gas de proceso de una manera eficaz.

25

Este objeto se logra empleando un método, tal y como viene definido en la Reivindicación 1, por ejemplo, un método para controlar el funcionamiento de un precipitador electrostático (PES) que funciona extrayendo partículas de polvo de un gas de proceso generado por un procedimiento de combustión que se caracteriza por originar una señal indicativa de la temperatura del aire de combustión que se suministra al procedimiento de combustión y del modo de funcionamiento en él que hay que manejar el PES, de tal manera, que se puedan reducir los efectos de corona invertida mencionados. El inventor ha detectado que los efectos de corona invertida están asociados a la temperatura del aire de combustión que se suministra al procedimiento de combustión. Cuanta más alta sea la temperatura, más grande será el riesgo de que se produzca un efecto de corona invertida. Por lo tanto, si se adapta el control del PES a la temperatura del aire de combustión, el PES puede llegar a funcionar con mayor eficacia.

30

35

Una opción para adaptar el PES consiste en controlar el suministro de la media de corriente a los electrodos de un PES en función de la señal indicativa como, por ejemplo, cuando la media de corriente disminuye al ascender la temperatura del aire de combustión. Mediante este control se consigue que el PES se adapte de modo eficaz al polvo más proclive a la corona invertida que el que se genera a raíz de una mayor temperatura del aire de combustión.

40

Otra manera de lograr esta adaptación cuando los electrodos del PES se alimentan por pulsos de voltaje/corriente, consiste en incrementar la duración de los intervalos de tiempo intermitentes entre los pulsos aumentando la temperatura del aire de combustión. Esto se puede lograr empleando, por ejemplo, menos pulsos de potencial en una disposición de suministro de semipulso.

45

Existe otra forma de iniciar el golpeo de los electrodos del PES en los momentos en los que la temperatura del aire de combustión se mantiene a un nivel comparativamente bajo, por ejemplo, cuando las alteraciones de golpeo están limitadas a periodos en los que el PES está sometido, en menor medida, a efectos de corona invertida.

50

La señal indicativa se puede activar, por regla general, mediante un sensor de temperatura. No obstante, también se puede utilizar un temporizador para producir una señal indicativa, por ejemplo, en regiones tropicales o subtropicales en las que la temperatura durante el día oscila de una manera razonablemente previsible.

55

El objeto también se puede lograr mediante un dispositivo para controlar el funcionamiento de un precipitador electrostático (PES) cuya función consiste en extraer las partículas de polvo de un gas de proceso generado a partir del procedimiento de combustión y que se caracteriza por estar operativo para recibir una señal indicativa que muestre la temperatura del aire de combustión suministrado al procedimiento de combustión mientras que dicho dispositivo se adapte para hacer funcionar el precipitador electrostático, de tal modo, que en función de la señal indicativa que reciba, se podrán reducir los mencionados efectos de corona invertida.

60

Descripción breve de los dibujos

5 En la Fig. 1 se muestra de manera esquemática una disposición de procedimiento de combustión en el que se emplea un precipitador electrostático (PES) para extraer las partículas de polvo procedentes de gases generados en los procesos.

En la Fig. 2 se muestra la adaptación del punto de trabajo del PES a la temperatura del aire de combustión.

10 En las Fig. 3A y 3B se incluye un esquema de central por semipulsos en el que se usa una fuente de alimentación controlada por tiristores.

En la Fig. 4 se ilustra cómo se puede conseguir que este tipo de esquema de control por semipulsos opere en función de la temperatura del aire de combustión.

15 En la Fig. 5 se ilustra cómo se puede lograr que el funcionamiento de una fuente de alimentación controlada por transistores dependa de la temperatura del aire de combustión.

20 En la Fig. 6 se muestra cómo se puede optimizar la sincronización de golpeo teniendo en cuenta la temperatura del aire de combustión.

Descripción detallada

25 En la Fig. 1 se muestra a modo de esquema una disposición de procedimiento de combustión en el que el precipitador electrostático está operativo para extraer las partículas de polvo de gases de proceso generados durante un procedimiento de combustión.

30 El procedimiento de combustión se puede efectuar en una caldera (1) a la que se suministra materia combustible como, por ejemplo, carbón (3) y aire de combustión (5). El procedimiento de combustión genera gases de proceso (7) que contienen partículas de polvo. Los gases de proceso, por ejemplo, gases de escape que a veces también se los denomina gases de combustión, se suministran al precipitador electrostático (PES) (9) que extrae las partículas de polvo de la corriente de gas para generar un flujo de gas de salida (11) que, en comparación con el de entrada, sólo contiene unas pocas partículas y se puede seguir tratando mediante procedimientos adicionales (no representados) destinados a eliminar las sustancias contaminantes no asociadas a partículas como el dióxido de azufre.

35 La presente invención guarda relación con una disposición de control (13) que supervisa el funcionamiento del PES (9) en función de la temperatura del aire de combustión. Esta regulación permite mejorar al funcionamiento del PES de varias maneras, descritas más adelante, al mismo tiempo que se logra mantener un volumen bajo de residuos de partículas de polvo en el flujo de gas de salida (11).

40 Por lo general, se ha detectado que cuanto más elevada sea la temperatura del aire de combustión (5), mayor será el riesgo de que se produzcan efectos de corona invertida. Esto último es particularmente evidente en zonas de clima tropical y subtropical en las que la temperatura del aire de combustión durante el día puede superar a menudo los 40°C.

45 La disposición de control (13) de la presente invención cuenta con una señal indicativa que muestra la temperatura del aire de combustión que se suministra al procedimiento de combustión. Por lo general, este indicador suele emitir una señal real de sensor procedente de un sensor de temperatura (15) que detecta la temperatura del flujo de aire de combustión. En general, este tipo de sensor puede estar colocado en una entrada de aire de combustión o en el propio flujo. No obstante, también se puede usar un sensor de temperatura situado en cualquier lugar al aire ambiente en las proximidades de la planta en cuestión. En un caso de esta tipo, recomendamos elegir un lugar que esté directamente expuesto a la luz solar aproximadamente a las mismas horas que la entrada del aire de combustión.

50 Cabe mencionar que una señal indicativa se puede obtener, en principio, sin usar ningún sensor de temperatura. En muchos lugares, las oscilaciones de temperatura pueden estar estrechamente asociadas tanto a la hora del día como a la estación del año, por lo que no sería descabellado emplear una señal indicativa basada en un reloj (17) para mejorar un procedimiento del PES. Por lo general, la señal indicativa guarda relación con la temperatura del aire de combustión.

60 A continuación, se describen diversos modos en los que la disposición de control (13) puede influir en el PES (9) en función de la señal indicativa. Incluso, aunque se puedan concebir otros aspectos controlados del PES, hemos considerado tres aspectos de particular interés: En primer lugar, se puede controlar la corriente media del PES

mediante la señal indicativa. En segundo lugar, los esquemas de control por semipulsos o transistores pueden estar influidos y, como tercera opción, se podría considerar la sincronización del golpeo. Obvia mencionar que uno, dos o más de estos aspectos pueden estar bajo la influencia de la señal indicativa.

- 5 La señal indicativa se puede incluir de múltiples maneras en un esquema de control. En un esquema de control, se puede incluir la señal indicativa mediante un algoritmo de control, de tal modo, que un aumento o descenso continuos en la temperatura del aire de combustión provoque un cambio continuo, por ejemplo, en el voltaje del PES. En otro esquema, la temperatura del aire de combustión que exceda o no llegue al valor umbral puede desencadenar una acción específica en el PES o un cambio discontinuo con respecto al comportamiento del PES.
- 10 Por supuesto, estos esquemas se pueden combinar entre sí. En este sentido, también se puede considerar el uso de esquemas de control lineal, lineal a trozos y no lineal así como esquemas de control basados en una lógica difusa.

En un primer esquema, la corriente del PES está controlada en función de una señal indicativa. En este contexto, la expresión de "corriente del PES" significa la corriente media que se suministra a los electrodos del PES para cargar y recoger partículas.

La Fig. 2 ilustra la adaptación de un punto de trabajo de un PES a la temperatura del aire de combustión. En esta figura se muestra, a modo esquemático, las características (19) de una corriente continua para un PES indicadas con la línea continua. Estas características son importantes para un PES en el que ya se ha recogido en un electrodo algo de polvo resistivo. El voltaje entre electrodos aumenta con el incremento de la corriente media pero sólo hasta un cierto voltaje máximo ($V_{m\acute{a}x}$). Si la corriente supera este valor, esto se traducirá en un descenso de los voltajes debido, en gran parte, por los efectos de corona invertida. Sin embargo, sería conveniente seleccionar un punto de trabajo (21) dentro del margen de descenso del voltaje en el momento en el que la corriente media aumenta a medida que la eficacia en la extracción del polvo guarde una relación estrecha con la potencia suministrada cuyo valor máximo se encuentra situado, normalmente, dentro de dicho margen.

Como se describe más adelante, con el incremento en la temperatura del aire de combustión se altera la composición del polvo en algunos procedimientos de combustión. Esta alteración, como se explicará posteriormente, se puede originar por la formación de partículas de polvo más pequeñas con un tamaño de tan sólo unos micrómetros (μm). Por lo tanto, con el aumento en la temperatura del aire de combustión pueden resultar alteradas las características de la corriente continua para asemejarse a la línea de puntos (23) que aparece en la Fig. 2. En este caso, hemos comprobado que una mayor resistividad de las partículas puede provocar que surjan en mayor medida efectos de corona invertida con una corriente media más baja.

Por lo tanto, la disposición de control en la Fig. 1 puede alterar el punto de trabajo, por ejemplo, disminuyendo la corriente media predeterminada a un valor más bajo de 25 para lograr una adaptación a las nuevas características y proporcionar una potencia apropiada para el PES. Por ejemplo, en el caso de que la señal indicativa sea una señal de sensor de temperatura, se puede usar un algoritmo de control que interpreta la corriente media del PES como inversamente dependiente a la temperatura del aire de combustión dentro de un margen predeterminado. Luego, la corriente del PES, por lo general, se incrementa a medida que el aire de combustión se vuelve más frío, por ejemplo, tras el anochecer.

Por regla general, la corriente media del PES se modifica al alterarse la sincronización del disparador en un circuito de tiristores, aunque también existan otros factores que pueden alterar la corriente dependiendo de la estructura del PES.

Otro parámetro que puede resultar relevante para evitar los efectos de corona invertida constituye los intervalos de tiempo intermitentes entre pulsos cuando se le suministra potencia al PES por pulsos.

50 Como se describirá brevemente más adelante en relación con las Figs. 3A y 3B, en el PES se puede emplear, por ejemplo, un denominado esquema de control por semipulsos cuyo funcionamiento puede depender de la señal indicativa.

Con la expresión "esquema de control por semipulsos" queremos hacer referencia a un esquema en el que se emplea una corriente alterna de entrada en no todos los semiperiodos para suministrar corriente a los electrodos del PES, es decir, se toma cada tercero, quinto, séptimo, etc. semiperiodo (números impares para mantener la corriente alterna). La Fig. 3A ilustra, por ejemplo, una corriente alterna generada por un circuito de alimentación convencional controlado por tiristores. Un voltaje alterno, por ejemplo, una onda sinusoidal, se aplica al circuito y un sistema de control decide en qué momento durante cada semiperiodo los tiristores tendrán la intención de comenzar a dirigir las cargas como aparece indicado en el ángulo de control α de la Fig. 3A. Cuanto más pequeño sea el ángulo de control, mayor será la corriente media. En un esquema de control por semipulsos, como en el que aparece en la Fig. 3B, los tiristores no están activados en absoluto durante algunos de los semiperiodos. En el caso reflejado en la figura, se usa cada tercer semiperiodo pero también se podría emplear cada quinto, séptimo, etc.

La separación de pulsos con periodos intermitentes reduce la aparición de efectos de corona invertida, por ejemplo, que se genere un potencial en una capa de partículas que se hayan recogido previamente en un electrodo lo que forzaría el retomo de algunas de las partículas de polvo recogidas al flujo de gas.

5 La disposición de control (véase el punto 13 en la Fig. 1) puede, por lo tanto, controlar un PES que utilice un esquema de control por semipulsos, de tal modo, que en caso de que la temperatura del aire de combustión ascienda, se necesite usar menos pulsos, por ejemplo, cada séptimo en vez de cada tercero. Esto último aparece
10 ilustrado de modo esquemático en la Fig. 4 en la que un primer margen de temperatura (T) de aire de combustión relativamente bajo implicaría el uso de todos los pulsos ("1"), mientras que unos márgenes de temperatura mayores conlleva el uso de cada tercer, quinto, etc. pulsos, de tal modo, que se incrementaría el intervalo de tiempo
15 intermitente (t) entre los pulsos. Esto último limitaría la aparición de los efectos de corona invertida a medida que se redujera la corriente media generando un potencial más bajo por toda la capa de polvo. En este caso, se podría, en mayor o menor medida, mantener el nivel de carga deseado alternado simultáneamente el ángulo de control α mencionado anteriormente.

En la Fig. 5 aparece ilustrado un esquema de control similar para un circuito de alimentación de PES controlado por transistores. En un caso de estas características, se pueden escoger arbitrariamente los intervalos de tiempo
20 intermitentes entre los pulsos de alimentación sin tener en cuenta ninguna frecuencia de red como si se consideran, en cambio, en el caso de un sistema controlado por tiristores. Como hemos indicado anteriormente, y tan sólo a título de ejemplo, señalaremos que estos intervalos de tiempo intermitentes (t) pueden depender linealmente de la temperatura del aire de combustión (T).

Como hemos mencionado anteriormente, el golpeo de los electrodos del PES también se puede controlar en función de la temperatura del aire de combustión. Además, convendría también concentrar el golpeo en periodos en los que
25 el riesgo de aparición de los efectos de corona invertida sea comparativamente bajo.

Especialmente, el golpeo de una última sección o campo del PES o con el suministro de corriente desactivado, el denominado "golpeo en apagado", sólo se puede realizar cuando la temperatura del aire de combustión esté en la parte inferior de su ciclo. En la Fig. 6 se muestra cómo se pueden concentrar los golpes, señalados con el carácter
30 "x", en puntos específicos de tiempo cuando la temperatura del aire de combustión sea relativamente baja, por ejemplo, inferior a una media diurna o a una media móvil.

La invención mencionada más arriba está considerada de especial relevancia en los procedimientos de combustión con tendencia a generar polvo de alta resistividad como los empleados en las centrales térmicas de carbón, en
35 metalurgia y en la fabricación de cementos. Con la expresión "polvo de alta resistividad" se hace referencia, por lo general, a un polvo con una resistividad superior a los $10^{12} \Omega\text{cm}$ independientemente del hecho de que el proceso revista también importancia en relación con otras composiciones de polvo más conductoras. Una hipótesis plausible que explicaría el por qué aumenta la aparición de los efectos de corona inversa cuando asciende la temperatura del aire de combustión se basa en el hecho de que una temperatura mayor da como resultado la formación de partículas
40 más pequeñas, por ejemplo, las partículas denominadas PM10. Con el término "PM10" se hace referencia a partículas en suspensión con un diámetro inferior a los $10 \mu\text{m}$. Por lo tanto, el concepto de "PM10" engloba a partículas con un tamaño mucho más pequeño.

En resumen, esta invención se refiere a un método o dispositivo para controlar el funcionamiento de un precipitador electrostático (PES). El PES se emplea para extraer partículas de polvo de un gas de proceso que se ha generado por un procedimiento de combustión. Por regla general, se activa una señal indicativa por un sensor de temperatura
45 cuya señal muestra la temperatura del aire de combustión que se suministra al procedimiento de combustión. El PES funciona según la señal indicativa. Por lo tanto, los efectos de corona invertida se pueden evitar considerablemente.

50 Esta invención no está limitada a las formas de ejecución arriba descritas y se puede alterar de diversas maneras dentro del ámbito de las Reivindicaciones adjuntas en el Anexo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para controlar el funcionamiento de un precipitador electrostático (PES) que opera extrayendo partículas de polvo de un gas de proceso generado por un procedimiento de combustión que se **caracteriza** por el hecho de que activa una señal indicativa que muestra la temperatura del aire de combustión suministrado al procedimiento de combustión y que dirige el PES en función de la señal indicativa, de tal modo, que se logra reducir los efectos de corona invertida mencionados.
- 10 2. Un método conforme a la Reivindicación 1 en el que se controla la corriente media suministrada a los electrodos del PES en función de la señal indicativa, de tal modo, que la corriente media desciende cuando aumenta la temperatura del aire de combustión.
- 15 3. Un método conforme a las Reivindicaciones 1 ó 2 en el que se suministran pulsos a los electrodos del PES y los intervalos de tiempo intermitentes entre los pulsos aumenta a medida que asciende la temperatura del aire de combustión.
- 20 4. Un método conforme a la Reivindicación 3 en el que el intervalo de tiempo intermitente aumenta empleando menos pulsos de potencial en una disposición de semipulsos.
- 25 5. Un método conforme a cualquiera de las Reivindicaciones anteriores en el que el golpeo de los electrodos del PES se realiza en los momentos en los que la temperatura del aire de combustión es comparativamente baja.
- 30 6. Un método conforme a cualquiera de las Reivindicaciones anteriores en el que la señal indicativa se activa por un sensor de temperatura.
- 35 7. Un método conforme a cualquiera de las Reivindicaciones anteriores en el que la señal indicativa se activa por un temporizador.
- 40 8. Un dispositivo (13) para controlar el funcionamiento de un precipitador electrostático (PES) (9) que opera extrayendo partículas de polvo de un gas de proceso (7) generado por un procedimiento de combustión (1) cuya función consiste en extraer las partículas de polvo de un gas de proceso generado a partir del procedimiento de combustión y que se **caracteriza** por estar operativo para recibir una señal indicativa que muestre la temperatura del aire de combustión (5) suministrado al procedimiento de combustión, mientras que dicho dispositivo se adapte para hacer funcionar el precipitador electrostático, de tal modo, que en función de la señal indicativa que reciba, se podrán reducir los mencionados efectos de corona invertida.
- 45 9. Un dispositivo conforme a la Reivindicación 8 que está configurado para controlar la corriente media suministrada a los electrodos del PES en función de la señal indicativa, de tal modo, que la corriente media descienda a medida que aumente la temperatura del aire de combustión.
- 50 10. Un dispositivo conforme a las Reivindicaciones 8 ó 9 en el que se suministran pulsos de corriente a los electrodos del PES y dicho dispositivo está configurado para controlar los intervalos de tiempo intermitentes entre los pulsos, de tal modo, que aumenten estos intervalos de tiempo intermitentes a medida que asciende la temperatura del aire de combustión.
- 55 11. Un dispositivo conforme a la Reivindicación 10 en el que aumentan los intervalos de tiempo intermitentes empleando menos pulsos de potencial en una disposición de semipulsos.
12. Un dispositivo conforme a cualquiera de las Reivindicaciones 8-11 configurado para iniciar el golpeo de los electrodos del PES en los momentos en los que la temperatura del aire de combustión sea comparativamente baja.
13. Un dispositivo conforme a cualquiera de las Reivindicaciones 8-12 en el que la señal se activa por un sensor de temperatura (15).
14. Un dispositivo conforme a cualquiera de las Reivindicaciones 8-12 en el que la señal se activa por un temporizador (17).

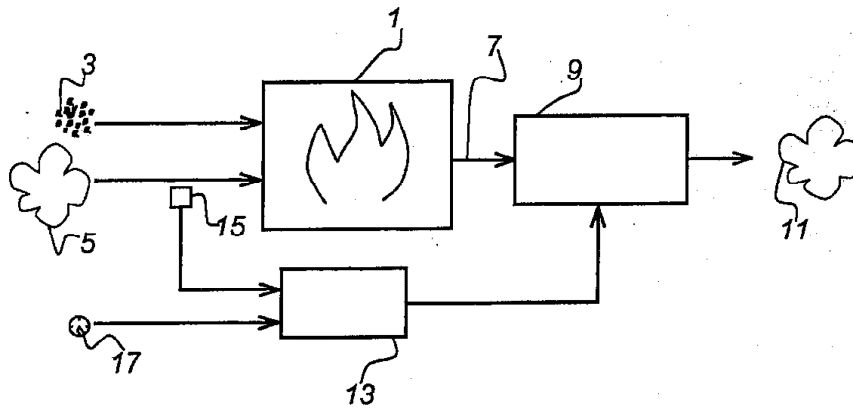


Fig. 1

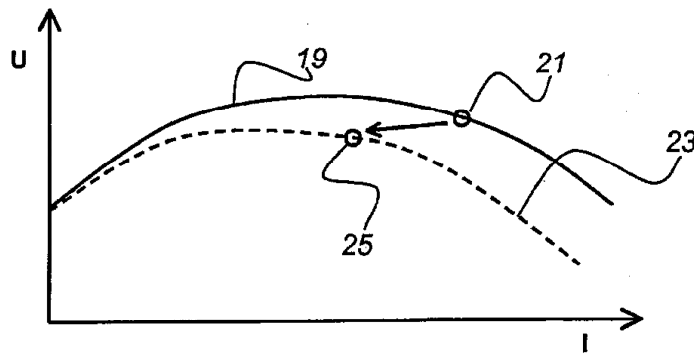


Fig. 2

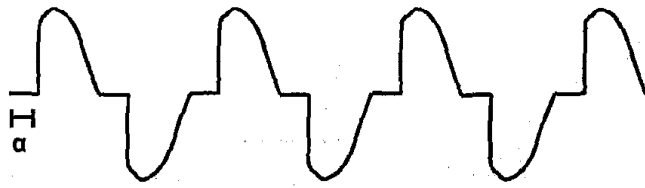


Fig. 3A

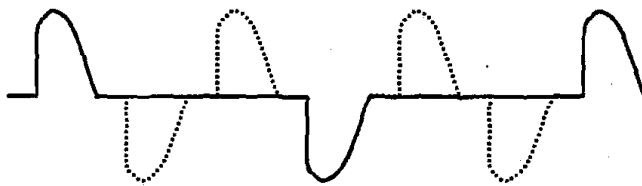
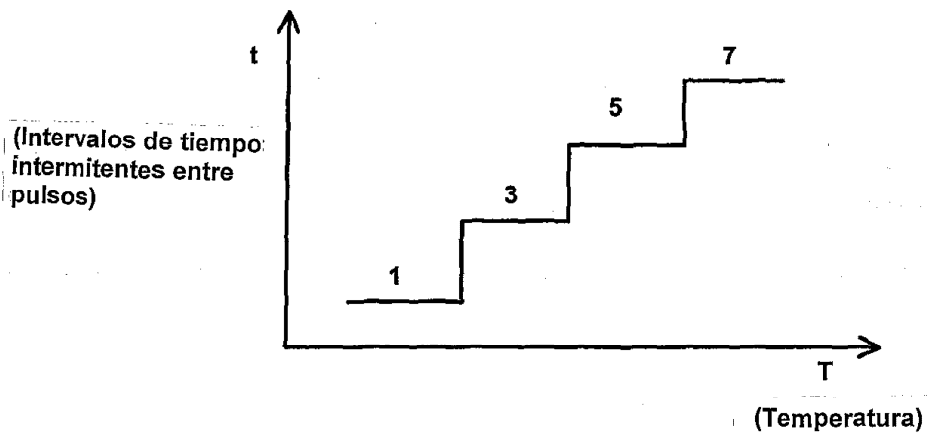


Fig. 3B



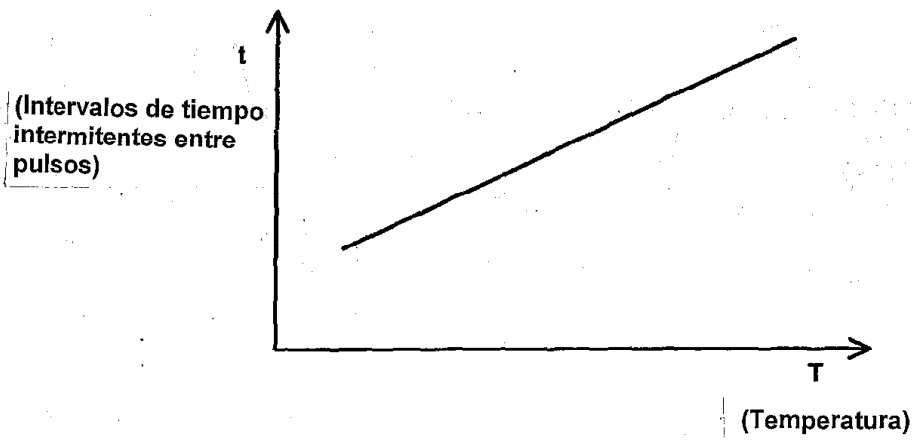


Fig. 5

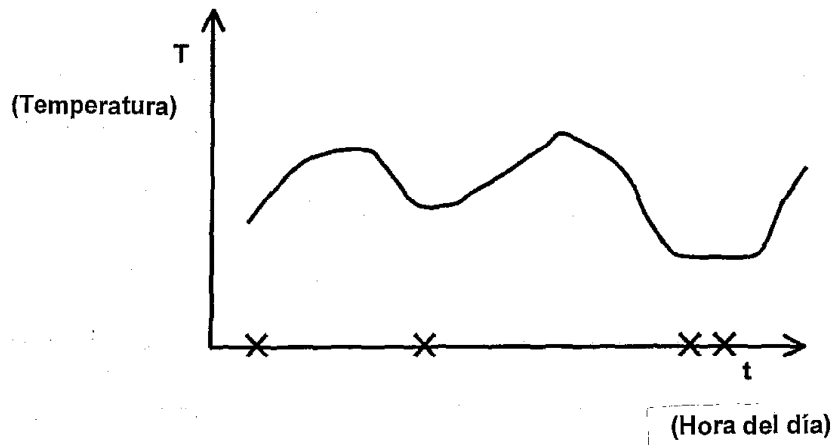


Fig. 6