

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 303**

51 Int. Cl.:

C10B 41/00 (2006.01)

C10B 55/00 (2006.01)

G05B 19/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.05.2013 PCT/US2013/040258**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013 WO13169972**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2013 E 13724995 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 2847297**

54 Título: **Control por lotes automatizado de un coquizador retardado**

30 Prioridad:

11.05.2012 US 201261646021 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2017

73 Titular/es:

**BP CORPORATION NORTH AMERICA INC.
(100.0%)
501 Westlake Park Boulevard
Houston, TX 77079, US**

72 Inventor/es:

LUCAS, RICHARD, E .

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 644 303 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

Control por lotes automatizado de un coquizador retardado

5 ANTECEDENTES

[0001] Un coquizador retardado es una unidad que convierte térmicamente el residuo que hay en el fondo de una columna de destilación al vacío en un destilado más ligero y coque. El proceso de coquización es principalmente un proceso semicontinuo con dos o más tambores de coque que funcionan por pares en ciclos alternos - un tambor se llena mientras que el otro se vacía. Normalmente, se llena un tambor de coque con un lote de material de alimentación calentado, como puede ser el residuo del fondo de una columna de destilación al vacío (también conocido como "residuo de vacío"), que se ha calentado a una temperatura alta, entre aproximadamente 440 y 510 grados Celsius ("°C") (830 a 950 grados Fahrenheit ("°F")), a una presión baja, entre aproximadamente 1,0 a 4,1 bar manométrico (15 a 60 libras por pulgada cuadrada manométricas ("psig")).

10 El lote de material de alimentación se deja reaccionar térmicamente en el tambor de coque durante un período de tiempo. Los productos gaseosos de la reacción del craqueo térmico se retiran de la parte superior del tambor de coque y se envían a un fraccionador. Los productos restantes de la reacción permanecen en el tambor y se solidifican en un producto conocido como coque de petróleo o, simplemente, coque. A continuación, el tambor de coque se vaporiza, se enfría y se ventila, después de lo cual el coque se abre a la atmósfera y el coque se

15 retira del tambor cortándolo con agua a alta presión en pequeños trozos y dejando que caiga de una gran abertura en el fondo del tambor. Normalmente, en un ciclo se puede formar un único lote de coque lo que permite llenar el tambor de coque durante un período de coquización entre 12 y 18 horas. Por lo tanto, un ciclo completo de llenado y descarga de coque normalmente será el doble de este tiempo.

25 **[0002]** Inicialmente, este proceso se realizaba manualmente. Un operario abría y cerraba las válvulas manualmente en una secuencia predeterminada a dirigir la alimentación a un tambor de coque, mientras que las otras válvulas se abrían y cerraban para aislar el otro tambor que estaba lleno de coque listo para vaciarse. La unidad de coquización retardada puede incluir hasta veinte o más conjuntos de válvulas para cada tambor de coque, con algunos conjuntos de válvulas que incluyen dos válvulas para un aislamiento de doble cierre. Como

30 tal, la abertura y cierre de las válvulas en la secuencia exacta necesaria para accionar de forma segura el coquizador retardado en cada ciclo del tambor de coque puede ser una operación muy laboriosa, con tiempos muy cortos de como máximo unas pocas horas en cada etapa que requiere numerosos cambios en las posiciones de las válvulas. Debido a que algunas válvulas de la unidad están en líneas de proceso que están expuestas tanto a hidrocarburos como a la atmósfera en diferentes partes del ciclo, es importante evitar la exposición de

35 hidrocarburos calientes al oxígeno por lo que se verifica que las válvulas adecuadas están cerradas y/o abiertas en cada etapa del proceso.

[0003] A principios de la década de 1990, las unidades de proceso de coque retardado empezaron a aprovechar los equipos de automatización. Las válvulas de aislamiento accionadas manualmente se sustituyeron por válvulas de motor accionadas localmente y, posteriormente, válvulas de motor accionadas por control remoto. En algunos lugares se instalaron válvulas de doble cierre adicionales para asegurar el aislamiento. Las válvulas descabezadas superior e inferior automatizadas de forma remota sustituyeron las válvulas descabezadas de accionamiento manual. Se añadieron sistemas de seguridad electrónica para verificar la posición de las válvulas y evitar que los operarios abrieran las válvulas equivocadas o que las válvulas adecuadas pudieran exponer

45 hidrocarburos calientes a la atmósfera en el momento equivocado, o exponer a los operarios a los hidrocarburos calientes. Se ha propuesto la automatización parcial de partes del funcionamiento de un coquizador retardado.

[0004] El documento US-A-2008/0109107 describe un ciclo de coquización retardado controlado por ordenador.

50

[0005] A pesar de estas mejoras, el funcionamiento de un coquizador retardado todavía necesita una importante mano de obra por parte de los operarios de la unidad.

RESUMEN DE LA INVENCION

55

[0006] Una realización de la invención es un procedimiento para el funcionamiento automático de un coquizador retardado. El procedimiento incluye proporcionar un sistema de control de secuencia por lotes automático configurado para accionar automáticamente las válvulas de proceso de un coquizador retardado en un ciclo completo de tambor de coque. El procedimiento llevado a cabo por el sistema de control incluye verificar

una posición de una válvula de proceso en una primera etapa de la secuencia antes de avanzar a una etapa siguiente de la secuencia. La verificación de la posición de un conjunto de válvulas de doble cierre incluye una verificación primaria y una verificación secundaria. La verificación primaria incluye la recepción de señales desde un sensor de posición en cada una de las válvulas de doble cierre que detectan que la posición de cada válvula de doble cierre está en la posición abierta o cerrada correcta. La verificación secundaria incluye recibir una señal desde un transmisor de presión que indica que la presión en la tubería de proceso entre las válvulas de doble cierre está correctamente por debajo, o por encima, de un umbral predeterminado en función de si, el conjunto de válvulas de doble cierre, ha recibido la orden de abrir o cerrar, respectivamente.

10 **[0007]** A continuación, se describen con más detalle realizaciones adicionales de la invención y las ventajas correspondientes a la misma con referencia a los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 **[0008]**

La Fig. 1 es un diagrama de flujo del proceso representativo de una unidad de coquización retardada de dos tambores según una realización de la invención.

20 La Fig. 2 es un esquema representativo de una válvula de doble cierre y un diagrama de la instrumentación y tuberías de presión según una realización de la invención.

La Fig. 3 es un diagrama de flujo lógico representativo de una etapa ejemplar de un ciclo de tambor de coque en un controlador de secuencia automatizado según una realización de la invención.

La Fig. 4 es una representación esquemática de un sistema de control informático distribuido ejemplar para el funcionamiento automatizado por lotes de un coquizador retardado según una realización de la invención.

25

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

30 **[0009]** Las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar varias ventajas. Se puede proporcionar un controlador de secuencia por lotes, tal como se describe con más detalle a continuación, para accionar remotamente y automáticamente las válvulas en un coquizador retardado y proceder automáticamente a un ciclo completo de decocción de tambor de coque, y asegurar que cada etapa anterior se realiza de forma segura antes de proceder a la etapa siguiente. Esto puede reducir significativamente el riesgo hacia el personal al favorecer que el personal accione la unidad de tambor de coque a distancia desde la sala de operaciones.

35 **[0010]** Con referencia a la realización de la figura 1, se muestra un diagrama de la tubería y el flujo representativo de un coquizador retardado con dos tambores de coque en paralelo. El diagrama incluye líneas de proceso principales, válvulas automatizadas, puntos de aislamiento de doble cierre y puntos de medición del proceso principales. Al conectarse con el fondo del primer tambor de coque 10, la alimentación del residuo de vacío 102 se introduce a través de la válvula de conmutación de la alimentación 104. Cuando se llena el primer tambor de coque 10, la válvula de conmutación de la alimentación 104 está abierta en línea con el primer tambor de coque 10 y la válvula de aislamiento de la alimentación 106 está abierta. El vapor se suministra a una válvula de vapor de aislamiento de la alimentación 108 y a una válvula de vapor de barrido 110 en la línea de alimentación 112. Conectadas a la línea de alimentación 112 también hay la válvula de colector de utilidad común 114, que está conectada a una válvula de aislamiento utilitaria 122 para aislar un colector de utilidad común en una válvula de suministro de agua de enfriamiento rápido 116, una válvula de suministro de vapor 118 y una válvula de drenaje inferior 120. La válvula de colector de utilidad común 114 también se conecta con las válvulas de doble cierre de drenaje de condensación 124 y 126. La válvula de colector de utilidad común 114 se cierra mientras el tambor de coque recibe alimentación.

50 **[0011]** Al conectarse con la parte superior del tambor de coque 10, la línea de vapor aérea 128 está conectada con varias válvulas, lo que incluye las válvulas aéreas de enfriamiento rápido de doble cierre 130 y 132, las válvulas de doble cierre de ventilación 134 y 136, las válvulas de doble cierre del vapor principal 138 y 140, que se conecta a la línea de alimentación del fraccionador 144. Por otro lado, conectadas con la línea de vapor aérea 128, están las válvulas de doble cierre de la purga 146 y 148, que incluyen una válvula de drenaje de la línea de vapor 150 que dirige el flujo hacia el tambor de sedimentación de la purga. También en la parte superior del tambor de coque 10 hay una línea de alivio aérea 152, que se conecta con la o las válvula(s) de seguridad de la presión 154 y la o las válvula(s) de aislamiento de alivio de presión 156 que dirigen el flujo hacia la purga. La línea de alivio aérea 152 sirve también como línea de alimentación para las válvulas de doble cierre antiespumantes 158 y 160, que dirigen el aditivo antiespumante durante la etapa de llenado del tambor de coque.

[0012] Se incluyen diversos transmisores de sensor de presión y transmisores de sensor de temperatura en todo el equipo para proporcionar entradas de estado de proceso en el sistema de control de secuencia por lotes. Las mediciones de presión pueden utilizarse para la verificación secundaria de las posiciones de válvula correctas confirmando que las presiones de proceso esperadas se corresponden con la presión esperada a partir de un conjunto concreto de posiciones de válvula y etapa en la secuencia de ciclo de tambor de coque. Asimismo, las mediciones de temperatura se pueden utilizar para confirmar que las condiciones esperadas están correlacionadas con la temperatura de proceso esperada para las posiciones de válvula definidas para esta etapa en la secuencia de ciclo del tambor de coque. Por consiguiente, los transmisores de presión pueden estar situados en los diversos puntos de aislamiento de válvula o entre configuraciones de válvula de doble cierre lo que incluye el punto de aislamiento de alimentación 160, el punto de aislamiento de colector de utilidad común 162, el punto de aislamiento de colector utilitario 164, el punto de aislamiento de drenaje de condensación 166, el punto de aislamiento de la línea de enfriamiento rápido aérea 168, el punto de aislamiento de ventilación aérea 170, el punto de aislamiento de purga 172, el punto de aislamiento de vapor principal 174, el punto de aislamiento antiespumante 176 y el punto de aislamiento de la válvula de seguridad de la presión 178. El coquizador retardado también puede incluir otros transmisores de medición de proceso que incluyen la presión de la línea de alimentación del tambor de coque 180, la presión aérea del tambor de coque 182, la temperatura aérea del tambor de coque 184 en la línea de vapor 128 y la temperatura de la línea de drenaje de la línea de vapor 186.

[0013] En la realización de la figura 1, el tambor de coque incluye la válvula de impulsión superior (también conocida como válvula descabezada) 188 y la válvula de impulsión inferior (también conocida como válvula descabezada) 190, que se abren solamente durante la fase de descarga de coque en el ciclo de tambor de coque. Estas válvulas descabezadas pueden ser válvulas de corredera especiales accionadas por motor o hidráulicas, como las fabricadas por DeltaValve, por ejemplo, los modelos GV320 y GV380, que tienen purgas de vapor a baja presión en el cuerpo para mantener una presión en el cuerpo de la válvula superior a la presión de proceso a fin de mantener los asientos y cierres de las válvulas limpios y mantener un punto de aislamiento de presión de vapor positivo entre el ambiente de proceso de hidrocarburos y la atmósfera. Los transmisores de presión 192 y 194 se incluyen supervisando la presión del vapor en los cuerpos interiores de estas válvulas, respectivamente. Las presiones pueden ser supervisadas como una verificación secundaria de las posiciones de válvula descabezadas, porque la presión de vapor está por encima de un umbral predeterminado cuando las válvulas están en una posición totalmente cerrada.

[0014] Aunque se han descrito las válvulas anteriores y los transmisores de medición de proceso para el primer tambor de coque 10, preferentemente se utilizan un conjunto idéntico de válvulas y transmisores de proceso para un funcionamiento similar del segundo tambor de coque 20. El funcionamiento del tambor de coque puede variar en función de la configuración del equipo y de la tubería y la descripción anterior es ilustrativa de una realización.

[0015] Para un funcionamiento seguro de un coquizador retardado, los hidrocarburos calientes deben aislarse de la exposición a la atmósfera. Se pueden utilizar válvulas de doble cierre en todo el coquizador retardado para proporcionar puntos de aislamiento que separen los hidrocarburos de los ambientes de oxígeno. En algunas realizaciones de la presente invención, el esquema de control de secuencia por lotes utiliza tanto la verificación primaria como la verificación secundaria de la posición de una válvula tanto abierta como cerrada. Aunque se pueden utilizar otras configuraciones de válvula de doble cierre, una configuración de válvula de doble cierre típica incluye dos válvulas de bola (u otro tipo de válvulas como válvulas de compuerta o válvulas de tapón) con una purga de presión de vapor conectada a la tubería de proceso entre las dos válvulas. La verificación primaria puede incluir la recepción de señales desde los sensores de posición en las válvulas para indicar si la válvula está abierta o cerrada. La verificación secundaria puede incluir la recepción de una condición de proceso transmitida desde un punto en la tubería de proceso entre las dos válvulas. Cuando ambas válvulas están cerradas, la purga de vapor presuriza la tubería de proceso a una presión por encima de un umbral predeterminado. Por ejemplo, si la presión de suministro de vapor es de 6,9 bar manométrico (100 psig), una medición de presión desde un transmisor de presión situado en la tubería de proceso entre las dos válvulas que excede un umbral predeterminado, por ejemplo, 4,8 bar manométrico (70 psig), indica que ambas válvulas están cerradas de tal manera que la tubería de proceso se ha presurizado con vapor. Si una de las válvulas no se ha cerrado completamente, el vapor se filtraría entre las dos válvulas y la presión no se elevaría por encima del umbral. Por el contrario, si ambas válvulas se mueven desde una posición cerrada a una posición abierta, la presión entre las dos válvulas disminuirá por debajo del umbral. Por lo tanto, la presión entre las dos válvulas proporciona una verificación secundaria de que las válvulas se han movido desde una posición cerrada a una posición abierta o desde una posición abierta a una posición cerrada.

[0016] Con referencia a la realización de la figura 2, se muestra una configuración ejemplar de un punto de aislamiento típico con una válvula de doble cierre y un mecanismo de presión. Una primera válvula de cierre 202, como puede ser una válvula de bola de asiento metálico fabricada por Velan, por ejemplo, el modelo "Securaseal", puede incluir un actuador accionado por motor de forma remota y controlado mediante el sistema informático de control de secuencia por lotes. La válvula 202 incluye sensores de posición que transmiten una señal de posición abierta o una señal de posición cerrada en la entrada/salida del sistema de control 204. Para válvulas en servicio de hidrocarburos "sucios", se puede mantener una purga de vapor en el vástago de la válvula para mantenerla limpia. Se puede utilizar una configuración de válvula e instrumentación similar en la segunda válvula de cierre 206 y la entrada/salida del sistema de control 208. Entre las dos válvulas de cierre, un colector de vapor 210 suministra vapor de purga a través de un estrangulador de flujo 212 para mantener un pequeño flujo de vapor a través de un grifo de presión sobre la línea de calor 214 entre las válvulas de cierre 202 y 206. Cuando ambas válvulas de cierre están cerradas, la presión de vapor se acumula entre las válvulas de cierre para proporcionar aislamiento de vapor entre las dos válvulas. Un transmisor de presión 216 en la línea de purga de vapor proporciona una señal al sistema de control de secuencia por lotes que debería indicar una alta presión cuando las válvulas de cierre están cerradas y una baja presión cuando las válvulas de cierre están abiertas. La medición de la presión proporciona una verificación secundaria de la posición de las válvulas de doble cierre. La necesidad de drenaje de condensación en determinadas secciones bloqueadas puede eliminarse instalando un trazador de calor a alta temperatura 214 para evitar la condensación de vapor en los puntos de aislamiento.

[0017] Por consiguiente, las realizaciones de la presente invención incluyen procedimientos y sistemas para satisfacer un alto grado de integridad en materia de seguridad utilizando dos procedimientos independientes en un sistema de control de secuencia por lotes para confirmar si los puntos de aislamiento se han "cerrado" o "abierto". En cuanto a la verificación primaria, pueden utilizarse sensores de posición, tales como los interruptores de proximidad, para confirmar que ambas válvulas de aislamiento están en la posición esperada. En cuanto a la verificación secundaria, se puede utilizar un transmisor de presión en la sección bloqueada de la tubería de proceso para confirmar que la presión de vapor bloqueada ha aumentado (si está aislada) o ha disminuido (si no está aislada). El coquizador retardado, con referencia a la realización de la figura 1, puede incluir los siguientes puntos de aislamiento con un transmisor de presión que supervisa la presión entre las válvulas de cierre o válvulas de aislamiento:

1. aislamiento de alimentación 160;
2. aislamiento utilitario primario 162;
3. aislamiento utilitario secundario 164;
4. aislamiento de condensación precalentada 166;
5. aislamiento de enfriamiento rápido de la línea de vapor 168;
6. aislamiento atmosférico a ventilación 170;
7. aislamiento de purga 172;
8. aislamiento de la línea de vapor 174;
9. aislamiento antiespumante 176;
10. aislamiento del dispositivo de alivio de presión 178;
11. aislamiento de impulsión superior 192;
12. aislamiento de impulsión inferior 194;

[0018] Durante el funcionamiento del controlador de la secuencia por lotes del coque retardado, la verificación adicional que utiliza mediciones del proceso puede incluir la pérdida de presión entre la válvula de seguridad de la presión 154 y la válvula de cierre aguas abajo 156 así como la verificación de que la válvula de seguridad está abierta de manera segura para proteger el tambor. La temperatura 186 en el drenaje de condensación del agua de la línea de vapor entre la válvula de purga 150 y el tambor de sedimentación de la purga puede utilizarse para verificar que se ha drenado todo el agua en la línea de vapor. La presión de la línea de alimentación 180 también puede utilizarse para confirmar el nivel de agua en el tambor y cuando el agua del tambor se ha drenado completamente, ya que una presión mayor que la presión de la línea de vapor aérea 182 indicará una impulsión estática de líquido en el tambor. Por lo tanto, cuando la diferencia de presiones ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado indicando que el tambor se ha drenado una cantidad suficiente en la etapa 17, el sistema de control puede avanzar hasta la siguiente etapa 18 e iniciar la abertura de la válvula descabezada superior del tambor de coque. La diferencia de presiones también se puede utilizar como un sustituto del nivel de líquido en el tambor para una variedad de propósitos, lo que incluye supervisar el nivel y el seguimiento de la tasa de drenaje del tambor.

[0019] Además, la presión de la línea de alimentación 180 también puede supervisarse para compararla con la presión de vapor utilitaria 162. Puede ser deseable mantener un flujo continuo en la línea de alimentación después de que se retire la alimentación. El hecho de asegurar que la presión de vapor utilitaria es mayor que la presión de la línea de alimentación de hidrocarburos 180 antes de cerrar la válvula de aislamiento de la alimentación 106 permite cortar el vapor en la línea de alimentación antes de cerrar la alimentación y evitar que tal vez el material de alimentación fluya hacia la línea de vapor utilitaria. Normalmente, la presión de la línea de alimentación puede estar entre 3,4 y 4,1 bar manométrico (50 y 60 psig), y el colector de suministro de vapor utilitario puede ser aproximadamente de 6,9 bar manométrico (100 psig). Para cortar el vapor en la línea de alimentación, la válvula de aislamiento de vapor 118 y la válvula de aislamiento utilitaria secundario 122 pueden estar completamente abierta y, a continuación, la válvula de aislamiento utilitaria principal 114 puede abrirse ligeramente para mantener la contrapresión en el suministro de vapor. A medida que la contrapresión, medida por el transmisor de presión en el punto de aislamiento del colector utilitario 162, disminuye por debajo de un umbral predeterminado, verifica que la válvula de aislamiento principal primaria 114 se ha abierto y el vapor fluye hacia la línea de alimentación 112.

[0020] Después de esta verificación, la válvula de aislamiento de la alimentación 106 puede cerrarse. Los umbrales exactos utilizados en el sistema de control pueden variar en función de las presiones y temperaturas de un funcionamiento normal y la presión de suministro de vapor disponible. Además de las verificaciones integradas del controlador de secuencia por lotes, el sistema también puede incluir un sistema de enclavamiento de seguridad integrado. El sistema de enclavamiento de seguridad proporciona la doble seguridad que el controlador de secuencia por lotes no moverá una válvula que podría provocar una situación peligrosa. El sistema de enclavamiento de seguridad también puede estar activo cuando el controlador de secuencia por lotes está fuera de línea y cuando las válvulas son accionadas manualmente desde el sistema de control. El enclavamiento de seguridad puede utilizar solo la verificación primaria o la verificación primaria y secundaria de las posiciones de las válvulas descritas anteriormente para confirmar las posiciones de las válvulas.

[0021] El sistema de enclavamiento de seguridad puede utilizar un principio de un enclavamiento "limpio/sucio". Tal como se utiliza en la presente memoria, "limpio" se refiere al servicio principalmente en comunicación con la atmósfera y "sucio" se refiere al servicio principalmente en comunicación con hidrocarburos. Este principio de enclavamiento garantiza que (1) no se abrirán puntos de aislamiento "sucios", es decir, de hidrocarburos hasta que se haya confirmado que todos los puntos de aislamiento "limpios", es decir, atmosféricos, están cerrados, y (2) no se abrirán puntos de aislamiento "limpios" hasta que se haya confirmado que todos los puntos de aislamiento "sucios" están cerrados. El término "punto de aislamiento", tal como se usa en esta memoria, se refiere a un conjunto de válvulas de doble cierre o a una válvula de aislamiento. Este enclavamiento se puede implementar identificando las válvulas que son los puntos de aislamiento de hidrocarburos "sucios", identificando las válvulas que son los puntos de aislamiento atmosféricos "limpios" y confirmando que todas las válvulas en puntos de aislamiento de hidrocarburos están cerradas antes de transmitir una señal que abra una válvula en un punto de aislamiento atmosférico; y confirmar que todas las válvulas en un punto de aislamiento atmosférico están cerradas antes de transmitir una señal que abra una válvula en un punto de aislamiento de hidrocarburos. Las válvulas de aislamiento "sucias" pueden incluir la válvula de aislamiento de la alimentación principal 106, las válvulas de doble cierre de condensación 124 y 126, las válvulas de doble cierre antiespumante 158 y 160, las válvulas de doble cierre de enfriamiento rápido aéreas 130 y 132, las válvulas de doble cierre de la línea de vapor principal 138 y 140, y las válvulas de doble cierre de purga 146 y 148. Las válvulas de aislamiento "limpias" pueden incluir la válvula de impulsión superior 188, la válvula de impulsión inferior 190 y las válvulas de doble cierre de ventilación aérea 134 y 136. Opcionalmente, las válvulas de aislamiento "limpias" pueden incluir una o más válvula(s) de aislamiento de utilidad primaria 114, válvula(s) de aislamiento utilitaria(s) secundaria(s) 122 o válvula(s) de drenaje del fondo 120.

[0022] El sistema de enclavamiento de seguridad puede utilizarse para asegurar que el drenaje del fondo permanece aislado de las líneas de purga y del fraccionador. Con esto se pretende evitar el reflujo de vapores de hidrocarburos desde la purga o el fraccionador hasta la línea de drenaje del fondo. Este enclavamiento se puede implementar confirmando que, o bien la válvula de drenaje inferior 120 o la válvula de aislamiento utilitaria secundaria 122 están cerradas, antes de ordenar que se abran cualquiera de las válvulas de doble cierre de la línea de vapor principal 138 y 140 o las válvulas de doble cierre de purga 146 y 148. Además, se debe confirmar que todas las válvulas 138 y 140 de doble cierre de la línea de vapor principal y las válvulas de doble cierre de purga 146 y 148 están cerradas antes de que se pueda abrir tanto la válvula de drenaje inferior 120 como la válvula de aislamiento utilitaria secundaria 122.

[0023] El sistema de enclavamiento de seguridad también se puede utilizar para asegurar que el tambor

de coque no pueda ser sobrepresionado. Un enclavamiento denominado enclavamiento de "alivio/ventilación de presión" puede asegurar que (1) la válvula de cierre del alivio de presión no puede cerrarse hasta que se haya confirmado que las válvulas de doble cierre de ventilación están abiertas y que (2) las válvulas de doble cierre de ventilación no pueden cerrarse hasta que se haya confirmado que la válvula de cierre del alivio de presión está abierta. Este enclavamiento puede implementarse recibiendo una verificación primaria y una verificación secundaria de que las válvulas de doble cierre de ventilación están abiertas antes de transmitir una señal que cierra la válvula de cierre del alivio de presión; y recibiendo una verificación primaria y una verificación secundaria de que la válvula de cierre del alivio de presión está abierta antes de transmitir una señal que cierra las válvulas de ventilación.

10

[0024] El sistema de enclavamiento de seguridad puede incluir otros principios de enclavamiento como se pueden conocer en la técnica. Convencionalmente, el sistema de enclavamiento de seguridad era un sistema bien establecido desarrollado para potenciar regularmente las etapas manuales realizadas por el operario durante el ciclo del tambor de coque. En una realización de la presente invención, estos enclavamientos permanecen activos en todo momento y funcionan dentro del sistema de control de secuencia por lotes de manera que solo pueden accionar las válvulas que se pueden mover.

15

[0025] El controlador de secuencia por lotes acciona automáticamente múltiples válvulas de proceso y avanza el ciclo del tambor de coque de una fase a la siguiente. Durante un ciclo de cocción completo, las fases principales incluyen después de que el tambor se llena, el cambio de alimentación al tambor vacío alterno, la vaporización del tambor lleno de coque a los fraccionadores y, posteriormente, a la purga, el enfriamiento rápido, el drenaje, la decocción y el vaciado del tambor, la vaporización del tambor vacío, el precalentamiento del tambor, el cambio de la válvula de alimentación de nuevo al tambor vacío, el llenado del tambor con alimentación, favoreciendo que se forme el coque. Un ciclo de decocción de tambor de coque ejemplar, controlado mediante el controlador por lotes, puede incluir etapas más detalladas de la siguiente manera:

20

25

1. cambio de la alimentación desde un tambor lleno hasta un tambor vacío;
2. vaporización de la sección de aislamiento de alimentación del tambor lleno y la línea de alimentación;
3. cierre de la válvula de aislamiento de la alimentación y la confirmación del aislamiento mediante dos procedimientos independientes;
4. secado del vapor en el pozo, a continuación el cierre de la válvula de secado antes de abrir el vapor al proceso;
5. abertura del vapor al proceso para conseguir un "vapor pequeño" en los fraccionadores;
6. despresurización del tambor lleno y vaporizado en el depurador de purga;
7. aislamiento (cierre) de la línea de vapor del tambor en los fraccionadores;
8. aumento de vapor en el tambor lleno para alcanzar un "vapor grande" en el depurador de purga;
9. inicio de agua de enfriamiento rápido hasta un tambor completo;
10. parada del vapor hasta un tambor completo;
11. aumento del agua de enfriamiento rápido hasta un tambor completo;
12. aislamiento (cierre) del antiespumante del tambor completo;
13. aislamiento (cierre) de la línea de vapor del tambor en el sistema de purga;
14. abertura del tambor a la ventilación atmosférica;
15. aislamiento (cierre) de las válvulas de alivio de la presión de un tambor lleno;
16. cierre de agua en el tambor;
17. abertura del drenaje en el tambor;
18. abertura de la impulsión superior;
19. abertura de la impulsión inferior;
20. decocción del tambor;
21. cierre de la impulsión inferior;
22. cierre de la impulsión inferior;
23. abertura del vapor a la línea de alimentación y drenaje del fondo;
24. cierre del drenaje inferior;
25. abertura de las válvulas de alivio de la presión en el tambor;
26. aislamiento (cierre) de la ventilación atmosférica en el tambor;
27. drenaje del agua de la línea de vapor;
28. aislamiento (cierre) del vapor y colector utilitario secundario del tambor;
29. abertura de las válvulas de la línea de vapor;
30. abertura del drenaje de condensación precalentada;
31. abertura del vapor y drenaje para secar el vapor en el tambor ADYACENTE (recientemente lleno);

30

35

40

45

50

55

- 32. aislamiento (cierre) de la condensación precalentada del tambor precalentado;
- 33. abertura de la válvula de aislamiento de la alimentación;
- 34. cambio de la válvula de conmutación de tambor lleno a tambor precalentado.

5 **[0026]** En cada etapa de la secuencia, preferentemente se ordena cambiar solo uno o dos juegos de válvulas. Para avanzar a la siguiente etapa, el sistema de control de secuencia por lotes requiere que se reciba una verificación primaria de la posición de la válvula junto con una verificación secundaria de la posición de la válvula según indican los parámetros de proceso supervisados, como la presión entre una válvula de doble cierre o una presión de proceso detrás de una válvula de aislamiento. Además, puede ser necesario que se satisfagan
10 otras condiciones del proceso supervisadas antes de avanzar a la etapa siguiente.

[0027] Para facilitar que los operarios de planta puedan supervisar la secuenciación automática del ciclo del tambor de coque, puede visualizarse una representación gráfica de la secuencia de ciclo del tambor de coque en las estaciones de trabajo del operario. Una de dichas representaciones puede ser una visualización de una
15 matriz de secuencia de tambor de coque que incluye una columna para cada una de las etapas detalladas de la secuencia. En cada fila de la columna, se pueden mostrar las posiciones de la válvula, la presión de vapor del punto de aislamiento y otras variables de proceso fundamentales. Se pueden utilizar colores para resaltar qué acciones se esperan en cada etapa y qué aislamientos críticos se están formando. También se pueden mostrar los umbrales de las condiciones de proceso que se necesitan para satisfacer cada etapa. La pantalla puede
20 mostrar diversas etapas de la secuencia en una sola vista que se desplaza a través de las columnas a medida que la secuencia avanza a las etapas siguientes. Para facilitar la formación del operario y el funcionamiento manual del ciclo de tambor de coque retardado, la matriz también puede mostrarse completamente en forma de papel.

25 **[0028]** En referencia a la Fig. 3, se muestra una realización ilustrativa de un diagrama de flujo de las condiciones necesarias en una etapa cualquiera para avanzar a una etapa siguiente de la secuencia de control por lotes. Aunque este diagrama de flujo se muestra como una secuencia lógica de etapas, el sistema de control de secuencia por lotes actual puede implementar esta lógica en otras secuencias o en una supervisión paralela de las condiciones que tienen que cumplirse antes de avanzar a la etapa siguiente. Para simplificar la ilustración,
30 estas condiciones se muestran en una secuencia ejemplar en el diagrama de flujo que se muestra en la Fig. 3. Este diagrama de flujo puede no coincidir con la implementación real que puede depender de la configuración seleccionada de software y hardware del sistema de control.

[0029] Al comienzo de una etapa de la secuencia de control por lotes "N", etapa 300, el sistema de control
35 por lotes puede confirmar que los parámetros de proceso seleccionados supervisados en la etapa "N" están dentro de un intervalo predeterminado, o por encima o por debajo de un umbral que cumple la lógica del sistema de control, etapa 302. El sistema de control por lotes también puede confirmar que las válvulas seleccionadas supervisadas según lo requiere la lógica del sistema de control en la etapa "N", están en la posición correcta, etapa 304. Pueden seleccionarse algunas o todas las entradas de proceso en el sistema de control y las válvulas
40 automatizadas para ser supervisadas en una etapa determinada en función del nivel de requisitos de seguridad. Si ni los parámetros de proceso supervisados ni las válvulas de proceso supervisadas están en las condiciones correctas, entonces el sistema de control puede transmitir una alarma a la pantalla del sistema de control, etapa 306. Si se cumplen los parámetros de proceso seleccionados y las válvulas seleccionadas están en la posición correcta, el controlador de secuencia por lotes genera una orden condicional para cerrar un par de válvulas de
45 doble cierre X1 y X2, etapa 308. El sistema de control confirma que todas las otras válvulas seleccionadas están en la posición correcta según lo requiere el sistema de enclavamiento de seguridad para permitir que las válvulas encargadas X1 y X2 se cierren, etapa 310. Si se confirma que las válvulas seleccionadas están en las posiciones correctas, entonces el sistema de control transmite la orden de cierre a los operarios de motor de válvula de
50 doble cierre, etapa 312. Si las válvulas seleccionadas no están en la posición correcta por el enclavamiento de seguridad, el sistema de control transmite el estado de alarma a la pantalla del sistema de control, etapa 306.

[0030] Como verificación primaria de la posición de la válvula, el sistema de control supervisa los sensores de proximidad en las válvulas de cierre que se ordenaron cerrar para confirmar que las válvulas de cierre se han
desplazado a la posición cerrada, etapa 314. Como verificación secundaria, el sistema de control también
55 supervisa los sensores de presión entre las válvulas de cierre para confirmar que la presión en la tubería de proceso entre las válvulas de cierre ha aumentado por encima de un umbral predeterminado, etapa 316. Si no se confirma la verificación primaria ni la verificación secundaria, el sistema de control transmite el estado de alarma a la pantalla del sistema de control, etapa 310. Puede que las etapas necesiten estar en ese estado durante una duración prolongada, en cuyo caso el sistema de control de lote puede mantener la etapa hasta que

se acaba un temporizador, etapa 320. Una vez se ha acabado el tiempo, el controlador de secuencia por lotes puede avanzar a la etapa siguiente, etapa 322. Puede ser deseable reconfirmar los parámetros de proceso y las posiciones de las válvulas, etapas 302 y 304, antes de proceder a la etapa siguiente.

5 **[0031]** Después de que se ha confirmado el estado de la alarma mediante la detección automática o la intervención del operario, etapa 324, el sistema de control puede volver al punto anterior en el funcionamiento lógico de la etapa "N" en la que el controlador se activó por última vez antes de que se produjera la condición de estado de alarma, etapa 326. Si el estado de alarma no se desactiva, entonces el controlador de secuencia por lotes se desplazará a una posición de espera indefinida, etapa 328, lo cual requiere la intervención del operario
10 para desactivar las condiciones de alarma y reiniciar manualmente el controlador de secuencia por lotes o accionar manualmente el ciclo de tambor de coque hasta que el controlador de secuencia por lotes puede volverse a poner en línea.

[0032] La lógica de control de secuencia por lotes puede implementarse como parte de un sistema de control informático conocido convencionalmente, como puede ser un sistema de control distribuido o un controlador lógico programable ("PLC"). El sistema de control de secuencia por lotes puede incluir los enclavamientos de seguridad, o los enclavamientos de seguridad pueden ser implementados como un sistema independiente. Por ejemplo, Emerson Process Management puede implementar un sistema de control de proceso distribuido para el controlador de secuencia por lotes en un sistema de control Delta V. El sistema de enclavamiento de seguridad
15 puede ser implementado en el Delta SIS V e integrado con el sistema de control distribuido Delta V. El sistema de control también puede permitir el funcionamiento manual a distancia de la unidad de proceso del coquizador, pero incluso en el funcionamiento manual a distancia el sistema de enclavamiento de seguridad todavía puede anular el movimiento de las válvulas.
20

[0033] En la Figura 4 se ilustra una representación esquemática de una realización de un sistema de control informático distribuido. Un sistema de control informático distribuido 400 puede incluir estaciones de trabajo de operario 402 en comunicación con la interfaz de visualización/entrada 404 del sistema de control informático 400. Por otra parte, las estaciones de trabajo del operario 402 pueden incluir un dispositivo de entrada configurado para permitir que un operario humano pueda interactuar con cualquiera de los componentes del sistema. El
25 dispositivo de entrada puede ser un teclado numérico, un teclado o un dispositivo de control del cursor, tal como un ratón, o un joystick, una pantalla táctil, un control remoto o cualquier otro dispositivo operativo para interactuar con el sistema. Estos dispositivos de entrada pueden ser útiles cuando el ciclo del tambor de coquización retardado se acciona manualmente.
30

[0034] El sistema de control informático puede incluir uno o más procesadores de datos 406 en comunicación con las interfaces de datos y uno o más dispositivos de memoria 408. El o los procesadores de datos 406 pueden incluir una unidad de procesamiento central (CPU), una unidad de procesamiento de gráficos (GPU), o ambas. El procesador puede ser un componente en una variedad de sistemas. Por ejemplo, el
35 procesador puede ser parte de una estación de trabajo en un ordenador estándar, o un sistema de control informático especializado o un controlador lógico programable. El procesador puede incluir uno o más procesadores generales, procesadores de señales digitales, circuitos integrados de aplicación específica, matrices de puerta programables por campo, servidores, redes, circuitos digitales, circuitos analógicos, combinaciones de los mismos u otros dispositivos conocidos o desarrollados posteriormente para el análisis y procesamiento de datos. Los procesadores y las memorias aquí analizados, así como las reivindicaciones que
40 siguen, se pueden integrar e implementar en una o múltiples combinaciones físicas de los circuitos o chips. El procesador puede ejecutar un programa de software como un código generado manualmente (es decir, programado).
45

[0035] Los dispositivos de memoria 408 pueden ser una memoria principal, una memoria estática o una
50 memoria dinámica. La memoria puede incluir, pero no puede limitarse a medios de almacenamiento legibles por ordenador tales como diversos tipos de medios de almacenamiento volátiles y no volátiles, incluidas memoria de acceso aleatorio, memoria de solo lectura, memoria de solo lectura programable, memoria de solo lectura programable eléctricamente, memoria de solo lectura borrable eléctricamente, memoria flash, cinta magnética o disco, medios ópticos y similares. En un caso, la memoria puede incluir una memoria caché o de acceso aleatorio
55 para el procesador. Alternativamente o adicionalmente, la memoria puede estar separada del procesador, como una memoria caché de un procesador, la memoria u otra memoria. La memoria puede ser un dispositivo de almacenamiento externo o una base de datos para almacenar datos. Los ejemplos pueden incluir un disco duro, un disco compacto ("CD"), un disco de vídeo digital ("DVD"), una tarjeta de memoria, un lápiz de memoria, un disquete, un dispositivo de memoria de bus serie universal (USB) o cualquier otro dispositivo operativo para el

almacenamiento de datos. La memoria puede ser operativa para almacenar instrucciones ejecutables por el procesador. Las funciones, acciones o tareas ilustradas en las figuras o descritas en la presente memoria pueden ser realizadas por el procesador programado que ejecuta las instrucciones almacenadas en la memoria. Las funciones, acciones o tareas pueden ser independientes del tipo particular de conjunto de instrucciones, medios de almacenamiento, procesador o estrategia de procesamiento y pueden ser realizados por software, hardware, circuitos integrados, firmware, microcódigo y similares, funcionando solos o en combinación. Del mismo modo, las estrategias de procesamiento pueden incluir multiprocesamiento, multitarea, procesamiento en paralelo y similares.

10 **[0036]** La memoria 408 puede incluir lógica para accionar diversos aspectos del coquizador retardado. La lógica de control de secuencia por lotes 410 puede almacenarse en forma legible por ordenador en la memoria 408 e incluye instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por el procesador 408, lleva a cabo el procedimiento de funcionamiento de un ciclo de tambor de coque automatizado. Por ejemplo, la lógica puede incluir el procedimiento para accionar automáticamente el coquizador retardado a través de todas las etapas de la secuencia del tambor de coque, tal como se ha descrito anteriormente, o de otras maneras, e incluye información para una etapa de la secuencia, tal como se ilustra en la figura 3. La lógica del funcionamiento manual 412 del ciclo de tambor de coque retardado también se puede almacenar en la memoria 408 y puede ejecutarse mediante el procesador 408 que facilita el funcionamiento manual del coquizador retardado. El sistema de control distribuido también puede incluir la lógica de control de proceso 414 almacenada en la memoria 408 para el control y supervisión de otras variables de proceso asociadas con el coquizador retardado. El sistema de control distribuido puede incluir también una lógica de análisis e informes de datos 416 para la presentación de informes de gestión de los datos de funcionamiento de proceso almacenados en la base de datos del historial de funcionamiento 420. El sistema de control distribuido puede incluir también una interfaz de bus de datos 418 para comunicarse con el sistema de enclavamiento de seguridad 422 y la interfaz de adquisición de datos y control de proceso 426. La interfaz de adquisición de datos y control de proceso 426 puede incluir el hardware de control y adquisición de datos especializados para comunicarse, a través de la interfaz de bus de datos en el campo 428, con los transmisores 432 y controladores 434 de proceso en el coquizador retardado.

30 **[0037]** El sistema de enclavamiento de seguridad 422 puede incluir una lógica de enclavamiento 424 en forma de lógica ejecutable por ordenador integrada en una memoria no transitoria legible por ordenador o codificada en memoria no volátil en chips especializados en un dispositivo de control electrónico independiente o puede estar en forma de circuitos electrónicos dedicados. El sistema de enclavamiento de seguridad 422 puede ser un sistema independiente o puede estar integrado en el sistema de control informático principal con el controlador de secuencia por lotes. El sistema de enclavamiento de seguridad 422 puede implementarse para anular las órdenes de la válvula transmitidas desde las operaciones de control de secuencia por lotes o desde las operaciones de control manual. De este modo, las órdenes de las válvulas sometidas bajo control de uno o ambos sistemas operativos pueden pasar a través del sistema de enclavamiento de seguridad 422 antes de ser transmitidos al equipo de adquisición de datos y control de proceso, que incluye la interfaz de motor de válvula 430 hacia las válvulas de proceso accionadas hidráulicamente o por motor 436 y 438 en la unidad de coquización retardada.

[0038] Alternativamente o adicionalmente, se pueden construir implementaciones de hardware especializadas, tales como circuitos integrados de aplicación específica, matrices lógicas programables y otros dispositivos de hardware, que implementan uno o más de los procedimientos descritos en esta memoria. Las aplicaciones que pueden incluir el aparato y sistemas de diversas realizaciones pueden incluir en general una variedad de sistemas electrónicos e informáticos. Una o más realizaciones descritas en esta memoria pueden implementar funciones que utilizan dos o más módulos o dispositivos específicos de hardware interconectados con señales de datos y control relacionados que pueden comunicarse entre sí y través de los módulos, o como parte de un circuito integrado de aplicación específica. De acuerdo con ello, el presente sistema puede englobar implementaciones de software, firmware y hardware. Los procedimientos descritos en esta memoria pueden implementarse mediante programas de software ejecutables en un sistema informático. Además, las implementaciones pueden incluir procesamiento distribuido, procesamiento distribuido de componentes/objetos y procesamiento en paralelo. Alternativamente o adicionalmente, el procesamiento del sistema informático virtual se puede construir para implementar uno o más de los procedimientos o funcionalidad como se describe en la presente memoria.

[0039] Aunque se describen componentes y funciones que pueden implementarse en realizaciones particulares con referencia a normas y protocolos particulares, los componentes y funciones no se limitan a

dichos estándares y protocolos. Por ejemplo, las normas para Internet y otras transmisiones de redes conmutadas por paquetes (por ejemplo, TCP/IP, UDP/IP, HTML y HTTP) representan ejemplos del estado de la técnica. Dichas normas se sustituyen periódicamente por equivalentes más rápidos o más eficaces que tienen esencialmente las mismas funciones. Por consiguiente, las normas y protocolos de sustitución que tienen las mismas funciones o funciones similares a las descritas en esta memoria se consideran equivalentes de las mismas.

[0040] Como comprenderán los expertos en la técnica, las condiciones de proceso de un coquizador retardado pueden variar enormemente en función del equipo exacto del coquizador y la configuración de la tubería, así como las variaciones del material de alimentación y del producto deseado. La descripción detallada anterior es con fines ilustrativos y no pretende ser restrictiva. Las enseñanzas de la presente invención pueden ser aplicadas por los expertos en la técnica para ser implementadas en una variedad de unidades de coquización retardada. Por lo tanto, la invención está definida por las reivindicaciones adjuntas a la presente memoria e incluyen otras invenciones no reivindicadas que pueden ser explícita o inherentemente descritas en esta solicitud, incluidos todos sus equivalentes, modificaciones y mejoras.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para el funcionamiento automático de un coquizador retardado que comprende:

5 iniciar un sistema de control informático de secuencia por lotes automático configurado para accionar automáticamente las válvulas de proceso de un coquizador retardado en un ciclo completo de tambor de coque. en, al menos una etapa de la secuencia, verificar una posición de un conjunto de válvulas de doble cierre que han recibido la orden de cambiar a una posición abierta o una posición cerrada antes de avanzar a una etapa siguiente de la secuencia;

10 en el que la verificación de la posición del conjunto de válvulas de doble cierre comprende en cualquier secuencia:

establecer una verificación primaria de la posición del conjunto de válvulas de doble cierre mediante la recepción de una señal de un sensor de posición en cada válvula de doble cierre que detecta que la posición de cada
15 válvula de doble cierre está en la posición abierta o cerrada adecuada según lo que ha ordenado el sistema de control; y

establecer una verificación secundaria de la posición del conjunto de válvulas de doble cierre mediante la recepción de una señal de un transmisor de presión que indica que una presión medida en un tubo de proceso entre las válvulas de doble cierre está por debajo o por encima de un umbral predeterminado, almacenado en el
20 sistema de control según si se ha ordenado al conjunto de válvulas de doble cierre que cambien a una posición abierta o cerrada, respectivamente.

2. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende además:

25 identificar una pluralidad de válvulas como puntos de aislamiento de hidrocarburos;

identificar una pluralidad de válvulas como puntos de aislamiento atmosférico;

confirmar que todas las válvulas en los puntos de aislamiento de hidrocarburos están cerradas antes de transmitir señales para abrir una válvula en un punto de aislamiento atmosférico; y

confirmar que todas las válvulas en los puntos de aislamiento atmosférico están cerradas antes de transmitir una

30 señal para abrir una válvula en un punto de aislamiento de hidrocarburos.

3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la confirmación de que todas las válvulas en un punto de aislamiento de hidrocarburos están cerradas, comprende recibir la verificación primaria y la verificación secundaria asociadas con la válvula.

35

4. El procedimiento de la reivindicación 2 en el que:

una válvula de aislamiento de la alimentación principal, válvulas de doble cierre de condensación del tambor, válvulas de doble cierre antiespumantes, válvulas de doble cierre de enfriamiento rápido aéreas, válvulas de
40 doble cierre de vapor aéreas y válvulas de doble cierre de purga se identifican como válvulas en los puntos de aislamiento de hidrocarburos; y

una válvula de impulsión superior, una válvula de impulsión inferior y válvulas de doble cierre de ventilación aérea se identifican como válvulas en los puntos de aislamiento atmosférico.

45 5. Un procedimiento para el funcionamiento automático de un coquizador retardado que comprende:

iniciar un sistema de control informático de secuencia por lotes automático configurado para accionar automáticamente las válvulas de proceso de un coquizador retardado en un ciclo completo de tambor de coque. en una etapa del ciclo:

50 transmitir una orden para cerrar un conjunto de válvulas de doble cierre;

supervisar los sensores de proximidad en las válvulas para confirmar que las válvulas de doble cierre están cerradas;

supervisar la presión entre las válvulas de doble cierre para confirmar que la presión ha aumentado por encima de un umbral predeterminado;

55 confirmar que los parámetros de proceso supervisados predeterminados cumplen las condiciones predefinidas;

confirmar que otras válvulas de proceso predeterminadas están en posiciones predefinidas; y, a continuación, avanzar el sistema de control a una etapa siguiente del ciclo de tambor de coque.

6. El procedimiento de la reivindicación 5 que comprende además: en otra etapa del ciclo:

transmitir una orden para abrir un conjunto de válvulas de doble cierre;
 supervisar sensores de proximidad en las válvulas para confirmar que las válvulas están abiertas;
 supervisar una presión entre las válvulas de doble cierre para confirmar que la presión ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado; y, a continuación,

5 avanzar el sistema de control a otra etapa siguiente del ciclo de tambor de coque.

7. El procedimiento de la reivindicación 5 o 6 que comprende además:

10 recibir señales de los sensores de proximidad en un conjunto de válvulas de doble cierre de ventilación aérea del tambor de coque que confirman que las válvulas están abiertas; recibir una señal de un transmisor de presión que supervisa una presión en la tubería de proceso entre las válvulas de doble cierre de ventilación aérea que confirma que la presión ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado; y
 y, a continuación, transmitir una señal para cerrar una válvula de cierre de alivio de presión.

15 8. El procedimiento de la reivindicación 5, 6 o 7 que comprende además:

recibir señales de los sensores de proximidad en una válvula de cierre de alivio de presión que confirma que la válvula de cierre de alivio de presión está abierta;

20 recibir una señal de un transmisor de presión que supervisa una presión en la tubería de proceso entre la válvula de cierre de alivio de presión y una válvula de seguridad de la presión que confirma que la presión ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado; y, a continuación,
 transmitir una señal para cerrar las válvulas de doble cierre de ventilación aérea.

9. El procedimiento de la reivindicación 5, 6, 7 u 8, que comprende además: transmitir una señal para abrir
 25 una válvula de drenaje de fondo para drenar el líquido del tambor de coque; recibir una señal de un primer transmisor de presión que supervisa una presión en una tubería de proceso de línea de alimentación;
 recibir una señal de un segundo transmisor de presión que supervisa una presión en una tubería de proceso de la línea de vapor aérea;

30 calcular una diferencia entre presiones en la línea de alimentación y la línea de vapor aérea;
 una vez que la diferencia de presión disminuye por debajo de un umbral predeterminado que indica que se ha drenado una cantidad suficiente de líquido en el tambor de coque, avanzar el sistema de control a una etapa posterior; y
 en la etapa posterior transmitir una orden para abrir una válvula descabezada superior en el tambor de coque.

35 10. El procedimiento de la reivindicación 5, 6, 7, 8 o 9 que comprende además:

recibir una señal de un primer transmisor de presión que supervisa una presión en una línea de suministro de vapor; cuando el material de alimentación fluye a través de una línea de alimentación, recibir una señal de un
 40 segundo transmisor de presión que supervisa una presión en la línea de alimentación;
 calcular una diferencia entre presiones en la línea de suministro de vapor y la línea de alimentación;

45 confirmar que la diferencia de presión supera un umbral predeterminado que indica que la presión de vapor es mayor que la presión de la línea de alimentación;
 transmitir una señal para abrir una válvula de suministro de vapor que se conecta con la línea de alimentación;
 verificar que la válvula de suministro de vapor está abierta; y, a continuación,
 transmitir una señal para cerrar la válvula de aislamiento de la alimentación.

50 11. Un sistema de control informático para el funcionamiento automático de un coquizador retardado que comprende:

un procesador en comunicación con una estación de trabajo de operario;

una memoria en comunicación con el procesador,

55 la memoria que tiene almacenado en la misma instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por el procesador, realizan el procedimiento que comprende:

iniciar una secuencia por lotes automática que acciona automáticamente las válvulas de proceso de un coquizador retardado a través de una secuencia de etapas de un ciclo completo de tambor de coque;
 en una etapa del ciclo:

55 transmitir una orden para cerrar un conjunto de válvulas de doble cierre;
 supervisar los sensores de proximidad en las válvulas para confirmar que las válvulas de doble cierre están cerradas;
 supervisar la presión entre las válvulas de doble cierre para confirmar que la presión ha aumentado por encima de un umbral predeterminado;

confirmar que los parámetros de proceso supervisados predeterminados cumplen las condiciones predefinidas; confirmar que otras válvulas de proceso predeterminadas están en posiciones predefinidas; y, a continuación, avanzar el sistema de control a una etapa siguiente del ciclo de tambor de coque; y en otra etapa del ciclo:

- 5 transmitir una orden para abrir un conjunto de válvulas de doble cierre; supervisar los sensores de proximidad en las válvulas para confirmar que las válvulas están abiertas; supervisar una presión entre las válvulas de doble cierre para confirmar que la presión ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado; y, a continuación,
- 10 avanzar el sistema de control a otra etapa siguiente del ciclo de tambor de coque.
12. El sistema de control de la reivindicación 11 que comprende además un sistema de enclavamiento de seguridad en comunicación con el sistema de control, que comprende el sistema de enclavamiento de seguridad lógica codificada en la memoria que cuando se ejecuta realiza el procedimiento de:
- 15 identificar una pluralidad de válvulas como puntos de aislamiento de hidrocarburos; identificar una pluralidad de válvulas como puntos de aislamiento atmosférico; confirmar que todas las válvulas en los puntos de aislamiento de hidrocarburos están cerradas antes de transmitir señales para abrir una válvula en un punto de aislamiento atmosférico; y
- 20 confirmar que todas las válvulas en los puntos de aislamiento atmosférico están cerradas antes de transmitir una señal para abrir una válvula en un punto de aislamiento de hidrocarburos.

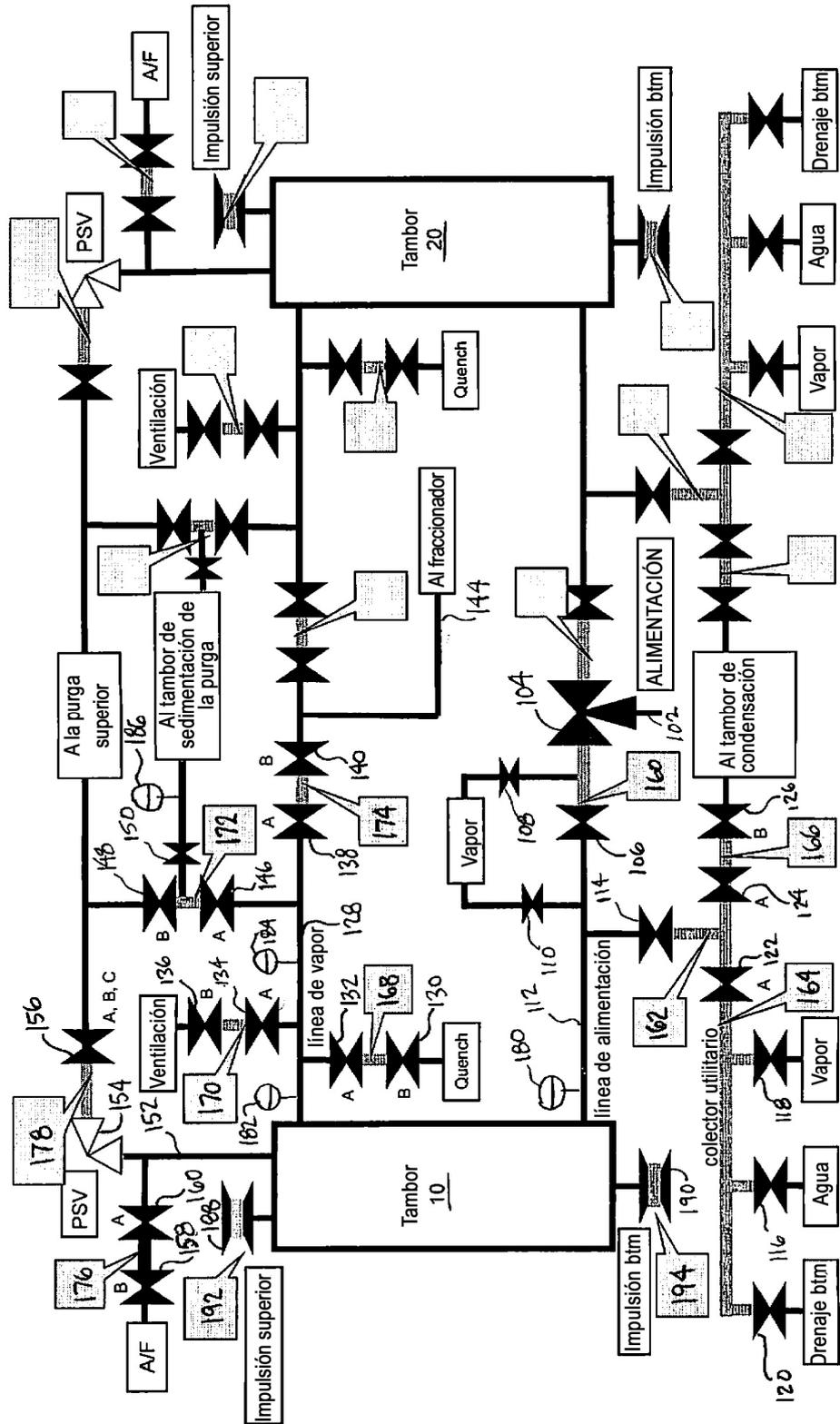


FIG. 1

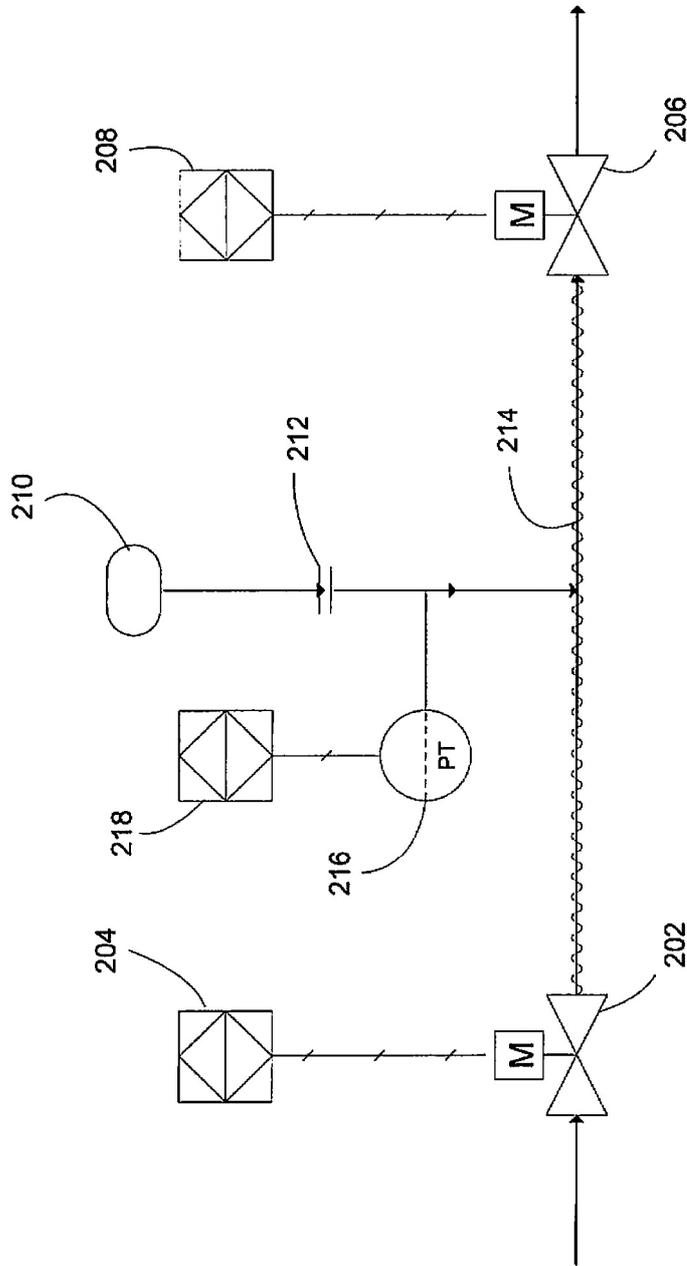


FIG. 2

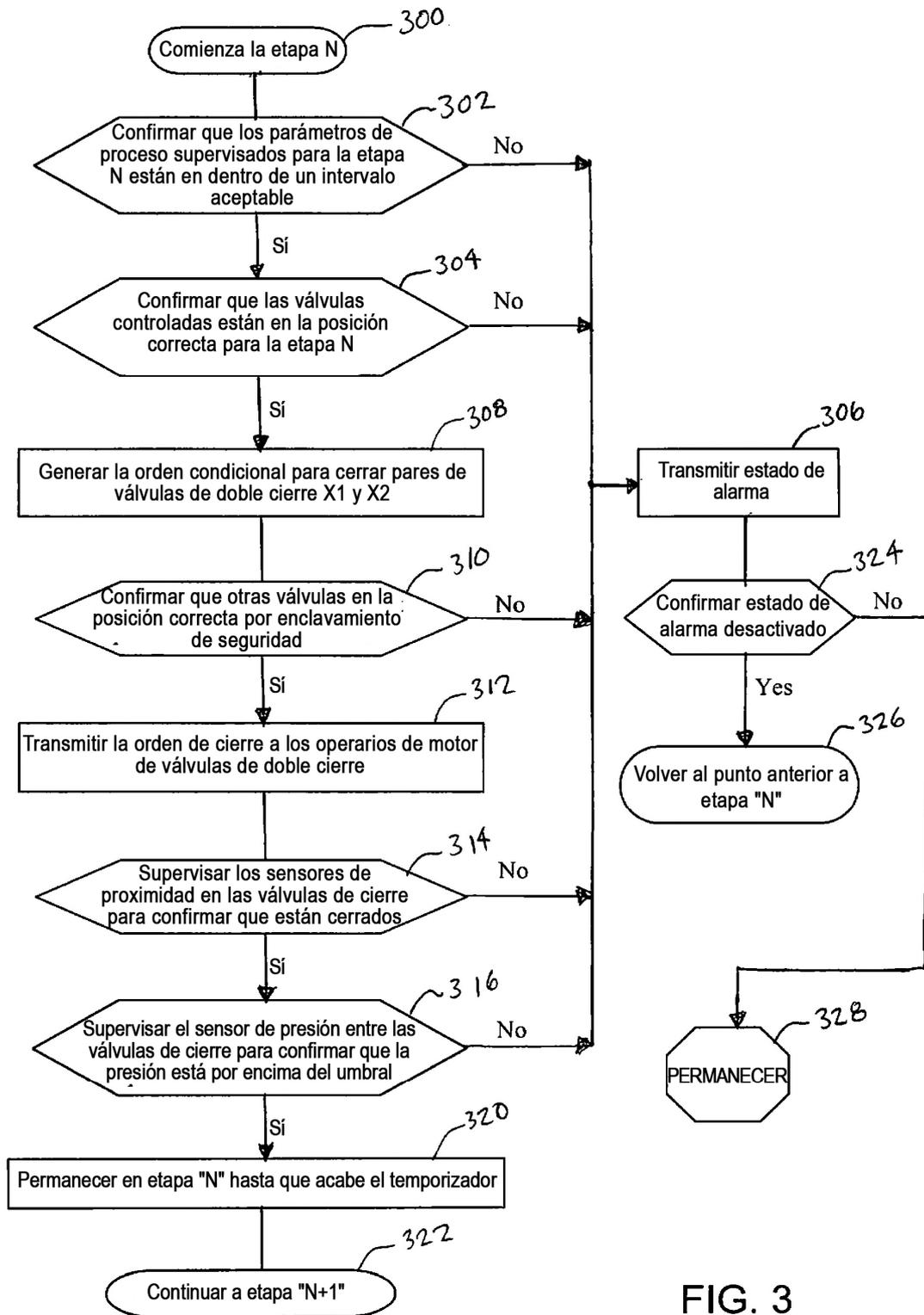


FIG. 3

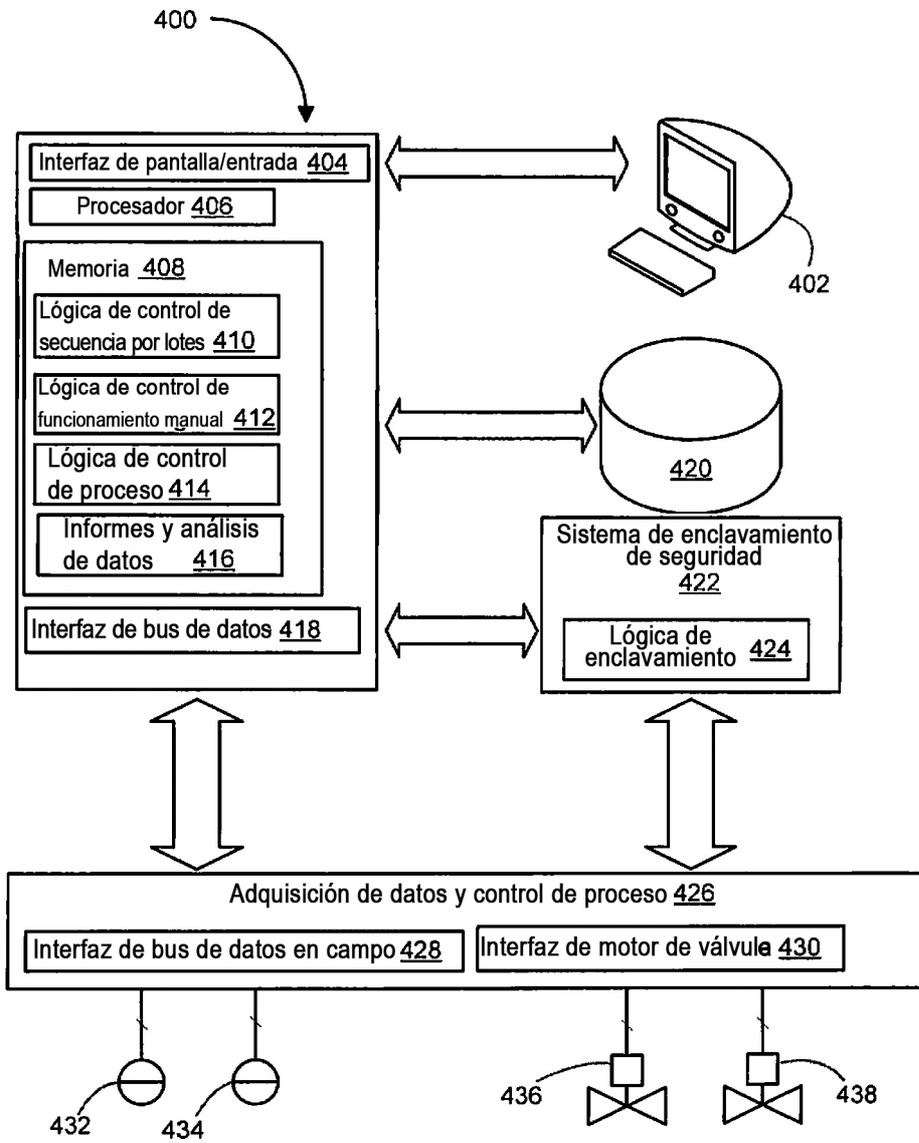


FIG. 4