

402035

26



P.- 50.815

Spain
08-12-0187 ASP

MEMORIA DESCRIPTIVA

SECCION TECNICA	
CLASIFICACION I. P. C.	
CLASE _____	_____
SUBCLASE _____	_____

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de MONSANTO COMPANY

entidad norteamericana

Int. Cl.:	G05B // B01J
	G05B // B01J B01J

con domicilio en 800 North Lindbergh Boulevard, St.
Louis, Missouri, Estados Unidos de
América

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR LA TEMPERATURA,
EN CUALQUIER MOMENTO DADO, CON UN REGULADOR DE
TEMPERATURA, DE UN LIQUIDO EN UN RECIPIENTE CE-
RRADO"

(Clase Internacional G05b, B01j)

402035



FUNDAMENTOS

En los procedimientos que implican mezclas de fase líquida-vapor surge con frecuencia la necesidad de un control cuidadoso y dinámico de la temperatura, y ésto es especialmente cierto en reacciones químicas tales como la polimerización de formulaciones de monómeros. Por ejemplo, en las reacciones de polimerización que implican una masa líquida con una fase de vapor por encima, todo ello en un recipiente cerrado, la temperatura de la reacción y los cambios en la misma que tienen lugar durante la reacción tienen frecuentemente un efecto profundo en las propiedades físicas y químicas del polímero producido (por ej. su peso molecular, su color, etc.), como resultado de lo cual se hace de la máxima importancia regular con exactitud y controlar estrechamente las temperaturas existentes. Dos criterios son fundamentales para conseguir un control plenamente efectivo de la temperatura: en primer lugar, es necesario determinar rápida y precisamente la temperatura real existente en la masa líquida, y, en segundo lugar, es necesario corregir rápidamente y con precisión cualquier desequilibrio o desviación que se encuentre de las temperaturas deseadas.

Aunque pueden usarse aparatos convencionales para conseguir en la práctica el segundo criterio, hay problemas para conseguir el primero. El problema se centra en el hecho de que, en un recipiente cerrado que contiene una masa

402035

26



líquida con una fase de vapor por encima de la misma, hay un lapso de tiempo inherente entre la temperatura instantánea que se mide de esta masa líquida y su temperatura real instantánea. Este lapso de tiempo se deriva de la capacidad térmica del elemento sensible a la temperatura, y de la resistencia al flujo térmico de la película entre la masa líquida y el elemento sensible. Como consecuencia, se requiere un tiempo limitado para que un cambio de temperatura en la masa líquida cause un cambio similar en la propia sonda sensible.

Por otra parte, el lapso de tiempo entre la presión instantánea medida y la presión real en el recipiente es sustancialmente despreciable. Como la presión en este recipiente cerrado puede considerarse como función de la temperatura, la presión en la fase de vapor es una indicación de la temperatura que hay en ella. La presión en la fase de vapor puede medirse con rapidez y exactitud. No obstante, el uso de una presión sólo como medida de la temperatura introducirá un error para todos los sistemas en los que la relación de la presión en la masa líquida en función de la temperatura no es conocida con precisión, o cambia con el tiempo.

Sin embargo, hasta ahora se ha empleado la detección o percepción de la presión simultáneamente con la detección de la temperatura en los sistemas de control de la

402035



temperatura de un reactor. Por ejemplo, en la Patente de los EE.UU., de Mertz y otros, Nº 2.886.616, el índice de control de un controlador de la presión se reajusta como respuesta a una señal del controlador de temperatura. Aunque estas técnicas pueden mejorar un poco la rapidez de la respuesta a las condiciones cambiantes del proceso o a los puntos de ajuste de temperatura cambiantes, una deficiencia inherente asociada a las mismas es que el controlador de temperatura ha de corregir tanto el error entre el punto fijado y la medida como el error causado por el cambio de la presión con la temperatura. El sistema de esta invención resuelve esta deficiencia usando una vía de cálculo independiente del controlador de temperatura para determinar automáticamente las relaciones, temperatura a presión.

La presente invención proporciona un sistema para regular y controlar dinámicamente la temperatura en la masa líquida de un proceso de fase líquida-vapor, empleando simultáneamente la temperatura instantánea medida de la fase líquida y la presión instantánea de la fase de vapor. Este sistema puede usarse, entre otras cosas, para regular y controlar un reactor de polimerización, y conseguir así un control muy preciso de la temperatura de la fase líquida del mismo. El sistema incluye un método para determinar dinámicamente y controlar la temperatura de la masa líquida en un procedimiento de fase líquida-vapor, en respuesta rá-

402035

26



pida y precisa a las necesidades del mismo, así como un aparato para llevar a cabo la práctica de este método.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar la temperatura en cualquier momento dado en un recipiente cerrado. Este recipiente es del tipo normalmente usado en los procedimientos químicos, y está equipado funcionalmente con un equipo de transferencia de calor. Cuando se usa, el recipiente contiene una masa líquida con una fase de vapor por encima de la misma. En este recipiente, hay un lapso de tiempo inherente entre la temperatura instantánea medida de esta masa líquida y su temperatura instantánea real, pero el lapso de tiempo inherente entre la presión instantánea medida dentro de dicho recipiente y la presión real del mismo es sustancialmente despreciable.

10
15 En el procedimiento de esta invención se ponen en práctica ciertas operaciones. Inicialmente, se generan independientemente, simultáneamente y de modo sustancialmente continuo señales respectivas representativas de la temperatura instantánea medida de esta masa líquida y de la presión instantánea medida que hay en el recipiente.

20
25 Después, se multiplica la señal de presión así producida por una señal constante, y se le añade una señal de factor de corrección variable, para generar una señal de temperatura calculada representativa de la temperatura real de la masa líquida. Esta secuencia puede representarse por la

402035

26



ecuación siguiente:

$$(1) \quad T_c = AP + Y$$

en la que:

T_c representa una señal de temperatura instantánea calculada (es decir un valor de temperatura compensado por presión), A representa una constante de compensación de presión, cuyo valor puede estar comprendido entre aproximadamente 0,1s y 10,0s, y donde

$$(2) \quad s = \frac{T_2 - T_1}{P_2 - P_1}$$

y donde T_1 y T_2 son, respectivamente, las temperaturas mínima y máxima existentes en la masa líquida durante el procedimiento químico en el recipiente, y P_1 y P_2 representan las presiones instantáneas mínima y máxima en la fase de vapor situada por encima de la masa líquida, correspondientes, respectivamente, a T_1 y T_2 ,

P representa la presión en la fase de vapor situada por encima de la masa líquida en el momento correspondiente a T_c , e Y representa una señal de factor de corrección variable basada en la diferencia entre la temperatura detectada instantánea (T_m) y la temperatura instantánea compensada por presión (T_c).

La señal Y de factor de corrección variable (véase Ecuación (1)) es a su vez generada comparando primero la señal de la temperatura instantánea medida así producida

402035



con la señal de temperatura calculada, e integrando después la señal diferencial resultante así generada, con respecto al tiempo. Esta secuencia puede representarse por medio de la ecuación siguiente:

5 (3) $Y = B \int (T_m - T_c) dt$

donde Y, T_m y T_c tienen sus significados antes indicados, y donde:

B representa una constante de corrección de temperatura que tiene unidades de tiempo⁻¹ y un valor limitado de menos de $10t^{-1}$, y t es la constante de tiempo de medida de la temperatura del sistema, efectuándose la operación de integración con respecto al tiempo (dt).

Finalmente, se compara la señal de temperatura calculada así generada con una señal de temperatura fijada representativa de una temperatura previamente elegida de la masa líquida en el momento de dicha medida, para producir una señal de error adaptada para ser introducida en un controlador de temperatura, para producir así una señal de control adaptada para hacer funcionar en respuesta al equipo indicado de transferencia de calor, y así reducir a cero cualquier diferencia entre dicha señal de temperatura calculada y dicha señal de temperatura fijada.

El sistema emplea medios computadores que actúan sobre la señal de presión (P), la señal de temperatura (T_m) y una señal fijada en un valor (T_s) representativa del va-

402035



lor predeterminado de la temperatura deseada en la masa líquida; medios para variar la temperatura de la masa líquida, y medios de control de calor que actúan sobre los medios de variación de la temperatura para controlar la temperatura de la masa líquida allí. Los medios computadores resuelven dinámicamente las ecuaciones (1) y (3) anteriores, y regulan a los medios de control de calor para minimizar cualquier diferencial que exista entre el valor fijado (T_g) y la temperatura compensada por la presión (T_c), y fijar así la temperatura de la masa líquida en un nivel deseado previamente determinado.

La presente invención se refiere además a un aparato para controlar la temperatura en cualquier momento dado en cualquier recipiente cerrado, tal como se ha descrito anteriormente. Este recipiente está equipado funcionalmente con medios sensibles a la presión, medios sensibles a la temperatura, medios de transferencia de calor para regular la temperatura de la masa líquida que son sensibles a las señales, y un controlador de temperatura adaptado para hacer funcionar y controlar los medios de transferencia de calor. Los expertos en la técnica comprenderán que los medios sensibles a la presión comprenden, tanto unos primeros medios de medida adaptados a la medida de la presión instantánea en el recipiente citado, como medios asociados funcionalmente a ellos para generar una señal representativa de dicha presión medi

402035



da por dichos primeros medios de medida, y comprenderán que los medios sensibles a la temperatura comprenden, tanto unos segundos medios de medida adaptados a la medida instantánea de la temperatura en el recipiente citado, como me-
5 dios asociados funcionalmente a ellos para generar una señal representativa de tal temperatura medida por dichos segundos medios de medida.

El aparato incluye unos primeros medios generadores de señal para generar una señal constante previamente
10 seleccionada. Esta señal constante es introducida después en unos medios multiplicadores de señal adecuados para multiplicar una señal de presión instantánea por esta señal constante, para obtener una señal producto.

Se usan unos segundos medios generadores de señal para generar una señal fijada representativa de una temperatura previamente elegida de la masa.
15

Una característica del aparato es un circuito compuesto de unos primeros medios comparadores de señales, unos medios integradores de señales, y unos medios de adición de señales. Las señales de entrada al circuito comprenden esta señal producto y una señal de temperatura instantánea medida. La señal de salida del circuito es una señal calculada representativa de la temperatura real instantánea de una masa líquida que hay en tal recipiente cerrado (como
20 se ha indicado anteriormente).
25

402035



En el circuito, derivado, los medios de adición de señales están adaptados para sumar una señal producto y una señal de factor de corrección variable, para producir una señal calculada. Los primeros medios comparadores están adaptados para comparar esta señal calculada con una
5 señal de temperatura instantánea medida, para producir una primera señal de error.

Los medios integradores están preparados para integrar, con respecto al tiempo, esta primera señal de
10 error, produciendo así la señal citada de factor de corrección variable.

Finalmente, el aparato comprende unos segundos medios comparadores de señales dispuestos para comparar esta señal calculada con la señal fijada, para producir una
15 segunda señal de error adecuada para hacer funcionar el regulador de temperatura citado, con lo que se consigue el control deseado de la temperatura de esta masa líquida.

Una realización de aparato de la presente invención particularmente útil es una adecuada para generar una
20 señal calculada representativa de la temperatura instantánea activa de una masa líquida que tiene una fase de vapor encima, contenidas ambas en un recipiente cerrado. Esta realización de aparato es apropiada para ser sensible tanto a una señal representativa de una temperatura instantánea medida de esta masa líquida como a una señal represen-
25

402035

26 MAYO 1972



tativa de la presión instantánea en dicho recipiente. Este aparato comprende los primeros medios generadores de señales descritos anteriormente, los medios multiplicadores de señales descritos anteriormente, y el circuito derivado descrito anteriormente, todos ellos en combinación.

DIBUJOS

La presente invención se comprende mejor haciendo referencia a los dibujos anexos, en los que:

La Fig. 1 es un diagrama de conjunto que ilustra el sistema de la presente invención;

La Figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema de control de temperatura que realiza la presente invención, aplicado a un recipiente encamisado y empleando una combinación de elementos tal como se muestra en la Figura 1, que controla la cantidad de transferencia de calor a través de las paredes del recipiente; y

La Figura 3 es una ilustración esquemática de un segundo sistema de control de la temperatura que realiza la invención, aplicado a un recipiente equipado con un condensador de reflujo, y en el que la capacidad de transmisión de calor del condensador está controlada por una combinación de elementos, como se muestra en la Figura 1.

La Figura 4 es una ilustración esquemática de una realización de la presente invención, aplicada a un procedimiento para polimerizar estireno y acrilonitrilo; y

402035



la Figura 5 es una ilustración esquemática de una realización de la presente invención, aplicada a un procedimiento para polimerizar cloruro de vinilo.

MEMORIA DESCRIPTIVA DETALLADA

5 En la realización preferida de la invención, los medios computadores comprenden un relé computador que actúa sobre la señal de presión (P) para resolver la ecuación (1) $T_c = AP + Y$, y para generar una señal proporcional a la misma. Los medios integradores están conectados al relé computador y actúan sobre la señal de temperatura (T_m) detectada
10 y sobre la señal de temperatura compensada por la presión (T_c) del relé computador, para resolver la ecuación (2) $Y = B \int (T_m - T_c) dt$, y para generar una señal proporcional a la misma para uso en el relé computador. El sistema puede comprender también unos segundos medios integradores y un dispositivo generador de una señal fijada (T_s) conectado a los
15 segundos medios integradores para darles la señal de temperatura fijada (T_s). En este sistema, los segundos medios integradores están conectados con el relé computador y actúan
20 sobre la señal de temperatura compensada por la presión (T_c) y la señal de temperatura fijada (T_s), para generar una señal de control proporcional a cualquier diferencia entre las mismas. Los segundos medios integradores están conectados también con los medios de control de calor, para
25 proporcionarles la señal de control.

402035

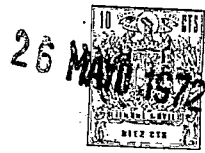


26 MAYO 1972

Los medios para variar la temperatura de la masa líquida pueden comprender un condensador de reflujo, cuya capacidad de cambio de calor es regulada por los medios de control de calor en respuesta a los medios computadores. Al
5 ternativamente, o además de ello, los medios para variar la temperatura pueden comprender una camisa sobre el recipiente, que proporciona un espacio cerrado entre la camisa y al menos una parte de las paredes del recipiente, a través del cual el líquido de transferencia de calor puede pasar para
10 efectuar la transmisión de calor a través de la parte de pared del recipiente, siendo también su capacidad de transferencia de calor regulada por los medios de control de calor en respuesta a los medios computadores. En realizaciones particularmente deseables, el recipiente es un reactor de
15 polimerización agitado y cerrado herméticamente, el elemento sensible o detector de la temperatura está situado en el recipiente de modo que esté en contacto con la masa líquida contenida en el mismo, se usa un dispositivo generador de una señal accionado por una leva mecánica, para proporcionar
20 la señal de punto fijado a los segundos medios integradores, y la constante A es igual a 0,5s a 2,0 s.

Según el método de la invención, se efectúa un procedimiento en un recipiente en condiciones tales que hay una masa líquida con una fase de vapor por encima de ella,
25 y la presión de vapor (P) existente sobre la masa líquida

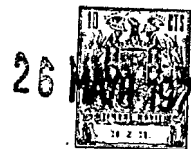
402035



es detectada y se genera una señal proporcional a la misma. La temperatura (T_m) en el interior del recipiente que contiene la masa líquida es detectada también, y generada una señal proporcional a la misma. Es generada una señal de temperatura fijada (T_s) representativa de la temperatura predeterminada deseada en la masa líquida, y se genera una señal de control (S_c), representativa de cualquier diferencia determinada que exista entre la temperatura real de la masa líquida, como indica un valor de temperatura compensada con presión (T_c), y la temperatura deseada en la misma, señal de control que se basa en la solución de las ecuaciones (1) y (2) anteriormente definidas. En respuesta a la señal de control (S_c) es variada una condición que afecta a la temperatura de la masa líquida en el recipiente del proceso, para controlar la temperatura de la masa líquida para minimizar cualquier diferencia que exista entre T_s y T_c , y establecer así la temperatura de la masa líquida a su nivel deseable previamente determinado.

El método es empleado de modo altamente ventajoso en la polimerización de una formulación de monómeros, y en la que se emplea el control de la temperatura para regular la temperatura existente durante la polimerización. Idealmente, el método es aplicable a técnicas en las que el cambio de calor es efectuado por transmisión indirecta de calor con la masa líquida y por condensación de una parte de

402035



la fase líquida, lo que permite un alto grado de control de los medios de transferencia de calor. Aunque el método es preferiblemente uno de control del proceso, puede usarse también simplemente para determinar la temperatura existente en la masa líquida de un procedimiento en fase líquida-vapor.

Haciendo referencia a la Figura 1, se observa una realización de los principios operativos de esta invención. Así, el recuadro de trazos indica un procedimiento que está siendo controlado, siendo el procedimiento uno que se pondría en práctica típicamente usando un recipiente cerrado. En el procedimiento se usa un líquido de tratamiento con una fase de vapor por encima de él. El líquido en tratamiento está bajo la acción de un equipo de transferencia de calor (que está asociado, por ej. al recipiente cerrado). Este equipo controla la temperatura de tal líquido. La presión en el interior del recipiente en cualquier momento dado es una función de la temperatura del líquido en tratamiento.

La temperatura del líquido en tratamiento y la presión en el recipiente son medidas, y se generan en la Figura 1 señales representativa de estos valores respectivos. La señal de medida de presión es introducida en un multiplicador, donde es multiplicada por una señal constante previamente determinada procedente de un primer generador de seña

402035

26 MAY 1972



les, para producir una señal producto. La señal producto y una señal de corrección variable son combinadas en un sumador para formar una señal de temperatura calculada. La señal de temperatura calculada es comparada con la señal de temperatura medida en un primer comparador, para formar una señal de error. La señal de error es integrada con respecto al tiempo para formar la señal de corrección variable. El primer comparador, integrador y sumador forman un circuito que calcula la relación entre la temperatura del líquido de tratamiento y la presión en el recipiente, y así reduce a cero el error entre la temperatura calculada y la temperatura medida. La señal de temperatura calculada es comparada también con un punto de temperatura fijada generada por un segundo generador de señales, para formar un error de temperatura. El error de temperatura es alimentado en un controlador de temperatura para producir una señal de control que actúa sobre el equipo de transferencia de calor asociado al procedimiento controlado, de tal modo que reduce a cero el error de temperatura.

Volviendo ahora con detalle a la Figura 2 de los dibujos anexos, se ilustra esquemáticamente un sistema de control de temperatura que realiza la presente invención aplicada a un recipiente de reacción, indicado de modo general por el número 10, que está provisto de un agitador 12. Una camisa 14 se extiende aproximadamente en la parte

402035

26



inferior del recipiente de reacción 10, para proporcionar un espacio 16 para el paso de un líquido de transferencia de calor entre la camisa 14 y la parte correspondiente de las paredes del recipiente 10.

5 Un detector 18 de temperatura se extiende a través de la pared superior 20 del recipiente, entrando en contacto con la masa líquida 22 contenida en su interior. El detector o elemento sensible 18 está conectado con un transmisor de temperatura 24, que transmite una señal proporcional a la temperatura detectada (T_m) a través de la conducción neumática 26, hasta un conjunto de elementos que puede denominarse un computador, indicado en general en la Memoria con el número 28. El computador 28, en efecto, puede comprender todos los elementos situados fuera del recuadro de trazos de la Figura 1, menos la medida de presión y temperatura. También está dispuesto un transductor adecuado 30 en el interior del recipiente 10, para la medida de la presión (P) que existe por encima de la masa líquida 22; el transductor 30 está conectado con un transmisor de presión 32, que transmite una señal, proporcional a la presión en el interior del recipiente 10, al computador 28 a través de la conducción neumática 34.

10

15

20

25 Se extiende una conducción 36 de entrada entre una fuente de agua y la camisa 14 del recipiente 10, para proporcionar el medio de cambio de calor al espacio 16 que

402035



hay entre ellas, y está dispuesta una conducción 38 de salida sobre la camisa 14 para el paso del agua hacia afuera desde el espacio 16. La velocidad de paso de agua a través de la conducción 36 es regulada por la válvula 40 que hay en su interior, que, a su vez, está controlada por una señal generada por el computador 28 y transmitida al mismo a través de la conducción neumática 42. Para determinar el valor apropiado de la señal de control (S_c) transmitida a la válvula 40, el computador 28 actúa sobre las señales de presión y temperatura detectadas proporcionadas al mismo desde los transmisores 24 y 32, respectivamente, y sobre la señal fijada representativa de la temperatura deseada de la masa líquida, derivada de una fuente (que no se muestra). Sin embargo, la señal de temperatura fijada puede programarse directamente al computador 28. Con base en la señal de control transmitida a través de la conducción 42, la válvula 40 es ajustada para dejar que un volumen adecuado de agua entre en el espacio 16, para ajustar la temperatura de la masa líquida 22 al valor indicado por la señal de temperatura fijada, y podía disponerse una válvula co-actuante, controlada también por el computador 28, en la conducción 38 de salida, si se desea.

Volviendo ahora con detalle a la Figura 3 del dibujo, un segundo recipiente de reacción, indicado en general por el número 50, está provisto también con un agitador

402035

26



52, un elemento sensible o detector 54 para la temperatura, un transmisor de temperatura 56 conectado al mismo, un transductor de presión 58 y un transmisor de presión 60 conectado al transductor 58. No obstante, en lugar de tener un encamisado 12 tal como el de la Figura 1, para proporcionar los medios de transferencia de calor, el recipiente 50 tiene un condensador de reflujo 62 con conducciones 64 y 66 de entrada y salida de agua, respectivamente. En la conducción de entrada 64 hay intercalada una válvula 68, que es controlada, a través de una conducción neumática 70, desde un controlador de reajuste proporcional 72.

Una señal proporcional a la temperatura detectada (T_m) de la masa líquida 73 del interior del recipiente 50 es transmitida desde el transmisor de temperatura 56, a través de la conducción neumática 74, al segundo controlador de reajuste proporcional 76, y una señal proporcional a la presión (P) que hay sobre el mismo es transmitida desde el transmisor de presión 60, a través de la conducción neumática 78, hasta el relé computador 80. El relé computador 80 actúa sobre la señal procedente del transmisor 60 para determinar un valor de temperatura compensado con la presión (T_c) y genera una señal proporcional al mismo, que es transmitido a cada uno de los controladores de reajuste proporcionales, 72 y 76, a través de la conducción neumática 88. El controlador de reajuste proporcional 76 actúa sobre la

402035



5 señal de temperatura compensada con la presión (T_c) procedente del relé computador 80, y sobre la señal de temperatura detectada (T_m) del transmisor 56, para determinar el valor de una variable (Y), basada en la diferencia entre los dos anteriores valores de temperatura; el controlador 76 transmite una señal proporcional a la variable (Y) así determinada, a través de una conducción neumática 90, hasta el relé computador 80, para su empleo en su cálculo del valor de la temperatura compensada por la presión (T_c).

10 El controlador 72 de reajuste proporcional actúa sobre la señal que representa la temperatura compensada por la presión (T_c) procedente del relé computador 80, y sobre una señal fijada (T_g) transmitida al mismo a través de una conducción neumática 92 procedente del dispositivo 82 generador de la señal de temperatura fijada, que puede ser un dispositivo de acción por una leva mecánica. El controlador de reajuste 72 determina la diferencia entre el valor de la señal fijada (T_g) y la señal de la temperatura compensada por la presión (T_c), y genera una señal de control (S_c) proporcional a la misma. La señal (S_c) es empleada después para controlar la válvula 68 y regular el flujo de agua a través de la conducción 64 que entra en el condensador 62, que a su vez controla la capacidad de transmisión de calor del condensador 62. El cuadro de trazos indicado por 28' comprende la combinación de elementos de la Figura 3 que

402035

26



son análogos al computador 28 de la Figura 2.

De una manera convencional, los vapores pasan del recipiente, a través del conducto 84, al condensador 62, y el material condensado es sometido a reflujo al reactor 50 a través de la conducción 86. La velocidad de reflujo y la cantidad de calor extraída por el sistema dependen de la capacidad de enfriamiento del condensador 62, que en la realización ilustrada es una función del volumen de agua que lo atraviesa.

La efectividad del sistema de regulación y control descrito en la Memoria se debe, según se cree, a la capacidad que proporciona para regular rápidamente la presión de vapor, como aproximación estrecha a la temperatura existente en la masa en tratamiento, y para corregir la información de la presión de vapor así obtenida previendo la no linealidad y las relaciones temperatura-presión variables con el tiempo, permitiendo así un alto grado de precisión. Así, la medida de presión proporciona una señal rápida que indica la temperatura existente, y la superposición de la señal de temperatura, más lenta, proporciona un factor de corrección para minimizar el error en estado de régimen.

El sistema de control puede emplearse en relación con virtualmente cualquier masa de tratamiento de líquido/vapor (es decir que consta de una fase líquida con una fase de vapor por encima) en la que la presión de vapor es una

402035



función de la temperatura, y en la que el control de la temperatura es un objetivo a lograr. El sistema proporciona una mayor capacidad de respuesta a las condiciones cambiantes y a las discrepancias que pueden darse durante un ciclo de tratamiento, y minimiza la inestabilidad o fluctuación de las condiciones del mismo. Más particularmente, esta fluctuación es un resultado del desfase que tiene lugar entre el momento en que cambia la variable del proceso y el momento en que se impone al sistema un efecto que lo contraresta o compensa. Así, aunque un cambio no deseado (por ej. una elevación de la temperatura) haya sido completamente corregido (por ej. aumentando la extracción de calor) la falta de capacidad de respuesta del sistema de control causa usualmente un fallo en reconocer este hecho, como resultado de lo cual no se anula enseguida el efecto corrector (por ej. el mayor grado de eliminación de calor continúa después de que la temperatura haya descendido hasta el punto deseado), creando con ello un desequilibrio opuesto (por ej. la temperatura desciende demasiado). De esta manera, las condiciones del proceso fluctúan, y raramente alcanzan una situación de estado estacionario a una temperatura deseada bajo condiciones dinámicas, y, en algunos casos, la influencia correctora impuesta puede llevar al proceso a un estado más extremo que el desequilibrio original, haciendo que el procedimiento "escape de control".

402035

26 MAY 1972



5 Aunque el sistema de control tiene una amplia
aplicación en muchos procedimientos diferentes, incluyendo
los simples tratamientos térmicos y similares, es empleado
de modo particularmente beneficioso en relación con reac-
ciones exotérmicas, en las que una reintroducción positiva
de los datos que reflejan el calor desprendido hace muy di-
fícil el control. Además, es especialmente efectivo para
controlar reacciones de polimerización, en las que hay una
gran tendencia a que se acumule material en el elemento
10 sensible a la temperatura, y se encuentran con frecuencia
altas viscosidades a causa de la producción de polímero;
ambos factores se oponen a las buenas características de
transmisión de calor que son necesarias para conseguir una
regulación precisa de la temperatura.

15 Con atención particular a las reacciones de poli-
merización, ha de entenderse que la técnica específica em-
pleada para la polimerización no es crítica para la inven-
ción, y que puede efectuarse por técnicas en masa, disolu-
ción en disolventes y dispersiones acuosas, siempre que la
20 masa en tratamiento incluya una fase líquida con una fase
de vapor por encima, y la presión en la fase de vapor sea
una función de la temperatura de la fase líquida. Ha de en-
tenderse también que la presencia de material sólido no
obstaculiza normalmente el control por los sistemas de la
25 presente invención, y en las reacciones de polimerización

402035

26



el proceso se acomoda fácilmente a la presencia de material sólido, incluyendo una fase de caucho disuelto o dispersado en la fase líquida.

5 Son ejemplos de los compuestos que pueden ser polimerizados adecuadamente en una reacción controlada según la presente invención los monómeros de vinilideno tales como los halogenuros de vinilo, hidrocarburos aromáticos mono
10 vinilidénicos, y nitrilos etilénicamente insaturados. Con referencia particular a los halogenuros de vinilo, pueden emplearse tanto el cloruro de vinilo como el fluoruro de vi
nilo, bien como el único monómero o como componente monóme-
ro principal en combinación con otros monómeros etilénica-
mente insaturados que son copolimerizables con ellos. Estos
comonómeros incluyen los ésteres de vinilo de los ácidos or
15 gánicos, tales como el acetato de vinilo; los halogenuros de vinilideno, tales como el cloruro de vinilideno; los ni-
trilos no saturados tales como el acrilonitrilo; los éste-
res de (alcohol)acrilato, tales como el acrilato de etilo y el metacrilato de metilo; maleatos, fumaratos, y similares.

20 Los hidrocarburos monovinilidenoaromáticos incluyen estireno, alcohol estirenos sustituidos en el anillo, haloestirenos sustituidos en el anillo, estirenos sustituidos en el anillo por halógenos y en el anillo por alcohol, vinyl-naftaleno, etc. Son ejemplos de otros monómeros de vi
25 nilideno que pueden emplearse como monómeros básicos, o in-

402035

26



5 terpolimerizarse con hidrocarburos monovinilidenoaromáticos, los nitrilos etilénicamente insaturados (particularmente el acrilonitrilo, metacrilonitrilo y propacrilonitrilo), ácidos monobásicos alfa- o beta insaturados y sus derivados (tales como los ácidos acrílico y metacrílico y sus ésteres), ésteres de vinilo (tales como el acetato de vinilo, propionato de vinilo), maleatos y fumaratos de di-
alcoholo, etc.

10 Puede desearse incluir en la formulación de monó-
mero hasta aproximadamente 15,0 por ciento en peso de la
misma de un polímero elastómero preformado sobre el que
puede injertarse al menos una parte del monómero polimeri-
zable, y los polímeros elastómeros usados convencionalmen-
te para este fin incluyen los compuestos olefínicos tales
15 como el polietileno, polietileno clorado, polietileno clo-
rosulfonado, copolímeros de etileno/acrilato, copolímeros
de etileno/propileno, terpolímeros de etileno/propileno/
dieno, copolímeros de etileno/acetato de vinilo, cauchos
naturales, cauchos de poliisopreno, cauchos de acrilato,
20 etc, y sus mezclas. Como es sabido, el polímero elastómero
más apropiado para su uso en un caso dado depende del monó-
mero o monómeros específicos implicados.

25 Aunque puede emplearse cualquier catalizador o
iniciador adecuado en las circunstancias de una reacción
particular, un aspecto particularmente beneficioso de la

402035



invención reside en el hecho de que la mayor velocidad y precisión en el control permite efectuar reacciones de polimerización de la manera más eficiente empleando los llamados iniciadores "rápidos" o altamente activos. Estos ini
5 ciadores rápidos reducen el coste del procedimiento hacien
do un uso eficiente de las instalaciones disponibles, y puede dar un producto mejorado evitando la presencia de iniciador residual y subproductos de la reacción. La expre
sión "iniciador rápido" tal como se aplica a la polimeriza
10 ción de monómeros, incluye cualquier iniciador de radicales libres que tiene una vida media de menos de aproximadamente 2,5 horas a la temperatura de reacción, determinada por la velocidad de descomposición de una disolución de 0,025 moles por litro del mismo, en 1,2-dicloro-etano; pre-
15 feriblemente, la vida media de este iniciador es de menos de aproximadamente 1,5 horas bajo las mismas condiciones. Son particularmente eficaces los persulfonatos de acetilo del tipo descrito por Beer y otros en la Patente de los Es-
tados Unidos Nº 3.340.243, peróxidos mono- y di-sustituí-
20 dos por alcoholo, y compuestos azoicos simétricos. Normalmente, estos iniciadores se usan en proporciones de aproximadamente 0,005 a 1,0 por ciento, basado en el peso de monómeros polimerizables presentes. Naturalmente, pueden ampliarse los mismos principios a otras reacciones y las re-
25 ferencias a la polimerización es fundamentalmente con fi-

402035

26



nes ilustrativos.

Los medios para hacer variar la temperatura de la masa líquida pueden ser de un tipo que actúa directamente o indirectamente sobre la masa líquida. La adición o extracción de calor puede conseguirse en cualquiera de numerosas formas para regular la temperatura en la masa líquida, y tal como se indica en el dibujo, bajo circunstancias apropiadas los medios de variación de la temperatura pueden consistir en el encamisado del recipiente y/o un condensador de reflujo. Además, el control de la temperatura puede conseguirse por introducción, extracción o recirculación de reactivos u otros materiales, tales como catalizadores, reactivos, productos, etc. Los materiales reactivos que tienen un efecto negativo en la velocidad de reacción pueden usarse también para fines de control, tales como agentes que son efectivos para "amortiguar" o desactivar los catalizadores, cuando están implicados éstos.

La presente invención es de valor particular por que puede emplearse fácilmente equipo convencional en los sistemas de control del mismo, y los componentes particulares que son apropiados en cualquier caso dado serán evidentes para los expertos en la técnica. En lo que respecta al recipiente para contener la masa en tratamiento, el tipo dependerá del material particular que ha de ser tratado, el procedimiento que ha de efectuarse en el mismo, y los

402035

26 MAYO 1972

medios que han de utilizarse para el control de calor. Por ejemplo, cuando la masa de tratamiento es una formulación polimerizable como en la realización que se ilustra, el recipiente tiene un agitador (para optimizar la transmisión de calor en toda la masa de tratamiento) y está adecuadamente cerrado de modo hermético, y está provisto de un en-camisado o un condensador de reflujo como medios de control. Es evidente que se emplearán diferentes recipientes, según sean apropiados para diferentes masas de tratamiento.

Los medios computadores pueden consistir en un computador único digital o analógico, o pueden comprender una multiplicidad de componentes individuales, tales como dispositivos sumadores, medios integradores, controladores proporcionales, y similares. Los únicos requerimientos básicos de los medios computadores son que sean capaces de recibir las señales de entrada previamente descritas, y que actúen sobre ellos de modos que resuelvan las relaciones indicadas; han de ser capaces también de generar una señal a la que son sensibles los medios de variación de la temperatura. Ha de entenderse que el modo particular de operación y el medio de comunicación entre varios detectores o elementos sensibles, los medios de control de calor y los medios computadores no son críticos, y que las operaciones de cálculo o computación pueden efectuarse de cualquier manera y con cualquier equipo apropiado de componen-

402035

26 MAY 1972



tes físicos (hardware) o componentes lógicos (software).
Estos factores serán evidentes para los expertos en la técnica, y hay disponibles numerosas publicaciones como ayuda para hacer la elección adecuada. Es posible que las ecuaciones anteriormente descritas puedan expresarse en diferentes términos y puedan combinarse y/o modificarse a formas alternativas de las mismas. No obstante, se considera que cualquier ecuación o relación equivalente que pueda usarse para desarrollar una señal de temperatura compensada por la presión de la naturaleza descrita en la memoria está comprendida en el objeto de la invención.

La ecuación que expresa el valor de la constante A de compensación de presión ha sido descrita anteriormente en la Memoria, y se observará que A es simplemente una función de la pendiente de la curva de temperatura/presión (representada con la temperatura en función de la presión); preferiblemente, A es 0,5 a 2,0 veces el valor de la pendiente de la curva, e idealmente es igual a la misma. Si el valor de A es inferior a aproximadamente 0,1 vez dicho valor, el factor de presión se hace bastante insignificante, y los beneficios de la invención no son materializados adecuadamente; por el contrario, un valor de A indebidamente grande hace inestable al sistema, y por tanto de poco valor.

La constante B de temperatura es una función in-

402035



versa de la constante de tiempo del sistema, y ha de ser de magnitud apropiada si el control ha de ser satisfactorio. Ha de ser mayor que cero, pero puede ser muy próxima a este valor si ocurren cambios en el procedimiento que son muy lentos por su uso en una ecuación integral; si el valor de B es demasiado grande, el sistema de control tiende a ser inestable. La constante de tiempo es un concepto muy conocido en la técnica de control de procesos, y se define (Process Instruments and Control Handbook, Considine, Primera edición) como el tiempo requerido para que una cantidad variable alcance el 1/e de su cambio total (aproximadamente el 63,2 por ciento de su cambio total). Para ilustrar su significado en el presente contexto, si tiene lugar un cambio incremental en la temperatura real del procedimiento, la constante de tiempo del sistema es el tiempo que se requiere para que la temperatura medida o detectada cambie el 63,2 por ciento de la diferencia entre su valor antes del cambio incremental y el valor nominal que ha de alcanzar como resultado del cambio en la temperatura real.

Los medios para detectar la temperatura y la presión en la masa de tratamiento pueden ser también convencionales, y pueden tomar una amplia variedad de formas, según la masa en tratamiento y el equipo computador usado. Aunque los medios sensibles o detectores citados en la Memoria pueden ser un dispositivo único capaz, tanto para detectar la

402035



condición deseada como para generar una señal proporcional a la misma, pueden emplearse elementos diferentes para servir a cada una de estas funciones, tales como un detector o elemento sensible conectado a un dispositivo transmisor.

5 Ordinariamente, se emplean transductores de una naturaleza adecuada, y, por ejemplo, pueden hacerse convenientemente medidas de temperatura por medio de montajes en derivación de termistores adecuadamente diseñados. Ha de observarse que, aunque las medidas de temperatura se hacen normalmente por contacto directo con la fase líquida de la masa en

10 tratamiento, ésto no es esencial y el elemento sensible a la temperatura puede situarse por encima de la misma; no obstante, los mejores resultados se obtienen con la primera disposición. Finalmente, la selección de medios para interconectar los diversos componentes del sistema de control dependen de los componentes particulares implicados,

15 y puede tomar convenientemente la forma de conducciones hidráulicas o neumáticas, o puede comprender interconexiones eléctricas. En general, los sistemas de control emplean una combinación de dos o más de estos tipos diferentes de

20 interconexiones.

REALIZACIONES

Los ejemplos siguientes se exponen para ilustrar más claramente los principios y la práctica de esta invención para un experto en la técnica, y no se pretende que

25

402035 26



sean limitativos, sino simplemente ilustrativos de la invención. Todas las partes son en peso si no se indica otra cosa.

EJEMPLO I

5 Se calienta agua en un recipiente de reacción bien aislado, cerrado herméticamente, agitado y con una camisa, recipiente que está provisto de entradas de agua fría y de vapor de agua en la camisa. Se sumerge un elemento sensible a la temperatura en el agua, y está conectado neumáticamente a un controlador proporcional, que recibe señales del
10 elemento detector de la temperatura y de un dispositivo de punto fijado variable, para la comparación entre ellos. El controlador genera una señal proporcional a las diferencias entre la temperatura detectada y el valor fijado, que se emplea para abrir o cerrar válvulas situadas sobre las entradas de vapor y de agua fría, según sea lo adecuado para llevar la temperatura del agua al valor fijado. Después de calentar el agua a 120°C, el valor fijado se eleva a 125°C; la temperatura medida se eleva gradualmente hasta aproximadamente 126,5° durante un período de aproximadamente 4,5 minutos; en los tres minutos siguientes desciende a 125°, y después continúa hacia abajo hasta dar un valor de aproximadamente 124,5°: unos 9,5 minutos después del cambio en el
15 punto fijado; después, la temperatura se eleva de nuevo para acercarse al valor deseado, alcanzándolo sólo al cabo de
20
25

402035

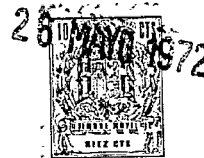
26 MAY 1972

un tiempo total transcurrido de aproximadamente 13 minutos.

Se monta un sistema que emplea los conceptos de la presente invención (véase la realización de la Figura 2) para comparación con el anterior. Se emplea el mismo equipo, pero además se usa un computador 28, y el recipiente es
5 tá provisto de un elemento sensible a la presión, para medir y transmitir la presión de vapor sobre el agua. La computadora actúa sobre la presión y la temperatura detectadas, y genera una señal de temperatura compensada por la
10 presión, que es proporcional a la misma, para su uso en el controlador proporcional. Así, en lugar de comparar la señal fijada con una temperatura medida directamente, en esta parte del ejemplo el controlador proporcional compara el valor del punto fijado con una temperatura compensada con la
15 presión. La computadora está programada para resolver las ecuaciones anteriormente indicadas por (1) y (2), y emplea como valores de las constantes A y B los de 1,16 y 0,1, respectivamente (la pendiente de la curva de temperatura presión es de 1,16°C por cada 0,07 kg/cm² para el agua, y la
20 constante de tiempo del sistema es de 1 minuto; así, A es igual a la pendiente y B es mayor de cero y menor que 10t⁻¹).

De la misma manera que se describió anteriormente, después de calentar el agua a 120°C, el valor del punto fijado es aumentado a 125°C. Aproximadamente 1,5 minutos
25 después, es determinado por el sistema un valor de tempera-

402035



tura compensado por la presión muy ligeramente por encima de 125^o; al cabo de dos minutos después del cambio, el valor ha descendido a muy ligeramente por debajo de 125^o, después de lo cual la temperatura determinada se nivela al valor deseado, con sustancialmente ninguna variación más. Aunque el sistema de medida directa es optimizado como se ha descrito, y el sistema usando las temperaturas compensadas por la presión no lo es, en el último caso se obtiene un valor muy próximo y esencialmente constante de la temperatura real en aproximadamente 1,5 minutos después de un cambio en la misma, mientras que en el primer caso no se consiguen resultados comparables antes de un lapso de tiempo de 13 minutos. Así pues, cualquier procedimiento en que se use el sistema de control de la invención tiene la ventaja de datos de temperatura que reflejan mucho más rápida y precisamente los cambios reales que tienen lugar en él, y permite así un control mucho más estrecho del procedimiento que lo que era posible hasta ahora.

EJEMPLO II

Un recipiente de reacción encamisado adecuado, equipado con reflujo, es cargado con 100 partes de agua, 60 partes de estireno, 30 partes de acrilonitrilo, 0,1 parte de t-dodecil-mercaptano, 0,25 partes de cloruro de sodio, 0,03 partes de peróxido de di-terc-butilo, y 0,1 parte de di-terc-butil-n-cresol. Esta carga es desoxigenada

402035

26



por ebullición en una atmósfera inerte, y después calentado con agitación bajo atmósfera inerte, que se emplea también para crear presión sobre la carga, para polimerizar los monómeros en un ciclo de tiempo-temperatura de 2 horas a 118 °C, 2 horas a 125°C, 3 horas a 135°C, y 2 horas a 145°C. Durante la reacción de polimerización, se hacen las siguientes adiciones a la mezcla de reacción:

(1) A una conversión de 26%, 3 partes de una disolución acuosa al 1% de un copolímero de ácido acrílico-acrilato de 2-etilhexilo que tiene un contenido combinado de ácido acrílico de 93,5-98,5 por ciento molar,

(2) entre una conversión de 40% y de 90%, 10 partes de estireno añadido continuamente,

(3) a una conversión de 40%, 0,1 parte de t-dodecil-mercaptano, y

(4) a una conversión del 60%, 0,1 parte de t-dodecil-mercaptano.

La polimerización se termina a una conversión del 98%.

Los monómeros que no han reaccionado son destilados del producto, que después es enfriado, desprovisto de agua, lavado y secado.

El equipo y el sistema de control empleados son como se muestra en la Figura 4 para esta polimerización de copolímero de estireno/acrilonitrilo discontinua en suspen-

402035

26 MAYO 1972



5
sión. El cálculo de la temperatura compensada por la presión es realizado usando elementos como los que se usan anteriormente en las Figuras 1 y 3, excepto en que en este caso un sólo reactor emplea un enfriamiento por camisa y un condensador de reflujo. La temperatura de la masa líquida en el reactor se mantiene en el margen de $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$ durante todo el ciclo.

EJEMPLO III

10
En un recipiente de reacción encamisado provisto de un condensador de reflujo y que tiene medios para inyectar agua, se introducen 150 partes de agua a una temperatura de aproximadamente $55-60^{\circ}\text{C}$, y una combinación 1,0:1,0 de un éster de celulosa y un poli(acetato de vinilo) parcialmente hidrolizado. El éster de celulosa es una hidroxipropilmetil-celulosa que tiene una viscosidad, en disolución acuosa al 2,0 por ciento, de aproximadamente 50 centipoises de 20°C , vendida por la Dow Chemical Company con la marca comercial de METHOCEL 65 HG. El poli(acetato de vinilo) hidrolizado tiene un contenido de acetato residual de aproximadamente 35 por ciento, y una viscosidad en disolución
15
acuosa al 4 por ciento, de aproximadamente 10 centipoises a
20
 20°C ; es vendido con la marca de fábrica de GELVATOL D 369 por la Monsanto Company. La combinación de agentes de suspensión es introducida en una cantidad suficiente para proporcionar aproximadamente 0,085 partes de la misma. Después,
25

402035



5 se introducen aproximadamente 0,16 partes de tensioactivo de monolaurato de sorbitán (SPAN 20, un producto de la Atlas Chemical Industries, Inc.), y la mezcla resultante es agitada juntamente con una pequeña cantidad de un estabilizante térmico (2,6-diterc-butyl-paracresol).

10 El recipiente de reacción es comunicado después con la atmósfera, y se le añaden 150 partes de monómero de cloruro de vinilo. A continuación, se añade con agitación una disolución de peroxidicarbonato de diisopropilo en maleato de dietilo, para proporcionar aproximadamente 0,048 partes de iniciador, e inmediatamente después comienza la polimerización (el calor necesario para la misma es suministrado por el agua caliente introducida inicialmente).

15 Durante las etapas iniciales de la polimerización, se introduce un medio de enfriamiento, es decir agua corriente, en la camisa del recipiente, para mantener la temperatura de la misma en el entorno de 0,25°C alrededor de 54,0°C. Después de aproximadamente una hora y de que aproximadamente el 13,0 por ciento de los monómeros polimerizables es convertido en polímero, el condensador de reflujo es dirigido al sistema haciendo que fluya agua de enfriamiento a su través, habiendo sido abierto el condensador al reactor en todas las ocasiones. La reacción es continuada durante aproximadamente dos horas y media a dos horas y tres cuartos más, hasta que se ha polimerizado apro-

20

25

402035

26 MAYO 1972



ximadamente el 75,0 al 80,0 por ciento de los monómeros. En este momento tiene lugar el "choque de calor", y se inyectan inmediatamente en el reactor aproximadamente 0,42 litros de agua por kilogramo de mezcla de polimerización. Se observa un aumento breve de temperatura de aproximadamente 0,5°C, y éste actúa sobre la inyección de agua para hacer descender la temperatura a 54°C, temperatura que es mantenida sustancialmente constante durante aproximadamente media hora a tres cuartos más, para llevar la reacción a una conversión de aproximadamente 92 por ciento de los monómeros. La resina es recuperada de la mezcla de reacción, y parte puede usarse para preparar muestras para evaluación.

Parte de la resina es mezclada con plastificante, pigmento y estabilizante en un ensayo Brabender, para proporcionar muestras moldeadas de un peso de 1/2 gramo, para evaluación visual. Las muestras de ensayo tenían un promedio de 10 "ojos de pescado", que es considerablemente inferior al máximo de 35 especificado para resinas comerciales producidas por uso de la anterior técnica de polimerización en suspensión. La viscosidad específica de una disolución de 0,4 gramos en 100 mililitros de ciclohexanona es de 0,48, y la densidad aparente es de 0,48 gramos por centímetro cúbico. Las medidas de porosidad indican que la resina muestra más del 15 por ciento más de porosidad que la resina producida por la anterior técnica de polimerización en sus-

402035



pensión.

El análisis granulométrico de los glóbulos producidos por el procedimiento es como sigue:

	<u>Tamiz, malla</u>	<u>Tanto por ciento retenido</u>
5	420 micras de abertura	0
	250 " " "	2
	177 " " "	27
	149 " " "	40
	105 " " "	25
10	74 " " "	5
	Bandeja	1

El equipo y el sistema de control empleados son como se muestra en la Figura 5, partes A y B, donde la Parte A ilustra la configuración global del aparato para esta polimerización de cloruro de vinilo discontinua en suspensión, mientras que la Parte B ilustra el detalle de usar la señal calculada representativa de la temperatura instantánea real de la masa líquida en el reactor, para controlar su temperatura real a través de un controlador de temperatura de la masa que alimenta elementos de control separados para el control de la temperatura de la camisa, la operación del condensador de reflujo, y la adición de agua exterior. El cálculo de la temperatura compensada por la presión es efectuado usando elementos como se han mostrado anteriormente en las Figuras 1 y 3, excepto en que en este ca

402035

26 MAY 1972



5 so un sólo reactor emplea un enfriamiento en la camisa, en
friamiento por condensador de reflujo, y adición de agua
fría para efectuar el control de la temperatura. La tempe-
ratura de la masa líquida del reactor es mantenida en el
entorno de $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$ en todo el ciclo.

10 La presente solicitud, que corresponde a la pre-
sentada en Estados Unidos de América, el 29 de Abril de
1971, bajo el Nº 138.729, se acoge a los beneficios del Ar-
tículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

15

Los puntos de invención propia y nueva, que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Paten-
te de Invención en España, por VEINTE años, son los si-
guientes:

20

1. Un procedimiento para controlar la temperatu-
ra, en cualquier momento dado, con un controlador de tempe-
ratura, de un líquido en un recipiente cerrado equipado
funcionalmente con un equipo de transferencia de calor y
que contiene una masa líquida con una fase de vapor por en

25

mte

402035



cima de ella, en el que hay un lapso o desfase inherente de tiempo entre la temperatura instantánea medida de esta masa líquida y su temperatura instantánea real, pero en el que el lapso de tiempo entre la presión instantánea medida en el interior de dicho recipiente y la presión real del mismo es sustancialmente despreciable, procedimiento caracterizado por las operaciones de: (A) generar simultánea e independientemente, y de modo sustancialmente continuo, señales respectivas representativas de la temperatura instantánea medida de tal masa líquida y de la presión instantánea medida, (B) multiplicar la señal de presión así producida por una señal constante y añadir a la misma una señal de factor de corrección variable, para generar una señal de temperatura calculada representativa de la temperatura real de la masa líquida, y (C) comparar dicha señal de temperatura calculada y una señal de temperatura fijada de una temperatura de la masa líquida previamente elegida, para producir una señal de error adecuada para ser alimentada a dicho controlador de temperatura, para producir así una señal de control adecuada para hacer funcionar en respuesta dicho equipo de transferencia de calor, y reducir así a cero cualquier diferencia entre dicha señal de temperatura calculada y dicha señal de temperatura fijada, (D) siendo generada dicha señal del factor de corrección variable comparando primero la señal de temperatura de temperatura medida así pro-

mte

402035²⁶ MAYO 1972



ducida con dicha señal de temperatura calculada, e integran-
do después la señal de diferencia resultante así generada,
con respecto al tiempo.

5 2. Un procedimiento para controlar la temperatura,
en cualquier momento dado, con un regulador de temperatura,
de un líquido en un recipiente cerrado.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-
cede, representado en los dibujos que se acompañan y con
los fines que se han especificado.

10 Esta Memoria consta de cuarenta y dos hojas escri-
tas a máquina por una sola cara.

26 MAYO 1972

Madrid,

P.A.

15

Alberto de Elizaburu
Por Poder

20

25

ATA
22-5-72
ATA.

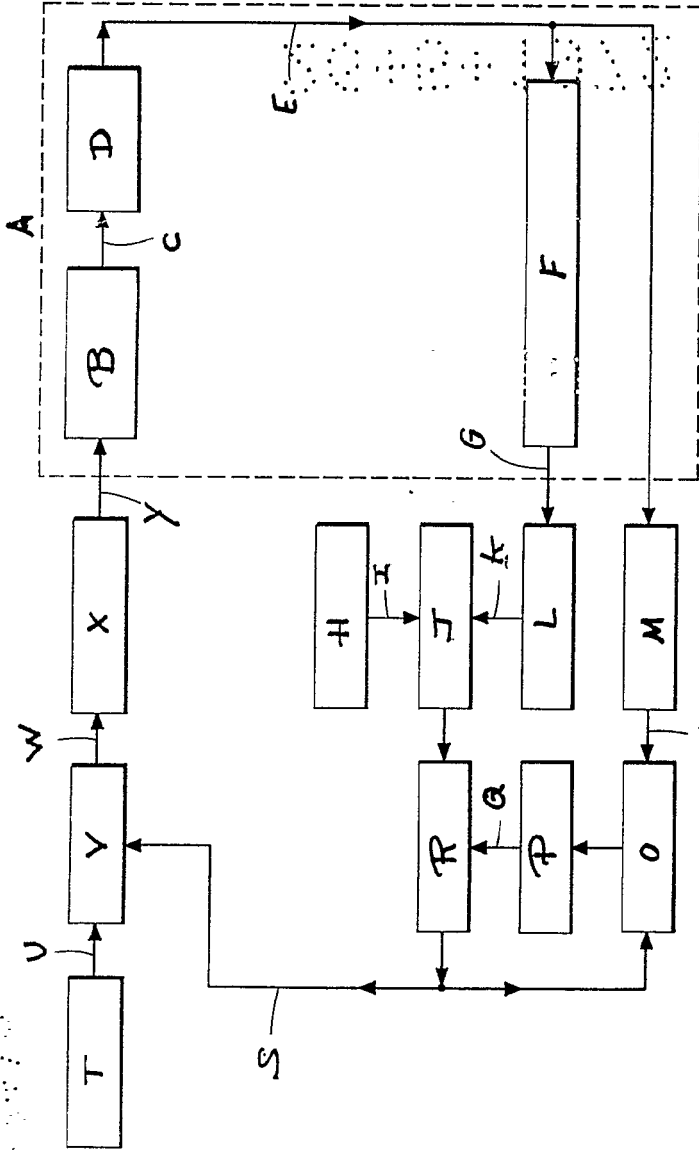


FIG. 1

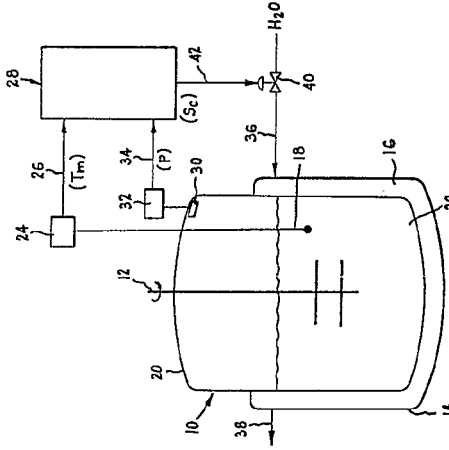


FIG. 2

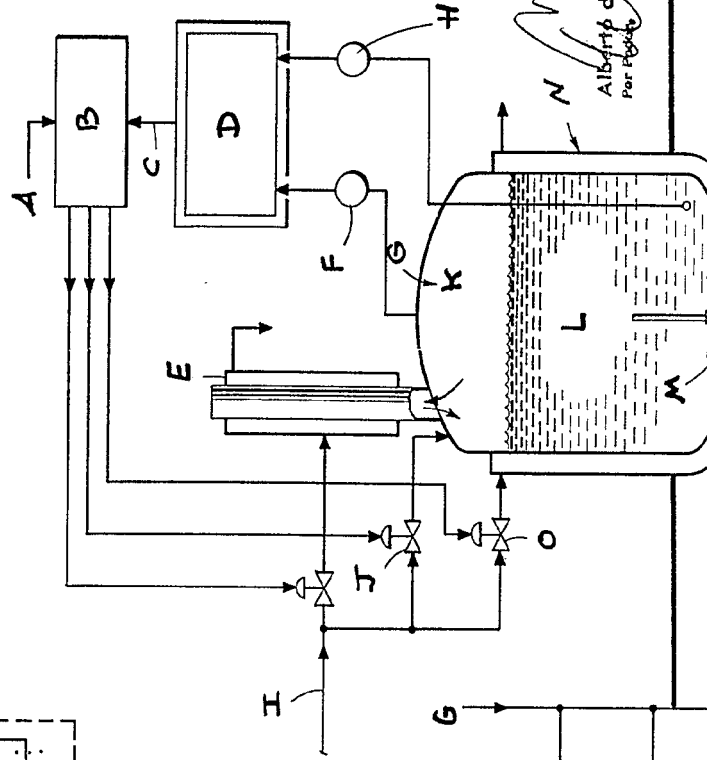
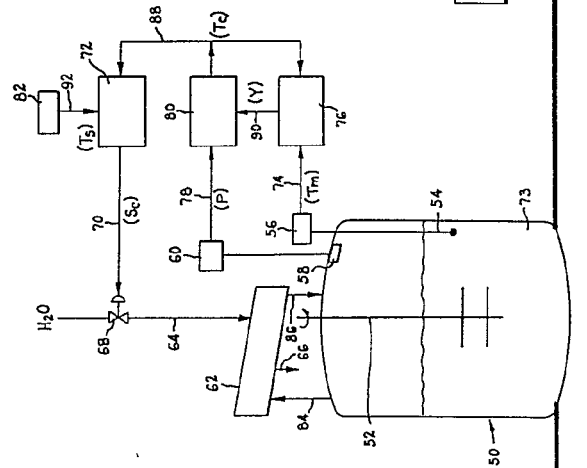


FIG. 5B



Albert de Elzabury
Per. P. 10/60

402035

26

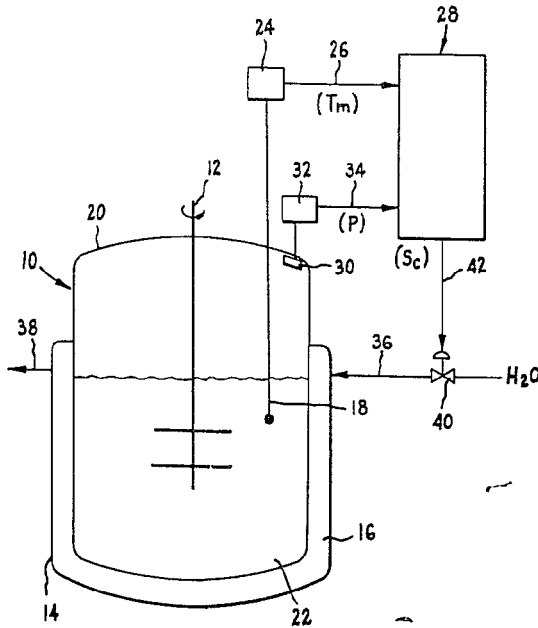
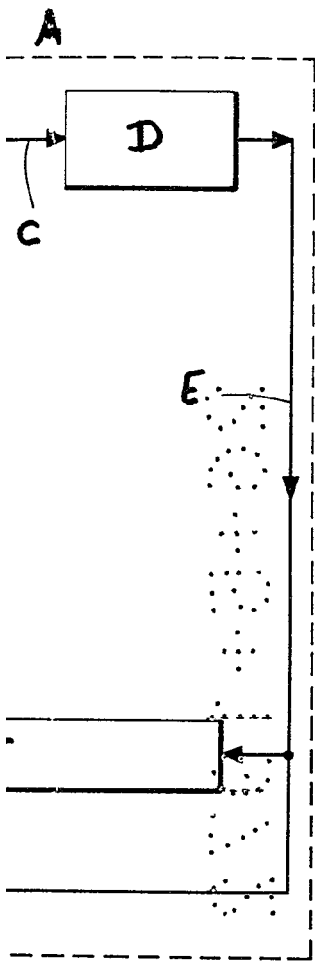
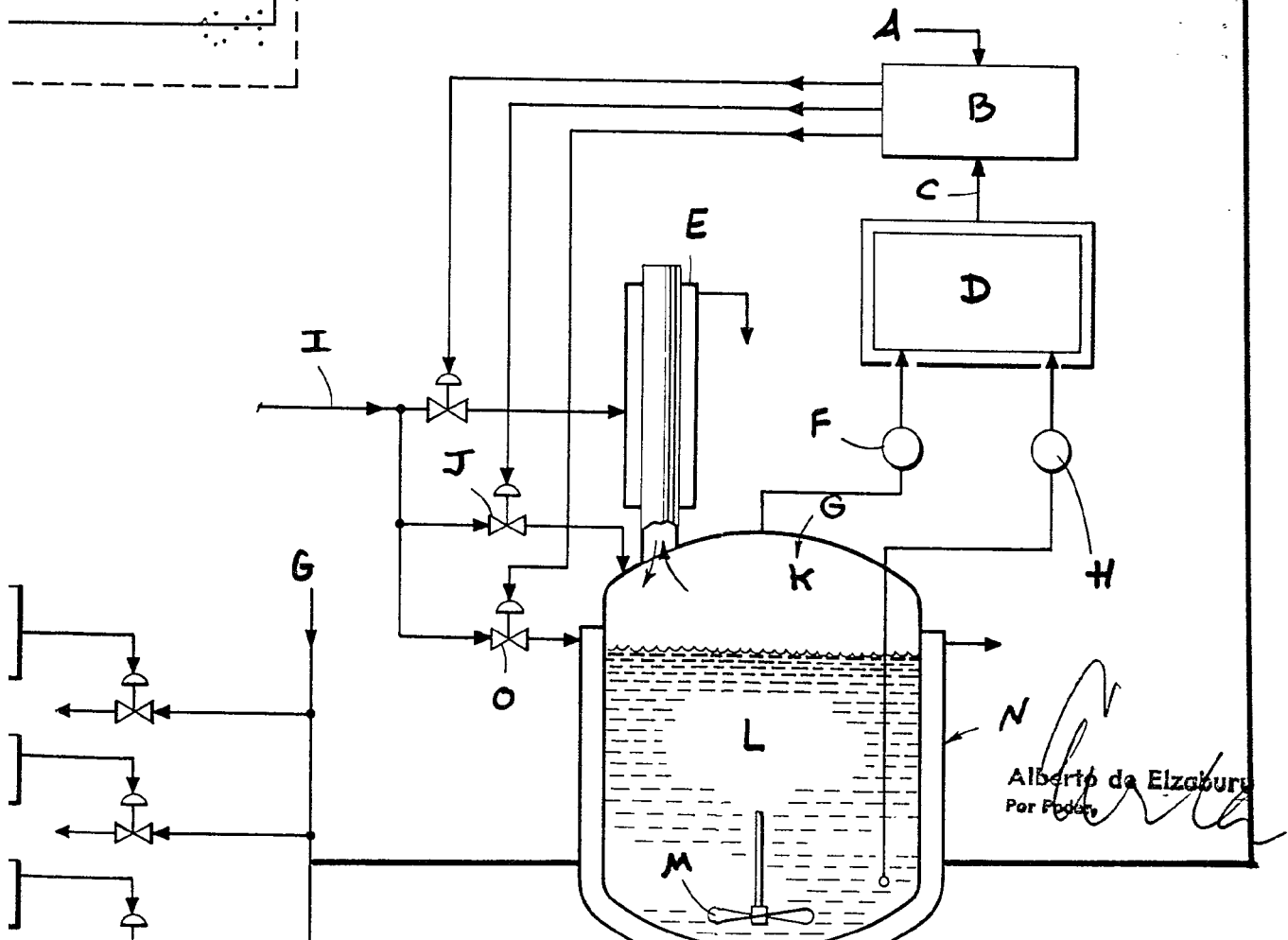


FIG. 2



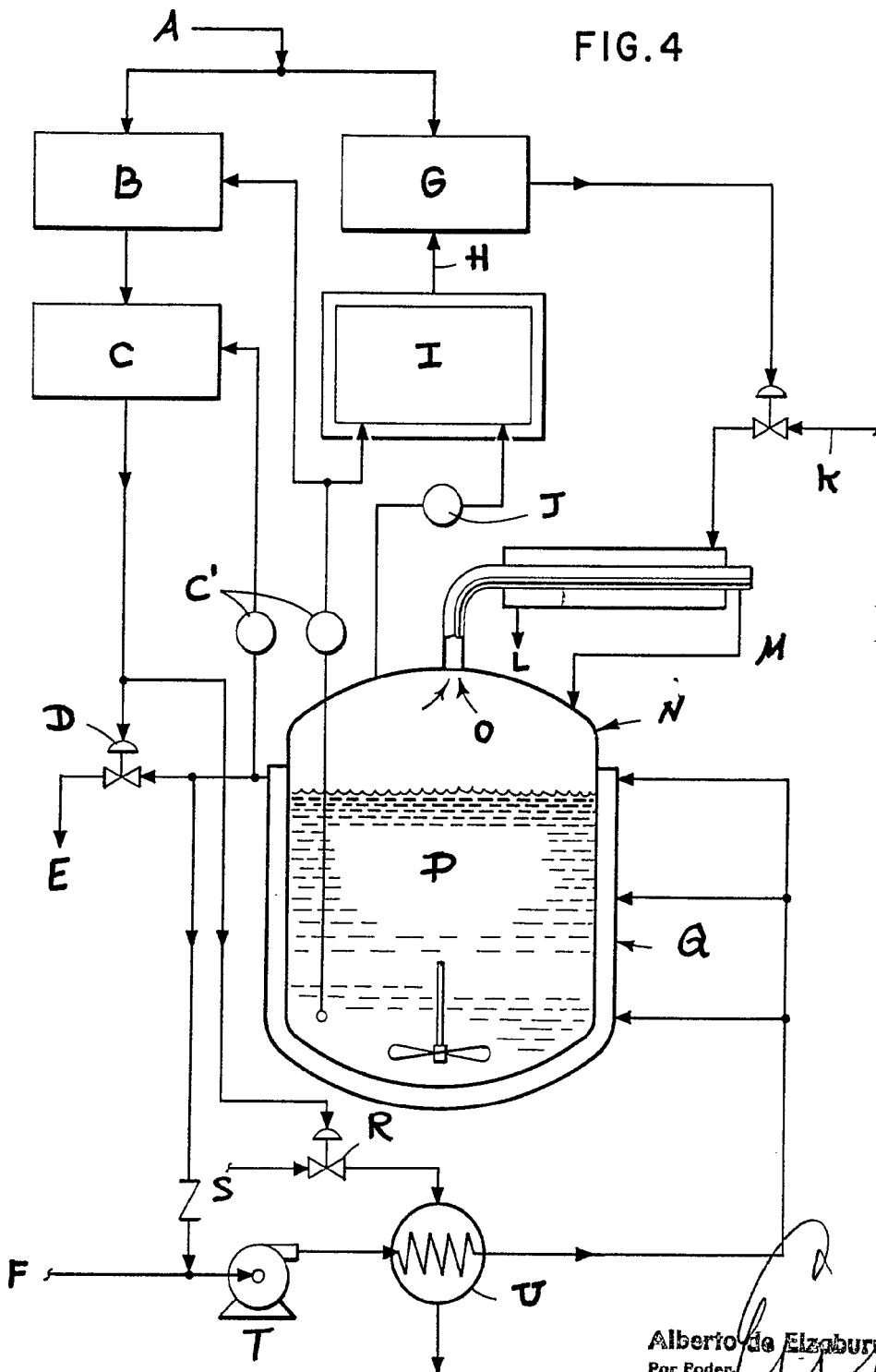
350815

402035

26 MAY 1976



FIG. 4



Alberto de Elizaburu
Por Poder