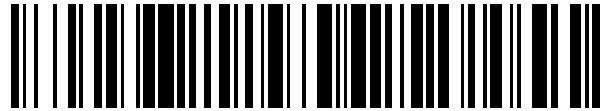


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 495 794**

51 Int. Cl.:

**B29C 35/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2010 E 10773666 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.06.2014 EP 2490876**

54 Título: **Sistema de control para utillaje**

30 Prioridad:

**20.10.2009 GB 0918362**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.09.2014**

73 Titular/es:

**SURFACE GENERATION LIMITED (100.0%)  
Brackenbury Court, Lyndon Barns, Edith Weston  
Road, Lyndon, Oakham  
Rutland, LE15 8TW, GB**

72 Inventor/es:

**HALFORD, BEN JOHN**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 495 794 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

Sistema de control para utillaje

5 Esta invención se refiere a útiles de moldeo, en particular a útiles de moldeo para el moldeo de piezas hasta una especificación deseada.

10 El moldeo es un proceso bien conocido que implica el conformado del material cuando está en una forma fluida o semifluida. Hay muchos factores que afectan a las propiedades en una pieza moldeada, por ejemplo la orientación de cualquier relleno en ella y el grado de cristalinidad y/o de reticulado de las moléculas de polímero (cuando se moldean plásticos). En muchos casos, se requiere proporcionar un cierto grado de resistencia y entonces cualquier variación real entre piezas es ignorada siempre que todas ellas caigan dentro de una banda de tolerancia aproximada.

15 Con el paso de las piezas de polímero a industrias más críticas se está convirtiendo en crecientemente importante estar seguro de que una pieza moldeada tiene las propiedades deseadas. Por ejemplo, es crítico que grandes paneles de polímero usados en secciones de fuselaje de una aeronave tengan la resistencia estructural y la resistencia al impacto deseadas.

20 Actualmente dichas piezas críticas en seguridad se fabrican en autoclaves que son esencialmente grandes hornos que tienen una temperatura controlada muy estrechamente. Las piezas se procesan entonces a través de un proceso de moldeo en el que la temperatura del molde se controla estrechamente. Un inconveniente de este enfoque es la masa térmica de las autoclaves dado que los moldes completos se colocan normalmente dentro de ellas. Esto significa que, para controlar la temperatura cualquier cambio en temperatura puede sólo tener lugar muy lentamente. Esto elimina la posibilidad de, por ejemplo, refrigerar bruscamente una pieza moldeada una vez que se ha alcanzado la estabilidad requerida.

30 Un problema adicional con el enfoque de autoclave es que, dado que el molde completo se localiza en la autoclave, es muy difícil controlar la entrada de calor en áreas diferentes de una pieza trabajada que está siendo moldeada a diferentes velocidades. Con este fin el diseño de piezas es ampliamente una técnica desconocida que frecuentemente implica muchas iteraciones de diseño e iteraciones de los parámetros de moldeo antes de que se produzcan piezas repetibles dentro de especificación.

35 Un útil de moldeo de la técnica anterior se muestra en el documento US3763293. El documento US3763293 describe el sistema de utillaje para el moldeo de una pieza en elaboración.

Es la finalidad de la presente invención proporcionar un proceso y aparato de moldeo mejorados.

40 De acuerdo con un primer aspecto de la invención se proporciona un sistema de utillaje de acuerdo con la reivindicación 1.

45 El procesador principal tiene en su memoria asociada los parámetros de curado deseados. Estos pueden ser, por ejemplo, puntos de ajuste de tiempo y temperatura y/o tasas de la pendiente de temperatura para la superficie del útil o pieza en elaboración en cada zona, o podrían ser medidas más directas de las propiedades de la pieza en elaboración, por ejemplo, los parámetros de curado podrían ser valores dieléctricos respecto al tiempo que se correlacionan directamente con el grado de reticulado o cristalinidad del material.

50 Independientemente de cualesquiera valores de los puntos de ajuste, los parámetros de curado deseados dan un perfil de curado deseado para cada zona del útil que, si se siguen producirán piezas con propiedades deseadas específicas en localizaciones deseadas específicas. Esto permite a la pieza tener, por ejemplo, propiedades deliberadamente diferentes en áreas diferentes, o podría por ejemplo tener las mismas propiedades a todo lo largo, independientemente de cambios en el grosor de la pieza en elaboración. Los parámetros de curado deseados contendrán preferiblemente una banda de tolerancia aplicada a los valores pero la banda de tolerancia podría ser también una característica inherente del procesador principal o podría ser introducida o ajustada manualmente.

55 El procesador principal podría ser un ordenador, por ejemplo un PC y el controlador podría ser un controlador en tiempo real, por ejemplo un controlador PID.

60 Los sensores pueden detectar propiedades de la pieza en elaboración que está siendo moldeada o del útil. Los sensores detectarán preferiblemente las mismas propiedades que son las propiedades deseadas, pero podrían ser igualmente propiedades indicativas de los parámetros de curado deseados, por ejemplo los sensores podrían detectar una o más temperaturas del cuerpo del útil, temperaturas de la superficie del útil, temperaturas de la pieza en elaboración, absorción ultrasónica, constante dialéctica de la pieza en elaboración y tensión interna en la pieza en elaboración. Los sensores pueden formar una parte permanente del útil o pueden ser partes desechables embebidas dentro de la pieza en elaboración. Las zonas del útil pueden medir cada una diferentes parámetros y cada zona del útil puede incluir uno o más tipos de sensores. En esta forma es posible que un parámetro sea

verificado de modo cruzado contra otro, o por ejemplo, controlar el curado con diferentes parámetros en diferentes puntos en el proceso de control.

5 El procesador principal puede iniciar el control de la entrada de calor al interior de cada una de las zonas del útil para llevar al útil a una temperatura elevada uniforme previamente al comienzo del ciclo de control.

10 El sistema de control supervisa las señales recibidas desde los sensores y compara éstas con los parámetros de curado deseados. Si las señales desde los sensores indican que la pieza en elaboración real o los parámetros del útil no están dentro de una tolerancia deseada de los parámetros de curado deseados el sistema de control puede modificar el control de la entrada de calor a la pieza en elaboración para llevarla de vuelta a su alineación con los parámetros de curados deseados o a la banda de tolerancia en por lo tanto.

15 Adicionalmente, si un parámetro medido está dentro de la tolerancia requerida del parámetro de curado deseado, el procesador principal puede identificar si la tendencia en el parámetro medido para una zona del útil dada es indicativa de que, en algún momento en el futuro, se va a mover fuera de la tolerancia de los parámetros de curado deseados y, si es así, el procesador principal puede modificar o distorsionar los parámetros de curado deseados y obtener una nueva solución de control usando los parámetros de curado deseados modificados o distorsionados de modo que cambie la entrada de calor a la zona del útil en cuestión de modo que se impida que el parámetro medido se mueva fuera de la banda de tolerancia deseada. En esta forma cada pieza se puede curar con una especificación particular en una forma repetible.

20 Dado que la pluralidad de las zonas del útil se calientan individualmente entonces el calor se introduce localmente a la pieza de elaboración y se evitan las limitaciones de la gran masa térmica de los útiles de moldeo en una autoclave u horno.

25 En una disposición preferida el sistema de control comprende adicionalmente un panel electrónico que actúa como un puente entre el procesador principal y el controlador, leyendo dicho controlador y dicho procesador principal la información desde, y escribiendo a la información en, dicho panel para comunicarse entre sí. En esta forma, el procesador principal y el controlador pueden interactuar fácilmente entre sí como parte del sistema de control pero no necesitan basarse en el mismo sistema operativo. Por ejemplo el procesador principal podría ser un ordenador ejecutando un sistema WINTEL y el controlador podría estar ejecutándose en el sistema LINUX y el panel permite que estos dos sistemas funcionen como un sistema de control integrado.

30 El sistema de control puede comprender adicionalmente un módulo de entrada/salida, asociado con dicho controlador, para la recepción de una pluralidad de señales desde sensores asociados con zonas del útil individuales y producir la salida de una pluralidad de señales de control para controlar un calentador asociado con cada zona individual del útil. El sistema de control puede comprender también una pluralidad de relés de estado sólido, produciendo dicho módulo la señal de entrada/salida de dichas señales de control a dichos relés de estado sólido para controlar dichos calentadores.

35 En otra disposición de la invención el sistema de control comprende un procesador dedicado, que puede ejecutarse sobre un sistema WINTEL o LINUX, que tiene un segundo medio de memoria asociado con él, en el que el procesador principal recibe la solución de control desde el controlador, y el procesador dedicado recibe la solución de control desde el procesador principal, la almacena en los medios de la segunda memoria y, en base a dicha solución de control almacenada, produce la salida de una pluralidad de señales de control para controlar los calentadores y/o la refrigeración asociada con cada una de las zonas individuales del útil. En esta forma el procesador dedicado, responsable del control directo de la entrada de calor, no depende del enlace entre los procesadores principal y dedicado sino que es capaz de ejecutar su propio control en base a las instrucciones almacenadas desde el procesador principal. En esta forma, no solamente las cortas interrupciones en la comunicación entre los procesadores principal y dedicado no conducen a una ruptura en el ciclo de control, sino que el procesador dedicado puede continuar controlando mientras el procesador principal recalcula nuevas instrucciones de control. El procesador principal se puede programar para recibir la solución de control desde el controlador e inspeccionar la solución contra criterios predeterminados y sólo pasar la solución al procesador dedicado si los criterios predeterminados se cumplen.

40 Efectivamente en esta disposición las funciones de cálculo y de salida de la solución de control y la función de controlar realmente los calentadores se reparten entre el controlador y el procesador dedicado, cuando en la primera disposición ambas se llevan a cabo por el controlador.

45 El sistema de control puede comprender adicionalmente un enlace de red entre el procesador principal y el dedicado. En esta forma el procesador principal puede, por ejemplo, ser un PC situado en una sala de control u oficina de una fábrica de moldeo y el procesador dedicado puede ser un procesador local situado con el útil de moldeo en una localización separada.

50 El sistema de control puede comprender adicionalmente una matriz de puertas programable en campo (FPGA) asociada con dicho procesador dedicado, dicha FPGA para el control de los calentadores dependiendo de dichas

señales de control. La FPGA puede adaptar dichas señales de control para realizar una de las siguientes funciones: secuenciar el calentador, pulsos del calentador; manejo de la vida de utilización del calentador y de la gestión de la energía. Esto permite la mejor optimización y uso del sistema y permite que se adopten diferentes estrategias de control para conseguir los parámetros de curado deseados. Esencialmente el curado de la pieza dentro de las especificaciones forma la primera directriz del control y la FPGA puede dictar un segundo nivel de control inferior. El controlador calcula la solución de control principal y la FPGA puede adaptar esta solución para crear una solución de control secundaria que se usa para controlar los calentadores. Por ejemplo, durante horas de elevado coste de la energía el segundo nivel de control gestionado por la FPGA puede optimizar el uso del calentador para minimizar el uso de la energía, mientras que en momentos de bajo coste de la energía la FPGA puede optimizar el uso del calentador para acortar los tiempos de ciclo, asegurando en ambos casos que el curado se mantiene dentro de los parámetros de curado deseados.

En una realización el sistema de control puede comprender adicionalmente una interfaz para la recepción de datos que comprendan uno o más de: una interfaz humana para permitir a un usuario introducir directamente datos en el procesador principal; un medio de entrada electrónico para la recepción de datos electrónicos; un receptor inalámbrico, una interfaz del bus serie universal, un puerto serie RS232 y medios para la lectura de datos almacenados electrónicamente. Mediante la interfaz los parámetros de curado deseados y otra información, por ejemplo propiedades de la materia prima, por ejemplo la temperatura de la resina que pasa al interior del molde o la constante dialéctica de la resina que pasa al interior del molde, se pueden introducir en el procesador principal y el procesador principal puede modificar o distorsionar los parámetros de curado deseados para tener en consideración variaciones en los lotes de materia prima.

El sistema de utillaje puede comprender adicionalmente una salida visualmente detectable, por ejemplo una representación en 2d o 3d, para la visualización en tiempo real de datos relativos a uno o más de: el parámetro de curado deseado, la propiedad detectada de la pieza en la elaboración o superficie del útil, la temperatura de la superficie del útil, y el consumo de energía, para una zona del útil.

En una realización preferida el controlador y el procesador principal pueden confirmar electrónicamente su comunicación entre sí de forma periódica. Alternativamente, o adicionalmente, el procesador principal y el procesador dedicado pueden confirmar electrónicamente su comunicación entre sí de forma periódica.

En una realización en la que el controlador (es decir no el procesador principal) controla directamente la entrada de calor a los elementos del útil, si el procesador principal y el controlador son incapaces de confirmar electrónicamente la presencia del otro, entonces el controlador puede continuar controlando el sistema de acuerdo con su solución de control calculada y, si el procesador principal y el controlador son incapaces de confirmar electrónicamente la presencia del otro durante un período de tiempo predeterminado, el sistema de control puede iniciar una secuencia de fallo en la que todas las zonas del útil se enfrían.

En una realización en la que el procesador dedicado (es decir no el controlador) controla directamente la entrada de calor a los elementos del útil, si el procesador principal y el procesador dedicado son incapaces de confirmar electrónicamente la presencia del otro el procesador dedicado puede continuar controlando el sistema de acuerdo con los últimos datos almacenados guardados en los segundos medios de memoria y si el procesador principal y el procesador dedicado son incapaces de confirmar electrónicamente la presencia del otro durante un período de tiempo predeterminado, el procesador dedicado puede iniciar una secuencia de fallo desde dicha memoria en la que todas las zonas del útil se enfrían.

Estas opciones de control impiden que el sistema vaya a un modo de emergencia si las señales se pierden durante un corto período de tiempo, pero si las señales se pierden durante un período de tiempo más largo el sistema enfría automáticamente el útil del molde. Como muchos procesos de curado son exotérmicos esto asegura prevenir que se eleve el calor hasta un nivel inaceptable en el caso de que se efectúen cambios en el control.

Una realización del sistema de utillaje comprende adicionalmente un depósito de fluido y una pluralidad de conductos de fluido en el que cada conducto de fluido se dispone para suministrar un flujo de fluido desde dicho depósito a una zona del útil para el intercambio de calor con la pieza en elaboración a través de la superficie del útil. El sistema de utillaje comprende también preferiblemente un calentador asociado con cada conducto de fluido y los calentadores se disponen para calentar selectivamente el fluido que pasa a través de ellos. En esta forma cuando los calentadores están encendidos el fluido calienta el útil y cuando los calentadores no están encendidos el fluido sin calentar refrigera el útil, si estaba previamente calentada. Los calentadores pueden comprender un calentador eléctrico asociado con cada zona del útil.

En una disposición el controlador puede comprender una pluralidad de controladores PID. Estando cada controlador PID asociado con una zona del útil.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se proporciona un método de moldeo de una pieza en elaboración de acuerdo con la reivindicación 11.

Preferiblemente los parámetros de curado deseados pueden incluir información de tiempo y puntos de ajuste y una tolerancia para uno o más de entre la temperatura del útil, temperatura de la pieza en elaboración o constante dialéctica para cada zona individual del útil. Alternativamente, o además, los parámetros de curado deseados pueden incluir uno o más de entre objetivos, tasas de variación y tolerancias para dicha tasa de variación para uno o más de entre temperaturas del útil, temperatura de la pieza en elaboración o constante dialéctica, para cada zona individual del útil y/o los diferenciales con relación al tiempo para uno o más de entre la temperatura del útil, temperatura de la pieza en elaboración o constante dialéctica, entre zonas del útil adyacentes.

El método incluye preferiblemente el uso de un procesador principal para supervisar las señales desde los sensores; comparar las propiedades supervisadas con los parámetros de curado deseados y para modificar la solución de control para mantener la propiedad supervisada dentro de la banda de tolerancia deseada y el uso de un controlador para calcular la solución de control. El método puede incluir adicionalmente: la lectura de información por el controlador y el procesador principal desde, y la escritura de información a, un panel electrónico para comunicarse entre sí de modo que el panel electrónico actúe como un puente de información entre el controlador y el procesador principal. El método puede comprender también las etapas de: comparación de la solución de control con un criterio predeterminado y, dependiendo de dicha comparación, aceptar o ignorar dicha solución de control.

El método puede incluir adicionalmente la escritura de dicha solución de control desde el procesador principal a un procesador dedicado y almacenar temporalmente el control en un segundo medio de memoria asociado con el procesador dedicado.

Preferiblemente el método comprende además calentadores y válvulas asociados con cada zona del útil y el procesador principal envía también información de otros parámetros operativos deseados al procesador dedicado y el procesador dedicado conmuta las válvulas y calentadores en conexión y desconexión dependiendo de la solución de control y de los parámetros operativos para calentar o refrigerar las zonas del útil.

Los parámetros operativos pueden incluir uno o más de: requisitos de potencia en cada calentador, tiempo de conmutación de cada calentador, secuenciación de los calentadores y, cuando los calentadores están alimentados por un suministro de electricidad de múltiples fases, la fase de la alimentación asociada con cada calentador.

El método incluye adicionalmente: el controlador y el procesador dedicado confirman electrónicamente la presencia del otro de forma periódica. Preferiblemente si el procesador principal y el controlador en tiempo real son incapaces de confirmar electrónicamente la presencia del otro, el método incluye que el controlador controle el sistema de acuerdo con los datos que definen los puntos de ajuste de tiempo y temperatura deseados para el proceso de moldeo y, si el procesador principal y el controlador son incapaces de confirmar electrónicamente la presencia del otro durante un período de tiempo predeterminado, el método incluye que el sistema de control inicie una secuencia de fallo en la que todas las zonas del útil se enfrían.

La invención se describirá ahora con más detalle, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos en los que:

La Figura 1 muestra un esquema de una primera realización de la invención;

La Figura 2 muestra un esquema de una segunda realización de la invención

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo del método de la primera realización de la invención;

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo del método de la segunda realización de la invención; y

La Figura 5 muestra un método adicional de la segunda realización de la invención.

Con referencia a las Figuras 1 y 2, se muestra un sistema de útiles 2 que tiene un útil 4 que tiene asociada con él una pluralidad de zonas 6 del útil. Cada zona del útil es un área controlable en calor de la superficie del útil. Las zonas del útil se calientan por el paso de aire caliente a través de ellas, que se origina a partir de una fuente de aire comprimido 10 que puede ser cualquier forma de aire comprimido pero idealmente comprende un compresor y un recipiente de amortiguación del aire presurizado. El aire desde la fuente de aire comprimido 10 se pasa a través de una pluralidad de calentadores 8, uno de los cuales se asocia con cada zona del útil. Los calentadores 8 se pueden conectar o desconectar para calentar el aire que pasa a través de ellos y por lo tanto transferir calor al interior de cada zona 6 del útil. El aire que sale de la zona 6 del útil se ventila a la atmósfera pero, como será evidente para un experto en la técnica, se podría reciclar o podría recuperarse del mismo el calor desechado.

El paso del aire comprimido con los calentadores 8 desconectados tendrá un efecto de refrigeración sobre la superficie del útil.

Cada zona 6 del útil tiene un sensor 12 que supervisa la temperatura de la zona del útil individual. Aunque no se representa en la ilustración esquemática, los sensores de temperatura 12 se colocan tan próximos como sea posible

a la superficie del útil de modo que proporcionen una representación precisa del calor que pasa desde cada zona del útil al interior de la pieza en elaboración que se coloca en el útil 4.

5 El útil se controla mediante un sistema de control que consiste principalmente en una memoria 14, un procesador principal 16 y un controlador 18.

10 Debido a la velocidad a la que el calor se puede poner en el interior, y extraer, de las zonas del útil, es posible conseguir un control muy preciso del calor que se introduce en una pieza en elaboración en el útil a través del ciclo de moldeo. Adicionalmente, es posible también variar la temperatura de zonas diferentes dentro del útil en diferentes puntos a través del ciclo de utillaje.

15 La memoria 14 del sistema de control almacena datos con relación a los parámetros de curado deseados para una pieza particular en elaboración. Estos parámetros de curado deseados pueden, por ejemplo, incluir puntos de ajuste de tiempo y temperatura a través de un proceso de moldeo para cada zona del útil, pueden incluir tasas de variación entre diferentes temperaturas o zonas del útil y pueden incluir bandas de tolerancia, tanto para la temperatura en un momento dado para una zona individual del útil como también tolerancias en las diferencias de temperatura entre zonas del útil, que puede variar a lo largo del tiempo durante el ciclo de moldeo. Al permitir que zonas individuales del útil tengan la temperatura controlada a lo largo del tiempo se puede asegurar que la pieza en elaboración moldeada tiene propiedades mecánicas o químicas de una naturaleza diseñada y pretendida, por ejemplo la cristalinidad del material en partes diferentes dentro de la pieza en elaboración se puede producir con diferentes niveles deseados. Esto permite la producción repetible de una pieza en elaboración dentro de una especificación y permite que los componentes sean diseñados más precisamente y obviar la necesidad de volver a manipular componentes moldeados para permitir la variación en las propiedades mecánicas o físicas de la pieza en elaboración acabada lo que frecuentemente es un resultado debido a la variación en los diversos parámetros (por ejemplo temperatura de curado) durante el ciclo de curado. En otras palabras, al controlar con precisión la temperatura de la pieza en elaboración durante el ciclo de moldeo, una pieza moldeada puede producirse dentro de una especificación funcional deseada y, más importante, conocida.

30 Adicionalmente, la aplicación directa de calentamiento y refrigeración dentro de estas zonas individuales controlables permite, por ejemplo, que áreas particulares de la pieza en elaboración sean refrigeradas bruscamente de modo que solidifiquen de modo efectivo el material en esa zona para que sea ampliamente amorfo, de modo que impida un reticulado adicional de los polímeros, mientras que otras zonas dentro del útil se pueden calentar durante un período de tiempo más largo de modo que se permita un mayor reticulado de moléculas en esas regiones. En esta forma es posible, por ejemplo, producir componentes que presenten diferentes propiedades en áreas diferentes. Por ejemplo, un álabe de turbina puede requerir tener un alto grado de cristalinidad para darle rigidez hacia el centro y parte posterior del álabe mientras que puede requerirse que el borde de ataque del álabe tenga un área de mayor amorfosidad de modo que sea capaz de absorber mejor el impacto sin romperse o aplastarse.

40 El procesador principal 16, que puede, por ejemplo, ser un ordenador en ejecución sobre una plataforma WINTEL, lee datos desde la memoria 14 y produce señales de salida al controlador 18 representativas de los parámetros de curado deseados, por ejemplo temperaturas de zonas del útil.

45 El controlador 18 recibe señales desde los sensores 12 indicativas de las temperaturas de zonas del útil y realiza un bucle de control para cada una de estas zonas del útil para determinar el control requerido de los calentadores 8 de modo que proporcione aire caliente o frío circulando dentro de las zonas del útil para llevarlas a la temperatura requerida.

50 El controlador 18 envía señales desde los sensores 12 de vuelta al procesador principal 16 que puede supervisar las temperaturas de las zonas del útil y compararlas con los parámetros de curado requeridos almacenados en la memoria 14.

El controlador 18 podría, por ejemplo, ser un controlador PID.

55 El controlador 18 produce señales de salida hacia una matriz de relés 20 que conmutan la alimentación principal a los calentadores 8.

60 Dado que el procesador principal 16 y el controlador 18 es más probable que operen sobre diferentes plataformas de software, por ejemplo el procesador principal 16 puede ejecutarse sobre WINTEL y el controlador 18 puede ejecutarse sobre LINUX, no pueden comunicarse fácilmente directamente entre sí.

En consecuencia, el sistema comprende también un panel electrónico en el que tanto el procesador principal como el controlador pueden leer y escribir información en un formato que puede ser identificado en común por ambas plataformas de software.

65 La secuencia de control es por lo tanto que el controlador 18 lee los parámetros de curado deseados desde la memoria 14 y envía los parámetros de curado deseados para cada zona del útil en el panel 22. El controlador 18 lee

las señales desde el panel 22, y lee también señales desde los sensores 12 y realiza un algoritmo de control (por ejemplo PID u otro) sobre la señales para proporcionar una solución de control a la pluralidad de calentadores 8. El controlador 18 produce señales de salida a la matriz de relés 20 que conmutan la alimentación principal a los calentadores de modo que realicen la solución de control.

5 El controlador 18 también envía las señales 12 al panel 22 de modo que el procesador principal 16 pueda leer la temperatura de las zonas individuales del útil.

10 El controlador 18 supervisa las señales desde los sensores 12 para identificar cualquier tendencia en los datos. Por ejemplo, los datos pueden mostrar que las señales procedentes de los sensores 12 indican que todas las zonas del útil están actualmente comportándose según la especificación y están dentro de las bandas de tolerancia para sus temperaturas deseadas tal como está almacenado en la memoria 14. Sin embargo, incluso aunque los datos pueden estar dentro de las tolerancias el procesador principal 16 puede identificar una tendencia en los datos que indique que es probable que se pueda mover fuera de su tolerancia. Podría haber cualquier número de razones para que este evento ocurra, una común sería que el endurecimiento térmico de la resinas de polímero es un proceso exotérmico de modo que no solamente se comunica calor al interior de la pieza en elaboración desde las zonas del útil 6, sino que se puede generar también internamente el calor dentro de la pieza en elaboración. Dado que no es posible siempre determinar exactamente cuándo tendrá lugar este calentamiento interno debido a un cierto número de variables del proceso, por ejemplo la temperatura de comienzo inicial de la resina en el molde y la composición química exacta de la resina, que, como es conocido, puede variar de lote a lote de resina, no es posible incluir con precisión el efecto del calentamiento interno por las reacciones exotérmicas del polímero en un algoritmo de control totalmente predeterminado.

25 En consecuencia, la capacidad de que el procesador principal 16 identifique no sólo el cumplimiento instantáneo de las zonas del útil con los parámetros de curado deseados, sino que también identifique tendencias en los datos y si las tendencias identificadas están o no en alineación con las tendencias proyectadas en los parámetros de curado deseados o si indican que las mediciones instantáneas se moverán fuera de la tolerancia requerida de los parámetros de curado deseados, permite un control mucho mayor del proceso global.

30 Si el procesador principal 16 identifica que las tendencias en los datos recibidos desde los sensores 12 indican que la temperatura de las zonas de utillaje se está moviendo, o se predice que se moverán, fuera de sus bandas de tolerancia deseadas, entonces el procesador principal 16 interviene y modifica los datos leídos desde la memoria 14 antes de enviarlos al panel 22. Por ejemplo, si los datos comprenden un punto de ajuste de tiempo y temperatura y los parámetros medidos indican que la temperatura de la superficie del útil está elevándose demasiado rápidamente, entonces el procesador principal 16 podría intervenir de modo que disminuya la temperatura objetivo o disminuya el tiempo deseado para esa temperatura de modo que reduzca la tasa de variación con la que están avanzando el tiempo y la temperatura actual. Esto daría como resultado que se reduzca la introducción de temperatura dentro de la zona del útil y permitirá que la tendencia de la zona del útil se normalice de vuelta a la tendencia deseada a partir de los parámetros de curado deseados proyectados dentro de la memoria 14.

40 El sistema de control comprende también una pantalla 24 que puede visualizar datos recogidos desde el sistema del útil. Los datos pueden, por ejemplo, mostrar una imagen en 3D de la superficie del útil identificando las zonas individuales del útil y pueden mostrar la temperatura para cada zona del útil y las temperaturas objetivo para cada una de esas zonas del útil. Adicionalmente, la pantalla puede destacar zonas del útil cuyas tendencias muestran que pronto estarán saliendo fuera de la especificación.

50 El controlador 18 incluye también un dispositivo de entrada 26 que puede ser una interfaz de usuario, por ejemplo un teclado, o puede ser un dispositivo de entrada electrónico, por ejemplo para permitir la carga de los parámetros de curado deseados para un proceso de utillaje particular a partir de un medio de almacenamiento electromagnético, de estado sólido u óptico. La interfaz 26 puede ser también, por ejemplo, un puerto serie u otro tipo de puerto electrónico de modo que el procesador principal 16 pueda enlazarse a un medio de programación eléctrico o electrónico para transferir los parámetros de curado deseados para un proceso de moldeo a la memoria 14. El controlador 18, los medios de memoria 14, la pantalla 24 y los medios de entrada 16 pueden comprender juntos un ordenador, y el controlador 18 puede ser un controlador lógico programable (PLC) multicanal.

55 Con referencia ahora a las Figuras 2 a 5, se muestra otra realización de la invención que es similar en muchos sentidos a la realización mostrada en la Figura 1. El sistema de utillaje tiene un útil 4 con una pluralidad de zonas del útil 6, cada una de las cuales tiene un sensor 12 asociado con ella. Las zonas 6 del útil se calientan y refrigeran en la misma forma que en la realización mostrada en la Figura 1, concretamente aire comprimido desde la fuente de aire comprimido 10 se pasa a través de calentadores 8 en línea que se pueden alimentar para proporcionar flujo de aire caliente a las zonas 6 del útil, o alternativamente pueden permanecer sin alimentación de modo que permitan que un aire frío fluya a las zonas 6 del útil.

65 El aparato de control tiene un procesador principal 16 que lee los parámetros de curado deseado almacenados desde los medios de memoria 14. Los parámetros de curado deseado pueden introducirse dentro de los medios de memoria, a través del procesador principal, mediante medios de introducción 26. Una pantalla de visualización 24 se

conecta al procesador principal para mostrar visualmente datos representativos de las temperaturas asociadas con cada zona 6 del utillaje y/o cualquier otro dato que sea conocido para el sistema.

El procesador principal 16 comunica con un controlador 18 a través de un panel electrónico 22 que permite que el procesador principal 16 el controlador 18 comuniquen información entre sí incluso aunque operen sobre diferentes plataformas operativas. El procesador principal 16 lee los parámetros de curado requeridos desde la memoria 14 y los escribe sobre el panel 22. El controlador 18 lee los parámetros de curado desde el panel electrónico 22 y realiza una función de control para calcular un control de salida para el control de los calentadores 8 para conseguir los parámetros de curado deseados.

En esta realización el controlador 18 escribe la solución de control de vuelta al panel electrónico 22. El procesador principal 16 lee entonces la solución de control desde el panel electrónico 22 y la analiza.

Si el procesador principal 16 decide que desea usar la solución de control que el controlador ha calculado entonces escribe ésta en un segundo panel electrónico 28. Un procesador dedicado 30 lee la solución de control desde el panel 28 y la almacena temporalmente en su memoria 32. El procesador dedicado 30 controla entonces los calentadores 8 a través de una matriz de relés 20 de acuerdo con las soluciones de control.

El procesador dedicado 30 recibe señales desde los sensores 12 que se envían entonces sobre el panel 28 de modo que se puedan leer por el procesador principal 16 y posteriormente pasarse al controlador 18. En una disposición opcional, no mostrada, los paneles 22 y 28 podrían ser un panel común y el controlador 18 y el procesador principal 16 podrían ambos leer las señales de sensores directamente desde el panel.

El procesador principal 16 opera en una forma similar a la descrita con referencia a la Figura 1 en cuanto a que identifica tendencias en las señales recibidas desde los sensores 12 y, si calcula que las tendencias indican que las temperaturas de las zonas del útil están yendo a moverse fuera de sus tolerancias, entonces el controlador 18 puede adaptar los parámetros de curado deseados y enviar los parámetros de curado modificados sobre el panel 22 de modo que el controlador 18 calcule la solución de control en base a los parámetros de curado modificados de modo que impida que las zonas 6 del útil se muevan fuera de sus tolerancias deseadas.

En esta realización el controlador 18 realiza también una función adicional en la que puede revisar la solución de control y decidir si enviar o no el sistema de control al panel 28. Por ejemplo, si el procesador principal 16 identifica que no hay ningún cambio o muy pequeño en la solución de control respecto a la enviada previamente al procesador dedicado 30 través del panel 28, y por lo tanto almacenada en la memoria dedicada 32 del procesador, el procesador principal 16 puede decidir no enviar esta solución de control. Adicionalmente, si el procesador principal 16 identifica que hay cambios solamente en una o dos de las zonas del útil en la nueva solución de control comparada con la solución de control previa, el procesador principal 16 puede elegir enviar solamente las soluciones actualizadas para esas zonas particulares del útil. Dicha funcionalidad en la parte del procesador principal 16 puede recortar el número de envíos y lecturas a y desde los paneles y hacer más eficiente el flujo de información a través del sistema de control.

Otro beneficio de la solución de control desde el controlador 18 que pasa a través del procesador principal 16 previamente a usarse para controlar los calentadores 8 es que el procesador principal 16, o el procesador dedicado 30 pueden intervenir para modificar la solución de control en base a parámetros secundarios.

Los parámetros de curado deseados almacenados en la memoria 14 forman el nivel más alto de control para el sistema de utillaje y aseguran que la pieza en elaboración se produce dentro de la especificación deseada. Sin embargo, puede haber un cierto número de soluciones de parámetros de curado que conseguirían la misma especificación funcional repetible y deseada de la pieza en elaboración y los medios de memoria 14 pueden incluir un cierto número de estas soluciones diferentes para los parámetros de curado deseado. El procesador principal 16 puede contener también datos en relación a los parámetros de control secundarios que pueden, por ejemplo, incluir la duración deseada del ciclo de moldeo, una eficiencia requerida en tiempo, una eficiencia requerida en energía o un uso particular requerido de calentadores. El procesador principal 16 puede intervenir entonces en la solución de control, o bien mediante la modificación de estos puntos de ajuste enviados sobre el panel 22, o mediante la elección para aceptar o rechazar una solución de control proporcionada por el controlador, es decir el procesador principal 16 puede recibir una solución de control desde el controlador 18 través del panel 22 pero puede identificar que incluye parámetros que le desagradan. Por ejemplo, el procesador principal 16 puede supervisar también el uso actual de los calentadores 8 y, si el procesador principal 16 identifica una tendencia incrementada en el consumo de energía de un calentador particular entonces puede ser indicativa de que ese calentador particular está experimentando un defecto, o alcanzando el fin de su vida de utilización, y el controlador 18 puede decidir minimizar el uso de ese calentador en el control. El procesador principal puede modificar adicionalmente por lo tanto los parámetros de curado deseados y reenviarlos sobre el panel 22 de modo que el controlador 18 pueda recalcular una solución de control diferente. En el ejemplo dado esto puede significar, por ejemplo, que si se requiere que uno de los calentadores 8 tenga solamente un mínimo uso, que los calentadores que calientan las zonas del útil a ambos lados de la zona del útil que es calentada por el calentador que está experimentando problemas introducirán mayor calor dentro de esas zonas del útil de modo que impulsen hacia arriba la temperatura de la zona del útil que



experimenta menos calor directo.

5 El procesador principal 16 puede también, como se ha establecido, incluir información tal como las eficiencias  
deseadas del calentador y puede enviar éstas al procesador dedicado 30 a través del panel 28. Un componente  
adicional, una matriz de puertas programable en campo 34 puede localizarse entre el procesador dedicado 30 y los  
10 calentadores 8 y puede realizar un cierto número de diferentes funciones por ejemplo la matriz de puertas  
programable en campo (FPGA) 34 puede dividir el tiempo o secuenciar el uso de los calentadores de modo que  
controle los requisitos de alimentación global (Figura 5) o puede controlar una mezcla del flujo de aire y uso del  
calentador para equilibrar los requisitos de calentamiento y refrigeración sin necesidad de crear grandes  
15 extracciones de alimentación fuera de equilibrio sobre las diferentes fases de la alimentación eléctrica que alimenta  
los diferentes calentadores.

Por ejemplo, donde se están usando un gran número de calentadores el sistema puede no ser capaz de suministrar  
15 alimentación a todos los calentadores simultáneamente dado que la extracción de potencia total puede superar la  
potencia nominal de la alimentación y, en consecuencia, puede ser necesario enviar pulsos en secuencia a los  
calentadores dando una cantidad de alimentación instantánea más alta a cada calentador pero, al secuenciar los  
impulsos de los calentadores, asegurar que la extracción de potencia máxima sobre la fuente de alimentación a los  
20 calentadores no supera un valor específico. Como se ha explicado previamente, en base a la optimización de  
potencia o a la optimización de la eficiencia deseadas el procesador 16 puede enviar señales a la FPGA 34 para  
controlar la velocidad y el tiempo de operación de los pulsos del calentador. El controlador 18 puede variar éstos  
para optimizar el rendimiento del sistema en base al número de zonas 6 del útil a las que se está suministrando calor  
25 en cualquier momento dado.

Aunque se ha descrito en el presente documento con referencia a aire se apreciará que el aparato y método de la  
25 invención podría usar cualquier medio fluido que sea capaz de transferir calor, por ejemplo podría utilizarse  
igualmente un líquido tal como aceite.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de utillaje (2) para moldeo de una pieza en elaboración, comprendiendo el sistema de utillaje (2), un útil de moldeo (4) que tenga una superficie del útil dividida en una pluralidad de zonas (6) del útil con temperatura controlada individualmente, y un sistema de control para el control de la temperatura de la pluralidad de zonas individuales de una superficie del útil; comprendiendo el sistema de control; un medio de memoria (14) para el almacenamiento de los parámetros de curado deseados para la pieza en elaboración;  
**caracterizado por que** el sistema de control comprende adicionalmente:
- una pluralidad de sensores (12) asociados con las zonas individuales (6) del útil que detectan y producen la salida de una señal indicativa de una propiedad de la pieza en elaboración o de la superficie del útil en cada zona del útil;
- un procesador principal (16) programado para: supervisar dichas señales de salida de modo que supervise dicha propiedad de la pieza en elaboración o superficie del útil, para leer los parámetros de curado deseados desde los medios de memoria;
- un controlador (18) programado para: recibir dichas señales, recibir información relativa a dichos parámetros de curado deseados de cada zona del útil y, en base a la información recibida, calcular y producir la salida de una solución de control para controlar un suministro de calor a cada zona individual del útil de modo que la caliente o refrigere;
- en el que dicho procesador principal (16) está programado para comparar las señales de la propiedad supervisada con los parámetros de curado deseados, para identificar tendencias en dicha propiedad supervisada y, si dichas tendencias indican que la propiedad supervisada de la zona del útil se moverá fuera de una banda de tolerancia de los parámetros de curado deseados, para modificar o distorsionar los parámetros de curado deseados leídos desde los medios de memoria (14) y para solicitar una solución de control adicional para obtener dichos parámetros de curado modificados o distorsionados de modo que se mantenga la propiedad supervisada dentro de dicha banda de tolerancia deseada de los parámetros de curado deseados.
2. El sistema de utillaje de la reivindicación 1 en el que el procesador principal (16) se programa para solicitar una solución de control a ser calculada para obtener dichos parámetros de curado deseados y el controlador se programa para, tras la recepción de dicha solicitud, calcular y producir la salida de la solución de control.
3. Un sistema de utillaje de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que sistema de control comprende adicionalmente un panel electrónico (22) que actúa como un puente entre el controlador (18) y el procesador principal (16), leyendo dicho controlador y dicho procesador principal información desde, y escribiendo información a, dicho panel para comunicarse entre sí.
4. Un sistema de utillaje de acuerdo con la reivindicación 3 en el que dicho controlador (18) se programa para enviar señales indicativas de la propiedad supervisada y/o la solución de control calculada en el panel (22) y el procesador principal (16) se programa para leer las señales indicativas de la propiedad supervisada y/o la solución de control calculada desde el panel (22), y en el que dicho procesador principal (16) se programa para enviar señales indicativas de los parámetros de curado deseados o los parámetros de curado deseados distorsionados a dicho panel y dicho controlador se programa para leer las señales indicativas de los parámetros de curado deseados o los parámetros de curado deseados distorsionados desde dicho panel.
5. Un sistema de utillaje de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4 en el que el sistema de control comprende adicionalmente un módulo de entrada/salida, asociado con dicho controlador (18), para la recepción de una pluralidad de señales desde los sensores (12) asociados con zonas individuales del útil y producir la salida de una pluralidad de señales de control para controlar un calentador (8) asociado con cada zona individual del útil.
6. Un sistema de utillaje de acuerdo con la reivindicación 5 en el que el sistema de control comprende adicionalmente una pluralidad de relés de estado sólido, produciendo la salida dicho módulo de entrada/salida de dichas señales de control a dichos relés de estado sólido para controlar dichos calentadores.
7. Un sistema de utillaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que el sistema de control comprende adicionalmente un procesador (30) dedicado que tiene unos segundos medios de memoria (32) asociados con él y en el que el procesador principal (16) se configura para recibir la solución de control desde el controlador (18), y dicho procesador dedicado (30) se configura para recibir la solución de control desde el procesador principal (16), para almacenarla en los segundos medios de memoria (32) y, en base a dicha solución de control almacenada, producir la salida de una pluralidad de señales de control para controlar un calentador asociado con cada zona individual del útil.
8. Un sistema de utillaje de acuerdo con la reivindicación 7 en el que el procesador principal (16) se configura para recibir la solución de control desde el controlador y para inspeccionar la solución contra criterios predeterminados y pasar solamente al procesador dedicado la solución si se cumplen los criterios predeterminados.

- 5 9. Un sistema de utillaje de acuerdo con una reivindicación precedente que comprende adicionalmente un depósito de fluido (10) y una pluralidad de conductos de fluido en los que cada conducto de fluido se dispone para suministrar un flujo de fluido desde dicho depósito a una zona del útil para un intercambio de calor y un calentador (8) asociado con cada conducto de fluido, dispuestos los calentadores para calentar selectivamente el fluido que pasa a través de ellos.
10. Un sistema de utillaje de acuerdo con cualquier reivindicación previa en la que el controlador comprende una pluralidad de controladores PID, asociando cada controlador PID con una zona del útil.
- 10 11. Un método de moldeo de una pieza en elaboración dentro de una especificación funcional, comprendiendo el método:
- 15 el almacenamiento de parámetros de curado deseados para la pieza en elaboración en un medio de memoria (14); la colocación del material de moldeo en un útil de moldeo (4) que tenga una superficie de moldeo dividida en una pluralidad de zonas (6) del útil con temperatura controlada individualmente;
- caracterizado por:**
- 20 la detección de una propiedad de la pieza en elaboración o de la superficie del útil en cada zona de control; supervisión de las señales desde los sensores para supervisar la de propiedad detectada; comparación de las propiedades detectadas con los parámetros de curado deseados;
- 25 en base a los parámetros de curado deseados, cálculo de una solución de control para controlar el suministro de energía a cada zona individual del útil para satisfacer los parámetros de curado deseados; control de la introducción de energía a cada zona del útil de acuerdo con la solución de control; identificación de tendencias en dichas propiedades supervisadas; y
- 30 si dichas tendencias indican que la propiedad supervisada de una zona del útil se moverá fuera de una banda de tolerancia de los parámetros de curado deseados, modificación o distorsión de los parámetros de curado deseados leídos desde los medios de memoria y cálculo de una solución de control adicional para obtener dichos parámetros de curado modificados o distorsionados de modo que mantengan la propiedad supervisada dentro de dicha banda de tolerancia deseada de los parámetros de curado deseados.
- 35 12. El método de acuerdo con la reivindicación 11 en el que los parámetros de curado deseados incluyen uno o más de: información del tiempo y punto de ajuste y una tolerancia para uno o más de entre temperatura del útil, temperatura de la pieza en elaboración, constante dieléctrica y objetivos, tasas de variación y tolerancias para dichas tasas de variación para uno o más de entre temperatura del útil, temperatura de la pieza en elaboración o constante dieléctrica, para cada zona individual del útil.
- 40 13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12 en el que los parámetros de curado deseados incluyen diferencias relativas en el tiempo para una o más de entre temperatura del útil, temperatura de la pieza en elaboración o constante dieléctrica, entre zonas del útil adyacentes.
- 45 14. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13 en el que las etapas de: supervisión de las señales desde los sensores (12); comparación de las propiedades supervisadas con los parámetros de curado deseados; y modificación o distorsión de los parámetros de curado deseados leídos desde los medios de memoria (14), se realizan mediante un procesador principal (16) y en el que se usa un controlador (18) para calcular la solución de control, incluyendo adicionalmente el método:
- 50 dicho controlador (18) y dicho procesador principal leen información desde y escriben información a un panel electrónico (22) para comunicarse entre sí de modo que el panel electrónico actúe como un puente de información entre el controlador (18) y el procesador principal (16).
- 55 15. El método de acuerdo con la reivindicación 14 que comprende adicionalmente las etapas de:
- el controlador (18) que escribe la solución de control en el panel electrónico (22) y el procesador principal que compara la solución de control con los criterios predeterminados y, dependiendo de dicha comparación, acepta o ignora dicha solución de control.

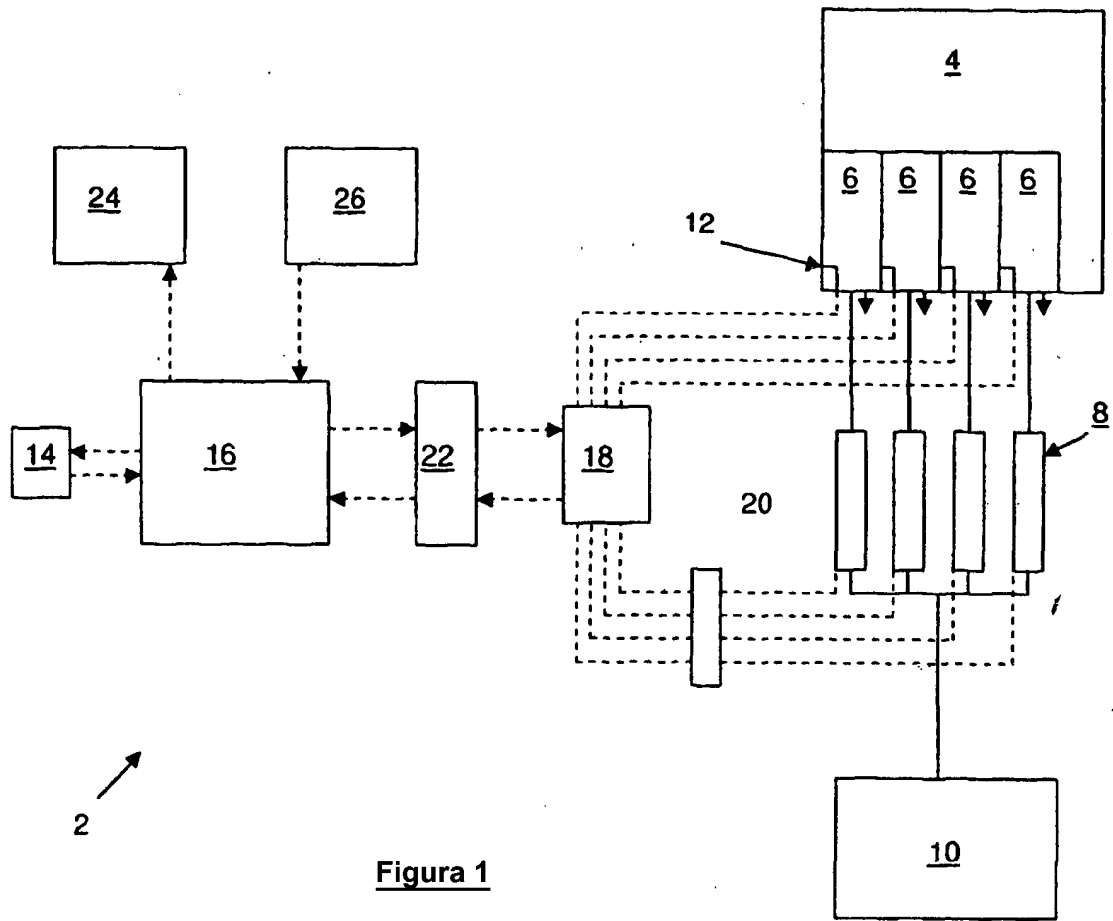
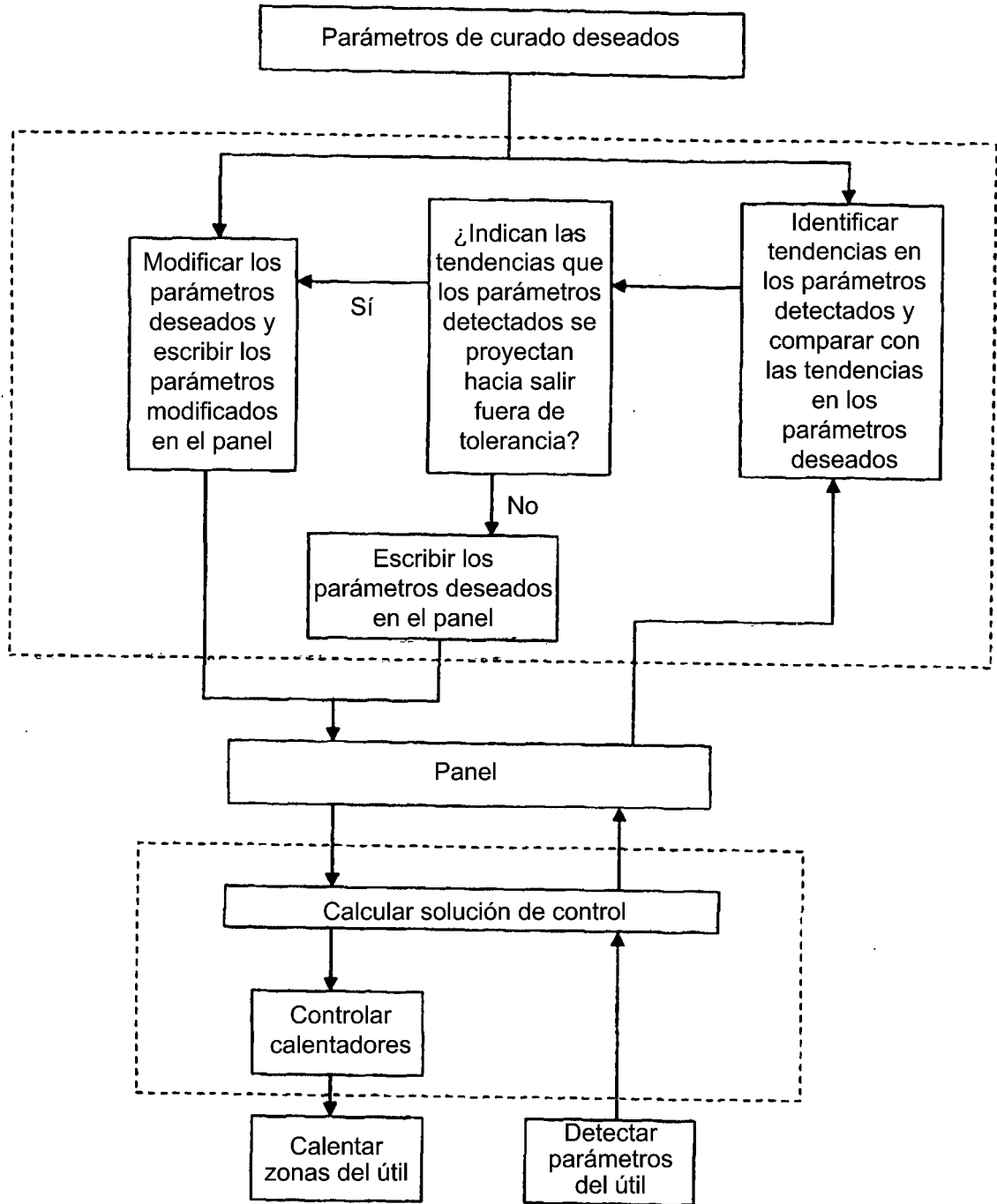
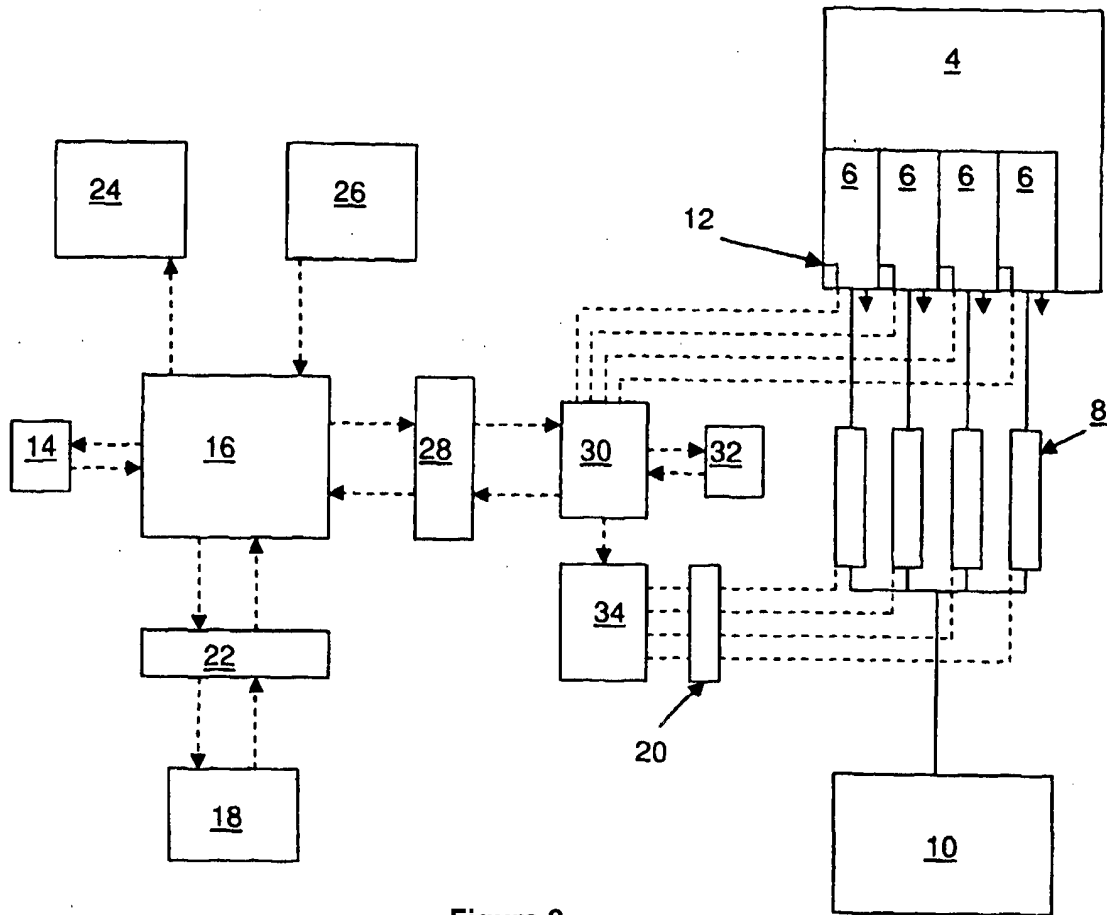


Figura 1



**Figura 3**



**Figura 2**

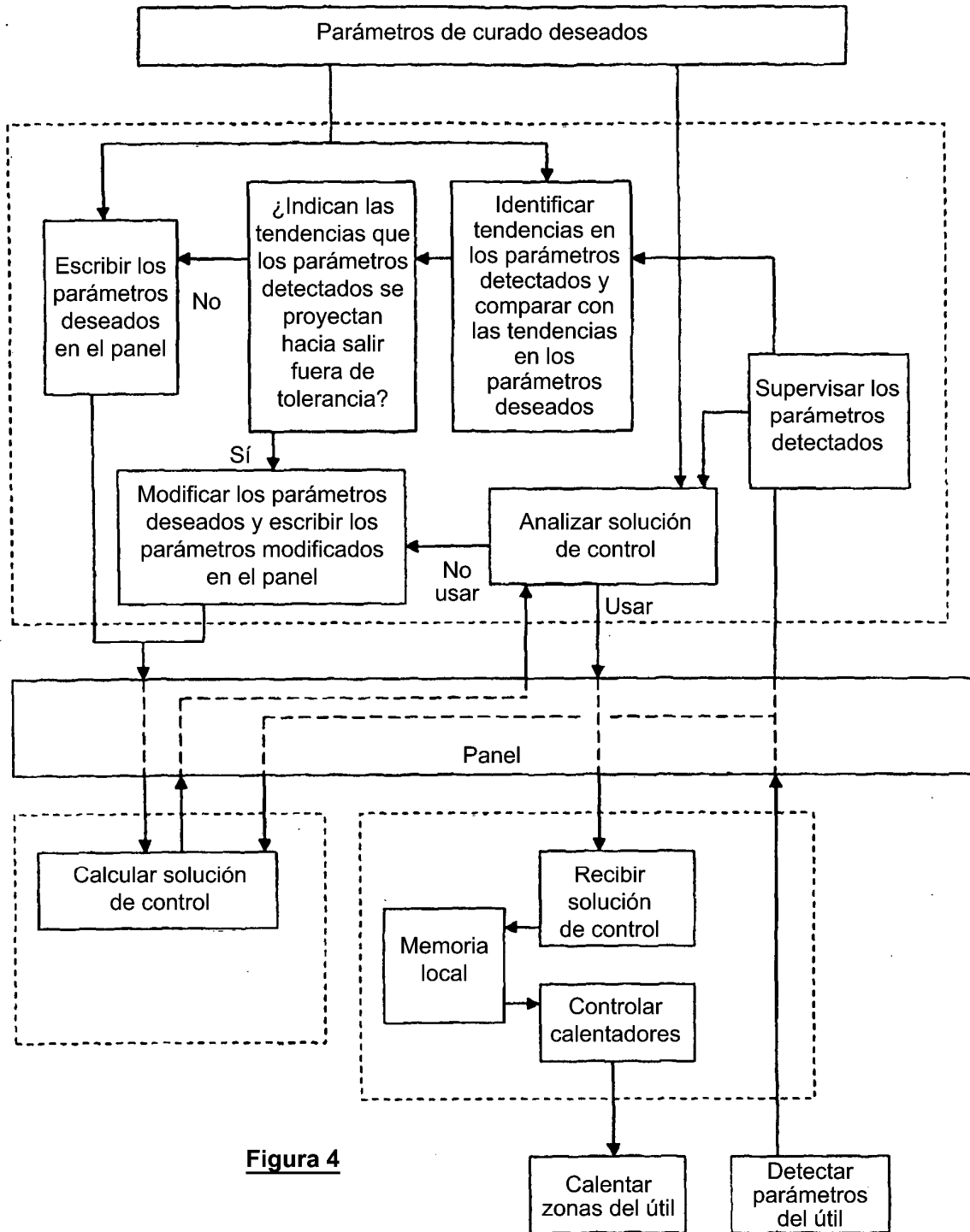
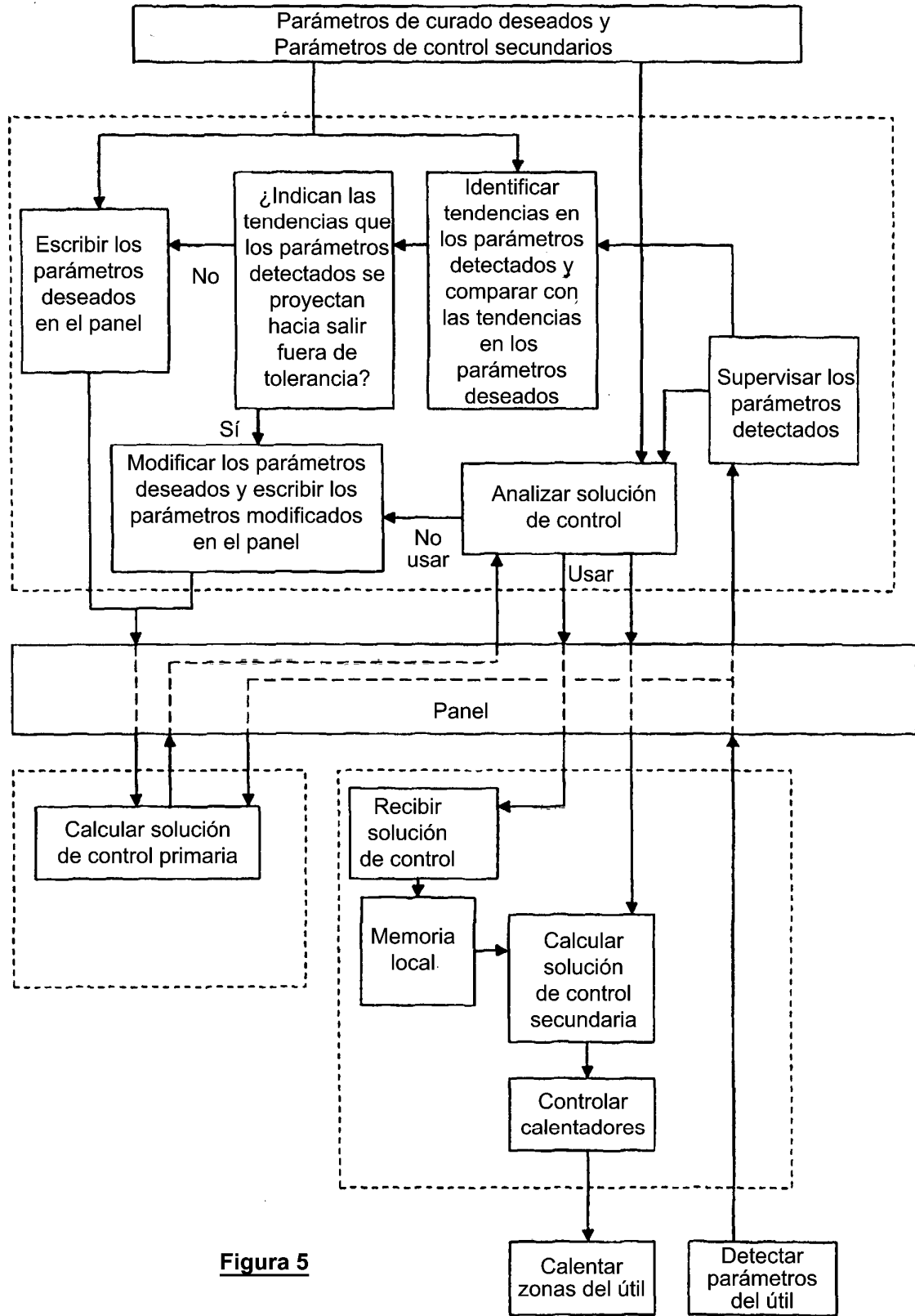


Figura 4



**Figura 5**