

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 834**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/05** (2006.01)

**G06F 9/50** (2006.01)

**H04L 12/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2015 E 15170457 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 3101493**

54 Título: **Sistema y procedimiento para el control y/o el análisis de un proceso industrial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.11.2019**

73 Titular/es:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:  
**VERMA, AMIT**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 731 834 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y procedimiento para el control y/o el análisis de un proceso industrial

La presente invención hace referencia a un sistema y a un procedimiento para el control y/o el análisis de un proceso industrial y, con ello, a un sistema y a un procedimiento para un control mixto del proceso para un proceso industrial.

Una pluralidad de instalaciones que efectúan un control del proceso habitualmente cumple con funciones simples relativas a la automatización y a la tecnología de control. Esas funciones habitualmente son realizadas por unidades de automatización que se encuentran instaladas en el lugar y, con ello, cerca del proceso que debe automatizarse. Con frecuencia, las instalaciones de esa clase se componen también de una pluralidad de unidades de automatización más reducidas, mayormente también espacialmente separadas, lo cual tiene como consecuencia el hecho de que también las funciones del proceso individuales se desarrollen de forma distribuida. Las unidades de automatización más reducidas de esa clase, debido a su potencia de cálculo limitada, no son capaces de representar estructuras de regulación complejas o estrategias de regulación y/o de simulación, tal como son posibles en aparatos de automatización de las categorías más elevadas. Las estrategias de regulación más complejas de esa clase, las cuales pueden necesitar una capacidad de cálculo considerable, pueden ser por ejemplo los así llamados control predictivo mediante modelo (Model Predictive Control, MPC), como se utilizan preferentemente en procesos relativos al procedimiento. Con frecuencia se desea además establecer regulaciones complejas que se organizan en datos históricos en gran escala, y utilizar las mismas por ejemplo en las así llamadas máquinas de vectores de soporte (SVM), para en base a ello poder efectuar optimizaciones en el proceso. Por lo tanto, los procesos de esa clase, de tecnología relativos al procedimiento, de cálculo intensivo, o modelos de análisis de datos, con frecuencia se automatizan en el sistema de orden superior, de monitoreo y de control, de la instalación.

En la actualidad existe una tendencia orientada al análisis de datos principal mediante unidades de cálculo externas (el así llamado análisis basado en la nube). Debido a sus métodos de análisis a gran escala y a las técnicas mayormente autoadaptables, el análisis basado en la nube permite una mejora esencial de los controles del proceso. Sin embargo, los principios basados en la nube con frecuencia no son en tiempo real, porque los datos de sensores o actuadores del proceso industrial deben transmitirse desde la instalación hacia la unidad de cálculo externa, para ser analizados allí. Después, el resultado del análisis debe reenviarse para otras acciones, para ser efectivo para el proceso, en la instalación, lo cual en suma implica pérdidas de tiempo inaceptables. Los circuitos de control cerrados - en particular cuando debido a la velocidad del control se necesitan velocidades de muestreo relativamente rápidas - son problemáticos con métodos basados en la nube, debido a la comunicación insegura, pero en todos los casos poco determinista. Las fuentes esenciales de esas pérdidas de tiempo residen a) en la adquisición, el procesamiento y la compresión de datos, b) en la transmisión de datos hacia la nube, y c) en el análisis y el cálculo del resultado en sí mismo. Para reducir el problema de los tiempos de latencia en los sistemas basados en la nube se intenta posibilitar la recopilación de datos mediante hardware más rápido adecuado. Se propone además someter los datos a un procesamiento previo, para transmitir entonces al sistema basado en la nube sólo una cantidad de datos reducida. Otro punto de partida se refiere a la transmisión de los datos intentando proporcionar canales de transmisión más rápidos con anchos de banda correspondientes. En el ámbito del análisis en sí mismo, los sistemas basados en la nube están provistos de ordenadores de alta gama en los cuales pueden ejecutarse algoritmos eficientes.

Se ha comprobado que anchos de banda elevados y tiempos de espera reducidos por sí solos con frecuencia no son suficientes. Esto aplica en particular cuando están involucrados procesos industriales críticos.

Por la solicitud JP 2015 056766 A se conoce un sistema de control en la nube, con el cual un cálculo de órdenes de control puede efectuarse dentro de un tiempo de control predeterminado, aun cuando se produce una latencia en la comunicación en una red IP, la cual conecta el controlador con la nube. Para ello, el cálculo de órdenes de control se distribuye en una pluralidad de servidores en la nube y la distribución de controla nuevamente cuando una respuesta de uno de los servidores se recibe más tarde que un tiempo de respuesta estándar.

Por la solicitud EP 2 605 096 A1 se conoce un control orientado a la seguridad en combinación con computación en la nube. Independientemente de si las señales de control orientadas a la seguridad, determinadas por un sistema de ordenadores dispuestos en la nube, son reconocidas como correctas, el proceso técnico, de un modo a prueba de errores, se controla en correspondencia con la señal de control orientada a la seguridad o se pasa a un estado seguro, de un modo a prueba de errores.

De este modo, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo alternativo y un procedimiento alternativo que respalden de forma determinista en tiempo real el control y/o el análisis del proceso basado en la nube en el ámbito industrial. El objeto se soluciona mediante un sistema con las características de la reivindicación 1 y un procedimiento con las características de la reivindicación 3. Conforme a ello, el sistema para controlar un proceso, del lado de la instalación, presenta al menos una unidad de automatización. La instalación

industrial puede tratarse de cualquier instalación con un proceso de producción o de fabricación en el ámbito industrial. Del lado de la instalación significa que la unidad de automatización forma parte del sistema de automatización original y habitualmente está dispuesta cerca del proceso. La unidad de automatización realiza una cantidad de primeros cálculos del proceso. Para ello, la unidad de automatización está integrada en el proceso mediante sensores y actuadores. Las variables de entrada del proceso son los sensores y los actuadores que, para el control del proceso, en general son leídos cíclicamente y almacenados de forma intermedia por el módulo de entrada de la unidad de automatización y, con ello, se encuentran disponibles para otro procesamiento técnico mediante software, mediante los procesadores de los componentes de automatización. El procesamiento concreto de técnica de software dentro de la unidad de automatización tiene lugar según un algoritmo de control del proceso. Las variables de salida de ese procesamiento, es decir, los resultados del algoritmo de control del proceso de la unidad de automatización del lado de la instalación, en general son igualmente efectivos en el proceso de forma cíclica, mediante un módulo de salida de la unidad de automatización. El tiempo  $t_{\text{req}}$  describe un intervalo de tiempo entre el instante ( $t=0$ ) en el cual se encuentran presentes las variables de entrada del proceso en el módulo de entrada, es decir que el procesador de la unidad de automatización puede acceder a los datos, y el instante en el cual los resultados de un algoritmo de control del proceso se encuentran presentes en el módulo de salida y, por lo tanto, pueden ser efectivos para el proceso mediante las unidades de salida. Las variables del proceso (variables de entrada del proceso) y los resultados, así como las variables esenciales del algoritmo de control del proceso, se ponen a disposición de un sistema de control y de monitoreo de orden superior, en donde mediante una primera conexión de datos la unidad de automatización está conectada con ese sistema de monitoreo de orden superior, para controlar y/o monitorear el proceso.

El sistema presenta además al menos una unidad de cálculo externa a la instalación, la cual está conectada mediante mecanismos de comunicación distribuidos en al menos una unidad de automatización, es decir, que puede intercambiar mensajes con esa unidad. Como externa a la instalación debe considerarse una unidad de cálculo que se encuentra establecida espacialmente y/o funcionalmente por fuera del sistema de automatización original. Las unidades de cálculo de esa clase, externas a la instalación, pueden encontrarse por ejemplo en proveedores de servicios externos y se denominan también como unidades de cálculo de la nube. El intercambio de datos tiene lugar mediante una segunda conexión de datos. A los mecanismos de comunicación distribuidos pertenecen por ejemplo los estándares de comunicación OPC (OPC DA, OPC UA) o TCP/IP (Profinet) que permiten la interconexión de unidades de cálculo independientes, formando un sistema distribuido. La unidad de cálculo externa a la instalación, paralelamente con respecto al cálculo del primer algoritmo de control del proceso de la unidad de automatización del lado de la instalación, ejecuta un segundo algoritmo de control del proceso. De manera ventajosa, ese segundo algoritmo de control del proceso será esencialmente más complejo y requerirá una potencia de cálculo esencialmente más elevada en comparación con la potencia de cálculo dentro de la unidad de automatización local. Los segundos algoritmos de control del proceso, más complejos, se basan generalmente también en una cantidad de datos más elevada que comprenden las variables de entrada del proceso para el cálculo de los algoritmos de control del proceso en la unidad de automatización del lado de la instalación, pero que también contienen datos adicionales. En tanto esos datos puedan proporcionarse desde el propio proceso (por ejemplo mediante sensores o actuadores adicionales, hasta el momento no utilizados) los mismos son leídos y proporcionados igualmente mediante el módulo de entrada de la unidad de automatización del lado de la instalación. Los datos de esa clase, sin embargo, pueden comprender también datos históricos, tal como por ejemplo se encuentran presentes dentro de la unidad de automatización del lado de la instalación, del sistema de monitoreo o incluso de la unidad de cálculo externa a la instalación. Los cálculos que se realizan en la unidad de cálculo externa a la instalación son mucho más complejos y más intensivos que aquellos que pueden realizarse en la unidad de automatización del lado de la instalación. De este modo, la unidad de cálculo externa asume funciones ampliadas de la técnica de control, tal como se conocen por ejemplo por los controladores MPC. Además, también sistemas de monitoreo de condición, sistemas de simulación o sistemas de historial dentro de esa unidad de cálculo pueden realizar valoraciones adicionales y, con ese fin, pueden recurrir también a las señales procesadas por el controlador. Debido a la cantidad de datos más elevada, en particular datos históricos, los algoritmos de control del proceso pueden comprender también los así llamados algoritmos de control predictivo mediante modelo (MPC) basado en máquinas de vectores de soporte (SVM).

Debido a la exigencia necesaria de tiempo real, es decir, a la sucesión rápida de eventos, bien sea en particular en modo repetido de forma determinista, en particular al cumplimiento de un tiempo de muestreo predeterminado, los resultados provenientes del procesamiento del segundo algoritmo de control del proceso, enviados por la unidad de cálculo externa a la instalación y recibidos por la unidad de automatización del lado de la instalación, son verificados en cuanto a si los mismos fueron recibidos por la unidad de automatización del lado de la instalación dentro del tiempo de muestreo predeterminado  $t_{\text{req}}$ . Un módulo de verificación se encarga de la prueba dentro del software de la unidad de automatización del lado de la instalación. En el caso de que los resultados se hayan recibido dentro del tiempo predeterminado, los mismos, mediante el módulo de salida dentro de la unidad de automatización del lado de la instalación, se ponen a disposición de sus unidades de salida, y con ello, son efectivos para el proceso. Sin embargo, en el caso de que el tiempo  $t_{\text{req}}$  haya finalizado sin haberse encontrado presente un resultado de cálculo del segundo algoritmo de variables del proceso dentro de la unidad de automatización del lado de la instalación, los resultados del primer algoritmo de variables del proceso que se encuentra en curso de forma paralela, son conectados de forma efectiva para el proceso, mediante las unidades de salida. De este modo se asegura también

que en tiempo real se encuentre presente un resultado y que eventuales latencias en la comunicación no influyan de forma esencial. Un resultado del primer algoritmo de control del proceso puede no representar lo más óptimo para el proceso, pero en todo caso asegura un control del proceso conveniente, libre de errores.

5 El objeto se soluciona además mediante un procedimiento para el control y/o el análisis de un proceso industrial, donde una unidad de automatización local, del lado de la instalación, dentro de un tiempo  $t_{req}$ , ejecuta un primer algoritmo de control del proceso en base a una cantidad de variables de entrada del proceso N, y donde una unidad de cálculo externa ejecuta un segundo algoritmo de control del proceso en base a una cantidad de variables de entrada del proceso M. El procedimiento presenta los siguientes pasos. En el caso de  $t=0$ , es decir, comenzando con  $t=0$ , en un primer paso, las variables de entrada del proceso N y M son leídas por la unidad de automatización local. De este modo, las mismas se ponen a disposición del procesador de la unidad de automatización, para el tratamiento. Las variables de entrada del proceso N se tratan de datos de sensores y/o actuadores que se necesitan para el cálculo de un primer algoritmo de control del proceso. Las variables de entrada del proceso M se tratan de datos de sensores y/o actuadores que se necesitan para el cálculo de un segundo algoritmo de control del proceso, comparativamente más complejo. Esto significa que en general las variables de entrada del proceso M comprenden también las variables de entrada del proceso N. En un siguiente paso, las variables de entrada del proceso M se envían desde el sistema de automatización del lado de la instalación a la unidad de cálculo externa. Paralelamente con respecto a ello, mediante la unidad de automatización local, en base a las variables de entrada del proceso N, se realizan los cálculos conforme al primer algoritmo de control del proceso y se proporcionan los resultados. Un algoritmo de control del proceso de esa clase puede ser un paso de iteración de un procedimiento de control simple, en función de la potencia de la unidad de automatización del lado de la instalación, eventualmente también de un procedimiento de control MPC. Con la obtención de las variables de entrada del proceso M en la unidad de cálculo externa, la unidad de cálculo externa ejecuta un segundo algoritmo de control del proceso y determina los resultados. Un segundo algoritmo de control del proceso, de esa clase, es un algoritmo análogo al primer algoritmo de control del proceso. El mismo está orientado a proporcionar un resultado de alta calidad, comparable al cálculo en la unidad de automatización del lado de la instalación, pero en general más exacto, más preciso. Sin embargo, los métodos de cálculo serán al menos más complejos y extensos en el segundo algoritmo de control del proceso. Comparable, en este sentido, significa que los segundos cálculos son tecnológicamente correspondientes o equivalentes. Por ejemplo, en tanto el primer algoritmo de control del proceso comprenda un circuito de control simple, el segundo algoritmo de control del proceso podría representar un controlador MPC. En otro paso, los resultados de ese segundo cálculo se reciben en la unidad de automatización del lado de la instalación. Esto puede tener lugar consultando a la unidad de automatización local, o mediante un envío activo de la unidad de cálculo externa a la instalación. Dentro de la unidad de automatización del lado de la instalación, en un siguiente paso se verifica si los resultados del segundo algoritmo de control del proceso se encuentran presentes a tiempo en la unidad de automatización del lado de la instalación, de manera que éstos son efectivos para el proceso en el tiempo de muestreo. Para ello, el resultado deberá estar presente dentro del tiempo de muestreo, como máximo en el instante del tiempo de muestreo. En el caso de que el resultado se encuentre presente a tiempo, éste se aplica; es decir que el resultado será la base del control del proceso; el proceso se controla en base a ese resultado. En tanto el resultado contenga un valor para la activación de un elemento de control, el elemento correspondiente será activado con ese valor por la unidad de automatización. En caso contrario, el resultado del primer algoritmo de control del proceso se aplica en el control del proceso, es decir que el proceso se controla en base a ese resultado, o bien se controla directamente con ese resultado.

Las propiedades, características y ventajas descritas de esta invención, así como el modo en que se alcanzan, se explican en detalle con relación a las figuras. En una representación esquemática, las figuras muestran:

Figura 1: un sistema para un control del proceso distribuido de una instalación industrial,

45 Figura 2: el diagrama de flujo del procedimiento descrito.

La figura 1 muestra un sistema 100 para controlar el proceso industrial 1, por ejemplo un proceso para el tratamiento de agua en una estación depuradora de agua o un proceso para transportar un líquido, un gas, a través de un gasoducto. El proceso industrial puede ser también un proceso que se desarrolle dentro de un lugar o, bien, en varios lugares. El proceso 1 es controlado y regulado mediante unidades de automatización 2 descentralizadas, del lado de la instalación. Las mismas están provistas de uno o de una pluralidad de procesadores no representados aquí, los cuales, interactuando con las memorias intermedias necesarias, ejecutan las instrucciones almacenadas en el código de software. Las instrucciones se refieren a todos los algoritmos de control del proceso, para controlar y regular el proceso, así como se refieren a la comunicación de datos entre las unidades. La unidad de automatización 2, para el control y la regulación del proceso, presenta una serie de conexiones activas 3, 16 hacia sensores o actuadores no representados en detalle en la figura 1. Mediante esa conexión, el módulo de entrada 21 lee los datos que después se encuentran presentes como variables de entrada del proceso N, M en un área de memoria de la unidad de automatización. Mediante las conexiones activas 4, 17; se realizan comandos de control desde el módulo de salida 22, con respecto a actuadores del proceso no representados en detalle en la figura 1. A modo de ejemplo se muestran dos unidades de automatización 2; en la práctica una pluralidad de unidades de automatización controla, regula y monitorea el proceso. Mediante una primera conexión de datos 20, las unidades de automatización

2 están conectadas con el sistema de monitoreo 5, el cual se encarga del control y del monitoreo del proceso 1. Las unidades de automatización 2, en base a las variables de entrada del proceso N generadas mediante la conexión activa 3, ejecutan algoritmos de control del proceso 8. Los mismos se tratan de análisis de monitoreo y funciones de control efectivos para el proceso, los cuales generalmente contienen tareas de análisis y de control más simples y menos complejas. El resultado 19 de ese algoritmo de control del proceso se almacena en la unidad de automatización 2 para una utilización posterior y, en tanto no se necesite, se sobrescribe en un siguiente ciclo. En esa configuración, el sistema 100 tiene capacidad de funcionamiento y puede cumplir con sus tareas de control, de regulación y de monitoreo. Los datos que han sido leídos como variables de entrada del proceso M mediante las conexiones activas 3, 16 de sensores y actuadores del proceso, desde la unidad de automatización 2 del lado de la instalación, son transmitidos al módulo de emisión 13. Las variables de entrada del proceso M pueden contener también las variables de entrada del proceso N. De manera adicional, al módulo de emisión 13 también pueden transmitirse datos históricos X que han sido almacenados en la unidad de automatización 2 en el transcurso del tiempo. El sistema 100 está ampliado con una unidad de cálculo 6 externa a la instalación. La misma está provista de uno o de una pluralidad de procesadores, no representados aquí, los cuales, interactuando con las memorias intermedias necesarias, ejecutan las instrucciones almacenadas en el código de software. Las instrucciones se refieren a todos los algoritmos de control del proceso, para controlar, regular y analizar el proceso, así como se refieren a la comunicación de datos entre las unidades. La unidad de cálculo 6 está conectada a las unidades de automatización 2 mediante una segunda conexión de datos 14. En el presente ejemplo, las dos unidades de automatización 2 está conectadas a la unidad de cálculo 6 externa a la instalación mediante la segunda conexión de datos 14. En otras formas de ejecución, también solamente una o cualquier cantidad de las unidades de automatización 2 puede estar conectada a la unidad de cálculo 6 externa a la instalación. Preferentemente, la segunda conexión de datos 14, mediante Internet, está realizada conectada mediante cables o de forma inalámbrica. La unidad de cálculo 6 externa a la instalación, en base a variables del proceso de entrada 12 que esencialmente se basan en las variables de entrada del proceso M, ejecuta algoritmos de control del proceso 7, y emite resultados 11 de esos cálculos. Las variables del proceso de entrada 12 igualmente pueden basarse en los datos históricos X que se encuentran presentes en la unidad de automatización 2. De manera alternativa o adicional, las variables del proceso de entrada 12 pueden basarse en datos históricos Y que se encuentran presentes en la propia unidad de cálculo 6. A modo de ejemplo, la figura 1 representa una estructura de control MPC como algoritmo de control del proceso 7. Pero también un análisis de datos más extenso puede ser objeto del algoritmo antes mencionado. Los resultados 11 del algoritmo de control del proceso 7 son recibidos por el módulo de recepción 15 del componente de automatización 2. El módulo de verificación 10 recibe información sobre si el resultado 11 se encuentra disponible dentro de un tiempo de ciclo predeterminado por la tarea de control concreta. Si se encuentra disponible, lo proporciona al módulo de salida 22 y se vuelve efectivo para el proceso mediante la conexión activa 17. Si el mismo no se encuentra presente dentro del intervalo de tiempo, al módulo de salida 22 se proporciona el resultado 19 determinado de forma paralela y es efectivo para el proceso como conexión activa 4.

La figura 2 muestra el diagrama de flujo del procedimiento descrito. El control y la regulación del proceso 1 tienen lugar de forma cíclica. El tiempo de ciclo está fijado con  $t_{req}$ . A continuación, en el paso 20 se leen las variables de entrada del proceso N y M. También la lectura de variables de entrada del proceso mediante una unidad de automatización tiene lugar de forma cíclica. Es decir, que al inicio del tiempo de ciclo para el programa se encuentra disponible de forma actualizada la representación del proceso, en donde fueron consultadas las unidades de entrada 21 de la unidad de automatización 2. Al final del tiempo de ciclo, a las unidades de salida 22 se proporcionan los resultados del proceso 11, 19; mediante los cuales las mismas controlan el proceso. Cada nueva lectura mediante el programa cíclico de la unidad de automatización debe tener lugar en el instante  $t=0$ . Las variables de entrada del proceso N, en el paso 21, son procesadas mediante el primer algoritmo de control del proceso, en la unidad de automatización 2, dentro del tiempo  $t_{process\_1}$ . El resultado 19 se encuentra disponible al final del cálculo de ese algoritmo de control del proceso. La unidad de automatización 2, dentro del tiempo de ciclo  $t_{req}$ , puede pasar por su algoritmo de control del proceso. Paralelamente con respecto al paso 21 se desarrolla la secuencia de pasos 22. En el paso 23, las variables de entrada del proceso M se envían a la unidad de cálculo 6. Todo el paso 23 debe comprender también la recepción de los datos en la unidad de cálculo 6 y debe tener lugar dentro del tiempo  $t_{up}$ . Las variables de entrada del proceso M también pueden contener las variables de entrada del proceso N; también sólo pueden comprender las mismas. Generalmente, sin embargo, las variables de entrada del proceso comprenden datos del proceso que exceden el alcance de los datos N. En base a esas variables de entrada del proceso, en el paso 24 se ejecuta un segundo algoritmo de control del proceso dentro del tiempo  $t_{process\_2}$ , el cual proporciona resultados para el control del proceso, por ejemplo órdenes de activación para actuadores. Los mismos, en el paso 25, son recibidos por la unidad de automatización 2 dentro del tiempo  $t=t_{down}$ . En el bloque de decisión 26, mediante la unidad de automatización 2, se verifica si la suma de los tiempos  $t_{up}$ ,  $t_{process\_2}$  y  $t_{down}$  es menor que el tiempo de ciclo  $t_{req}$  y, por tanto, que el resultado del algoritmo de control del proceso se encuentra presente dentro del tiempo de ciclo. Si es ese el caso, esos cálculos se vuelven efectivos para el proceso, es decir que por ejemplo los actuadores son activados en base a cálculos de variables de ajuste en la unidad de cálculo 6. Si los resultados no se encuentran presentes dentro del ciclo de tiempo, de manera alternativa, se vuelven efectivos para el proceso los cálculos de la unidad de automatización 2.

**REIVINDICACIONES**

5 1. Sistema para el control y/o el análisis de un proceso industrial (1), el cual, del lado de la instalación, presenta al menos una unidad de automatización (2) que, mediante una primera conexión de datos (18), está conectada a un sistema de monitoreo (5) para el control y/o el monitoreo del proceso (1), y que, dentro de un tiempo  $t_{req}$ , está diseñada para realizar una determinación de resultados (19) de un primer algoritmo de control del proceso (8) en base a variables de entrada del proceso N leídas en el tiempo  $t=0$ , donde el sistema presenta al menos una unidad de cálculo (6) externa a la instalación,

10 - donde la unidad de cálculo externa a la instalación está conectada mediante mecanismos de comunicación distribuidos en al menos una unidad de automatización y se encuentra en un intercambio de datos con la misma, mediante una segunda conexión de datos (14),

- donde está proporcionado un módulo de entrada (21) de la unidad de automatización del lado de la instalación, para la lectura de variables de entrada del proceso M en el tiempo  $t=0$ ,

15 - donde un módulo de emisión (13) de la unidad de automatización del lado de la instalación está diseñado para enviar las variables de entrada del proceso M, para el procesamiento, a la unidad de cálculo externa a la instalación, mediante la segunda conexión de datos,

- donde un elemento de cálculo de la unidad de cálculo externa a la instalación está proporcionado para ejecutar un segundo algoritmo de control del proceso (7) en base a las variables de entrada del proceso M,

- donde está proporcionado un módulo de recepción (15) de la unidad de automatización local para la recepción de resultados (11) del segundo algoritmo de control del proceso (7),

20 - donde un módulo de verificación (10) está proporcionado en la unidad de automatización del lado de la instalación, para controlar si los resultados del segundo algoritmo de control del proceso se recibieron dentro de un tiempo  $t < t_{req}$  o  $t = t_{req}$ ,

25 - donde un módulo de salida (22) está proporcionado en la unidad de automatización del lado de la instalación, para aplicar en el proceso los resultados del segundo algoritmo de control del proceso, en tanto esos resultados fueron recibidos en el tiempo  $t < t_{req}$  o  $t = t_{req}$ ,

donde el sistema está diseñado para aplicar en el proceso los resultados del primer algoritmo de control del proceso (8), en tanto los resultados del segundo algoritmo de control del proceso (7) fueron recibidos en el tiempo  $t > t_{req}$ .

2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de cálculo externa a la instalación está conectada a una cantidad de otras unidades de cálculo externas a la instalación.

30 3. Procedimiento para el control y/o el análisis de un proceso industrial, donde una unidad de automatización local, dentro de un tiempo  $t_{req}$ , ejecuta un primer algoritmo de control del proceso en base a una cantidad de variables de entrada del proceso N, y una unidad de cálculo externa ejecuta un segundo algoritmo de control del proceso en base a una cantidad de variables de entrada del proceso M, el cual presenta los pasos:

35 - en el caso de  $t=0$ , lectura de las variables de entrada del proceso N y M mediante la unidad de automatización local,

- envío de las variables de entrada del proceso M a la unidad de cálculo externa,

- determinación de al menos un resultado del primer algoritmo de control del proceso en base a las variables de entrada del proceso N mediante la unidad de automatización local,

40 - determinación de al menos un resultado del segundo algoritmo de control del proceso en base a las variables de entrada del proceso M mediante la unidad de automatización externa,

- recepción de al menos un resultado del segundo algoritmo de control del proceso en la unidad de automatización local,

- verificación de si el resultado del segundo algoritmo de control del proceso se recibió en el tiempo  $t < t_{req}$  o  $t = t_{req}$ ,

- aplicación en el proceso del resultado del segundo algoritmo de control del proceso, en tanto el resultado fue recibido en el tiempo  $t < t_{\text{freq}}$  o  $t = t_{\text{freq}}$ , los resultados del primer algoritmo de control del proceso se aplican en el proceso en tanto el resultado del segundo algoritmo de control del proceso fue recibido en el tiempo  $t > t_{\text{freq}}$ .

5 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque las variables de entrada del proceso N y M son idénticas.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 y, caracterizado porque la determinación de los resultados del primer y del segundo algoritmo de control del proceso tiene lugar adicionalmente en base a una cantidad de datos históricos.

10

FIG 1

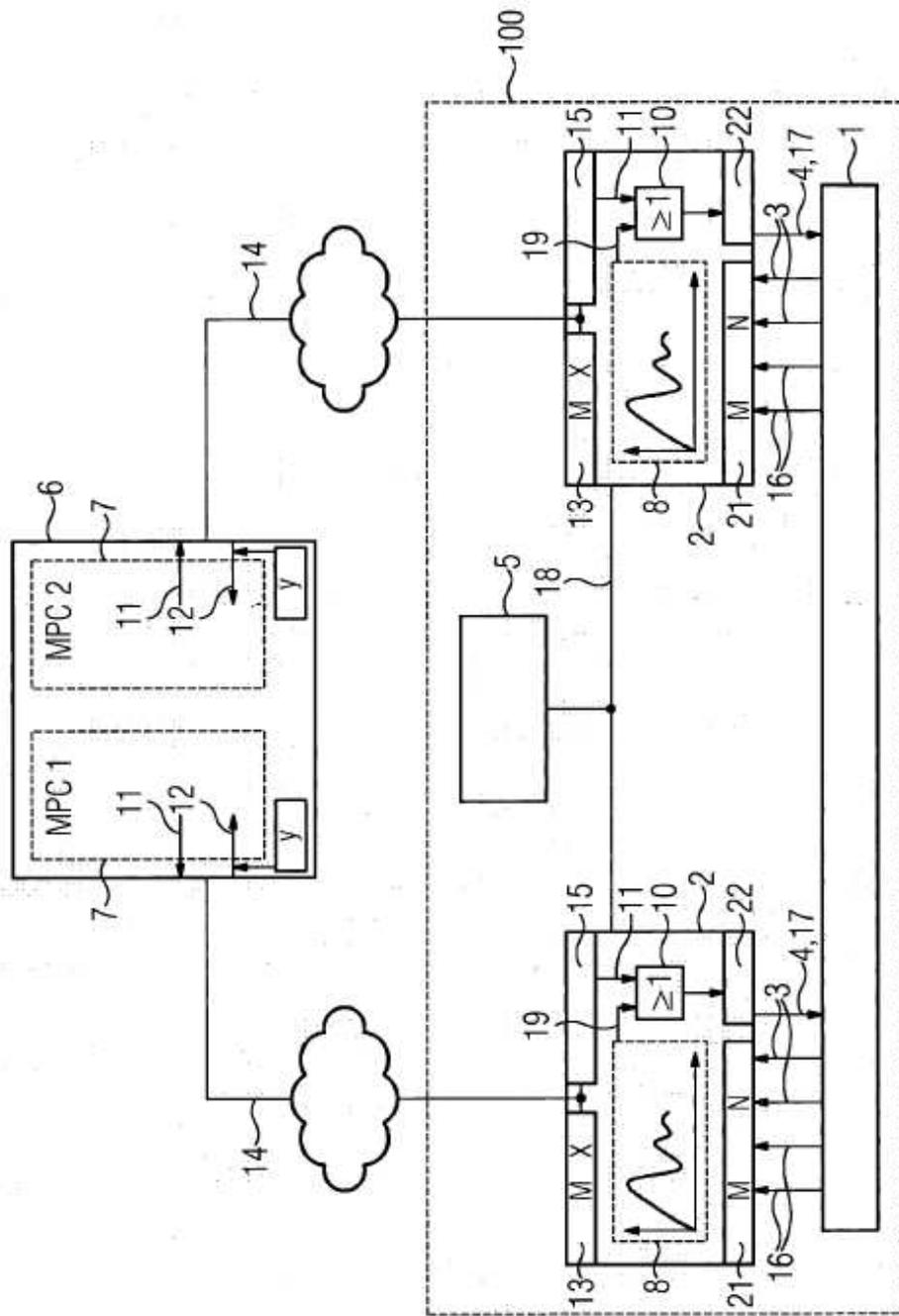


FIG 2

