

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 760**

51 Int. Cl.:

G05D 16/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07102126 .5**

96 Fecha de presentación: **12.02.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1818750**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.08.2007**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la regulación de una variable de estado de un proceso**

30 Prioridad:

14.02.2006 DE 102006006697

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

13.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

13.12.2012

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
67056 Ludwigshafen , DE**

72 Inventor/es:

**HAGENMEYER, VEIT;
HOPPE, KLAUS-DIETER;
SPECK, THOMAS y
GRAMS, JOACHIM**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 392 760 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

Dispositivo y procedimiento para la regulación de una variable de estado de un proceso

La presente invención hace referencia a dispositivos y procedimientos para la regulación de una variable de estado de un proceso, sobre todo para la regulación de una presión o una presión diferencial utilizando un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximada.

Muchos procesos con tecnología de procesos requieren una regulación de variables de estado, como temperatura o presión. Un proceso de ese tipo es, por ejemplo, la electrólisis cloralcalina. Para fabricar cloro, lejía sódica e hidrógeno se utiliza, entre otras cosas, el procedimiento de membrana, en el cual se separa el espacio catódico y el espacio anódico mediante una membrana conductora de iones. En una solución acuosa de cloruro sódico se genera cloro por anodización. La llamada membrana de intercambio de iones permite que solamente pasen los iones de sodio (cationes), y no los iones de cloro (aniones). En el cátodo surge, junto con el hidrógeno, una lejía sódica de alta pureza. Para proteger la membrana utilizada se regula, generalmente, la presión diferencial entre el cloro en el espacio anódico y el hidrógeno en el espacio catódico.

Un procedimiento de regulación conocido en el estado actual de la técnica, es la llamada regulación de rango partido (split-range), que está descrita por ejemplo en H. Schuler: "Prozessführung", Editorial R. Oldenbourg (1999), 196 a 197. Allí se utilizan muchas variables de regulación como variables controladas para influenciar el comportamiento del proceso, donde cada variable de regulación posee un carácter físico diferente, de manera que se puedan graduar solamente en determinadas gamas de valores (rangos o "ranges"). El rango completo de ajustes se distribuye luego en los rangos de las diferentes variables de regulación ("rango partido"). Dependiendo del valor de ajuste requerido, se utiliza solamente la variable de regulación en cuyo rango de trabajo se encuentre la especificación. En los límites del rango de trabajo se produce una conmutación entre las variables de regulación. Las regulaciones de rango partido se utilizan, por ejemplo, en la regulación de la temperatura de reactores. El agua caliente en el envolvente del reactor sirve para calentar el reactor hasta que arranque una reacción exotérmica en el reactor, con lo cual el calor de reacción surgido se elimina a través de agua fría en el envolvente del reactor.

En el uso del procedimiento de rango partido para la regulación de una presión diferencial, en un procedimiento de membrana para la electrólisis cloralcalina por medio de dos válvulas reguladoras (por ej. del lado del cloro), se producían condiciones para los tiempos de ajuste de ambas válvulas reguladoras cuyo mantenimiento era problemático. No era posible parametrar el regulador de rango partido utilizado para que, en un rango de superposición adecuado para la regulación, ambas válvulas de regulación puedan trabajar al mismo tiempo. Por ello, los rangos debían ser elegidos de manera que la válvula de regulación pequeña se pudiera utilizar solo para el arranque, tras cuya apertura completa se utilizaba a continuación la válvula de regulación grande para la regulación de la presión. Como la válvula de regulación grande se podía ajustar solo de forma relativa a través de la sección del conductor más grande, se tenía que elegir una sustitución de los parámetros del regulador más lenta en ese rango, que no estaba a la altura de los escenarios de fallos posibles.

Los dispositivos de regulación con procesos de tecnología de procesos, se diseñan, generalmente, para la carga máxima. Con el arranque del proceso o en caso de carga pequeña, los dispositivos de regulación funcionan en el rango bajo al límite de sus posibilidades de regulación. En casos extremos ya no es posible una regulación en ese rango. Para solucionar ese problema, en el estado actual de la técnica se proponen circuitos de regulación para la regulación precisa o aproximada con interconexión GAP (K. Breckner: "Regel- und Rechenschaltungen in der Prozessautomatisierung", Editorial R. Oldenbourg (1999), 18 a 23). Para ello se utilizan dos elementos de regulación de diferente tamaño (por ejemplo en una proporción 1: 10), por medio de los cuales se puede regular todo el proceso en todo el rango de carga. Para esto se utiliza un primer circuito de regulación para una regulación precisa, que acciona el elemento de regulación más pequeño, y un segundo circuito de regulación para una regulación aproximada, el cual acciona el elemento de regulación más grande, interconectados entre sí por medio de un regulador GAP (regulador de zona neutra).

La función GAP se realiza por medio de la actualización del valor nominal por parte del valor real, el llamado seguimiento-x, y el almacenado del punto de trabajo, interrumpiendo la integración. Dentro de una zona neutra que se puede ajustar entre x_{\min} y x_{\max} , el valor nominal w es igual al valor real x . Partiendo de la ecuación del regulador $y = K_p(x-w) + y_0$ es en $w = x$, la desviación de la regulación $x_w = x - w = 0$ y la salida del regulador "y" es igual al punto de trabajo y_0 , $y = y_0$.

Siempre que $x < x_{\min}$, el seguimiento-x se interrumpe, el valor nominal se mantiene en w_1 y se libera la integración de la desviación de regulación negativa $-x_w$. Partiendo del último punto de trabajo, la salida del regulador "y" desciende. Conforme a esto surgen en $x > x_{\max}$ y en el valor nominal w_2 una desviación de regulación positiva $+x_w$, y la salida del regulador sube.

Para la realización de la regulación precisa o aproximada, la señal de regulación del regulador de precisión se conecta al mismo tiempo con el elemento de regulación pequeño y el valor real del regulador GAP. Los límites GAP x_{\min} y x_{\max} se ajustan acorde al rango de regulación deseado (por ejemplo 10 % y 90 %) del elemento de regulación pequeño. Dentro de estos límites, los fallos en el proceso se regulan hasta el máximo solamente por medio del regulador de precisión.

Una vez que la señal de regulación y el regulador de precisión alcanzan el valor mínimo o máximo del rango de ajuste, en el regulador GAP se excede la zona neutra, el seguimiento-x se interrumpe y la señal de ajuste se modifica mediante la liberación de la integración. La señal de regulación del regulador GAP se conecta con el valor nominal del regulador aproximado, el cual maneja la señal de regulación, o directamente con el elemento de regulación grande.

Mediante la intervención del elemento de regulación grande, el valor real del regulador de precisión se modifica. El regulador disminuye o aumenta su señal de regulación, dependiendo de la desviación de regulación que surja. Cuando la señal de regulación alcanza en el regulador GAP un valor correspondiente a x_{\min} o bien x_{\max} , en éste empieza un seguimiento-x, y la señal de regulación que acaba de surgir se almacena. La regulación vuelve a realizarse solamente por parte del regulador de precisión. El regulador aproximado pone a disposición solamente un margen de carga en cuya periferia trabaja el regulador de precisión.

Objeto de la presente invención es evitar las desventajas del estado actual de la técnica, y poner a disposición un dispositivo de regulación y un procedimiento de regulación basado en una regulación aproximada y una regulación de precisión, sobre todo para la regulación de una presión, que se caractericen por un comportamiento de regulación mejorado. Preferentemente, se pretende poner a disposición una regulación que sea estable, segura, precisa y rápida, sobre todo en el arranque o la detención de un proceso con tecnología de procesos.

Este objeto se alcanza acorde a la invención mediante un dispositivo para la regulación de una variable de estado de un proceso, que contenga

- un regulador de precisión, mediante el cual se puede detectar una primera variable de regulación (y_1) a partir de una comparación entre una primera variable de referencia (w_1) y una primera variable controlada (x_1), donde la primera variable controlada (x_1) depende de un valor medido de la variable de estado que se debe regular, y la primera variable de referencia (w_1) preestablece un valor nominal para la variable de estado que se debe regular,

- un regulador aproximado, por medio del cual se puede determinar una segunda variable de regulación (y_2) a partir de una comparación entre una segunda variable de referencia (w_2) y una segunda variable controlada (x_2), donde la primera variable de regulación (y_1) o una de las primeras variables (y_1) dependientes de la primera variable de regulación (y_1), se puede suministrar al regulador aproximado como segunda variable controlada (x_2), y la segunda variable de referencia (w_2) preestablece un estado nominal de un elemento de regulación precisa y

- el elemento de regulación precisa, al cual se le puede suministrar la primera variable controlada (y_1) y un elemento de regulación aproximada, al cual se le puede suministrar la segunda variable controlada (y_2), donde por medio del elemento de regulación precisa y del elemento de regulación aproximada se puede influenciar la variable de estado que se debe regular.

El dispositivo acorde a la invención se puede utilizar, por ejemplo, para la regulación de una presión o una temperatura. Además, se puede aplicar para regulaciones de flujo, de estado, de concentración o regulaciones de alta precisión para la dosificación de cantidades.

El dispositivo acorde a la invención presenta un regulador de precisión y un regulador aproximado, que ponen a disposición, cada uno, una variable de regulación para un elemento de regulación precisa, o bien para un elemento de regulación aproximada. Un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximada son, en relación a la presente invención, dos elementos de regulación (que pueden tener diferentes tamaños), que pueden influenciar (dado el caso, en menor o mayor medida) la variable de estado que se debe regular. Un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximada son, por ejemplo, dos válvulas de diferente tamaño para la regulación de la presión de un gas, que pueden provocar modificaciones de presión con un intervalo determinado en una relación de, por ejemplo, 1 (elemento de regulación precisa) a 10 (elemento de regulación aproximada). En relación con la invención, el concepto de "válvula" se utiliza para todos los órganos de regulación (elementos de regulación) posibles en tuberías, como por ejemplo válvulas, chapaletas, distribuidores, etc. Sin embargo, como elemento de regulación se puede utilizar acorde a la invención, cualquier otro artefacto, bomba u otros componentes de regulación (dado el caso de diferentes tamaños).

El regulador de precisión compara la primera variable de referencia (w_1), que preestablece un valor nominal para la variable de estado que se debe regular, con una primera variable controlada (x_1), que depende de un valor medido de la variable de estado que se debe regular, y detecta a partir de ahí una primera variable de regulación (y_1), que se

puede suministrar al elemento de regulación precisa. El valor nominal preestablecido por la primera variable de referencia para la variable de estado que se debe regular, puede ser constante o variable con el tiempo. El valor nominal preestablecido por la primera variable de referencia para la variable de estado que se debe regular puede seguir, sobre todo, una función externa.

5 Por ejemplo, un regulador de precisión, para la regulación de una presión compara un valor real de presión (primera variable controlada (x_1)) con un valor nominal de presión (primera variable de referencia (w_1)), detecta a partir de ahí una variable de regulación (primera variable de regulación (y_1)), y la emite a través de un regulador de posición de válvula o directamente la aplica a una válvula (elemento de regulación precisa), con lo cual se ejerce influencia sobre la presión que se debe regular mediante la posición de la válvula que resulta a partir de la variable de regulación.

10 El regulador aproximado compara la segunda variable de referencia (w_2), que preestablece un estado nominal del elemento de regulación precisa, con una segunda variable controlada (x_2) y emite a partir de allí una segunda variable de regulación (y_2), que se puede suministrar al elemento de regulación aproximada. La segunda variable controlada (x_2) se corresponde con la primer variable de regulación (y_1), que ha determinado el regulador de precisión, o con una de las variables ($y_{1'}$) dependientes de la primer variable de regulación (y_1), que surge por ejemplo a partir de la comparación de la primer variable de regulación (y_1) y la variable de estado real medida del elemento de regulación precisa. Mediante esta elección de la segunda variable controlada (x_2) y la segunda variable de referencia (w_2) el estado real del elemento de regulación precisa puede ser influenciado y, por lo tanto, ajustado en una carga óptima, por medio de la regulación del elemento de regulación aproximada.

20 Por ejemplo, para la regulación de una presión, un regulador aproximado compara un valor real de ajuste de una primera válvula prevista como elemento de regulación precisa (variable (y_1), dependiente de la primera variable de regulación (y_1) = segunda variable controlada (x_2)) con un valor nominal de ajuste de la primera válvula (segunda variable de referencia (w_2)), y determina a partir de ahí una variable de regulación (segunda variable de regulación (y_2)). La segunda variable de regulación (y_2) se conduce por medio de un regulador de posición de válvula o directamente a una segunda válvula (eventualmente más grande), con lo cual ésta ejerce influencia sobre la presión que se debe regular mediante la posición de la válvula resultante de la segunda variable de regulación. La segunda válvula ejerce influencia sobre la presión que se debe regular debido a la estructura de regulación seleccionada, de manera que la posición de la válvula de la primera válvula siempre se lleva a un ajuste correspondiente al valor de ajuste nominal preestablecido como segunda variable de referencia. Por ejemplo se puede establecer un ajuste óptimo de la primera válvula de 50% de apertura.

30 La invención hace referencia, además, a un procedimiento para la regulación de una variable de estado de un proceso, que abarca los siguientes pasos:

35 • determinación de una primera variable de regulación (y_1) por parte de un regulador de precisión a partir de una comparación entre una primera variable de referencia (w_1), que preestablece un valor nominal para la variable de estado que se debe regular, y una primera variable controlada (x_1), que depende de un valor medido de la variable de estado que se debe regular,

40 • determinación de una segunda variable de regulación (y_2) por parte de un regulador aproximado a partir de una comparación entre una segunda variable de referencia (w_2), que preestablece un estado nominal de un elemento de regulación precisa, y una segunda variable controlada (x_2), donde la primer variable de regulación (y_1) o una variable ($y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (y_1) se suministra al regulador aproximado como segunda variable controlada (x_2) y

• suministro de la primera variable de regulación (y_1) al elemento de regulación precisa y de la segunda variable de regulación (y_2) a un elemento de regulación aproximada para influenciar la variable de estado que se debe regular.

45 El dispositivo acorde a la invención y el procedimiento acorde a la invención, tienen la ventaja de que ambos elementos de regulación (elemento de regulación precisa y elemento de regulación aproximada) siempre están engranados para la regulación de la variable de estado. No hay demoras en el accionamiento, ni discontinuidades en la regulación total. El regulador de precisión (dado el caso más pequeño) asume la regulación de la variable de estado y puede reaccionar rápido a los cambios. El elemento de regulación precisa trabaja siempre en el rango de un ajuste preseleccionado (preferentemente optimizado) y, por ello, con un buen comportamiento de regulación. El elemento de regulación aproximada (dado el caso más grande), es más lento y, en caso de fluctuaciones de carga, conduce al elemento de regulación precisa siempre de regreso hacia el ajuste preseleccionado (preferentemente optimizado).

55 Acorde a una forma de realización preferente de la presente invención, el regulador aproximado presenta un comportamiento de transferencia dinámico, que está elegido de manera tal que ocurre una regulación más lenta, cuando la segunda variable controlada (x_2) se encuentra en un rango de valor definido en torno a la segunda variable de referencia (w_2), y una regulación más rápida ocurre cuando la segunda variable controlada (x_2) se

encuentra por fuera del rango de valor. El comportamiento de transferencia puede ser lineal o no lineal. En el caso lineal, se puede preestablecer, por ejemplo, una primera función de transferencia para valores de las segundas variables controladas dentro del rango de valor definido en torno a la segunda variable de referencia, y una segunda función de transferencia para valores con segundas variables controladas por fuera del rango de valores. Una ventaja de un comportamiento de transferencia del regulador aproximado, elegido con diferentes velocidades de regulación dependiendo del valor actual de la segunda variable controlada, es que en caso de fluctuaciones pequeñas de la segunda variable controlada (x_2), es decir de la primera variable de regulación (y_1) o una variable ($y_{1'}$) dependiente de la misma, dentro del rango de valores definido en torno a la segunda variable de referencia (w_2), el circuito de regulación aproximada es insensible, y en caso de mayores fluctuaciones por fuera del rango de valores, el circuito de regulación aproximada es más sensible y reacciona por ello de forma más rápida. Por medio de un rango de valores, elegido de manera correspondiente, y comportamientos de transferencia correspondientes, se puede evitar una oscilación que supere el rango de valores referido a las amplitudes, manteniendo la posibilidad de alcanzar de forma estable la segunda variable de referencia (w_2).

Como segunda variable controlada (x_2), en la presente invención se suministra al regulador aproximado la primera variable de regulación (y_1), o una variable ($y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (y_1). Preferentemente, la variable ($y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (y_1) es una variable medida del estado nominal del elemento de regulación precisa, o una variable determinada por medio de la combinación de una variable medida del estado nominal del elemento de regulación precisa con la primera variable controlada (x_1). Una variable de estado nominal medida es, por ejemplo, la posición actual real de una válvula (dado el caso más pequeña) prevista como elemento de regulación precisa para la regulación de presión, que es regulada por medio del regulador de precisión. La variable de estado nominal medido puede suministrarse directamente al regulador aproximado como segunda variable controlada (x_2), o una variable ($y_{1'}$) dependiente de la primera variable controlada puede determinarse mediante la combinación de la variable de estado nominal medida con la primera variable de regulación, y ésta puede suministrarse luego al regulador aproximado como segunda variable controlada (x_2). La combinación puede abarcar, por ejemplo, una comparación de la variable de estado nominal medida con la primera variable controlada y/o un promedio de la variable de estado nominal y la primera variable controlada. Con esto es posible, por ejemplo, registrar diferencias mayores entre (y_1) e ($y_{1'}$) –determinadas, por ejemplo, por un elevado rozamiento en reposo o en deslizamiento de la válvula– y que el regulador aproximado tenga en cuenta, de la forma correspondiente, la variable de valor nominal medida del elemento de regulación precisa (y_1) como variable que se debe regular.

Acorde a una forma de realización preferida de la presente invención, el elemento de regulación precisa y el elemento de regulación aproximada son válvulas de regulación con ajustes regulables para la regulación de una presión. Con ello, la segunda variable de referencia (w_2) puede ser elegida de manera tal que esté preestablecida para la primera válvula de regulación, prevista como elemento de regulación precisa, una posición de válvula nominal de entre un 5 y un 99 % abierto, preferentemente de entre un 40 y un 50 % abierto, sobre todo de un 50 % abierto. Las válvulas de regulación previstas como elemento de regulación precisa y elemento de regulación aproximada, en una forma de realización de la presente invención, pueden tener adjudicado, cada una, un regulador de posición, al que se le puede suministrar como variable de referencia la primera variable de regulación (y_1) o la segunda variable de regulación (y_2). A partir de una comparación entre la variable de regulación (y_1 o bien y_2), preestablecida como variable de referencia, y una variable controlada dependiente de la posición de la válvula medida en el momento, el regulador de posición puede determinar una variable de regulación que es suministrada como variable de entrada, influenciando así la posición de la válvula.

La invención también hace referencia a un dispositivo para la regulación de la presión (P) en un proceso, que abarca

- un regulador de precisión, mediante el cual se puede detectar una primera variable de regulación (Y_1) a partir de una comparación entre una primera variable de referencia (W_1) y una primera variable controlada (X_1), donde la primera variable controlada (X_1) depende de un valor medido de la presión (P) que se debe regular y la primera variable de referencia (W_1) preestablece un valor nominal para la presión (P) que se debe regular,

- un regulador zonal, al cual se le puede suministrar la primera variable de regulación (Y_1) o una variable ($Y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) y con el cual, dependiendo de la primera variable de regulación (Y_1) o de la variable ($Y_{1'}$) dependiente de la primer variable de regulación (Y_1), se puede determinar una segunda variable de regulación (Y_2), donde el regulador zonal presenta un comportamiento de transferencia zonal para las primeras variables de regulación (Y_1) o para las variables ($Y_{1'}$) dependientes de las primeras variables de regulación (Y_1) dentro de una zona entre una primera variable mínima (Y_1^{\min}) preestablecida y una primera variable máxima (Y_1^{\max}) preestablecida, el cual se diferencia de otro comportamiento de transferencia para las primeras variables de regulación (Y_1) y las primeras variables ($Y_{1'}$) dependientes de las primeras variables de regulación (Y_1) por fuera de la zona,

- dado el caso, un regulador aproximado, por medio del cual a partir de una comparación entre una segunda variable de referencia (W_2) y una segunda variable controlada (X_2) se puede determinar una tercer variable de regulación (Y_3), donde la segunda variable de regulación (Y_2) se puede suministrar al regulador aproximado como segunda

variable de referencia (W_2) y la segunda variable controlada (X_2) es una variable medida (X_{med}), por medio de la cual se puede influenciar la presión que se debe regular, y

- un elemento de regulación precisa, al cual se le puede suministrar la primera variable controlada (y_1) y un elemento de regulación aproximado, al cual se le puede suministrar la segunda variable controlada (y_2), o la tercera variable controlada (Y_3), donde por medio del elemento de regulación precisa y del elemento de regulación aproximada se puede influenciar la presión (P) que se debe regular.

Este dispositivo acorde a la invención presenta un regulador de precisión, un regulador zonal y, dado el caso, un regulador aproximado, que ponen a disposición dos variables de regulación, una para un elemento de regulación precisa y otra para un elemento de regulación aproximada. En caso de que exista un regulador aproximado, éste determina una variable de regulación para el elemento de regulación aproximada, de lo contrario, el regulador zonal pone a disposición la variable de regulación para el elemento de regulación aproximada.

El regulador de precisión compara la primera variable de referencia (W_1), que preestablece un valor nominal para la presión (P) que se debe regular, con una primera variable controlada (X_1), que depende de un valor medido de la presión que se debe regular, y detecta a partir de ahí una primera variable de regulación (Y_1), que se puede suministrar al elemento de regulación precisa. El valor nominal preestablecido por la primera variable de referencia para la presión que se debe regular puede ser constante o variable con el tiempo. Sobre todo, el valor nominal preestablecido por la primera variable de referencia para la presión que se debe regular, puede seguir una función externa.

Por ejemplo, el regulador de precisión del dispositivo acorde a la invención compara un valor real de presión (primera variable controlada) con un valor nominal de presión (primera variable de referencia), detecta a partir de ahí una variable de regulación (primera variable de regulación), y la emite a través de un regulador de posición de válvula o directamente la aplica a una válvula (elemento de regulación precisa), con lo cual la válvula ejerce influencia sobre la presión que se debe regular mediante la posición de la válvula que resulta a partir de la variable de regulación.

El regulador zonal determina una segunda variable de regulación (Y_2) a partir de la primera variable de regulación (Y_1) determinada por el regulador de precisión o a partir de una variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1). El comportamiento de transferencia del regulador zonal se diferencia dependiendo de si la primera variable de regulación (Y_1), o la variable dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) se encuentra dentro o fuera de la zona que está limitada por una primera variable mínima (Y_1^{min}) predeterminada y una primera variable máxima (Y_1^{max}) predeterminada. El comportamiento de transferencia puede ser lineal o no lineal.

Preferentemente, la variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) es una variable medida del estado nominal del elemento de regulación precisa, o una variable determinada por medio de la conexión de una variable medida del estado nominal del elemento de regulación precisa con la primera variable controlada (X_1). Una variable de estado nominal medida es, por ejemplo, la posición actual real de una válvula más pequeña prevista como elemento de regulación precisa para la regulación de presión, que es regulada por medio del regulador de precisión. La variable de estado nominal medida puede suministrarse directamente al regulador zonal, o una variable (Y_1) dependiente de la primera variable controlada puede determinarse mediante la combinación de la variable de estado nominal medida con la primera variable de regulación, y ésta puede suministrarse luego al regulador zonal. La combinación puede abarcar, por ejemplo, una comparación de la variable de estado nominal medida con la primera variable controlada y/o un promedio de la variable de estado nominal y la primera variable controlada. Con esto es posible, por ejemplo, registrar diferencias mayores entre (Y_1) e (Y_1) –determinadas, por ejemplo, por un elevado rozamiento en reposo o en deslizamiento de la válvula– y que el regulador aproximado tenga en cuenta de la forma correspondiente la variable de valor nominal medida del elemento de regulación precisa (Y_1) como variable que se debe regular.

Por ejemplo, para la regulación de una presión, el regulador zonal del dispositivo acorde a la invención puede ser un regulador de zona neutra (regulador GAP), en el cual para las primeras variables de regulación (Y_1) o las variables dependientes (Y_1) de las primeras variables de regulación (Y_1), que se encuentran entre una primera variable mínima (Y_1^{min}) predeterminada y una primera variable máxima (Y_1^{max}) predeterminada, se determina una segunda variable de regulación (Y_2), que no produce ninguna modificación del estado del elemento de regulación aproximada. La zona entre la variable mínima predeterminada y la variable máxima predeterminada (Y_1^{min} - Y_1^{max}) es una llamada zona neutra, en la cual se produce una actualización del valor nominal por parte del valor real (el llamado "seguimiento-x"). La salida del regulador (Y_2) es entonces igual al punto de trabajo actual, de manera que no se produce ninguna modificación del estado del elemento de regulación aproximada (por ejemplo no se produce ninguna modificación de la posición de la válvula de una válvula (dado el caso más grande) para la regulación de presión). Cuando la primera variable de regulación (Y_1) contigua a la entrada del regulador, o la primera variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación, se encuentra fuera de la zona neutra, el seguimiento-x se interrumpe y el regulador de zona neutra presenta un comportamiento de transmisión a partir del cual se da una

segunda variable de regulación (Y_2), a partir de la cual se obtiene una modificación del ajuste actual del elemento de regulación aproximada, lo cual a su vez genera una modificación en la presión.

Otros reguladores zonales posibles definen diferentes comportamientos de transmisión dentro y fuera de la zona. De esa manera, el comportamiento dentro de la zona se selecciona despacio, y fuera de la zona rápido. El manejo del valor nominal depende en el regulador zonal en cada caso del valor actual de la primera variable de regulación (Y_1) o de una variable (Y_1') dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) y de las variables mínima y máxima preestablecidas (Y_1^{\min} e Y_1^{\max}). Por ejemplo, al caer por debajo de la variable mínima (Y_1^{\min}), ese valor (Y_1^{\min}) puede ser definido como valor nominal hasta que se sobrepasa la variable máxima (Y_1^{\max}) o viceversa. Además, fuera de la zona puede ser considerada como valor nominal la variable más cercana respecto a los valores límites de la zona (Y_1^{\min} o bien Y_1^{\max}), y dentro de la zona el valor intermedio de los valores límites de la zona ($(Y_1^{\min} + Y_1^{\max})/2$). El experto conoce una gran cantidad de posibilidades del manejo del valor nominal.

En caso de que en el dispositivo con regulador de zona acorde a la invención exista un regulador aproximado, éste compara la segunda variable de referencia (W_2), que se corresponde con la segunda variable de regulación (Y_2) determinada por el regulador de zona, con una segunda variable controlada (X_2), y determina a partir de allí una tercera variable de regulación (Y_3). La segunda variable controlada se corresponde, con ello, con una variable medida (X_{med}), mediante la cual se puede influenciar la presión (P) que se debe regular. Una variable medida como esa puede ser, por ejemplo, una señal dependiente de la posición de una válvula prevista como elemento de regulación aproximada, la temperatura de un dispositivo, que ejerce influencia sobre la presión mediante modificaciones en la temperatura, la velocidad de flujo de un gas suministrado o evacuado para la modificación de presión, o la corriente en una electrólisis.

En el dispositivo acorde a la invención con regulador zonal, al elemento de regulación precisa se le suministra la primera variable de regulación (Y_1) determinada por el regulador de precisión, y al elemento de regulación aproximada se le suministra la segunda variable de regulación (Y_2), determinada por el regulador zonal, o la tercera variable de regulación (Y_3) determinada por el regulador aproximado. Preferentemente, el elemento de regulación precisa y el elemento de regulación aproximada, son válvulas de regulación con posiciones de válvula regulables para la regulación de una presión. Las variables de regulación pueden ser suministradas a las válvulas de regulación directamente o a través de un regulador de posición de válvula, con lo que la presión que se debe regular es influenciada a través de la posición de la válvula resultante de la respectiva variable de regulación.

La invención también hace referencia a un procedimiento para la regulación de una presión (P) en un proceso, que abarca los siguientes pasos:

- determinación de una primera variable de regulación (Y_1) por parte de un regulador de precisión a partir de una comparación entre una primera variable de referencia (W_1), que preestablece un valor nominal para la presión (P) que se debe regular, y una primera variable controlada (X_1), que depende de un valor medido de la presión (P) que se debe regular,

- determinación de una segunda variable de regulación (Y_2) por parte de un regulador zonal, dependiendo de la primera variable de regulación (Y_1) o de una variable (Y_1') dependiente de la primera variable de regulación (Y_1), donde el regulador zonal para las primeras variables de regulación (Y_1) o las variables (Y_1') dependientes de las primeras variables de regulación (Y_1), dentro de una zona entre una primera variable mínima (Y_1^{\min}) predeterminada y una primera variable máxima (Y_1^{\max}) predeterminada, presenta un comportamiento de transferencia, que se diferencia de otro comportamiento de transferencia para las primeras variables de regulación (Y_1) o variables (Y_1') dependientes de las primeras variables de regulación (Y_1) fuera de la zona,

- dado el caso, determinación de una tercera variable de regulación (Y_3), por parte de un regulador aproximado a partir de una comparación entre una segunda variable de referencia (W_2) y una segunda variable controlada (X_2), donde la segunda variable de regulación (Y_2) se puede suministrar al regulador aproximado como segunda variable de referencia (W_2), y la segunda variable controlada (X_2) es una variable medida (X_{med}), por medio de la cual se puede influenciar la presión que se debe regular, y

- suministro de la primera variable de regulación (Y_1) al elemento de regulación precisa, y de la segunda variable de regulación (Y_2) o de la tercera variable de regulación (Y_3) a un elemento de regulación aproximada para influenciar la presión (P) que se debe regular.

La presión que se debe regular puede ser una presión diferencial. El procedimiento acorde a la invención se realiza, preferentemente, utilizando un dispositivo acorde a la invención para la regulación de la presión.

El dispositivo acorde a la invención y el procedimiento acorde a la invención tienen la ventaja de que ambos elementos de regulación (elemento de regulación precisa y elemento de regulación aproximada), pueden ser utilizados para la regulación de presión en un rango de carga óptimo. El elemento de regulación precisa asume la

regulación de la presión y puede reaccionar rápidamente a los cambios. El elemento de regulación aproximada asegura que las variables de regulación suministradas al elemento de regulación precisa se mantengan en un rango preseleccionado (preferentemente optimizado), mediante la elección de la zona del regulador zonal. Además, por medio del elemento de regulación precisa se puede aplicar un juego de parámetros más rápido para la regulación y con ello se puede alcanzar un buen comportamiento de fallo o guía. Esto es posible, aunque no sencillo, en el caso de una regulación de rango partido, con rango de superposición pretendido para la utilización simultánea de los dos elementos de regulación,

Acorde a una forma de realización preferida de la presente invención, la primera variable de regulación mínima (Y_1^{\min}) y la primera variable de regulación máxima (Y_1^{\max}) están seleccionadas de manera tal que para el elemento de regulación precisa está preestablecida una zona en un intervalo de 5 y 99 %, preferentemente de 40 y 60 %. En esa zona las modificaciones que resultan en el elemento de regulación aproximada se mantienen preferentemente bajas.

Acorde a una forma de realización de la presente invención, de manera paralela al regulador zonal está conectado otro regulador, donde por medio del otro regulador se puede determinar una cuarta variable de regulación (Y_4) a partir de la comparación entre una tercera variable de referencia (W_3) y una tercera variable controlada (X_3), donde la tercera variable de referencia (W_3) preestablece un estado nominal del elemento de regulación precisa, la primera variable de regulación (Y_1), o una variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1), se puede suministrar al otro regulador como tercera variable de regulación (X_3), y a partir de la cuarta variable de regulación (Y_4) y la segunda variable de regulación (Y_2) determinada por el regulador zonal se puede determinar otra segunda variable de regulación (Y_2) nueva, que a su vez se puede suministrar al elemento de regulación aproximada o, dado el caso, al regulador aproximado. El regulador conectado al regulador zonal determina, por lo tanto, una cuarta variable de regulación (Y_4) a partir de la primera variable de regulación (Y_1), preparada por el regulador de precisión (tercera variable controlada (X_3), o una variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) y de la tercera variable de referencia (W_3) que preestablece un estado nominal del elemento de regulación precisa. La cuarta variable de regulación (Y_4) se conecta con la segunda variable de regulación (Y_2), que ya está preparada a la salida del regulador de zona, para determinar una segunda variable (Y_2) nueva, que luego se puede suministrar al elemento de regulación aproximada como variable de regulación o, dado el caso, a un regulador aproximado como segunda variable de referencia (W_2). El otro regulador conectado de forma paralela al regulador zonal puede ser, por ejemplo, un regulador PID conectado de manera paralela al regulador de zona neutra (regulador GAP), que realiza una regulación más lenta del elemento de regulación aproximada, incluso cuando la primera variable de regulación (Y_1) o la variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación, se encuentre en la "zona neutra". Con ello es posible ajustar un valor nominal especial del elemento de regulación precisa que se encuentra dentro de la zona (por ej. 50% abierto).

La invención hace referencia, además, a un procedimiento en el cual otro regulador, conectado de manera paralela al regulador zonal, determina una cuarta variable de regulación (Y_4) a partir de la comparación entre una tercera variable de referencia (W_3) y una tercera variable controlada (X_3), donde la tercera variable de referencia (W_3) preestablece un estado nominal del elemento de regulación precisa, la primera variable de regulación (Y_1) o una variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) se suministra al otro regulador como tercera variable de regulación (X_3), y a partir de la cuarta variable de regulación (Y_4) y la segunda variable de regulación (Y_2) determinada por el regulador zonal se determina una segunda variable de regulación (Y_2) nueva, que a su vez se suministra al elemento de regulación aproximada o, dado el caso, al regulador aproximado.

Acorde a una forma de realización preferida de la presente invención, por medio del dispositivo acorde a la invención o bien del procedimiento acorde a la invención se regula una presión en un procedimiento de membrana para electrólisis clorocalina. Se puede regular, por ejemplo, la presión en el espacio catódico y/o la presión en el espacio anódico, y/o la presión diferencial entre el espacio catódico y el espacio anódico. Para ello pueden estar previstas como elementos de regulación aproximada y precisa (dado el caso de diferentes dimensiones), válvulas de regulación, cuya posición de válvula se regula para conducir uno de los gases surgidos (hidrógeno o cloro) con un determinado flujo volumétrico.

La invención hace referencia, además, a un dispositivo de regulación de presión diferencial para la regulación de una presión diferencial entre, por lo menos, dos puntos de medición, abarcando por lo menos un dispositivo de regulación acorde a la invención, que está conectado con uno de los puntos de medición. El dispositivo de regulación de presión diferencial sirve, por ejemplo, para la regulación de la presión diferencial entre dos puntos de medición ubicados, cada uno, en un recipiente (abierto o cerrado) (o en los conductos ligados a éstos), donde los dos recipientes pueden estar separados entre sí por una membrana. La membrana es, preferentemente, una membrana de intercambio de iones, y en los recipientes se puede realizar, preferentemente, una electrólisis clorocalina, en la cual surge cloro en uno de los recipientes e hidrógeno en el otro recipiente, donde por lo menos uno de los recipientes está unido con dos válvulas de regulación con posiciones de válvula regulables mediante el dispositivo de regulación de presión diferencial, que hacen las veces de elemento de regulación aproximada y elemento de regulación precisa, por medio de las cuales se puede evacuar cloro o hidrógeno.

El dispositivo de regulación de presión diferencial acorde a la invención abarca por lo menos uno de los dispositivos de regulación acorde a la invención descritos anteriormente. Por ejemplo, un dispositivo puede regular solo la presión diferencial entre dos puntos de medición, donde los elementos de regulación aproximada y precisa influyen la presión en uno de los puntos de medición. Pero también dos dispositivos de regulación acorde a la invención, conectados entre sí, pueden servir para la medición de la presión diferencial entre dos puntos de medición, donde cada uno de los dispositivos de medición influyen la presión en cada uno de los puntos de medición. También se puede tratar de dos dispositivos de regulación, diseñados de igual manera (por ejemplo dos dispositivos de regulación acordes a la invención, cada uno con un regulador de precisión, un regulador aproximado, un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximada, o dos dispositivos de regulación acordes a la invención, cada uno con un regulador de precisión, un regulador zonal, un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximada). Pero también pueden servir para la regulación de la presión diferencial dos dispositivos de regulación diseñados de manera diferente (por ejemplo un dispositivo de regulación acorde a la invención con un regulador de precisión, un regulador aproximado, un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximado, y un dispositivo de regulación acorde a la invención con un regulador de precisión, un regulador zonal, un regulador aproximado, un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximada).

La invención se explica a continuación por medio de los gráficos.

Se muestran:

Figura 1: Un esquema de bloques de distribución de un primer dispositivo de regulación acorde a la invención con un regulador de precisión y un regulador aproximado.

Figura 2: Un esquema de bloques de distribución de un primer dispositivo de regulación de presión diferencial acorde a la invención con dos dispositivos de regulación acordes a la invención.

Figura 3: Un esquema de bloques de distribución de un segundo dispositivo de regulación acorde a la invención con un regulador de precisión, un regulador zonal y un regulador aproximado.

Figura 4: Un esquema de bloques de distribución de un tercer dispositivo de regulación acorde a la invención con un regulador de precisión, un regulador zonal, otro regulador conectado de manera paralela al regulador zonal y un regulador aproximado.

Figura 5: Un esquema de bloques de distribución de un segundo dispositivo de regulación de presión diferencial acorde a la invención con dos dispositivos de regulación acordes a la invención.

La figura 1 muestra un esquema de bloques de distribución de un primer dispositivo de regulación, acorde a la invención, con un regulador de precisión y un regulador aproximado para la regulación de una variable de estado de un proceso por medio de un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximada.

A la entrada del regulador de precisión 1 hay una primera variable controlada x_1 y una primera variable de referencia w_1 . El regulador de precisión 1 determina una primera variable de regulación y_1 , que se conduce al elemento de regulación precisa 2, que influyen la variable de estado del proceso 5 que se debe regular. La primera variable controlada x_1 se consigue midiendo el valor actual de la variable de estado que se debe regular (no representado), y la primera variable de referencia w_1 preestablece un valor nominal para la variable de estado que se debe controlar.

La primera variable de regulación y_1 o una variable y_1' dependiente de la primera variable de regulación se conduce además como segunda variable controlada x_2 a un regulador aproximado 3. A partir de una comparación de esta segunda variable controlada x_2 con una segunda variable de referencia w_2 , el regulador aproximado determina una segunda variable de regulación y_2 . La segunda variable de regulación y_2 se conduce a un elemento de regulación aproximada 4, que ejerce influencia de forma correspondiente sobre la variable de estado del proceso que se debe regular. La segunda variable de referencia w_2 preestablece allí un estado nominal del elemento de regulación precisa 2, de manera que el elemento de regulación precisa se puede hacer funcionar con un estado de carga óptimo. La variable de estado que se debe regular es, por ejemplo, una presión, que es influenciada por medio de una válvula de regulación pequeña (elemento de regulación precisa 2) y una válvula de regulación grande (elemento de regulación aproximada 4), donde la segunda variable de referencia w_2 preestablece una posición de válvula óptima (por ejemplo 50 % abierta) de la válvula de regulación pequeña.

El valor real de la posición de la válvula de regulación pequeña (estado real del elemento de regulación precisa 2), puede ser medido en el dispositivo acorde a la invención y servir para la determinación de la variable y_1' dependiente de la primera variable de regulación y_1 , suministrada al regulador aproximado 3. El valor real medido de la posición de la válvula de regulación pequeña (estado real del elemento de regulación precisa 2), y/o valor real medido de la posición de la válvula de regulación más grande (estado real del elemento de regulación aproximada 4), también

puede servir para el control y ser comparado, para ello, con la posición nominal de la válvula, resultante de la primera variable de regulación y_1 o de la segunda variable de regulación y_2 . En caso de desviaciones demasiado grandes entre el valor real y el nominal el proceso se puede desconectar.

5 La figura 2 muestra un esquema de bloques de distribución de un primer dispositivo de regulación de presión diferencial acorde a la invención, con dos dispositivos de regulación acordes a la invención, conforme a la figura 1.

El proceso 5 que se debe regular se realiza en recipientes 7, 8 separados entre sí por una membrana 6. Los recipientes 7, 8 son, preferentemente, un espacio catódico y un espacio anódico, que mediante una membrana de intercambio de iones sirven para la electrólisis clorocalina. La presión diferencial $\Delta p = p_1 - p_2$ entre los dos recipientes 7, 8 (que contienen, cada uno, un punto de medición de la presión) se regula mediante dos dispositivos de regulación 9, 10 acordes a la invención diseñados, básicamente, de la misma manera. Ambos dispositivos de regulación 9, 10, presentan un regulador de precisión 11, 12, un elemento de regulación precisa 13, 14, un regulador aproximado 15, 16 y un elemento de regulación aproximada 17, 18. El primer elemento de regulación precisa 13 y el primer elemento de regulación aproximada 17 ejercen influencia sobre la primera presión p_1 en el primer recipiente 7, mientras que el segundo elemento de regulación precisa 14 y el segundo elemento de regulación aproximada 18 ejercen influencia sobre la segunda presión p_2 en el segundo recipiente 8. La conexión de los componentes de los dispositivos de regulación 9, 10 (11, 13, 15, 17 y 12, 14, 16, 18) se corresponde con la representada en la figura 1.

Para la regulación de la presión diferencial Δp entre ambos recipientes 7, 8, los dos dispositivos de regulación 9, 10 están interconectados entre sí (no representado). Existe una gran cantidad de posibilidades para diseñar esta interconexión. Una posibilidad consiste en que la primera variable de referencia $w_{1,2}$ del segundo regulador de precisión 12 esté interconectada con la primera variable controlada $x_{1,1}$ del primer regulador de precisión 11 (por ejemplo puede estar establecido $w_{1,2} := x_{1,1} + \Delta p_{\text{nominal}}$ (con $\Delta p_{\text{nominal}}$ como el valor nominal para la presión diferencial)).

Otra posibilidad consiste en suministrar el valor real de la presión diferencial $\Delta p_{\text{real}} = p_1 - p_2$ al segundo regulador de precisión 12 como primera variable controlada $x_{1,2}$ y el valor nominal de la presión diferencial $\Delta p_{\text{nominal}}$ al segundo regulador de precisión 12 como primera variable de referencia $w_{1,2}$, donde la primera presión p_1 se conduce al primer regulador de precisión 11 como primera variable controlada $x_{1,1}$. Al experto se le presentan otras posibilidades para la interconexión de los dos dispositivos de regulación 9, 10.

La figura 3 muestra un esquema de bloques de distribución de un primer dispositivo de regulación acorde a la invención con un regulador de precisión, un regulador zonal y un regulador aproximado para la regulación de una presión de un proceso por medio de un elemento de regulación precisa y un elemento de regulación aproximada.

A la entrada del regulador de precisión 19 hay una primera variable controlada X_1 y una primera variable de referencia W_1 . El regulador de precisión determina una primera variable de regulación Y_1 , que se conduce al elemento de regulación precisa 20, que influencia la presión del proceso que se debe regular. La primera variable controlada X_1 se consigue midiendo el valor actual de la presión que se debe regular (no representado), y la primera variable de referencia W_1 preestablece un valor nominal para la presión que se debe controlar.

La primera variable de regulación Y_1 o una variable Y_1' dependiente de la primera variable de regulación se suministra además a un regulador aproximado 22 como variable de entrada. Esta conducción está representada de manera escindida en la figura 3, para representar la utilización doble de la señal Y_1 (o Y_1'), tanto como variable de regulación, así como variable con cuya ayuda se configura el manejo del valor nominal. El regulador zonal 22 determina a partir de la variable de entrada una segunda variable de regulación Y_2 . La segunda variable de regulación Y_2 determinada depende, entre otras cosas, de si la variable de entrada Y_1 o Y_1' se encuentra dentro o fuera de una zona predeterminada entre una primera variable mínima Y_1^{min} y una primera variable máxima Y_1^{max} . El regulador zonal 22 es, por ejemplo, un regulador GAP en cual Y_1^{min} e Y_1^{max} limitan una zona neutra.

La segunda variable de regulación Y_2 se suministra a un regulador aproximado 23 como segunda variable de referencia. A partir de una comparación de una segunda variable controlada X_2 con una segunda variable de referencia W_2 , el regulador aproximado 23 determina una tercera variable de regulación Y_3 . La tercera variable de regulación Y_3 se conduce a un elemento de regulación aproximada 24, que ejerce influencia de forma correspondiente sobre la presión P del proceso 21 que se debe regular. La segunda variable controlada X_2 es una variable medida (X_{med}), mediante la cual se puede influenciar la presión P que se debe regular.

50 El elemento de regulación precisa 20 y el elemento de regulación aproximada 24 son, por ejemplo, dos válvulas de regulación de diferente tamaño, cuya posición de válvula se modifica para ejercer influencia sobre la presión P que se debe regular.

La figura 4 muestra un esquema de bloques de distribución de un tercer dispositivo de regulación acorde a la invención para la regulación de una variable de estado, sobre todo una presión, en un proceso.

El dispositivo de regulación 25 está construido como el dispositivo acorde a la invención representado en la figura 3 (con un regulador de precisión 8, un elemento de regulación precisa 29, un regulador zonal 27, un regulador aproximado 30 y un elemento de regulación aproximada 31), donde además otro regulador 26 está conectado de manera paralela al regulador zonal 27. En esta forma de realización, al regulador aproximado 30 no se le suministra la variable de regulación Y_3 determinada por el regulador zonal 27 directamente como segunda variable de referencia W_2 , sino que se determina una segunda variable de regulación Y_2 nueva, determinada mediante la conexión 32 de la segunda variable de regulación Y_2 con una cuarta variable de regulación Y_4 determinada por el regulador, que luego es conducida al regulador aproximado como segunda variable de referencia W_2 . El otro regulador 26 determina una cuarta variable de regulación Y_4 a partir de una comparación de la tercera variable controlada X_3 (que se corresponde con la primera variable de regulación Y_1 o una variable Y_1' dependiente de ésta), con una tercera variable de referencia W_3 (que preestablece un estado nominal del elemento de regulación precisa 29).

La figura 5 muestra un esquema de bloques de distribución de un segundo dispositivo de regulación de presión diferencial con dos dispositivos de regulación acordes a la invención, según la figura 3, que presentan un regulador de precisión, un elemento de regulación precisa, un regulador zonal, un regulador aproximado y un elemento de regulación aproximada.

El proceso 33 que se debe regular se realiza en recipientes 35, 36 separados entre sí por una membrana 34. Los recipientes 35, 36 son, preferentemente, un espacio catódico y un espacio anódico, que mediante una membrana de intercambio de iones sirven para la electrólisis cloralcalina. La presión diferencial $\Delta p = P_1 - P_2$ entre los dos recipientes 35, 36 (que contienen, cada uno, un punto de medición de la presión) se regula mediante dos dispositivos de regulación 37, 38 acordes a la invención, diseñados básicamente de la misma manera. Ambos dispositivos de regulación 37, 38, presentan un regulador de precisión 39, 40, un elemento de regulación precisa 41, 42, un regulador zonal 43, 44, un regulador aproximado 45, 46 y un elemento de regulación aproximada 47, 48. El primer elemento de regulación precisa 41 y el primer elemento de regulación aproximada 47 ejercen influencia sobre la primera presión P_1 en el primer recipiente 35, mientras que el segundo elemento de regulación precisa 42 y el segundo elemento de regulación aproximada 48 ejercen influencia sobre la segunda presión P_2 en el segundo recipiente 36. La conexión de los componentes de los dos dispositivos de regulación 37, 38 (39, 41, 43, 45, 47 y 40, 42, 44, 46, 48) se corresponde con la representada en la figura 3.

Para la regulación de la presión diferencial ΔP entre ambos recipientes 35, 36, los dos dispositivos de regulación 37, 38 están interconectados entre sí (no representado). Existe una gran cantidad de posibilidades para diseñar esta interconexión. Una posibilidad consiste en que la primera variable de referencia $W_{1,2}$ del segundo regulador de precisión 40 esté interconectada con la primera variable controlada $X_{1,1}$ del primer regulador de precisión 39 (por ejemplo puede estar establecido $w_{1,2} := X_{1,1} + \Delta p^{\text{-nominal}}$ (con $\Delta p^{\text{-nominal}}$ como el valor nominal para la presión diferencial)). Otra posibilidad consiste en suministrar el valor real de la presión diferencial $\Delta P^{\text{-real}} = P_1 - P_2$ al segundo regulador de precisión 40 como primera variable controlada $X_{1,2}$, y el valor nominal de la presión diferencial $\Delta P^{\text{-nominal}}$ al segundo regulador de precisión 40 como primera variable de referencia $W_{1,2}$, donde la primera presión P_1 se conduce al primer regulador de precisión 39 como primera variable controlada $X_{1,1}$. Al experto se le presentan otras posibilidades para la interconexión de los dos dispositivos de regulación 37, 38.

Lista de referencias

- 40 1 Regulador de precisión
- 2 Elemento de regulación precisa
- 3 Regulador aproximado
- 4 Elemento de regulación aproximada
- 5 Proceso
- 45 6 Membrana
- 7 Primer recipiente
- 8 Segundo recipiente
- 9 Primer dispositivo de regulación
- 10 segundo dispositivo de regulación

- 11 Primer regulador de precisión
- 12 Segundo regulador de precisión
- 13 Primer elemento de regulación precisa
- 14 Segundo elemento de regulación precisa
- 5 15 Primer regulador aproximado
- 16 Segundo regulador aproximado
- 17 Primer elemento de regulación aproximada
- 18 Segundo elemento de regulación aproximada
- 19 Regulador de precisión
- 10 20 Elemento de regulación precisa
- 21 Proceso
- 22 Regulador zonal
- 23 Regulador aproximado
- 24 Elemento de regulación aproximada
- 15 25 Dispositivo de regulación
- 16 Regulador adicional
- 27 Regulador zonal
- 28 Regulador de precisión
- 29 Elemento de regulación precisa
- 20 30 Regulador aproximado
- 31 Elemento de regulación aproximada
- 32 Conexión
- 33 Proceso
- 34 Membrana
- 25 35 Primer recipiente
- 36 Segundo recipiente
- 37 Primer dispositivo de regulación
- 38 segundo dispositivo de regulación
- 39 Primer regulador de precisión
- 30 40 Segundo regulador de precisión
- 41 Primer elemento de regulación precisa

- 42 Segundo elemento de regulación precisa
- 43 Primer regulador zonal
- 44 Segundo regulador zonal
- 45 Primer regulador aproximado
- 5 46 Segundo regulador aproximado
- 47 Primer elemento de regulación aproximada
- 48 Segundo elemento de regulación aproximada

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la regulación de la presión (P) en un proceso, caracterizado por

• un regulador de precisión (1), mediante el cual se puede detectar una primera variable de regulación (Y_1) a partir de una comparación entre una primera variable de referencia (W_1) y una primera variable controlada (X_1), donde la primera variable controlada (X_1) depende de un valor medido de la presión (P) que se debe regular y la primera variable de referencia (W_1) preestablece un valor nominal para la presión (P) que se debe regular,

• un regulador aproximado (3), por medio del cual se puede determinar una segunda variable de regulación (y_2) a partir de una comparación entre una segunda variable de referencia (w_2) y una segunda variable controlada (x_2), donde la primera variable de regulación (y_1) o una de las primeras variables ($y_{1'}$) dependientes de la primera variable de regulación (y_1) se puede suministrar al regulador aproximado (3) como segunda variable controlada (x_2) y la segunda variable de referencia (w_2) preestablece un estado nominal de un elemento de regulación precisa y

• el elemento de regulación precisa (2) , al cual se le puede suministrar la primera variable controlada (y_1) y un elemento de regulación aproximada (4), al cual se le puede suministrar la segunda variable controlada (y_2), donde por medio del elemento de regulación precisa y del elemento de regulación aproximada se puede influenciar la presión (P) que se debe regular.

2. Dispositivo acorde a la reivindicación 1, caracterizado porque el regulador aproximado (3) presenta un comportamiento de transferencia dinámico, que está elegido de manera tal que ocurre una regulación más lenta, cuando la segunda variable controlada (x_2) se encuentra en un rango de valor definido en torno a la segunda variable de referencia (w_2), y una regulación más rápida ocurre cuando la segunda variable controlada (x_2) se encuentra por fuera del rango de valor.

3. Dispositivo acorde a las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque la variable ($y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (y_1) es una variable medida del estado nominal del elemento de regulación precisa (2), o una variable determinada por medio de la conexión de una variable medida del estado nominal del elemento de regulación precisa (2) con la primera variable de regulación (y_1).

4. Dispositivo acorde a las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el elemento de regulación precisa (2) y el elemento de regulación aproximada (4), son válvulas de regulación con ajustes regulables para la regulación de una presión.

5. Dispositivo acorde a la reivindicación 4, caracterizado porque la segunda variable de referencia (w_2) está seleccionada de manera tal que para la primera válvula de regulación prevista como elemento de regulación precisa (2) está preestablecida una posición de válvula nominal de entre 5 y 99 % abierta.

6. Dispositivo acorde a las reivindicaciones 4 ó 5, caracterizado porque las válvulas de regulación presentan, cada una, un regulador de posición, al que se le puede suministrar como variable de referencia la primera variable de regulación (y_1) o la segunda variable de regulación (y_2).

7. Dispositivo para la regulación de la presión (P) en un proceso, caracterizado por

• un regulador de precisión (19, 28), mediante el cual se puede detectar una primera variable de regulación (Y_1) a partir de una comparación entre una primera variable de referencia (W_1) y una primera variable controlada (X_1), donde la primera variable controlada (X_1) depende de un valor medido de la presión (P) que se debe regular y la primera variable de referencia (W_1) preestablece un valor nominal para la presión (P) que se debe regular,

• un regulador zonal (22, 27), al cual se le puede suministrar la primera variable de regulación (Y_1) o una variable ($Y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) y con el cual, dependiendo de la primera variable de regulación (Y_1) o de la variable ($Y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1), se puede determinar una segunda variable de regulación (Y_2), donde el regulador zonal (22, 27) presenta un comportamiento de transferencia zonal para las primeras variables de regulación (Y_1) o para las variables ($Y_{1'}$) dependientes de las primeras variables de regulación (Y_1) dentro de una zona entre una primera variable mínima (Y_1^{\min}) preestablecida y una primera variable máxima (Y_1^{\max}) preestablecida, el cual se diferencia de otro comportamiento de transferencia para las primeras variables de regulación (Y_1) y las primeras variables ($Y_{1'}$) dependientes de las primeras variables de regulación (Y_1) por fuera de la zona,

• dado el caso, un regulador aproximado (23, 30), por medio del cual a partir de una comparación entre una segunda variable de referencia (W_2) y una segunda variable controlada (X_2), se puede determinar una tercera variable de regulación (Y_3), donde la segunda variable de regulación (Y_2) se puede suministrar al regulador aproximado (23, 30)

como segunda variable de referencia (W_2), y la segunda variable controlada (X_2) es una variable medida (X_{med}), por medio de la cual se puede influenciar la presión que se debe regular, y

• un elemento de regulación precisa (20, 29), al cual se le puede suministrar la primera variable controlada (y_1) y un elemento de regulación aproximado (24, 31), al cual se le puede suministrar la segunda variable controlada (y_2) o la tercera variable controlada (Y_3), donde por medio del elemento de regulación precisa (20, 29) y del elemento de regulación aproximado (24, 31) se puede influenciar la presión (P) que se debe regular.

8. Dispositivo acorde a las reivindicaciones 7, caracterizado porque la variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) es una variable medida del estado nominal del elemento de regulación precisa (20, 29) o una variable determinada por medio de la combinación de una variable medida del estado nominal del elemento de regulación precisa (20, 29) con la primera variable de regulación (Y_1).

9. Dispositivo acorde a las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque el regulador zonal (22, 27) puede ser un regulador de zona neutra (regulador GAP), en el cual para las primeras variables de regulación (Y_1) o las variables dependientes (Y_1) de las primeras variables de regulación (Y_1), que se encuentran entre una primera variable mínima (Y_1^{min}) predeterminada y una primera variable máxima (Y_1^{max}) predeterminada, se determina una segunda variable de regulación (Y_2), que no produce ninguna modificación del estado del elemento de regulación aproximada (24, 31).

10. Dispositivo acorde a una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque de manera paralela al regulador zonal (22, 27) está conectado otro regulador (26), donde por medio del otro regulador (26) se puede determinar una cuarta variable de regulación (Y_4) a partir de la comparación entre una tercera variable de referencia (W_3) y una tercera variable controlada (X_3), donde la tercera variable de referencia (W_3) preestablece un estado nominal del elemento de regulación precisa (20, 29), la primera variable de regulación (Y_1) o una variable (Y_1) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1), se puede suministrar al otro regulador (26) como tercera variable de regulación (X_3), y a partir de la cuarta variable de regulación (Y_4) y la segunda variable de regulación (Y_2) determinada por el regulador zonal (22, 27), se puede determinar otra segunda variable de regulación (Y_2) nueva, que a su vez se puede suministrar al elemento de regulación aproximada (24, 31) o, dado el caso, al regulador aproximado (23, 30).

11. Dispositivo acorde a las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque el elemento de regulación precisa (20, 29) y el elemento de regulación aproximada (24, 31,) son válvulas de regulación con ajustes regulables para la regulación de una presión.

12. Dispositivo acorde a las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque la primera variable de regulación mínima (Y_1^{min}) y la primera variable de regulación máxima (Y_1^{max}) están seleccionadas de manera tal que para el elemento de regulación precisa (20, 29) está preestablecida una zona en un intervalo de 5 y 99 %.

13. Dispositivo de regulación de presión diferencial para la regulación de una presión diferencial entre, por lo menos, dos puntos de medición, abarcando por lo menos un dispositivo de regulación acorde a las reivindicaciones 1 a 12, que está conectado con uno de los puntos de medición.

14. Dispositivo de regulación de presión diferencial acorde a la reivindicación 12 para la regulación de una presión diferencial entre dos puntos de medición ubicados, cada uno, en un recipiente (7,8; 35, 36), caracterizado porque los recipientes (7,8; 35, 36) están separados entre sí por una membrana (6, 34).

15. Dispositivo de regulación de presión diferencial acorde a la reivindicación 14, caracterizado porque la membrana (6, 34) es una membrana de intercambio de iones y en los recipientes (7, 8; 35, 36) se puede realizar una electrólisis clorocalina, en la cual surge cloro en uno de los recipientes (7, 35) e hidrógeno en el otro recipiente (8, 36), donde por lo menos uno de los recipientes (7, 8; 35, 36) está unido con dos válvulas de regulación con posiciones de válvula regulables mediante el dispositivo de regulación de presión diferencial, que hacen las veces de elemento de regulación aproximada (17, 18; 47, 48) y elemento de regulación precisa (13, 14; 41, 42), por medio de las cuales se puede evacuar cloro o hidrógeno.

16. Proceso para la regulación de la presión (P) en un proceso, caracterizado por poseer los siguientes pasos:

- determinación de una primera variable de regulación (y_1) por parte de un regulador de precisión a partir de una comparación entre una primera variable de referencia (w_1), que preestablece un valor nominal para la presión (P) que se debe regular, y una primera variable controlada (x_1), que depende de un valor medido de la presión (P) que se debe regular,

- determinación de una segunda variable de regulación (y_2) por parte de un regulador aproximado a partir de una comparación entre una segunda variable de referencia (w_2), que preestablece un estado nominal de un elemento de regulación precisa, y una segunda variable controlada (x_2), donde la primera variable de regulación (y_1), o una

variable (v_1) dependiente de la primera variable de regulación (y_1), se suministra al regulador aproximado como segunda variable controlada (x_2) y

- suministro de la primera variable de regulación (y_1) al elemento de regulación precisa y de la segunda variable de regulación (y_2), a un elemento de regulación aproximada para influenciar la presión (P) que se debe regular.

5 17. Procedimiento acorde a la reivindicación 16, caracterizado porque por lo menos un regulador aproximado y un regulador de precisión, regulan una presión (P) en un procedimiento de membrana para la electrólisis clorocalina.

18. Proceso para la regulación de la presión (P) en un proceso, caracterizado por poseer los siguientes pasos:

10 • determinación de una primera variable de regulación (Y_1) por parte de un regulador de precisión a partir de una comparación entre una primera variable de referencia (W_1), que preestablece un valor nominal para la presión (P) que se debe regular, y una primera variable controlada (X_1), que depende de un valor medido de la presión (P) que se debe regular.

15 • determinación de una segunda variable de regulación (Y_2) por parte de un regulador zonal, dependiendo de la primera variable de regulación (Y_1) o de una variable ($Y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1), donde el regulador zonal para las primeras variables de regulación (Y_1) o las variables ($Y_{1'}$) dependientes de las primeras variables de regulación (Y_1), dentro de una zona entre una primera variable mínima (Y_1^{\min}) predeterminada y una primera variable máxima (Y_1^{\max}) predeterminada, presenta un comportamiento de transferencia, que se diferencia de otro comportamiento de transferencia para las primeras variables de regulación (Y_1) o variables ($Y_{1'}$) dependientes de las primeras variables de regulación (Y_1) fuera de la zona,

20 • dado el caso, determinación de una tercera variable de regulación (Y_3), por parte de un regulador aproximado a partir de una comparación entre una segunda variable de referencia (W_2) y una segunda variable controlada (X_2), donde la segunda variable de regulación (Y_2) se puede suministrar al regulador aproximado como segunda variable de referencia (W_2) y la segunda variable controlada (X_2) es una variable medida (X_{med}), por medio de la cual se puede influenciar la presión que se debe regular, y

25 • suministro de la primera variable de regulación (Y_1) al elemento de regulación precisa y de la segunda variable de regulación (Y_2), o de la tercera variable de regulación (Y_3) a un elemento de regulación aproximada para influenciar la presión (P) que se debe regular.

30 19. Procedimiento acorde a la reivindicación 18, caracterizado porque otro regulador, conectado de manera paralela al regulador zonal, determina una cuarta variable de regulación (Y_4) a partir de la comparación entre una tercera variable de referencia (W_3) y una tercera variable controlada (X_3), donde la tercera variable de referencia (W_3) preestablece un estado nominal del elemento de regulación precisa, la primera variable de regulación (Y_1) o una variable ($Y_{1'}$) dependiente de la primera variable de regulación (Y_1) se suministra al otro regulador como tercera variable de regulación (X_3), y a partir de la cuarta variable de regulación (Y_4) y la segunda variable de regulación (Y_2) determinada por el regulador zonal, se determina una segunda variable de regulación (Y_2) nueva, que a su vez se suministra al elemento de regulación aproximada o, dado el caso, al regulador aproximado.

35 20. Procedimiento acorde a la reivindicación 18 o 19, caracterizado porque una presión (P) es regulada en un procedimiento de membrana para la electrólisis clorocalina.

FIG.1

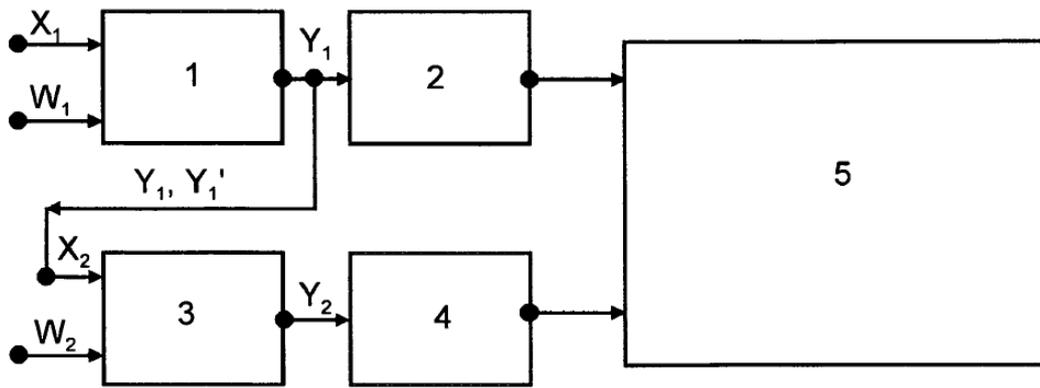


FIG.2

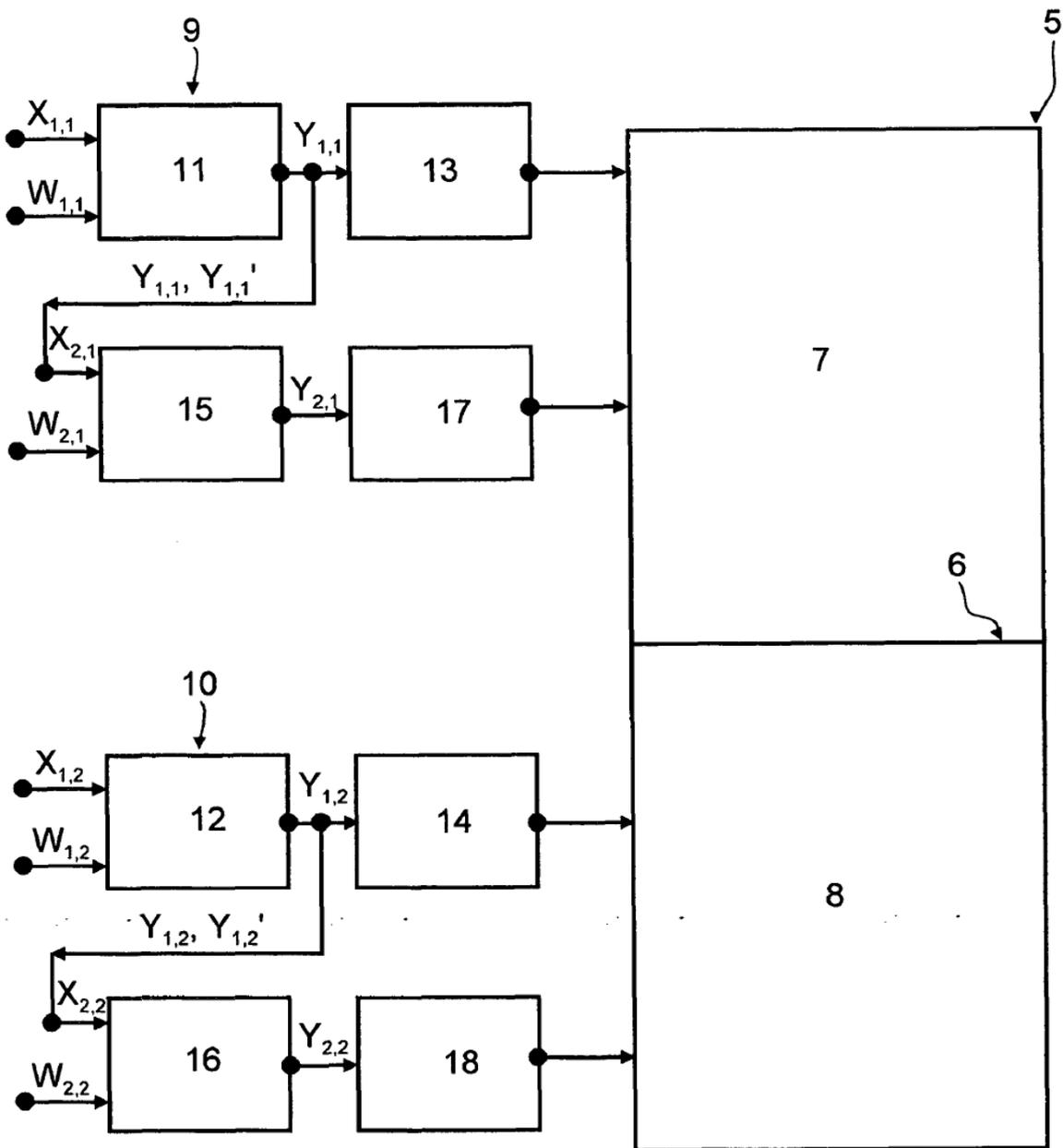


FIG.3

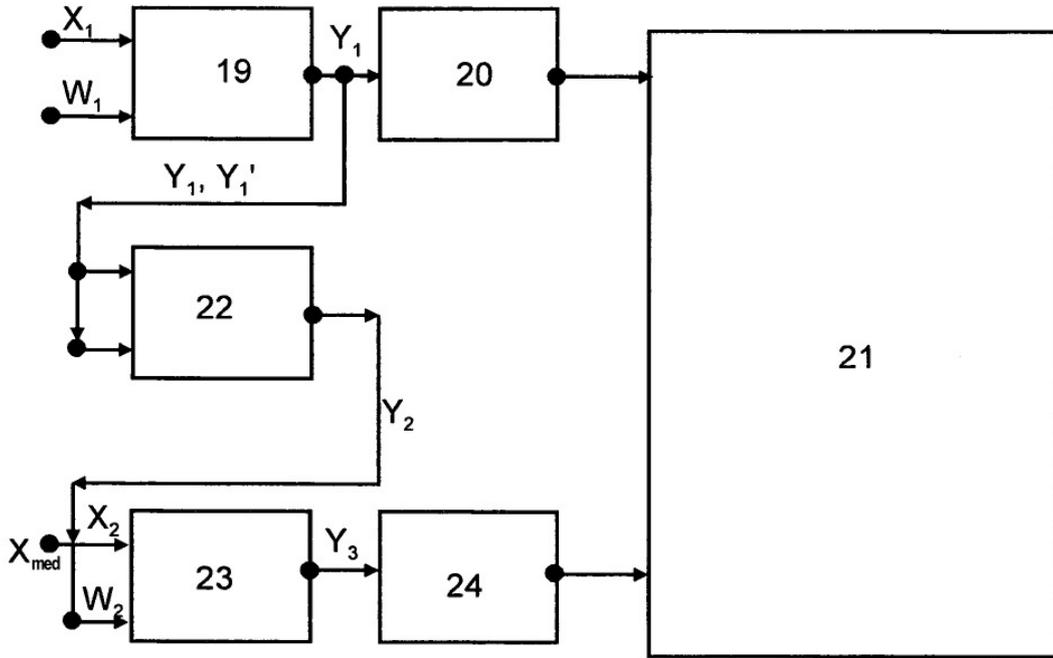


FIG.4

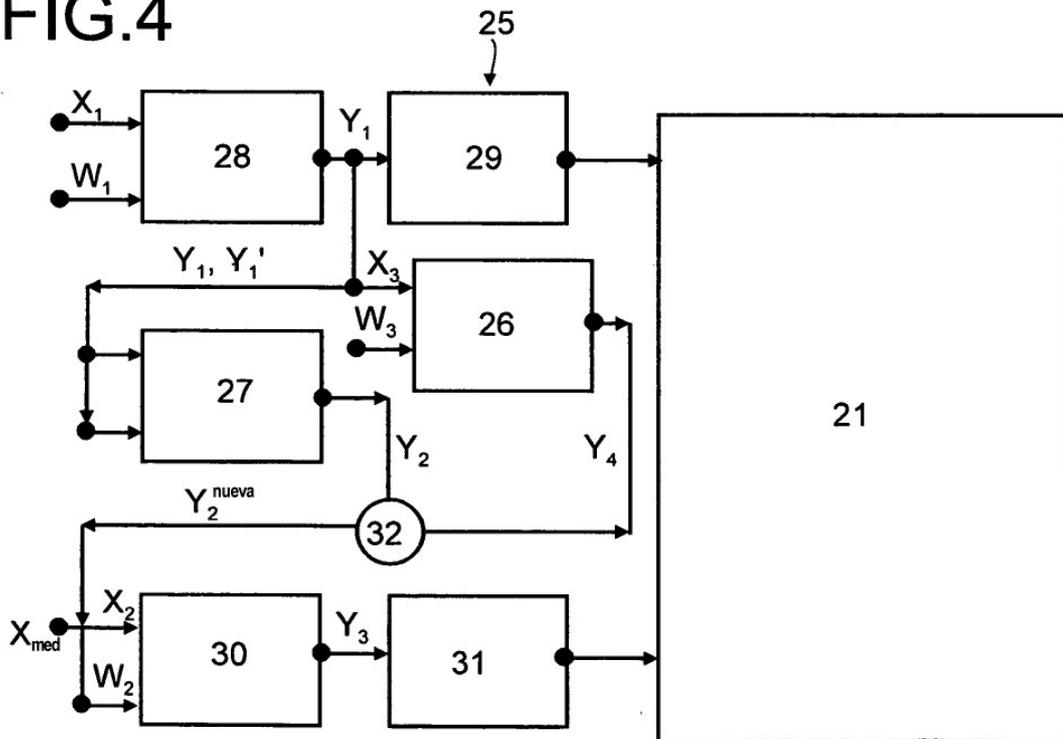


FIG.5

