

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 128**

51 Int. Cl.:

**F26B 3/28** (2006.01)

**F26B 19/00** (2006.01)

**F26B 21/04** (2006.01)

**F26B 21/08** (2006.01)

**F26B 21/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2016 E 16020179 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 3139119**

54 Título: **Procedimiento para la automatización del modo de funcionamiento de un secador solar híbrido para plantas y secador solar híbrido correspondiente**

30 Prioridad:

**15.05.2015 PT 15108482**

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

**14.03.2019**

73 Titular/es:

**BBKW, LDA (100.0%)  
Monte Azul CCI 2826 Água Derramada  
7570-101 Grândola, PT**

72 Inventor/es:

**GONÇALO NUNO, FIGUEIREDO COSTA  
MARTINS**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

**ES 2 704 128 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 la automatización del modo de funcionamiento de un secador solar híbrido para plantas y secador solar híbrido correspondiente

5

**Sector técnico de la invención**

El secado es un proceso físico que elimina agua mediante evaporación, para mejorar la conservación del producto, y que permite reducir la velocidad de deterioro del material, debido a la menor cantidad de agua y la posterior estabilización de la actividad microbiológica y la reversión de reacciones enzimáticas y químicas. Permite un acceso al producto durante todo el año para reducir el peso de los productos y, en consecuencia, reducir los costes de transporte y almacenamiento.

10

El secado consta de dos etapas distintas: la primera, secado a velocidad constante, durante la cual el secado es fácil, ya que el agua libre se evapora, y una segunda etapa, secado a velocidad decreciente, durante la cual se debe evaporar el agua conectada, que es más difícil de eliminar. (Couturier y otros, 1989).

15

La eliminación de agua es la base de varios procesos de conservación de alimentos: secado; deshidratación, y liofilización. El secado difiere de los demás porque se limita a la eliminación de agua mediante evaporación. Es decir, este es un proceso termodinámico a través del cual una sustancia volátil (agua) se evapora y abandona, en forma gaseosa, el entorno al que pertenecía.

20

Un secado correcto depende del equilibrio de diversos parámetros y restricciones: si, por un lado, el suministro de calor debe ser lento para garantizar que el producto se seca desde el interior hacia el exterior, por otro lado, un secado rápido permite mantener las sustancias activas del producto y evitar su deterioro; pero, si el secado es demasiado rápido, es probable que se forme una corteza en los productos, debido a la migración de los solutos a la superficie y, si la temperatura es demasiado alta, el producto se desnaturalizará y se oscurecerá. Por lo tanto, durante el proceso de secado, se deben dominar varios factores clave, tales como la energía térmica suministrada que calienta el producto y hace que el agua se mueva hacia la superficie, y su posterior transformación en vapor; la capacidad del aire ambiente para absorber el vapor de agua liberado por el producto, según su humedad y temperatura relativas; el caudal de aire de secado que causa la eliminación del vapor de agua de la superficie del producto; y la duración del procedimiento.

25

El agua es el factor más importante para la velocidad de deterioro (Fellows, 1996). Conocer el contenido de humedad no es suficiente para prever la estabilidad de los alimentos. Algunos alimentos son inestables cuando son expuestos a bajos contenidos de humedad (0,6% para el aceite de cacahuete), mientras que otros son estables cuando son expuestos a contenidos de humedad relativamente altos (20% para el almidón de patata). Esta es la disponibilidad de agua para químicos o para microorganismos y enzimas que determinan el ciclo de vida del producto. Cuando un producto se seca, es la humedad en la superficie la que se evapora. Una corriente de aire permite que el vapor se desplace. Varios procedimientos reducen la disponibilidad de agua en los alimentos: los que eliminan el agua, físicamente (deshidratación, evaporación y liofilización o concentración mediante congelación), y los que inmovilizan el agua en el alimento (mediante la adición de sal común o azúcar, o mediante la formación de hielo seco (Fellows, 1996).

35

La velocidad de secado puede aumentar mediante un aumento de la temperatura del aire. Sin embargo, una temperatura alta puede afectar de manera muy significativa a las características de calidad, tales como la velocidad de germinación, el color, los niveles de vitaminas y aminoácidos, la velocidad de reconstitución y el rendimiento de la panificación, etc.

40

Las reacciones enzimáticas y no enzimáticas, así como los procesos de oxidación, están influenciados principalmente por la temperatura máxima del producto, por el tiempo de exposición a esta temperatura y por el contenido de humedad del producto (Mühlbauer, 1988). Las propiedades nutricionales y organolépticas de un producto se ven menos afectados por la utilización de altas temperaturas y períodos de tiempo más cortos, durante el procesamiento térmico; por el contrario, la textura se ve menos afectada cuando se utilizan altas temperaturas y velocidades de secado más suaves (Fellows, 1996).

50

La cantidad de energía térmica necesaria para secar un determinado producto depende de muchos factores, tales como la humedad inicial, la humedad final, la temperatura, la humedad relativa y el caudal del aire de secado. (Sodha y Chandra, 1994). La optimización del proceso de secado, en términos de capacidad, consumo energético y calidad del producto solo se consigue si todos los parámetros de secado se mantienen bajo control.

55

El secado excesivo reduce el valor nutricional del producto, mientras que un secado insuficiente, desigual o demasiado lento conduce al deterioro de la calidad del producto, debido a la acción de hongos y bacterias.

60

El color, el sabor, el aroma y la textura, además de la capacidad de rehidratación, también se ven afectados por el secado. Una temperatura excesiva es responsable de dos reacciones, con efectos secundarios no deseados: un

El color, el sabor, el aroma y la textura, además de la capacidad de rehidratación, también se ven afectados por el secado. Una temperatura excesiva es responsable de dos reacciones, con efectos secundarios no deseados: un

65

oscurecimiento no enzimático y la formación de una corteza. Este último puede impedir que el proceso de secado continúe correctamente. Los mayores impactos en las características de calidad son la temperatura máxima que alcanza el producto, el tiempo de exposición a esta temperatura, el estado de madurez y el contenido de humedad.

5 **Estado de la técnica de la invención**

El estado de la técnica presenta procedimientos que tienen como objetivo optimizar el rendimiento de un secador solar híbrido, sobre la base de datos reales de temperatura del aire. Sin embargo, los casos que permiten la interacción de datos de temperatura con humedad relativa son desconocidos.

10 No se conocen secadores capaces de incluir estas dos cantidades físicas, temperatura y humedad relativa, en un algoritmo capaz de automatizar el funcionamiento de un secador, en un proceso de autorregulación para el mantenimiento o la reposición de condiciones óptimas de secado. El equilibrio entre la temperatura y la humedad relativa es lo que hace que el secado sea de alta calidad.

15 A lo largo de los años se han desarrollado varios tipos de secadores. A nivel industrial, se han creado secadores no renovables, alimentados por energías tradicionales (combustibles fósiles o electricidad). De manera similar, a nivel de granjas pequeñas y medianas y en países en desarrollo, se han mejorado los secadores alimentados por energía solar. Sin embargo, si los primeros representan una alta inversión, con largos períodos de depreciación e implican enormes costes relacionados con la energía, los segundos se ven obstaculizados por el inconveniente de la discontinuidad de la radiación solar, ya sea por las horas nocturnas o por la imprevisibilidad de las condiciones climáticas.

20 Los secadores solares pueden clasificarse según sus tipos de secado (Rozis, 1995); según la energía utilizada (Dudez, 1996, Ekechukwu y Norton, 1997 e Imre, 1997) y según su tipo de accionamiento (Sodha y Chandra, 1994; Sodha y otros, 1987).

25 Dos problemas relacionados con la aplicación de energía solar como alternativa a las fuentes convencionales de energía son los destellos y la baja densidad. Estos factores hacen que sea más difícil tener un sistema de secado fiable, es decir, capaz de funcionar a temperaturas bastante constantes. Para que el proceso de secado se prolongue toda la noche durante períodos nubosos, la energía térmica debe ser almacenada, producida o se deben incorporar deshumidificadores.

30 El secado solar todavía se está considerando como un proceso asociado con la agricultura de los países en desarrollo, con una naturaleza artesanal y con una fabricación en bruto. En el lado opuesto, los fabricantes de procesamiento de alimentos de los países desarrollados consideran que los secadores industriales altamente eficientes y que consumen mucha energía (combustibles fósiles no renovables) son la solución para producir alimentos secos, liofilizados y deshidratados, tales como los cereales para pan, sopa, papillas de bebé y concentrados, y así sucesivamente. En la posición intermedia, entre estas dos posiciones extremas, hay una gran carencia de soluciones de secado, desarrolladas tecnológicamente, relacionadas con un bajo consumo de energía, ecológicas y respetuosas con el medio ambiente, alimentadas mediante energías renovables y que, al mismo tiempo, sean capaces de cumplir con los altos estándares de calidad de los alimentos exigidos por el mercado. En esta categoría, se incluyen las granjas pequeñas y medianas, que a menudo tienen una certificación para alimentos orgánicos, dirigida principalmente por empresarios graduados universitarios, con una mentalidad de país desarrollado generacional y renovada, en la que Portugal y la UE están inmersas.

35 **Descripción de la invención**

40 La invención está definida mediante un procedimiento según la reivindicación 1 y un secador solar híbrido según la reivindicación 3. Por lo tanto, la invención se refiere a un procedimiento para la automatización del modo de funcionamiento de un secador solar híbrido, a través de un algoritmo de cálculo del promedio basado en la lectura y el procesamiento de datos físicos (la lectura de temperatura de los datos físicos y la humedad relativa, dentro y fuera de la cámara de secado) que permite la optimización de la utilización de la energía solar en detrimento de otra fuente de energía no renovable. Por lo tanto, permite que el proceso de secado sea energéticamente eficiente, ya que reduce los costes del secado y las emisiones de CO<sub>2</sub>, y aumenta la calidad del secado del material vegetal y el respectivo secador solar híbrido, que implementa el procedimiento correspondiente.

45 La presente invención, gracias a la diferencia térmica verificada entre el aire externo y el interno, permite controlar la apertura y el cierre de los registros de entrada de aire provenientes de los colectores solares, y la activación de los dispositivos restantes del secador, para proporcionar, de manera continua, condiciones óptimas de temperatura y humedad del aire en la cámara de secado, independientemente de la ausencia de radiación solar durante la noche o de su disminución, en caso de condiciones climáticas adversas. Contribuye al desarrollo de técnicas de conservación y secado de alimentos, principalmente para plantas medicinales y aromáticas, frutas y hongos.

60 La presente invención, como procedimiento y con su correspondiente implementación de dispositivo, comprende de este modo un módulo físico que consiste en un sistema que permite implementar el procedimiento, un secador solar híbrido; y un módulo de software, el algoritmo de cálculo del promedio, que consiste en el procedimiento operacional de un secador solar híbrido para plantas.

El secador solar híbrido que implementa una realización preferente de la presente invención consiste en una estructura exterior, formada por la combinación de una o más unidades de módulos de base, cuyas dimensiones unitarias son 6,21 m (longitud), 2,44 m (ancho), una altura de 2,61 m y un volumen interior utilizable de 32,83 m<sup>3</sup>. El módulo de base consiste en una estructura metálica cubierta con paneles isotérmicos, fabricada de una espuma de poliuretano rígida inyectada entre dos láminas corrugadas. Este recubrimiento proporciona a la cámara de secado un aislamiento térmico: mantiene la temperatura acumulada durante el día durante largos períodos de tiempo y aísla el interior de las temperaturas más bajas de la noche. El módulo de base tiene dos accesos al interior, cada uno en su parte superior de la secadora: una puerta para personas y una puerta doble para el manejo de bandejas de secado. La parte exterior del módulo de base está pintada en negro mate (cuerpo negro).

Los dos colectores solares reciben la energía del sol y la transforman en calor, que es introducido en la cámara de secado: un panel vertical, montado en la pared orientada al sur, que se extiende en toda su dimensión y, otro, horizontal, que cubre toda el área del techo de secado. Los colectores solares son cajas de aire de 100 mm de grosor, que comprenden en su base el propio material de recubrimiento del secador que actúa como un colector de calor de película negra y un recubrimiento transparente (placa de policarbonato plástico celular) montado en un carril metálico. Es esta característica del recubrimiento, la transparencia a la radiación visible y la opacidad a la radiación infrarroja, lo que permite la entrada de radiación solar en la caja y el calentamiento del aire interior: la placa colectora absorbe la radiación e, inmediatamente después, emite la radiación como calor cuya salida del colector está impedido, atrapado por la placa de policarbonato.

El efecto invernadero producido por el proceso de absorción/emisión de energía solar en el colector resulta del aumento de temperatura sucesivo de la placa colectora, que es simultáneamente el propio recubrimiento del secador. Esta energía técnica acumulada en la placa del colector y en el aire presente en el colector es la que queda disponible para ser introducida en la cámara de secado, ya sea por transferencia directa (contacto), en el primer caso, o mediante el conducto de admisión, en el segundo caso.

La diferente posición de los colectores (uno vertical; el otro horizontal) permite que el caudal caliente que entra en la cámara de secado venga, alternativamente, desde el colector solar superior o desde el que está en el techo, dependiendo de la altura y la inclinación del sol y de la energía térmica resultante almacenada en cada uno. La superficie total de los colectores solares (28 m<sup>2</sup>) para cada módulo de base: panel de pared 6,21 m x 2,10 m; panel de techo de 6,21 m x 2,44 m. El proceso de admisión de aire y escape de aire en la cámara de secado pasa por un sistema de admisión y extracción de aire, que consiste en conductos de ventilación, equipados en su extremo con registros de caudal y ventiladores axiales centrífugos en resina termoplástica, equipados con motores de control electrónico que garantizan una eficiencia energética particularmente elevada, y que garantizan una convección forzada del aire en el interior de la cámara de secado (caudal de 990 m<sup>3</sup>/h (275 l/s) y potencia de 110 w).

El secador está equipado con sensores de alta precisión y estabilidad para medir la temperatura del aire y la humedad relativa en los colectores solares (aire externo) y en el interior de la cámara de secado (aire interno), incorporados en transmisores que convierten los valores medidos en señales de salida para la interfaz de comunicación y el software. La lectura de estos datos físicos se realiza de manera continua e incorporada en el algoritmo de cálculo del promedio. Una realización preferente de esta invención incluye, asimismo:

- calentamiento suplementario - soplador resistente al calor de 1500 w;
- soplador de circulación de aire - ventilador helicoidal de 200 w;
- condensador de deshumidificador con una capacidad de extracción de 70l agua/día y un caudal de 1500 m<sup>3</sup>/hora;
- bandejas de secado - bandejas extraíbles y apilables con una estructura metálica inoxidable y una base de plástico, que permiten que el aire caliente circule a través del producto a secar.

En resumen, el secador solar híbrido, objeto de la presente la invención, comprende:

- un módulo de programación;
- sensores para medir la temperatura y la humedad relativa del aire;
- conductos de ventilación y sistemas de deshumidificación, calefacción suplementaria y circulación de aire;
- un módulo de programación basado en hardware y controlado por un micro-chip capaz de implementar el algoritmo, con una conexión a un puerto Ethernet y una dirección IP asignada, un marco de control con un interruptor y un control de señal para la corriente y la posibilidad de conectarse a una fuente UPS;
- cámara de secado, en cuyo interior están dispuestas las bandejas de secado, caracterizada por un módulo de color negro, recubierto con paneles isotérmicos fabricados de una espuma de poliuretano rígida inyectada entre dos láminas corrugadas;
- dos colectores solares - un panel vertical, en la pared orientada al sur con las dimensiones totales de la pared, y otro, horizontal, con las dimensiones exactas del techo de secado, caracterizados por cajas de aire negras colectoras de calor, cubiertas por placas de recubrimiento transparente (placa de policarbonato plástico celular) montadas en un carril metálico;
- sensores de alta precisión y estabilidad para medición de la temperatura y la humedad relativa del aire en los colectores solares y en el interior de la cámara de secado (aire interno), incorporados en transmisores capaces de

convertir valores medidos en señales de salida para la interfaz de comunicación y el software, introduciéndolos en el algoritmo de cálculo del promedio;

- conductos de ventilación para la admisión de aire caliente en la cámara de secado proveniente de los colectores solares y la combustión de aire húmedo de las cámaras de secado, con registros de caudal montados en sus extremidades respectivas, junto con motores de control electrónico para extracción;
- condensador deshumidificador, soplador resistente al calor y ventilador.

El algoritmo de cálculo del promedio, que es el módulo de cálculo que forma el programa de secado, garantiza la automatización del secador solar híbrido, mencionado anteriormente, y eso es lo que lo diferencia de todos los demás secadores existentes. Permite reciclar la temperatura y la humedad relativa (del aire) en el interior de las cámaras de secado, a través de la lectura y el procesamiento de todos los datos suministrados por los sensores de los colectores respectivos (aire externo) y de la cámara de secado (aire interno). Los datos son transmitidos de manera continua al algoritmo de cálculo del promedio que, según los parámetros inicialmente definidos como óptimos para un secado de calidad, controla la apertura de los registros de flujo de los conductos de admisión/extracción, y activa los motores respectivos, haciendo que el aire entre y salga para crear (y restaurar) las condiciones de secado óptimas. Cuando las condiciones externas (en los colectores) son desfavorables, el algoritmo resulta en el cierre de los registros de admisión, la desactivación de los motores y la activación de los conjuntos de deshumidificación y de calentamiento suplementario.

Este procedimiento recién inventado proporciona el procesamiento de datos físicos según tres (3) tipos de secado:

- secado diferencial térmico;
- secado por deshumidificación;
- secado por convección forzada con calentamiento adicional.

Tal como se vio anteriormente, un secado de calidad requiere el control de parámetros esenciales, tales como la energía térmica suministrada que calienta el producto y provoca la migración del agua a la superficie y su posterior transformación en vapor; la capacidad del aire ambiente para absorber el vapor liberado del producto, debido a su humedad relativa y temperatura; y la temperatura del aire de secado, responsable de eliminar el vapor de agua de la superficie del producto.

Siempre que el aire externo está cualificado para el secado, es decir, cuando la temperatura del aire externo (en los colectores solares, T1 o T2) es superior a la temperatura del aire en el interior de la cámara de secado (Ti) - el algoritmo resulta en la orden para abrir los registros, permitiendo que el aire caliente entre en el conducto de admisión; a la vista de la lectura de datos de los sensores de los dos colectores, el algoritmo elige el aire proveniente del colector solar, que ofrece mejores condiciones en lo que concierne a la humedad relativa. Para ello, se abren el registro de admisión del colector, con las mejores condiciones de humedad (H) y temperatura (T), y el registro de extracción de las cámaras de secado, así como los motores de los conductos correspondientes para la admisión y la extracción.

Esta situación se desarrolla de este modo durante la mayor parte del día, incluso cuando la radiación solar disminuye debido a la nubosidad, ya que los colectores solares no solo pueden recibir la energía de radiación, sino que también, y, sobre todo, pueden transformarla en energía térmica, reteniéndolo y almacenándolo durante largos períodos de tiempo, más allá de las horas de luz solar.

Cuando la temperatura del aire externo en ambos colectores (T1 y T2) no cumple las condiciones requeridas para un buen secado, es decir, cuando desciende a valores inferiores a los de la temperatura en el interior de la cámara de secado (Ti), el algoritmo ordena cerrar registros, motores de admisión y de extracción, y enciende el deshumidificador.

Durante el período de tiempo en el que el secado funciona solo mediante la deshumidificación con los registros de aire cerrados, la temperatura en el interior de la cámara de secado aumenta de manera natural, debido al calor producido por la utilización del deshumidificador.

Este proceso de deshumidificación se interrumpirá siempre que la temperatura en el interior de la cámara de secado sea superior a la permitida por el deshumidificador para realizar esta tarea. (TmaxDES); esta temperatura máxima, tolerable para la utilización del deshumidificador, depende de la capacidad de contraste del dispositivo y se define en el algoritmo (o está parametrizada por el usuario).

En este momento, se realizará el reciclaje de aire, en el interior de la cámara, para:

- cambiar la temperatura en el interior de la cámara a niveles favorables, adecuados para un funcionamiento eficiente del deshumidificador;
- reducir la humedad relativa en el interior de la cámara, no solo a través de la salida para el aire húmedo (vector de arrastre para la humedad de secado), sino también a través de la admisión de aire más frío que, al calentarse, se expandirá, reduciendo con ello la humedad relativa.

Cuando la temperatura interna en el interior de la cámara de secado disminuye a valores por debajo de la temperatura mínima ( $T_{min}$ ) definida por el algoritmo de secado (o parametrizada por el usuario), el calentador se activa, asistido por el ventilador, para la circulación de aire.

5 Una vez que se restablecen las condiciones favorables para un buen secado, H y T para el aire externo en los colectores, el ciclo se reiniciará con la apertura de los registros para aire caliente.

10 El procesamiento de datos por el algoritmo de cálculo del promedio puede ser implementado en cualquier soporte de hardware, con requisitos de memoria, capacidad de procesamiento, entradas y salidas y las comunicaciones necesarias. Como resultado del mayor consumo de energía suplementaria que se produce predominantemente cuando la radiación no existe, es decir, durante la noche, el procedimiento inventado brinda la oportunidad de adoptar una tarifa de dos horarios para aprovechar los cambios en los precios de la electricidad durante todo el día, utilizándola de la manera más favorable, por lo tanto, la más barata, y permitiendo una reducción significativa en los costes de energía.

15 Una realización preferente de la presente invención proporciona la interacción del usuario en el proceso de secado, en tres (3) aspectos: monitorización, parametrización e instrucciones *ad hoc*, conectado *in loco* (Internet) y mediante un teléfono inteligente.

20 La monitorización de la invención es posible por medio de un acceso en tiempo real a los registros de secado de temperatura, humedad relativa y dispositivos de funcionamiento (extractores, sopladores de calor, etc.). El usuario tiene acceso asimismo al historial de registros y tiene la posibilidad de trazar gráficos de la evolución del proceso de secado y el procesamiento estadístico de los datos.

25 La parametrización se lleva a cabo según los datos consultados y la experiencia adquirida. El usuario puede calibrar los parámetros iniciales del algoritmo de cálculo del promedio ajustando de este modo el proceso de secado. El usuario puede activar o desactivar algunos dispositivos y cambiar los parámetros definidos. Además, la presente invención:

- proporciona al usuario la posibilidad opcional de interactuar con el proceso de secado mediante parametrización, monitorización o instrucciones *ad hoc*, ya sea *in loco* o en línea o a través de un teléfono inteligente;
- 30 • permite al usuario definir los parámetros iniciales para el secado o un cambio puntual, como resultado de su experiencia o en circunstancias excepcionales, incorporándolos en el algoritmo de cálculo del promedio y/o activando o desactivando dispositivos;
- permite al usuario monitorizar el proceso de secado con conocimiento en tiempo real de los dispositivos operativos y de los datos relativos a la temperatura y la humedad relativa en los colectores solares y en el interior de la cámara de secado; el usuario tiene acceso asimismo al historial de datos de secado y a su tratamiento estadístico, con el dibujo de una curva de secado;
- 35 • sirve para secar alimentos, tales como, por ejemplo, pero sin excluir otros, plantas aromáticas y medicinales, frutas y hongos.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la automatización del modo de funcionamiento de un secador solar híbrido para plantas, controlado por un algoritmo de avance, que comprende las siguientes etapas:
- a) leer la temperatura y la humedad relativa del aire, dentro y fuera de la cámara de secado;
  - b) abrir y cerrar los registros de admisión y escape de aire; activación del deshumidificador y del soplador de calor y de los otros dispositivos del secador;
  - c) activar la apertura de los registros de admisión de aire provenientes de los colectores solares cuando la temperatura del aire en el interior de los colectores solares ( $T_p$ ) es superior a la temperatura en el interior de la cámara de secado ( $T_i$ );
  - d) comparar la humedad relativa del aire en los colectores solares;
  - e) activar el cierre del panel de registro con una mayor humedad relativa y mantener abierto el panel con una menor humedad relativa del aire;
  - f) cerrar los registros de admisión de aire de los colectores solares y activar el deshumidificador cuando la temperatura del aire en los colectores solares ( $T_p$ ) es inferior a la temperatura en el interior de la cámara de secado ( $T_i$ );
  - g) activar el soplador de calor cuando la temperatura en el interior de la cámara de secado ( $T_i$ ) es inferior a la temperatura mínima definida para el secado;
  - h) activar la apertura de la admisión de aire y de los registros de extracción cuando la temperatura del aire en el interior de la cámara de secado ( $T_i$ ) es superior a la temperatura máxima admitida para la operatividad del deshumidificador y se define inicialmente en el algoritmo de cálculo del promedio ( $T_{maxAQ}$ ).
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que cuando la cámara de secado está vacía, funciona un reciclado de aire cuando la temperatura del aire en los colectores solares es igual o superior a 70 °C.
3. Secador solar híbrido que implementa el procedimiento de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** comprende:
- a) un módulo de programación;
  - b) conductos de ventilación y sistemas de deshumidificación, calefacción suplementaria y circulación de aire;
  - c) un módulo de programación que consiste en hardware, controlado por un procesador de microchips, con una conexión a un puerto Ethernet y una dirección IP asignada, un marco de control con un disyuntor y un control de señal para la corriente y una fuente UPS;
  - d) cámara de secado, en el interior de la cual están dispuestas las bandejas de secado, **caracterizada por** un módulo de color negro, recubierto con paneles isotérmicos fabricados de espuma rígida de poliuretano inyectado entre dos láminas corrugadas;
  - e) un colector solar vertical, en la pared orientada al sur y con las dimensiones totales de la pared, y colector solar para techo, horizontal, con las dimensiones exactas del techo de secado;
  - f) sensores de alta precisión y estabilidad para medir la temperatura y la humedad relativa del aire en los colectores solares y en el interior de la cámara de secado (aire interno), incorporados en los transmisores de microchips;
  - g) conductos de ventilación para la admisión de aire caliente en la cámara de secado que proviene de los colectores solares y la extracción de aire húmedo de las cámaras de secado, montados en sus respectivos extremos, acoplados con los motores de control electrónico para la extracción;
  - h) condensador deshumidificador, soplador resistente al calor y ventilador.
4. Secador, según la reivindicación anterior, en el que comprende un módulo base que consiste en una estructura metálica recubierta con paneles fabricados de una espuma de poliuretano rígida inyectada entre dos láminas corrugadas y dos accesos en la parte superior del secador.
5. Secador, según la reivindicación anterior, en el que comprende colectores solares que son cajas de aire de 100 mm de grosor, que comprenden en su base, el material de recubrimiento del módulo base y un recubrimiento transparente montado en un carril metálico.
6. Secador, según la reivindicación anterior, en el que el recubrimiento transparente es una placa de policarbonato de plástico celular.

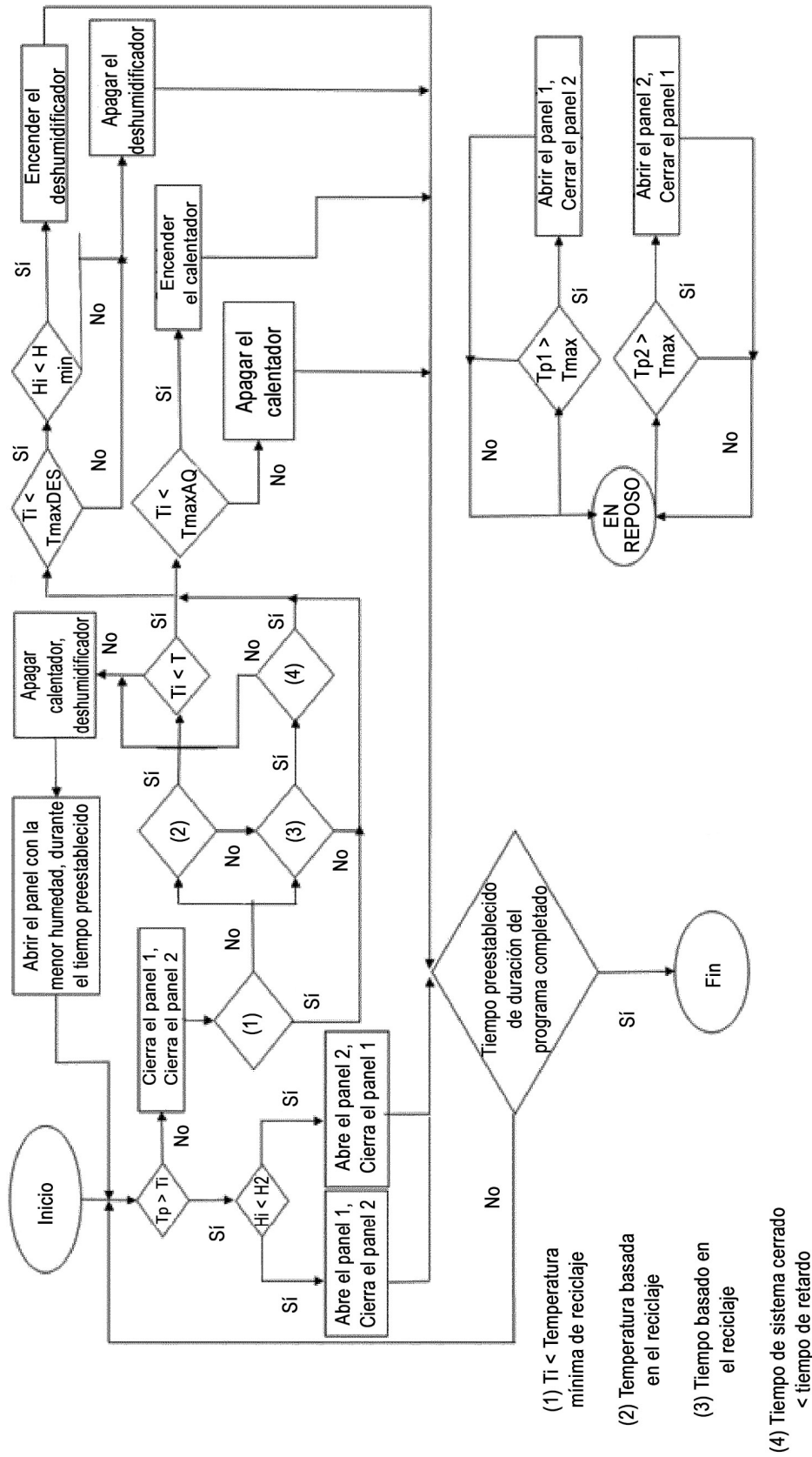


Figura 1