

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 527**

51 Int. Cl.:

G05B 19/042 (2006.01)

G05B 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2013** **E 13165934 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020** **EP 2677375**

54 Título: **Aparato y método para controlar una señal de entrada**

30 Prioridad:

21.06.2012 KR 20120066736

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

24.03.2021

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)
1026-6, Hogye-Dong, Dongan-gu, Anyang
Gyeonggi-do 431-080, KR**

72 Inventor/es:

KIM, JUNG WOOK

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 813 527 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

Aparato y método para controlar una señal de entrada

5 Antecedentes

La realización se refiere a un aparato y un método para controlar una señal de entrada, que puede medir exactamente una entrada de señal a un PLC (Controlador Lógico Programable).

10 Los equipos automáticos que se usan en los campos industriales se componen de equipos mecánicos que incluyen un relé. Existe una dificultad para cambiar el equipo automático que se compone del equipo mecánico porque deben cambiarse los circuitos internos del equipo automático. Para superar tal dificultad, se usa el PLC.

15 El PLC incluye un módulo de entrada analógica. El módulo de entrada analógica del PLC puede incluir un circuito para convertir una señal de entrada analógica en un valor digital. La señal de entrada analógica puede incluir una corriente continua analógica o un voltaje de corriente continua analógica.

20 Para convertir una señal de entrada analógica en una señal digital, el módulo de entrada analógica del PLC puede medir un valor de la señal de entrada analógica después de recibir la señal de entrada analógica. Sin embargo, dado que el hardware, como una resistencia o un amplificador (OP-Amp) que constituye el módulo de entrada analógica, provoca un error en un valor de señal de entrada analógica, es difícil medir exactamente el valor de la señal de entrada analógica.

25 Por lo tanto, después de que se introduce una señal de referencia en el módulo de entrada analógica, la señal de entrada analógica puede corregirse con base en la señal de referencia para medir exactamente el valor de la señal de entrada analógica. Sin embargo, dado que el esquema de corrección de señal que usa una ecuación lineal de acuerdo con la técnica relacionada mide la señal de entrada analógica varias veces, este esquema requiere mucho tiempo y, cuando la señal de entrada analógica es una señal no lineal, este esquema no puede aplicarse.

30 El documento KR 2007 0003173 A describe un método de filtrado de datos de entrada de un módulo de comunicación del PLC (Controlador Lógico Programable) y un dispositivo del mismo provisto para comprender un temporizador para un filtro, excepto un temporizador para una CPU (Unidad de Procesamiento Central), en el módulo de comunicación del PLC, y permitir que un módulo de comunicación del PLC remoto establezca un ciclo de muestreo del temporizador para el filtro. Un transceptor se configura para comunicarse con un módulo de comunicación del PLC remoto. Un temporizador para un filtro proporciona un ciclo de muestreo al activarse de acuerdo con los parámetros del filtro que se reciben desde el módulo de comunicación del PLC remoto a través del transceptor. Una unidad de entrada introduce datos de entrada desde un dispositivo aplicado con un sistema PLC. Un procesador de operaciones lee los datos de entrada en cada ciclo de muestreo y compara los datos leídos con los datos de referencia. Un almacenamiento de datos almacena los datos de entrada, si los datos de entrada son los mismos que los datos de referencia.

40 El documento JP 2009 267486 A describe un igualador adaptativo que se usa para el equipo de comunicación, un aparato de procesamiento de señales de audio, e incluye un medio de estimación de la función de transferencia para estimar una función de transferencia a igualar, un medio de filtro para realizar el procesamiento de igualación, un medio de actualización del coeficiente del filtro para actualizar el coeficiente del filtro de los medios de filtro con base en el resultado de la estimación de los medios de estimación de la función de transferencia, un medio aritmético de potencia del coeficiente del filtro para calcular la suma de las potencias eléctricas del coeficiente que tiene un número especificado arbitrario de coeficientes del filtro en un grupo de coeficientes del filtro de los medios de filtro o todos los coeficientes del filtro, y un medio de determinación del grado de convergencia para determinar el grado de convergencia de los medios de filtro con base en el resultado aritmético de los medios aritméticos de potencia del coeficiente del filtro. El estado de progreso de la actualización de los coeficientes del filtro se detecta directamente y se usa para determinar el grado de convergencia.

Resumen

55 La presente invención logra el objetivo anterior mediante un aparato y un método como se define en las reivindicaciones independientes 1 y 8, respectivamente. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

60 La realización proporciona un aparato y un método para controlar una señal de entrada capaz de mejorar el rendimiento de un módulo de entrada analógica mediante la corrección de un error de una señal que se recibe en el módulo de entrada analógica.

65 Además, la realización proporciona un aparato y un método para controlar de forma adaptativa una señal capaz de corregir un error de una señal que se recibe en un módulo de entrada analógica de acuerdo con una variación del entorno ambiental del PLC.

5 De acuerdo con la realización, se proporciona un aparato para controlar una señal de manera que una señal de entrada del PLC se iguale a una señal de entrada de referencia. El aparato incluye una unidad de cálculo de error para calcular un error mediante el uso de la señal de entrada del PLC y la señal de entrada de referencia; una unidad de cálculo de parámetro de estimación para calcular un parámetro de estimación mediante el uso de la señal de entrada de referencia, la señal de entrada del PLC y el error; y una unidad de corrección de error para corregir el error mediante el uso del parámetro de estimación de modo que la señal de entrada del PLC se iguale con la señal de entrada de referencia.

10 De acuerdo con la realización, se proporciona un método para controlar una señal de manera que una señal de entrada del PLC se iguale a una señal de entrada de referencia. El método incluye generar una señal de salida del PLC mediante la aplicación de una primera función de transferencia a la señal de entrada del PLC; generar una señal de salida de referencia mediante la aplicación de una segunda función de transferencia a la señal de entrada de referencia; calcular un error de la señal de entrada del PLC mediante el uso de la señal de salida del PLC y la señal de salida de referencia; calcular un parámetro de estimación mediante el uso de la señal de entrada de referencia, la señal de salida del PLC y el error; y corregir el error mediante el uso del parámetro de estimación de modo que la señal de entrada del PLC se iguale con la señal de entrada de referencia.

20 De acuerdo con la realización, el rendimiento del módulo de entrada analógica puede mejorarse mediante la corrección del error de la señal que se recibe en el módulo de entrada analógica.

De acuerdo con la realización, el error de la señal que se recibe en el módulo de entrada analógica puede corregirse de forma adaptativa de acuerdo con una variación del entorno ambiental del PLC.

25 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un aparato para proporcionar una imagen de acuerdo con la realización;

la Figura 2 es una vista que muestra sustancialmente un aparato para controlar una señal de entrada analógica del PLC en el dominio de tiempo continuo de acuerdo con la realización;

30 la Figura 3 es una vista sustancial que muestra un aparato de control de la señal de entrada analógica del PLC en el dominio de división de tiempo de acuerdo con la realización;

la Figura 4 es una vista que muestra un parámetro de estimación en un gráfico, que se determina mediante un método para controlar una señal de acuerdo con la realización; y

35 la Figura 5 es una vista que muestra, en un gráfico, el resultado de la aproximación de una señal de entrada analógica del PLC a un valor de referencia de acuerdo con un método para controlar una señal de la realización.

Descripción detallada de las realizaciones

40 En lo sucesivo, las realizaciones se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos, de manera que aquellos expertos en la técnica puedan trabajar fácilmente con las realizaciones. Sin embargo, las realizaciones pueden no limitarse a las descritas a continuación, sino que tienen varias modificaciones. Los elementos que no se relacionan con la descripción de las realizaciones pueden omitirse en los dibujos por motivos de conveniencia o claridad. Los números de referencia iguales se asignarán a elementos iguales a través de los dibujos.

45 En la siguiente descripción, cuando se dice que una parte se conecta a la otra parte, las partes no solo se conectan directamente entre sí, sino que también se conectan eléctricamente entre sí mientras se interpone otra parte entre ellas.

50 En la siguiente descripción, cuando se hace referencia a una parte predeterminada que "incluye" un componente predeterminado, la parte predeterminada no excluye otros componentes, pero puede incluir además otros componentes a menos que se indique lo contrario.

55 La Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un aparato para proporcionar una imagen de acuerdo con la realización.

Con referencia a la Figura 1, un módulo de entrada analógica incluye un canal de entrada, una unidad de reducción de ruido, un filtro y un amplificador.

60 El canal de entrada puede incluir un terminal positivo CH+ y un terminal negativo CH- y puede introducirse un voltaje de entrada Ventrada en los terminales positivo y negativo CH+ y CH-.

65 La unidad de reducción de ruido incluye una pluralidad de condensadores C1, C2 y C3. Un terminal del primer condensador C1 puede conectarse al terminal positivo CH+ del canal de entrada y el otro terminal del primer condensador C1 puede conectarse a tierra. Un terminal del segundo condensador C2 puede conectarse al terminal negativo CH- del canal de entrada y el otro terminal del segundo condensador C2 puede conectarse a tierra. Un terminal del tercer condensador C3 puede conectarse al terminal positivo CH+ del canal de entrada y el otro terminal

del tercer condensador C3 puede conectarse a un terminal del segundo condensador C2 que se conecta al canal negativo CH- del canal de entrada. La unidad de reducción de ruido que incluye la pluralidad de condensadores puede eliminar un ruido de una señal de entrada analógica que se recibe a través del canal de entrada. Aunque se supone en la realización que la unidad de reducción de ruido incluye sólo tres condensadores, la realización no se limita a los mismos y no es necesario limitar la configuración de la unidad de reducción de ruido a los condensadores.

El filtro incluye una pluralidad de resistencias R1 y R2 y una pluralidad de condensadores C4 y C5. El filtro que incluye las resistencias y los condensadores, que se denomina filtro RC, permite que una señal de frecuencia específica de la señal de entrada pase a través del mismo o se bloquee, de manera que el filtro permita que la señal de entrada pase selectivamente a través del mismo. Un terminal de la primera resistencia R1 puede conectarse a un terminal del tercer condensador C3 de la unidad de reducción de ruido y un terminal de la segunda resistencia R2 puede conectarse al otro terminal del tercer condensador C3 de la unidad de reducción de ruido. El otro terminal de la primera resistencia R1 puede conectarse a un terminal del cuarto condensador C4, y el otro terminal de la segunda resistencia R2 puede conectarse a un terminal del quinto condensador C5. Los otros terminales del cuarto y quinto condensador C4 y C5 pueden conectarse a tierra. Un primer voltaje V1 que se aplica al cuarto y quinto condensador C4 y C5 puede considerarse como la señal de entrada que se mide en el módulo de entrada analógica cuando se tienen en cuenta las características de un filtro RC. El primer voltaje V1 es una señal que sale del filtro de acuerdo con una función de transferencia predeterminada después de que la señal se introduce en el módulo de entrada analógica del PLC y se elimine un ruido de la señal de entrada. Una función de transferencia T(s) en el dominio de Laplace que es un dominio de tiempo continuo puede expresarse como la siguiente Ecuación 1:

[Ecuación 1]

$$T(s) = \frac{\text{Ganancia}}{RCs + 1} = \frac{0,965}{212,9 \times 10^{-6}s + 1}$$

En la Ecuación 1, R es la primera o segunda resistencia R1 o R2, C es el cuarto o quinto condensador C4 o C5. En el caso de C1=C2=0,01 µF C3=0,47 µF, C4=C5=0,0047 µF, R1=R2=453 kΩ y R3=R4=49,9 kΩ, puede calcularse la función de transferencia que tiene el coeficiente y la ganancia de la Ecuación 1.

Además, la función de transferencia puede expresarse como una función de transferencia en el dominio de división del tiempo de la siguiente Ecuación 2:

[Ecuación 2]

$$T[z] = \frac{0,6768z + 0,6768}{z + 0,4027}$$

En el caso del período de muestreo de 0,001 segundos, la Ecuación 2 se obtiene mediante la transformación z de la Ecuación 1, que es una función de transferencia de Laplace.

El amplificador puede incluir una pluralidad de Op-AMP y una pluralidad de resistencias. Un amplificador que tiene un amplificador puede usarse la ganancia necesaria para la función del módulo de entrada analógica del PLC. El amplificador que se muestra en la Figura 1 es el amplificador del modelo Núm. INA126U que tiene una ganancia

$$\text{Ganancia} = 5 + \frac{80 \text{ k}\Omega}{16,9 \text{ k}\Omega}$$

La Figura 2 es una vista que muestra sustancialmente un aparato para controlar una señal de entrada analógica del PLC en el dominio de tiempo continuo de acuerdo con la realización.

Con referencia a la Figura 2, el aparato de control de la señal de entrada analógica del PLC 200 incluye una primera unidad de operación 201, una segunda unidad de operación 203, una unidad de cálculo de error, una primera unidad de operación de parámetro, una segunda unidad de operación de parámetro, una unidad de corrección de error.

La primera unidad de operación 201 aplica una primera función de transferencia H1(s) a una señal de entrada analógica u, generando así una señal de salida analógica y. la señal de entrada analógica u y la señal de salida analógica y significan señales antes de la corrección. Como la primera unidad de operación 201 corresponde al módulo de entrada analógica de la Figura 1, la ganancia de la primera función de transferencia H1(s) pueden incluir no '1' sino una constante como la función de transferencia T(s) de la Ecuación 1. Cuando la señal de salida analógica y se denota como una ecuación diferencial de primer orden en el dominio del tiempo, la señal de salida analógica y se expresa como la siguiente Ecuación 3:

[Ecuación 3]

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{1}{RC}y + \frac{\text{Ganancia}}{RC}u$$

5 donde R denota una resistencia que constituye el filtro que se incluye en la primera unidad de operación 201, y C denota un condensador que constituye el filtro que se incluye en la primera unidad de operación 201.

10 La segunda unidad de operación 203 genera una señal de salida de referencia y_m mediante la aplicación de una segunda función de transferencia $H_2(s)$ a la señal de entrada de referencia u_c . La señal de entrada de referencia u_c se introduce en el aparato de control de señal de entrada analógica 200 para corregir la señal de entrada analógica u . Es decir, la señal de entrada de referencia u_c y la señal de salida de referencia y_m significan señales de referencia para corregir la señal de entrada analógica u y la señal de salida analógica y , que son, señales después de la corrección. La segunda función de transferencia $H_2(s)$ tiene el mismo grado y coeficiente que los de la primera función de transferencia $H_1(s)$. Solo, la ganancia de la función de transferencia $H_2(s)$ es '1' y, en este sentido, la segunda función de transferencia $H_2(s)$ es diferente de la primera función de transferencia $H_1(s)$. Si la segunda función de transferencia $H_2(s)$ se expresa correspondiente a la Ecuación 1, la segunda función de transferencia $H_2(s)$ pueden expresarse como la siguiente Ecuación 4:

20 [Ecuación 4]

$$H_2(s) = \frac{1}{RCs + 1}$$

25 La señal de salida de referencia y_m puede expresarse en forma de una ecuación diferencial de primer orden en el dominio del tiempo como la siguiente Ecuación 5:

[Ecuación 5]

$$30 \quad \frac{dy_m}{dt} = -a_m y_m + b_m u_c$$

en donde a_m y b_m son parámetros de la señal de referencia.

35 La unidad de cálculo de error genera una señal de error e mediante el cálculo de una diferencia entre la señal de salida analógica y que se genera a partir de la primera unidad de operación 201 y la señal de salida de referencia y_m que se genera a partir de la segunda unidad de operación 203. La unidad de cálculo de errores puede incluir una primera unidad sigma 205. La señal de error e puede expresarse como la siguiente

40 [Ecuación 6]

$$e = y - y_m$$

45 La Ecuación 6 es una ecuación que se deriva para estimar un parámetro para corregir la señal de entrada analógica u . Es decir, puede evaluarse un parámetro que permite que la señal de entrada analógica u se aproxime a la señal de entrada de referencia u_c mediante el uso de la señal de error e .

La primera unidad de operación de parámetros incluye un primer multiplicador 207, un primer amplificador 211 y un primer integrador 215.

50 El primer multiplicador 207 multiplica la señal de referencia u_c y la señal de error e que se genera a partir de la unidad de cálculo de error para generar un resultado de la multiplicación.

El primer amplificador 211 amplifica el resultado de la multiplicación que se genera a partir del primer multiplicador 207 en la primera ganancia G_i para generar un resultado de amplificación.

55 El primer integrador 215 integra el resultado de amplificación que se genera por el primer amplificador 211 para generar un resultado de integración.

60 Las operaciones del primer multiplicador 207, el primer amplificador 211 y el primer integrador 215 pueden realizarse secuencialmente, pero la realización no se limita a ellos.

La siguiente Ecuación 7 es para estimar un primer parámetro g_1 con base en la señal de error e , la señal de entrada de referencia u_c y la primera ganancia G_i .

65 [Ecuación 7]

$$\frac{d\theta_1}{dt} = -G_1 u_c e$$

5 La primera unidad de operación de parámetros puede evaluar el primer parámetro θ_1 expresado como Ecuación 7 mediante el uso del primer multiplicador 207, el primer amplificador 211 y el primer integrador 215.

La segunda unidad de operación de parámetros incluye un segundo multiplicador 209, un segundo amplificador 213 y un segundo integrador 217.

10 El segundo multiplicador 209 multiplica la salida analógica y que se genera para la primera unidad de operación 201 y la señal de error e que se genera a partir de la unidad de cálculo de error para generar un resultado de multiplicación.

15 El segundo amplificador 213 amplifica el resultado de la multiplicación que se genera a partir del segundo multiplicador 209 en la segunda ganancia G_2 para generar un resultado de amplificación.

El segundo integrador 217 integra el resultado de amplificación que se genera por el segundo amplificador 213 para generar un resultado de integración.

20 Las operaciones del segundo multiplicador 209, el segundo amplificador 213 y el segundo integrador 217 pueden realizarse secuencialmente, pero la realización no se limita a ello.

La siguiente Ecuación 8 es para estimar un segundo parámetro θ_2 con base en la señal de error e , la señal de entrada de referencia u_c y la segunda ganancia G_2 .

25 [Ecuación 8]

$$\frac{d\theta_2}{dt} = G_2 y e$$

30 La segunda unidad de operación del parámetro puede evaluar el segundo parámetro θ_2 expresado como Ecuación 8 mediante el uso del segundo multiplicador 209, el segundo amplificador 213 y el segundo integrador 217.

35 Las Ecuaciones 7 y 8 se calculan mediante el uso de la siguiente Ecuación 10 que se deriva de las Ecuaciones 3, 5 y 6 y siguiendo la Ecuación 9.

[Ecuación 9]

$$u = \theta_1 u_c - \theta_2 y$$

45 La Ecuación 9 se deriva en términos de la señal de entrada analógica u para estimar el primer y segundo parámetro θ_1 y θ_2 . La señal de entrada después de la corrección puede evaluarse mediante el uso de la Ecuación 9 como . Con referencia a la Ecuación 9, la señal analógica u se corrige mediante el uso de los resultados de aplicar el primer parámetro θ_1 a la señal de entrada de referencia u_c y mediante la aplicación del segundo parámetro θ_2 a la señal de salida analógica y . Por tanto, el control de corregir una entrada de acuerdo con una salida puede denominarse control adaptativo. Un error de una señal que se recibe en el módulo de entrada analógica puede corregirse de acuerdo con una variación del entorno ambiental del PLC, por ejemplo, una variación de la temperatura ambiente, y un error de una señal de entrada no lineal también puede corregirse mediante el control adaptativo.

Mientras tanto, cuando la señal de error e que se deriva de la Ecuación 4 es convergente a 0 (cero), la señal de entrada analógica u

$$u_c = \frac{1}{\theta_1} u + \frac{\theta_2}{\theta_1} y$$

θ_1 y θ_2 mediante el uso del caso de que la señal de error e sea convergente a 0, la Ecuación 10 puede derivarse mediante el uso las Ecuaciones 3, 5, 6 y 9:

60 [Ecuación 10]

$$\frac{de}{dt} = -a_m e - \left(\frac{Ganancia}{RC} \theta_2 + \frac{1}{RC} - a_m \right) y + \left(\frac{Ganancia}{RC} \theta_1 - b_m \right) u_c$$

65

Una ecuación de estimación, que se deriva integrando la Ecuación 10 y tiene la señal de error e, y el primer y segundo parámetros θ_1 y θ_2 como variables dependientes, puede expresarse como la siguiente Ecuación 11:

5 [Ecuación 11]

$$V(e, \theta_1, \theta_2) = \frac{1}{2} \left[e^2 + \frac{1}{G_2} \frac{RC}{Ganancia} \left(\frac{Ganancia}{RC} \theta_2 + \frac{1}{RC} - a_m \right)^2 + \frac{1}{G_1} \frac{RC}{Ganancia} \left(\frac{Ganancia}{RC} \theta_1 - b_m \right)^2 \right]$$

10 La siguiente Ecuación 12 es una ecuación diferencial que resulta de diferenciar la ecuación de estimación de la Ecuación 11 con respecto al tiempo t.

[Ecuación 12]

15

$$\frac{dv}{dt} = e \frac{de}{dt} + \frac{1}{G_2} \left(\frac{Ganancia}{RC} \theta_2 + \frac{1}{RC} - a_m \right) \frac{d\theta_2}{dt} + \frac{1}{G_1} \left(\frac{Ganancia}{RC} \theta_1 - b_m \right) \frac{d\theta_1}{dt}$$

20

$$= -a_m e^2 + \frac{1}{G_2} \left(\frac{Ganancia}{RC} \theta_2 + \frac{1}{RC} - a_m \right) \left(\frac{d\theta_2}{dt} - G_2 y e \right) + \frac{1}{G_1} \left(\frac{Ganancia}{RC} \theta_1 - b_m \right) \left(\frac{d\theta_1}{dt} + G_1 u_c e \right)$$

25 La Ecuación 12 es una ecuación en términos del primer y segundo parámetro θ_1 y θ_2 , que se deriva de la ecuación diferencial de estimación. De acuerdo con la realización, la señal de error e de la Ecuación 6 debe ser convergente a 0. Para que la señal de error e sea convergente a 0, un valor diferencial (de/dt) de la señal de error de la Ecuación 10 debe ser menor que 0. Para que un valor diferencial (de/dt) de la señal de error sea menor que 0, la ecuación de estimación V(e, θ_1 , θ_2) de la Ecuación 11 debe ser mayor que 0. Finalmente, para que la ecuación de estimación V(e, θ_1 , θ_2) de la Ecuación 11 es mayor que 0, un valor diferencial (dv/dt) de la ecuación de estimación de la Ecuación 12 debe ser menor que 0. Cuando los valores diferenciales del primer y segundo parámetros θ_1 y θ_2 se estiman respectivamente como las Ecuaciones 7 y 8, el valor diferencial (dv/dt) de la función de estimación de la Ecuación 12 es menor que 0.

35 La unidad de corrección de error realiza el cálculo como la Ecuación 9. La unidad de corrección de error puede incluir un tercer multiplicador 219, un cuarto multiplicador 221 y una segunda unidad sigma 223.

El tercer multiplicador 219 puede generar un resultado de aplicar el primer parámetro θ_1 a la señal de entrada de referencia u_c .

40

El cuarto multiplicador 221 puede generar un resultado de aplicar el segundo parámetro θ_2 a la señal de salida analógica y.

45 La segunda unidad sigma 223 puede generar un valor de diferencia entre los resultados que se generan a partir del tercer multiplicador 219 y los que se generan a partir del cuarto multiplicador 221. El valor de diferencia entre los resultados que se generan a partir del tercer multiplicador 219 y que se genera a partir del cuarto multiplicador 221 significa la señal de entrada analógica u. Como se expresa en la Ecuación 9, la siguiente señal de entrada analógica u se genera mediante el uso de la señal de entrada de referencia u_c y el valor de salida del sistema, tal como la primera unidad de operación 201 a la que se introduce una señal de entrada analógica anterior u.

50

La Figura 3 es una vista sustancial que muestra un aparato de control de la señal de entrada analógica del PLC en el dominio de división de tiempo de acuerdo con la realización.

55 Con referencia a la Figura 3, el aparato de control de la señal de entrada analógica del PLC incluye una primera unidad de operación 301, una segunda unidad de operación 303, una unidad de cálculo de error, una primera unidad de operación de parámetro, una segunda unidad de operación de parámetro, y una unidad de corrección de error. La Figura 3 es una vista que muestra el aparato de control de la señal de entrada analógica del PLC de dominio de tiempo continuo de la Figura 2 en el dominio de la división de tiempo. Aunque la configuración de la Figura 3 es casi similar al de la Figura 2, existen diferencias en los cálculos de la función de transferencia y el integrador entre las Figuras 2 y 3. Por tanto, se harán las siguientes descripciones centrándose en la diferencia con respecto a la Figura 2 y se omitirá la misma descripción.

60

La primera unidad de operación 301 genera la señal de salida analógica y mediante la aplicación de la primera función de transferencia $H_1(z)$ a la señal de entrada analógica u. Como la primera unidad de operación 301 corresponde al módulo de entrada analógica de la Figura 1, la primera función de transferencia $H_1(z)$ puede expresarse como la siguiente Ecuación 13:

65

[Ecuación 13]

$$H_1(z) = \frac{0,7014z + 0,7014}{z + 0,4027}$$

La segunda unidad de operación 303 genera la señal de salida de referencia y_m mediante la aplicación de la segunda función de transferencia $H_2(z)$ a la señal de entrada de referencia u_c . Como la constante de tiempo de la segunda función de transferencia $H_2(z)$ es igual a la de la primera función de transferencia $H_1(z)$ y la ganancia de la segunda función de transferencia $H_2(z)$ es 1, la segunda función de transferencia $H_2(z)$ puede expresarse como la siguiente Ecuación 14:

[Ecuación 14]

$$H_2[z] = \frac{0,6768z + 0,6768}{z + 0,4027}$$

La unidad de cálculo de error calcula la diferencia entre la señal de salida analógica y que se genera a partir de la primera unidad de operación 301 y la señal de salida de referencia y_m que se genera a partir de la segunda unidad de operación 303 para generar una señal de error e .

La primera unidad de operación de parámetros incluye un primer multiplicador 307, un primer amplificador 311 y un primer integrador 315.

El primer integrador 315 integra los resultados que se generan por el primer amplificador 311. Existe una diferencia entre el integrador para el dominio de división de tiempo de la Figura 3 y el integrador para el dominio de tiempo continuo de la Figura 2. La diferencia puede deberse a que el integrador se convierte en z para aplicar el aparato de control de la señal de entrada analógica del PLC en el dominio digital.

Como referencia, en el dominio de la división de tiempo, el aparato de control de la señal de entrada analógica del PLC incluye además una retención de orden cero 325. En la Figura 3, un periodo de muestreo para usar la retención de orden cero 325 se establece en 0,001 segundos.

La Figura 4 es una vista que muestra un parámetro de estimación en un gráfico, que se determina mediante un método para controlar una señal de acuerdo con la realización.

Con referencia a la Figura 4, el primer y segundo parámetros θ_1 y θ_{12} expresados en las Ecuaciones 7 y 8 se aproximan gradualmente a los valores finales mediante un control adaptativo. Como resultado del control adaptativo, el primer y segundo parámetro θ_1 y θ_{12} son convergentes a los valores finales.

La Figura 5 es una vista que muestra, en un gráfico, el resultado de la aproximación de una señal de entrada analógica del PLC a un valor de referencia de acuerdo con un método para controlar una señal de la realización.

Con referencia a la Figura 5, cuando y es una salida del modelo real y r es una señal de referencia para corrección, la salida del modelo real y se genera en un esquema de seguimiento gradual de un valor de la señal de referencia para corrección. En este caso, una amplitud de la señal de referencia r para corrección puede estar en el rango de permiso del módulo de entrada analógica del PLC y la señal de referencia r para corrección puede incluir una propiedad no lineal.

La realización descrita anteriormente puede implementarse no solo a través de un aparato y un método, sino también a través de un programa que ejecuta las funciones correspondientes a los elementos de la realización o soporte de grabación en el que se graba el programa. Los expertos en la técnica pueden realizar fácilmente una implementación de este tipo con base en la descripción anterior.

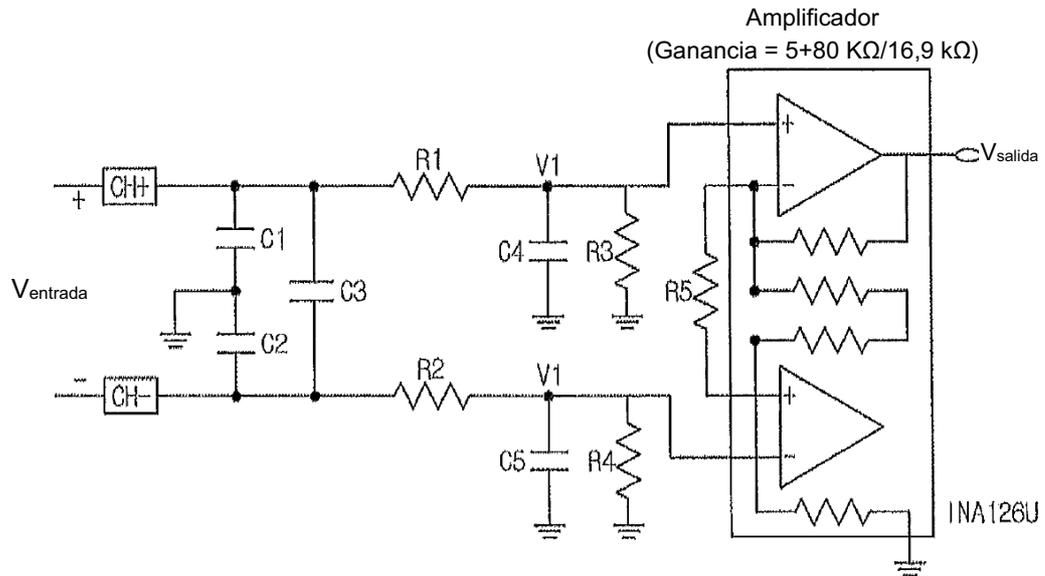
REIVINDICACIONES

1. Un aparato para controlar una señal de manera que una señal de entrada del PLC (Controlador Lógico Programable) se iguale a una señal de entrada de referencia (u_c), caracterizado porque el aparato comprende:
 - una primera unidad de operación (201; 301) para generar una señal de salida del PLC a partir de la señal de entrada del PLC mediante la aplicación de una primera función de transferencia ($H_1(s)$);
 - una segunda unidad de operación (203; 303) para generar una señal de salida de referencia (y_m) de la señal de entrada de referencia (u_c) mediante la aplicación de una segunda función de transferencia ($H_2(s)$) que se distingue de la primera función de transferencia ($H_1(s)$), una unidad de cálculo de error para generar una señal de error (e) mediante el uso de la señal de salida del PLC y la señal de salida de referencia (y_m);
 - una unidad de cálculo de parámetro de estimación para calcular un parámetro de estimación mediante el uso de la señal de entrada de referencia (u_c), la señal de entrada del PLC y la señal de error (e); y
 - una unidad de corrección de error para corregir el error mediante el uso del parámetro de estimación, de modo que la señal de entrada del PLC se iguale con la señal de entrada de referencia (u_c).
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de cálculo de error recibe la señal de entrada del PLC y la señal de salida de referencia (y_m) y calcula el error mediante el cálculo de un valor de diferencia entre la señal de entrada del PLC y la señal de salida de referencia (y_m).
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la unidad de cálculo de parámetro de estimación incluye:
 - una primera unidad de cálculo de parámetro de estimación para calcular un primer parámetro de estimación mediante el uso de la señal de entrada de referencia (u_c) y el error; y
 - una segunda unidad de cálculo de parámetro de estimación para calcular un segundo parámetro de estimación mediante el uso de la señal de salida del PLC y el error.
4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la primera unidad de cálculo de parámetro de estimación incluye:
 - un primer multiplicador (207; 307) para multiplicar la señal de entrada de referencia (u_c) y el error; un primer amplificador (211; 311) para amplificar un valor de resultado de la multiplicación; y
 - un primer integrador (215; 315) para integrar un valor de resultado de la amplificación.
5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la segunda unidad de cálculo de parámetro de estimación incluye:
 - un segundo multiplicador (209) para multiplicar la señal de salida del PLC y el error; un segundo amplificador (213) para amplificar un valor de resultado de la multiplicación; y un segundo integrador (217) para integrar un valor de resultado de la amplificación.
6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la unidad de corrección de error corrige el error de la señal de entrada del PLC mediante el uso de la señal de entrada de referencia (u_c), la señal de salida del PLC, el primer parámetro de estimación y el segundo parámetro de estimación.
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la unidad de corrección de error corrige el error de la señal de entrada del PLC mediante el uso de los resultados del cálculo que se obtienen mediante la aplicación del primer parámetro de estimación a la señal de entrada de referencia (u_c) y la aplicación del segundo parámetro de estimación a la señal de salida del PLC, de modo que la señal de entrada del PLC se iguale con la señal de entrada de referencia (u_c), y transmite la señal de entrada del PLC corregida a la primera unidad de operación (201; 301).
8. Un método para controlar una señal de manera que una señal de entrada del PLC se iguale a una señal de entrada de referencia (u_c), caracterizado porque el método comprende:
 - generar una señal de salida del PLC mediante la aplicación de una primera función de transferencia ($H_1(s)$) a la señal de entrada del PLC;
 - generar una señal de salida de referencia (y_m) mediante la aplicación de una segunda función de transferencia ($H_2(s)$) a la señal de entrada de referencia (u_c);
 - calcular un error de la señal de entrada del PLC mediante el uso de la señal de salida del PLC y la señal de salida de referencia (y_m); calcular un parámetro de estimación mediante el uso de la señal de entrada de referencia (u_c), la señal de salida del PLC y el error; y
 - corregir el error mediante el uso del parámetro de estimación, de modo que la señal de entrada del PLC se iguale con la señal de entrada de referencia (u_c).
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el cálculo del error incluye calcular un valor de diferencia entre la señal de entrada del PLC y la señal de salida de referencia (y_m).
10. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el cálculo del parámetro de estimación incluye:
 - calcular un primer parámetro de estimación mediante el uso de la señal de entrada de referencia (u_c) y el error;

y calcular un segundo parámetro de estimación mediante el uso de la señal de salida del PLC y el error.

- 5
11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el cálculo del primer parámetro de estimación incluye:
multiplicar la señal de entrada de referencia (u_c) y el error;
amplificar un valor de resultado de la multiplicación; e
integrar un valor de resultado de la amplificación.
- 10
12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la generación de la señal de salida del PLC incluye
aplicar la primera función de transferencia ($H_1(s)$) a la señal de entrada del PLC corregida para igualarla a la
señal de entrada de referencia (u_c).
- 15
13. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el cálculo del segundo parámetro de estimación
incluye:
multiplicar la señal de salida del PLC y el error;
amplificar un valor de resultado de la multiplicación; e
integrar un valor de resultado de la amplificación.
- 20
14. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la corrección del error de la señal de entrada del PLC
incluye emplear los resultados de cálculo que se obtienen mediante la aplicación del primer parámetro de
estimación a la señal de entrada de referencia (u_c) y aplicar el segundo parámetro de estimación a la señal de
salida del PLC, de modo que la señal de entrada del PLC se iguale con la señal de entrada de referencia (u_c).

Figura 1



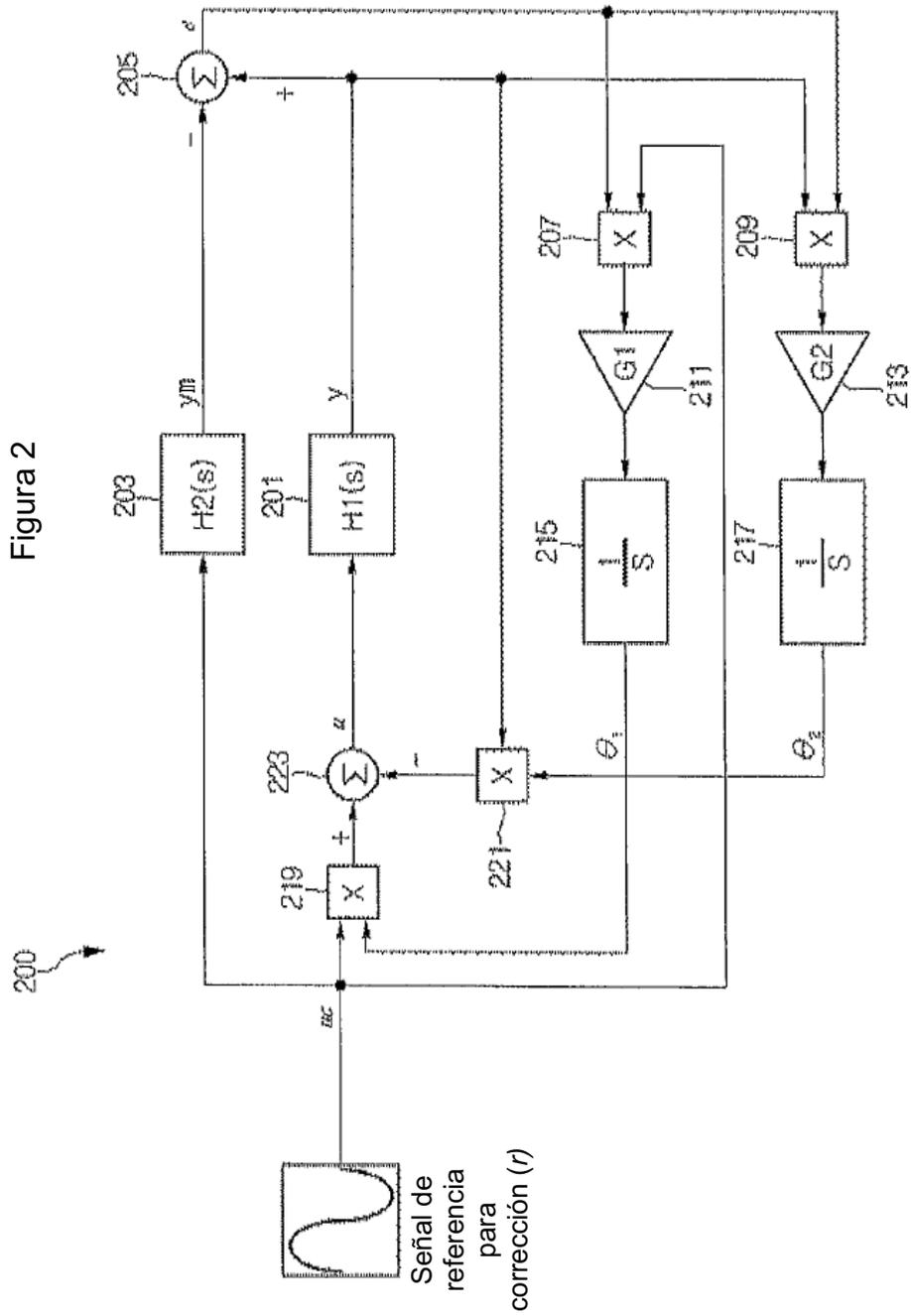


Figura 2

Figura 3

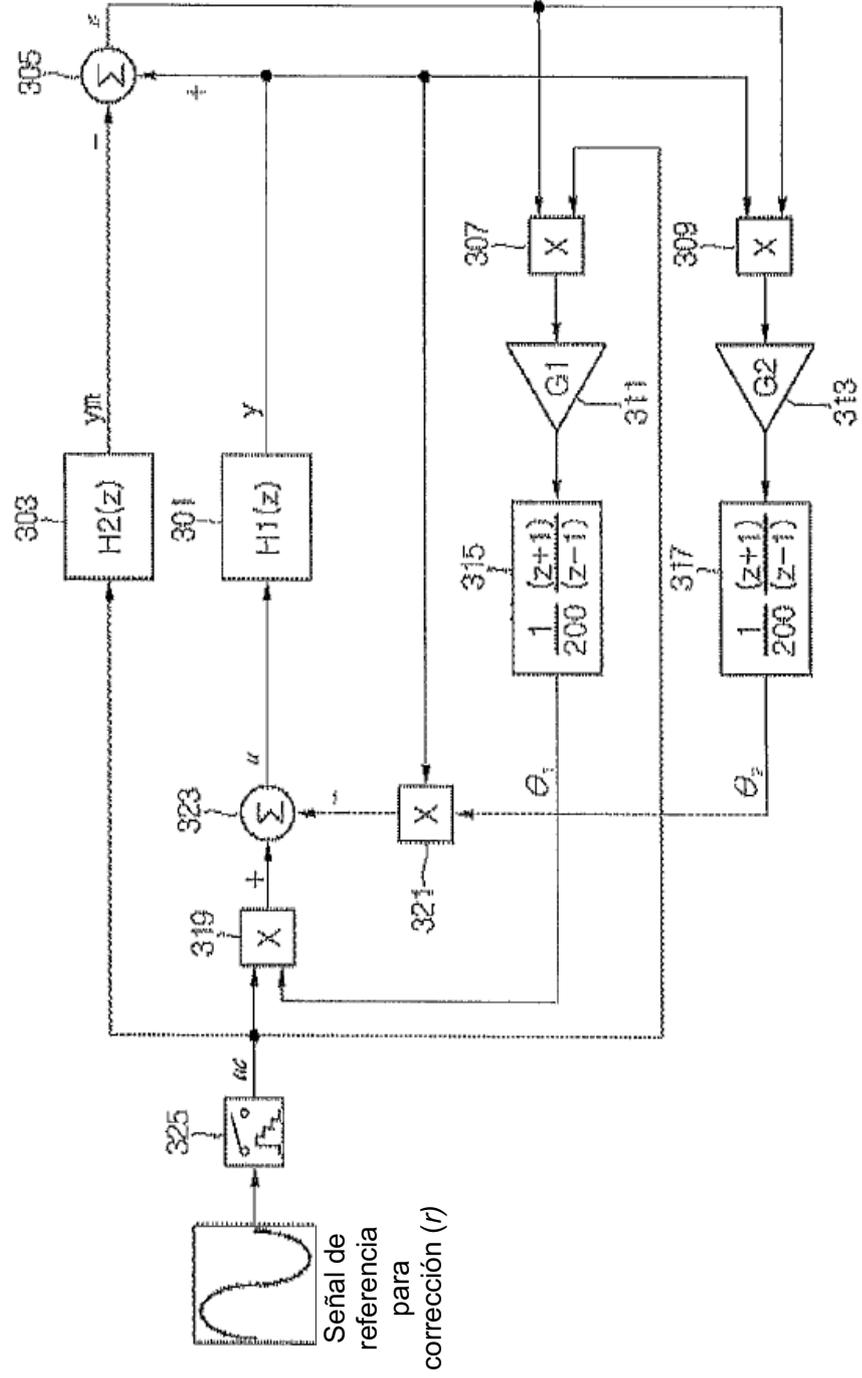


Figura 4

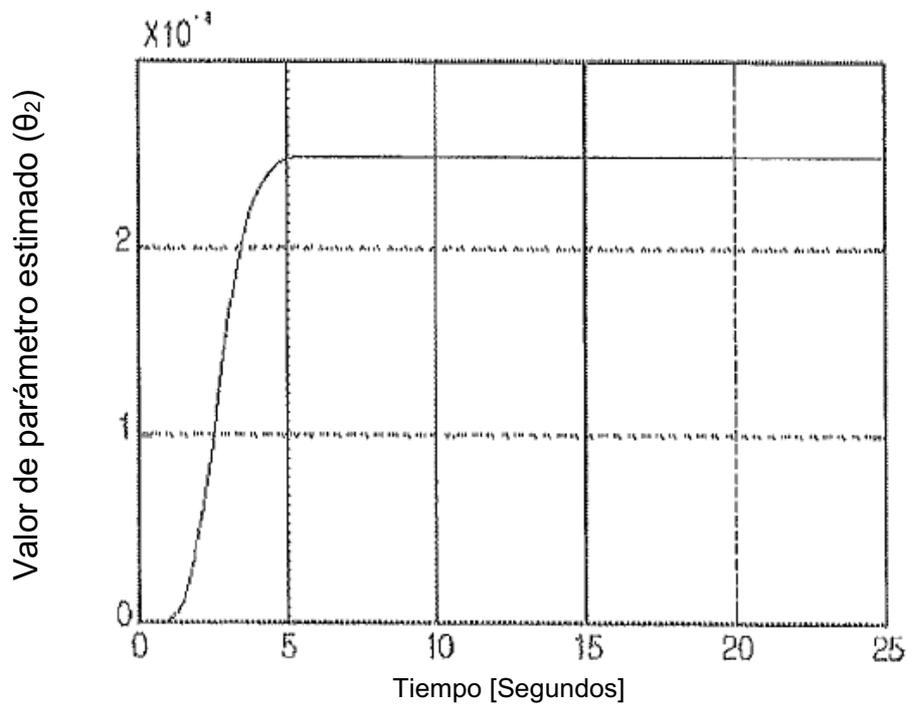
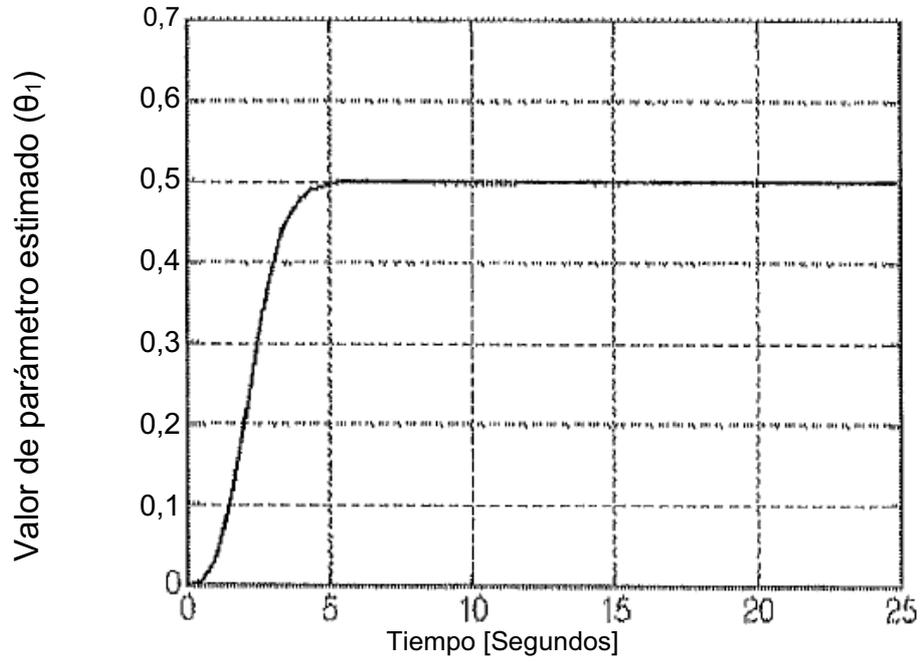


Figura 5

