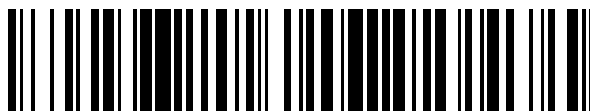


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 125**

51 Int. Cl.:

G05B 13/04 (2006.01)

G05B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2010** **E 10194480 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018** **EP 2339416**

54 Título: **Sistema y procedimiento de control de una máquina**

30 Prioridad:

16.12.2009 US 639428

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

18.04.2018

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

SCHOLTE-WASSINK, HARTMUT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 664 125 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 de control de una máquina

5 La presente invención se refiere, en general, a un sistema de control de una máquina. En concreto, la presente invención describe y permite que se pueda utilizar un controlador con una máquina, por ejemplo, un generador o un motor, para regular la operación de la máquina de acuerdo con unos parámetros deseados.

Determinadas máquinas, como por ejemplo motores y generadores típicamente incluyen un sistema de control para regular diversos parámetros de la máquina. Por ejemplo, un motor puede incluir un sistema de control que regule el par de torsión o la velocidad del motor para impedir que el motor se sobrecaliente. De modo similar, un generador puede incluir un controlador que regule la corriente o la tensión producida por el generador.

10 En la técnica son conocidos diversos circuitos y procedimientos para controlar máquinas. Por ejemplo, un sistema de control puede operar esencialmente de acuerdo con un procedimiento empírico emitiendo una señal de control para alterar la operación de la máquina y, a continuación, modificando la magnitud de la señal de control en base a la respuesta de la máquina a la señal de control. Por ejemplo, un controlador que intente elevar la tensión de salida de un generador puede emitir una señal de control inicial y, a continuación, ajustar esa señal de control inicial
15 dependiendo del cambio resultante de la tensión de salida del generador. Aunque sencillo en su técnica, este procedimiento empírico típicamente requiere más tiempo para conseguir el nivel operativo deseado de la máquina, y puede traducirse en un barrido excesivo hasta que la máquina se estabilice en el nivel operativo deseado.

Un sistema de optimización y control convencional adaptativo - predictivo se describe en el documento US 5,841,652.

20 Para evitar los inconvenientes del procedimiento empírico, algunos sistemas de control pueden incluir programaciones o conjuntos de circuitos que modelen la operación de la máquina. El sistema de control accede a las programaciones o a los conjuntos de circuitos para generar una señal de control apropiada que altere de manera eficaz y precisa la operación de la máquina para obtener el valor del parámetro deseado. En algunos casos, los programas o el conjunto de circuitos pueden ser genéricos respecto de una entera clase de máquinas, mientras que
25 en otros casos, los programas o conjuntos de circuitos pueden estar diseñados de manera específica para cada tipo de máquina o, más concretamente, para una máquina concreta entre una clase de máquinas.

La capacidad del sistema de control para regular de manera precisa y eficaz la máquina depende directamente de la capacidad del programa o del conjunto de circuitos para modelar con precisión la operación de la máquina concreta. Por ejemplo, en el campo de los generadores de turbinas eólicas, existen muchos diseños de generador diferentes
30 que hacen posible una obtención de potencia óptima al variar las situaciones medioambientales. Existen muchas diferencias (por ejemplo, la longitud, el equilibrio y el paso de las palas rotatorias) entre los diversos diseños de generador e incluso entre generadores específicos de cada diseño. Así mismo, variables específicas para cada instalación (por ejemplo, la velocidad del viento, la presión atmosférica y la humedad) pueden cambiar con el tiempo o con las estaciones para modificar el rendimiento de los generadores individuales. Por último, los cambios del generador a lo largo de la vida útil del mismo (por ejemplo, la fricción, la corrosión, los cambios del equilibrio) pueden
35 alterar las características operativas del generador.

Por tanto, existe la necesidad de un sistema de control mejorado para máquinas. En teoría, el sistema de control mejorado puede incluir un modelo de las características operativas de la máquina que pueda ser actualizado o ajustado para reflejar el rendimiento real de la máquina a lo largo del tiempo.

40 Diversos aspectos y ventajas de la invención se definen más adelante en la descripción subsecuente, o pueden resultar evidentes a partir de la descripción, o pueden ser conocidas mediante la práctica de la invención.

La presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

Los expertos en la materia apreciarán mejor las características y aspectos de dichas formas de realización y otras adicionales, tras el examen de la memoria descriptiva.

45 A continuación se describirán diversos aspectos y formas de realización de la presente invención en conexión con los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques simplificado de un sistema de control de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

50 la Figura 2 muestra un diagrama de bloques simplificado del sistema de control mostrado en la Figura 1 después de cumplir con un umbral predeterminado;

la Figura 3 muestra un diagrama de bloques simplificado de un sistema de control;

la Figura 4 muestra un diagrama de bloques simplificado del sistema de control mostrado en la Figura 3 después de cumplir con un umbral predeterminado;

la Figura 5 muestra un diagrama de bloques simplificado de un sistema de control; y

la Figura 6 muestra un diagrama de bloques simplificado del sistema de control mostrado en la Figura 5 después de cumplir con un umbral predeterminado.

5 A continuación se hará referencia con detalle a las formas de realización consideradas, de las cuales se ilustran uno o más ejemplos en los dibujos que se acompañan. La descripción detallada utiliza designaciones numéricas y alfabéticas para referirse a características de los dibujos. Las mismas o similares designaciones de los dibujos y de la descripción se han utilizado para referirse a las mismas o diferentes partes de la invención.

10 Cada ejemplo se proporciona como explicación de la invención no de limitación de la misma. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una forma de realización pueden ser utilizadas en otra forma de realización para obtener una forma de realización adicional. Así, se pretende que dicha invención ampare dichas modificaciones y variantes en cuanto queden incluidas en el alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

15 Las Figuras 1 y 2 muestran un diagrama de bloques simplificado de un sistema 10 de control de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. La Figura 1 muestra unas líneas de comunicación del sistema 10 de control durante un primer ciclo, y la Figura 2 muestra las líneas de comunicación del sistema 10 durante un segundo ciclo o posteriores después de cumplir con un umbral predeterminado. Las líneas continuas de cada figura representan las líneas de comunicación activas, mientras que las líneas de trazo discontinuo de cada figura representan las líneas de comunicación inactivas.

20 Aunque la presente forma de realización se ilustra y se describe en el contexto de un generador 12 de turbina eólica, el experto en la materia advertirá que los conceptos, estructura y procedimientos descritos en la presente solicitud se aplicarían igualmente a cualquier generador, motor u otra máquina.

25 Como se muestra en la Figura 1, el sistema 10 incluye un dispositivo 14 de entrada, un primer controlador 16, y un segundo controlador 18. El dispositivo 14 de entrada puede incluir cualquier estructura para proporcionar una interfaz entre un usuario y el sistema 10. Por ejemplo, el dispositivo 14 de entrada puede incluir un teclado, un ordenador, un terminal, una unidad de cinta y / o cualquier otro dispositivo para recibir una entrada de un usuario y suministrar la salida al sistema 10. El dispositivo 14 de entrada genera una señal 20 de entrada que lleva un parámetro operativo deseado hasta el generador 12 de turbina eólica. El parámetro operativo puede ser cualquier parámetro mensurable generado por el generador 12 de turbina eólica, como por ejemplo la tensión, la corriente, la potencia o el par de torsión.

30 El primero 16 y el segundo 18 controladores pueden incluir diversos componentes tales como unos elementos 22 de memoria / medios y / o coprocesadores 24 que almacenen datos, almacenen instrucciones software y / o ejecuten subrutinas requeridas por el respectivo controlador. Los diversos elementos de memoria / medios pueden ser una o más variantes de medios legibles por ordenador, por ejemplo, pero no limitados a, cualquier combinación de memoria volátil (por ejemplo RAM, DRAM, SRAM, etc.), memoria no volátil (por ejemplo, unidades flash, unidades de disco duro, cintas magnéticas, CD-ROM, DVD-ROM, etc.), y / u otros dispositivos de memoria (por ejemplo, disquetes, medios de almacenamiento de tipo magnético, medios de almacenamiento ópticos, etc.). Los controladores respectivos pueden acceder a los datos y / o a las instrucciones software almacenadas en los elementos de memoria / medios asociados. Cualquier posible variante de almacenamiento de datos y de configuraciones de procesadores podrán ser advertidas por el experto en la materia.

40 El sistema 10 opera sobre una base cíclica. Durante un ciclo, el primer controlador 16 regula la operación del generador 12 de turbina eólica, y el segundo controlador 18 recibe las señales de realimentación para refinar su capacidad para predecir con precisión la operación del generador 12 de turbina eólica. Cuando se cumple con un umbral predeterminado durante el primero o posteriores ciclos, la operación del primero 16 y segundo 18 controladores se conmuta de manera que el segundo controlador 18 regula el generador 12 de turbina eólica mientras el primer controlador 16 recibe las señales de realimentación.

45 Por ejemplo, durante el primero ciclo mostrado en la Figura 1, el primer controlador 16 recibe la señal 20 de entrada procedente del dispositivo 14 de entrada y una primera señal 26 de parámetro procedente del generador 12 de turbina eólica. La primera señal 26 de parámetro lleva un parámetro medido del generador 12 de turbina eólica, por ejemplo la tensión o la corriente, tomado en un primer momento. El primer controlador 16 puede acceder al elemento 22 de memoria / medios o al coprocesador 24, como se describió anteriormente, para generar una señal 28 de control hacia el generador 12 de turbina eólica en base a la señal 20 de entrada y a la primera señal 26 de parámetro. La señal 28 de control lleva las informaciones o instrucciones al generador 12 de turbina eólica para alterar la operación del generador 12 de turbina eólica y, de esta manera, modificar el valor del parámetro medido. Por ejemplo, la señal 20 de entrada puede conducir una tensión de salida deseada de 400 voltios, y la primera señal 26 de parámetro puede indicar una tensión de salida procedente del generador 12 de turbina eólica de 398 voltios. Utilizando los datos y / o instrucciones almacenadas en el elemento 22 de memoria / medios y / o en el coprocesador 24, el primer controlador 16 puede generar la señal 28 de control hacia el generador 12 de turbina

ES 2 664 125 T3

eólica que modifique el campo de excitación del generador 12 de turbina eólica para incrementar la tensión de salida de 398 voltios a 400 voltios.

De manera sustancialmente simultánea, durante el primer ciclo, el segundo controlador 18 recibe la primera señal 26 de parámetro procedente del generador 12 de turbina eólica y la señal 28 de control procedente del primer controlador 16. El segundo controlador 18 puede acceder al elemento 22 de memoria / medias o al coprocesador 24, según se describió anteriormente, para generar una señal 30 de parámetro prevista en base a la primera señal 26 de parámetro y a la señal 28 de control. La señal 30 de parámetro prevista lleva la respuesta anticipada del generador 12 de turbina eólica hacia la señal 28 de control. Por ejemplo, si la primera señal 26 de parámetro condujo una tensión de salida de 398 voltios, y la señal 28 de control incrementó el campo de excitación en 2 milivoltios, el segundo controlador 18 puede pronosticar que, en respuesta a la señal 28 de control, el generador 12 de turbina eólica producirá una nueva tensión de salida de 399 voltios (esto es, la señal 30 de parámetro prevista).

El sistema 10 mostrado en las Figuras 1 y 2, incluye además un circuito 32 de retardo, un circuito 34 de realimentación, y un comparador 36 para proporcionar una realimentación a los primero 16 o segundo 18 controladores. El circuito 32 de retardo, el circuito 34 de realimentación y el comparador 36 pueden residir en los primero 16 y / o segundo 18 controladores y utilizar las capacidades de procesamiento y / o los elementos de memoria / medios disponibles en el primero 16 y / o segundo 18 controladores. Como alternativa, el circuito 32 de retardo, el circuito 34 de realimentación y / o el comparador 36 pueden ser implementados mediante una lógica de hardware u otro conjunto de circuitos, incluyendo, pero no limitados a, circuitos específicos de la aplicación.

El circuito 32 de retardo recibe la primera señal 26 de parámetro e indiza la primera señal 26 de parámetro al mismo tiempo en que el primer parámetro fue medido. El circuito 32 de retardo produce una segunda señal 38 de parámetro indizada en un segundo momento, y la segunda señal 38 de parámetro corresponde al parámetro medido después de que el generador 12 de turbina eólica haya recibido y actuado sobre la señal 28 de control.

El circuito 34 de realimentación recibe la segunda señal 38 de parámetro procedente del circuito 32 de retardo y la señal 30 de parámetro prevista procedente del segundo controlador 18. El circuito 34 de realimentación compara la segunda señal 38 de parámetro con la señal 30 de parámetro prevista y genera una señal 40 de realimentación. El comparador 36 recibe la señal 40 de realimentación y transmite la señal 40 de realimentación al segundo controlador 18 si no se cumple con un umbral predeterminado. El umbral predeterminado puede ser un intervalo de tiempo, una magnitud aceptable para la señal 40 de realimentación o cualquier otra métrica que indique la capacidad del segundo controlador 18 para predecir con precisión la respuesta del generador 12 de turbina eólica a la señal 28 de control. De esta manera, si no se cumple con el umbral predeterminado durante el primer ciclo, el comparador 36 transmite la señal 40 de realimentación al segundo controlador 18, y el segundo controlador 18 puede entonces utilizar la señal 40 de realimentación para actualizar los datos almacenados o el programa para refinar la capacidad del segundo controlador 18 para predecir con precisión la respuesta del generador 12 de turbina eólica hacia la señal 28 de control.

Si se cumple con el umbral predeterminado durante el primer ciclo, el comparador 36 envía una señal 42 a un conmutador 44 para cambiar la operación de los primero 16 y segundo 18 controladores para el segundo o posteriores ciclos, como se muestra en la Figura 2. Durante el segundo o posteriores ciclos, el segundo controlador 18 recibe la primera señal 20 de entrada y la primera señal 26 de parámetro y genera la señal 28 de control hacia el generador 12 de turbina eólica en base a la señal 20 de entrada y a la primera señal 26 de parámetro. De modo similar, durante el segundo o posteriores ciclos, el primer controlador 16 recibe la señal 26 de parámetro y la señal 28 de control (ahora desde el segundo controlador 18) y genera la señal 30 de parámetro pronostica en base a la primera señal 26 de parámetro y a la señal 28 de control. Durante el segundo ciclo, el comparador 36 transmite la señal 40 de realimentación al primer controlador 16 si no se cumple con el umbral predeterminado.

Durante la operación, el sistema 10 utiliza uno de los primero 16 o segundo 18 controladores para regular el generador 12 de turbina eólica, mientras el otro de los segundo 18 o primero 16 controladores recibe las señales de realimentación para refinar la capacidad del controlador para predecir con precisión la respuesta del generador de turbina eólica a la señal 28 de control. Por ejemplo, durante el primer ciclo, el primer controlador 16 recibe la señal 20 de entrada y la primera señal 26 de parámetro y genera la señal 28 de control hacia el generador 12 de turbina eólica para modificar el primer parámetro para igualar la señal 20 de entrada. De manera sustancialmente simultánea el segundo controlador 18 recibe la primera señal 26 de parámetro y la señal 28 de control procedente del primer controlador 16 y genera la señal 30 de parámetro prevista que estima la respuesta del generador 12 de turbina eólica a la señal 28 de control procedente del primer controlador 16. El circuito 32 de retardo produce la segunda señal 38 de parámetro indizada en la salida del generador 12 de turbina eólica después de que el generador 12 de turbina eólica responda a la señal 28 de control. El circuito 34 de realimentación compara la señal 30 de parámetro prevista con la segunda señal 38 de parámetro, y si no se cumple con el umbral predeterminado (por ejemplo, un intervalo de tiempo o una diferencia máxima entre la señal 30 de parámetro prevista y la segunda señal 38 de parámetro), entonces el comparador 36 retransmite la señal 40 de realimentación hasta el segundo controlador 18. La señal 40 de realimentación actualiza entonces los datos y / o el programa almacenado en el segundo controlador 18 para refinar o mejorar la capacidad del segundo controlador 18 para predecir con precisión la respuesta del generador 12 de turbina eólica a la señal 28 de control (esto es, reducir la diferencia entre la señal 30 de parámetro prevista y la segunda señal 38 de parámetro). El sistema 10 continúa operando en los ciclos

posteriores con el primer controlador 16 que regula el generador 12 de turbina eólica y con el segundo controlador 18 que recibe las señales 40 de realimentación adicionales hasta que se cumpla con el umbral predeterminado.

5 Cuando el umbral predeterminado no se cumple, el comparador 36 envía una señal 42 para conmutar la operación de los primero 16 y segundo 18 controladores durante los posteriores ciclos, como se muestra en la Figura 2. Durante el segundo o posteriores ciclos, el segundo controlador 18 recibe ahora la señal 20 de entrada procedente del dispositivo 14 de entrada y la primera señal 26 de parámetro procedente del generador 12 de turbina eólica y genera la señal 28 de control hacia el generador 12 de turbina eólica. Durante el segundo o posteriores ciclos, el primer controlador 16 recibe la primera señal 26 de parámetro procedente del generador 12 de turbina eólica y la señal 28 de control procedente del segundo controlador 18 y genera la señal 30 de parámetro prevista. El circuito 32 de retardo genera la segunda señal 38 de parámetro, según lo anteriormente analizado, y el circuito 34 de realimentación compara la segunda señal 38 de parámetro con la señal 30 de parámetro prevista procedente del primer controlador 16 para generar la señal 40 de realimentación. Durante el segundo o posteriores ciclos, el comparador 36 transmite la señal 40 de realimentación al primer controlador 16 si no se cumple con el umbral predeterminado. De esta manera, durante el segundo o posteriores ciclos, el segundo controlador 18 regula la operación del generador 12 de turbina eólica, mientras el primer controlador 16 recibe las señales 40 de realimentación para refinar o mejorar la capacidad del primer controlador 16 para predecir con precisión la respuesta del generador 12 de turbina eólica a la señal 28 de control. Cuando se cumple con el umbral predeterminado durante el segundo o posteriores ciclos, el comparador 36 transmite la señal 42 al conmutador 44, y las líneas de comunicación cambian de nuevo a la configuración, como se muestra en la Figura 1, y el proceso se repite.

20 Las Figuras 3 y 4 muestran un sistema 50 para controlar una máquina 52. El sistema 50 incluye de nuevo un dispositivo 54 de entrada según lo anteriormente analizado. Así mismo, el sistema 50 incluye un controlador 56, un primer modelo 58, y un segundo modelo 60. El controlador 56, el primer modelo 58 y el segundo modelo 60 pueden ser implementados utilizando procesadores y / o elementos de memoria / medios, según lo antes analizado con respecto a los primero 16 y segundo 18 controladores descritos e ilustrados en las Figuras 1 y 2.

25 En las Figuras 3 y 4, el controlador 56 recibe una señal 62 de entrada procedente del dispositivo 54 de entrada y una primera señal 64 de parámetro procedente de la máquina 52. La primera señal 64 de parámetro lleva un parámetro medido de la máquina 52, por ejemplo una tensión o una corriente, tomado en un primer momento. El controlador 56 genera una señal 66 de solicitud que busca la información requerida para generar una señal 68 de control que modifique la primera señal 64 de parámetro para igualar la señal 62 de entrada. Por ejemplo, si la señal 62 de entrada lleva una velocidad deseada de 500 rpm y la primera señal 64 de parámetro lleva una velocidad medida de 450 rpm, la señal 66 de solicitud busca la información que puede ser utilizada para generar la señal 68 de control para modificar la velocidad real de 450 rpm a 500 rpm.

30 Durante un primer ciclo, el primer modelo 58 recibe la señal 66 de solicitud procedente del controlador 56 y accede a los datos y / o instrucciones almacenados para generar una señal 70 de respuesta. La señal 70 de respuesta lleva la información hacia el controlador 56 de forma que el controlador 56 pueda generar las señales 68 de control para modificar la salida de la máquina 52 para que coincida con el parámetro operativo deseado conducido por la señal 62 de entrada.

35 Sustancialmente de manera simultánea durante este primer ciclo, el segundo modelo 60 recibe la primera señal 64 de parámetro procedente de la máquina 52 y la señal 68 de control procedente del controlador 56. El segundo modelo 60 accede a los datos y / o instrucciones almacenados para generar una señal 72 de parámetro prevista que estime la respuesta de la máquina 52 que calcule la respuesta de la máquina 52 hacia la señal 68 de control.

40 El sistema 50 incluye un circuito 74 de retardo, el circuito 76 de realimentación y el comparador 78, según lo anteriormente analizado con respecto la forma de realización ilustrada en las Figuras 1 y 2. El circuito 74 de retardo genera una segunda señal 80 de retardo indizada en un segundo elemento, y la segunda señal 80 de parámetro corresponde al parámetro medido después de que la máquina 52 haya recibido y actuado sobre la señal 68 de control. El circuito 76 de realimentación compara la segunda señal 80 de parámetro con la señal 72 de parámetro prevista para generar una señal 182 de realimentación. El comparador 78 transmite la señal 182 de realimentación al segundo modelo 60 si no se cumple con un umbral predeterminado. El sistema 50 continúa operando durante los ciclos posteriores, proporcionando el primer modelo 58 la señal 70 de respuesta al controlador 56 y proporcionando el segundo modelo 60 la señal 72 de parámetro prevista hacia el circuito 46 de realimentación hasta que se cumpla con el umbral predeterminado. Cuando se cumple con el umbral predeterminado, el comparador 78 envía una señal 180 a un conmutador 82 para modificar las líneas de comunicación entre los componentes del sistema 50 como se muestra en la Figura 4.

45 El sistema 50 incluye un circuito 74 de retardo, el circuito 76 de realimentación y el comparador 78, según lo anteriormente analizado con respecto la forma de realización ilustrada en las Figuras 1 y 2. El circuito 74 de retardo genera una segunda señal 80 de retardo indizada en un segundo elemento, y la segunda señal 80 de parámetro corresponde al parámetro medido después de que la máquina 52 haya recibido y actuado sobre la señal 68 de control. El circuito 76 de realimentación compara la segunda señal 80 de parámetro con la señal 72 de parámetro prevista para generar una señal 182 de realimentación. El comparador 78 transmite la señal 182 de realimentación al segundo modelo 60 si no se cumple con un umbral predeterminado. El sistema 50 continúa operando durante los ciclos posteriores, proporcionando el primer modelo 58 la señal 70 de respuesta al controlador 56 y proporcionando el segundo modelo 60 la señal 72 de parámetro prevista hacia el circuito 46 de realimentación hasta que se cumpla con el umbral predeterminado. Cuando se cumple con el umbral predeterminado, el comparador 78 envía una señal 180 a un conmutador 82 para modificar las líneas de comunicación entre los componentes del sistema 50 como se muestra en la Figura 4.

50 Como se muestra en la Figura 4, durante un segundo o posterior ciclos, el segundo modelo 60 recibe la señal 66 de solicitud procedente del controlador 56 y genera la señal 70 de respuesta en base a la señal 66 de solicitud. Durante el segundo o posteriores ciclos, el primer modelo 58 recibe la primera señal 64 de parámetro procedente de la máquina 52 y la señal 68 de control procedente del controlador 56 y genera la señal 72 de parámetro prevista. Durante el segundo o posteriores ciclos, el comparador 78 transmite la señal 182 de realimentación hacia el primer modelo 58 si no se cumple con el umbral predeterminado. De esta manera, durante el segundo o posteriores ciclos, el controlador 56 regula el parámetro operativo de la máquina 52 en base a la información suministrada por el

segundo modelo 60, mientras el primer modelo 58 recibe las señales 182 de realimentación para refinar o mejorar la capacidad del primer modelo 58 para predecir con exactitud la respuesta de la máquina a la señal 68 de control. Como se analizó anteriormente con respecto a la forma de realización mostrada en las Figuras 1 y 2, el umbral predeterminado puede ser un intervalo de tiempo, una magnitud de la señal de realimentación u otro indicativo métrico de la capacidad del primer modelo 58 para predecir con exactitud la respuesta de la máquina a la señal 68 de control.

Las Figuras 5 y 6 muestran un sistema 90 para controlar una máquina 92. El sistema 90 de nuevo incluye un dispositivo 94 de entrada, un controlador 96, un primer modelo 98, y un segundo modelo 100, como se describió anteriormente con respecto a las Figuras 3 y 4. En las Figuras 5 y 6, el primer modelo 98 recibe una señal 102 de entrada procedente del dispositivo 94 de entrada y la primera señal 104 de parámetro procedente de la máquina 92. El primer modelo 98 accede a los datos y / o instrucciones almacenados para producir una señal 106 de respuesta en base a la señal 102 de entrada y a la primera señal 104 de parámetro. Por ejemplo, si la señal 102 de entrada lleva una velocidad deseada de 100 rpm y la primera señal de parámetro lleva una velocidad medida de 110 rpm, el primer modelo 98 genera una señal 106 de respuesta al controlador 96 que incluye la información necesaria para que el controlador 96 genere una señal 108 de control apropiada para modificar la velocidad operativa de la máquina de 110 rpm a 100 rpm.

Sustancialmente de manera simultánea durante el primer ciclo, el segundo modelo 100 recibe la primera señal 104 de parámetro procedente de la máquina y la señal 108 de control procedente del controlador 96. El segundo modelo 100 accede a los datos y / o instrucciones almacenados para generar una señal 112 de parámetro pronostica que representa el cálculo del segundo modelo 100 de la respuesta de la máquina 92 a la señal 108 de control.

El sistema de nuevo incluye un circuito 114 de retardo, el circuito 116 de realimentación y el comparador 118 según lo anteriormente descrito con respecto a las Figura 1 a 4. El circuito 114 de retardo genera una segunda señal 120 de parámetro indizada en un segundo momento, y la segunda señal 120 de parámetro corresponde al parámetro medido después de que la máquina 92 haya recibido y actuado sobre la señal 108 de control. El circuito 116 de realimentación compara la segunda señal 120 de parámetro con la señal 112 de parámetro prevista para generar una señal 122 de realimentación. El comparador 118 transmite la señal 122 de realimentación al segundo modelo 100 si no se cumple con un umbral predeterminado. La señal 122 de realimentación refina los datos y / o instrucciones almacenados en el segundo modelo 100 para hacer posible que el segundo modelo 100 prediga con mayor exactitud la respuesta de la máquina 92 a la señal 108 de control. El sistema 90 continúa operando durante los posteriores ciclos, proporcionando el primer modelo 98 la señal 106 de respuesta al controlador 96 y proporcionando el segundo modelo 100 la señal 112 de parámetro prevista al circuito 116 de realimentación hasta que se cumpla con el umbral predeterminado. Cuando se cumple con el umbral predeterminado, el comparador 118 envía una señal 124 a un conmutador 126 para modificar las líneas de comunicación entre los componentes del sistema 90 como se muestra en la Figura 6.

Como se muestra en la Figura 6, durante el segundo o posteriores ciclos, el segundo modelo 100 recibe la señal 102 de entrada procedente del dispositivo 94 de entrada y la primera señal 104 de parámetro procedente de la máquina 92. El segundo modelo 100 accede a los datos y / o instrucciones almacenados para generar la señal 106 de respuesta en base a la señal 102 de entrada y a la primera señal 104 de parámetro. Durante el segundo o posteriores ciclos, el primer modelo 98 recibe la primera señal 104 de parámetro procedente de la máquina 92 y la señal 108 de control procedente del controlador 96. El primer modelo 98 accede a los datos y / o instrucciones almacenados para predecir la respuesta de la máquina 92 a la señal 108 de control y generar la señal 112 de parámetro prevista. De esta manera, el controlador 96 regula el parámetro operativo de la máquina 92 en base a la información suministrada por el segundo modelo 100, mientras que el primer modelo 98 recibe la señal 122 de realimentación para mejorar la capacidad del primer modelo 98 para predecir con precisión la respuesta la máquina a la señal 108 de control. Cuando se cumple con el umbral predeterminado, el comparador 118 transmite la señal 124 al conmutador 126, y las líneas de comunicación entre el controlador 96, el primer modelo 98, y el segundo modelo 100 se se cambian de nuevo como se muestra en la Figura 5.

Según lo anteriormente descrito, cada forma de realización de la presente invención permite que un sistema controle un parámetro operativo de una máquina, mientras que de manera simultánea, actualiza un segundo o alternativo controlador o modelo. De esta manera, el sistema puede regular con precisión el parámetro operativo de la máquina actualizando simultáneamente el segundo controlador o modelo para que refleje las modificaciones de operación de la máquina. Como resultado de ello, el sistema es capaz de conmutar entre un primer controlador y un segundo controlador o entre un primer modelo y un segundo modelo de manera que el sistema pueda permanecer de manera fiable actualizado respecto de los cambios de las características operativas de la máquina sin que se requiera ninguna interrupción en la operación de la máquina.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema (10) de control de una máquina (12), que comprende:

a. una señal (20) de entrada, en el que la señal (20) de entrada lleva un parámetro operativo deseado de la máquina (12);

5 b. una primera señal (26) de parámetro, en el que la primera señal (26) de parámetro lleva un parámetro medido de la máquina (12) tomado en un primer momento;

c. un primer controlador (16), en el que durante un primer ciclo, el primer controlador (16) recibe la señal (20) de entrada y la primera señal (26) de parámetro y genera una señal (28) de control hacia la máquina (12) en base a la señal (20) de entrada y a la primera señal (26) de parámetro:

10 **caracterizado porque** el sistema (10) comprende además:

d. un segundo controlador (18), en el que durante el primer ciclo, el segundo controlador (18) recibe la primera señal (26) de parámetro y la señal (28) de control y genera una señal (30) de parámetro prevista en base a la primera señal (26) de parámetro y a la señal (28) de control;

15 e. una segunda señal (38) de parámetro, en el que la segunda señal (38) de parámetro lleva el parámetro medido de la máquina (12) tomado en un segundo momento;

f. un circuito (34) de realimentación, en el que el circuito (34) de realimentación recibe la segunda señal (38) de parámetro y la señal (30) de parámetro prevista y genera una señal (40) de realimentación en base a la segunda señal (38) de parámetro y a la señal (30) de parámetro prevista; y

20 g. un comparador (36), en el que durante el primer ciclo, el comparador (36) recibe la señal (40) de realimentación y transmite la señal (40) de realimentación al segundo controlador (18) si no se cumple con el umbral predeterminado.

2.- El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que el comparador (36) conmuta el primer controlador (16) y el segundo controlador (18) si se cumple con el umbral predeterminado durante el primer ciclo, de manera que durante un segundo ciclo:

25 a. el segundo controlador (18) recibe la señal (20) de entrada y la primera señal (26) de parámetro y genera la señal (28) de control hacia la máquina (12) en base a la señal (20) de entrada y a la primera señal (26) de parámetro;

b. el primer controlador (16) recibe la primera señal (26) de parámetro y la señal (28) de control y genera la señal (30) de parámetro prevista en base a la primera señal (26) de parámetro y a la señal (28) de control; y

30 c. el comparador (36) transmite la señal (40) de realimentación al primer controlador (16) si no se cumple con el umbral predeterminado.

3.- El sistema (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que al menos un controlador entre el primer controlador (16) y el segundo controlador (18) incluye una programación que genera la señal (30) de parámetro prevista.

35 4.- El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la señal (40) de realimentación modifica la programación que genera la señal (30) de parámetro prevista.

5.- El sistema (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el umbral predeterminado es un intervalo de tiempo.

40 6.- El sistema (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el umbral predeterminado es una magnitud aceptable para la señal (40) de realimentación.

7.- Un procedimiento de control de una máquina (12), que comprende:

a. la medición de un parámetro en un primer momento para determinar un primer valor de parámetro;

b. la comparación del primer valor de parámetro con un valor deseado;

45 c. en un primer ciclo, la transmisión de una señal (28) de control desde un primer controlador (16) hasta la máquina (12) para modificar el primer valor de parámetro; y

d. la medición del parámetro en un segundo momento para determinar un segundo valor de parámetro;

caracterizado porque el procedimiento comprende además las etapas de:

- e. en el primer ciclo, la generación de un valor de parámetro previsto en un segundo controlador (18) en base al primer valor de parámetro y a la señal (28) de control;
 - f. la comparación del valor de parámetro previsto con el segundo valor de parámetro;
 - 5 g. la generación de una señal (40) de realimentación en base al valor de parámetro previsto y al segundo valor de parámetro; y
 - h. en el primer ciclo, la transmisión de la señal (40) de realimentación hacia el segundo controlador (18) si no se cumple con un umbral predeterminado.
- 8.- El procedimiento de la reivindicación 7, que incluye además la modificación del segundo controlador (18) en base a la señal (40) de realimentación.
- 10 9.- El procedimiento de acuerdo con una cualquiera entre la reivindicación 7 o la reivindicación 8, que incluye además la conmutación del primer controlador (16) y del segundo controlador (18) si se cumple el umbral predeterminado durante el primer ciclo, y que incluye además durante un segundo ciclo:
- a. la transmisión de la señal (28) de control desde el segundo controlador (18) hasta la máquina (12);
 - 15 b. la generación del valor de parámetro previsto en el primer controlador (16) en base al primer valor de parámetro y a la señal (28) de control; y
 - c. la transmisión de la señal (40) de realimentación hacia el primer controlador (16) si no se cumple con el umbral predeterminado.
- 10.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que incluye además la modificación del primer controlador (16) en base a la señal (40) de realimentación.

20

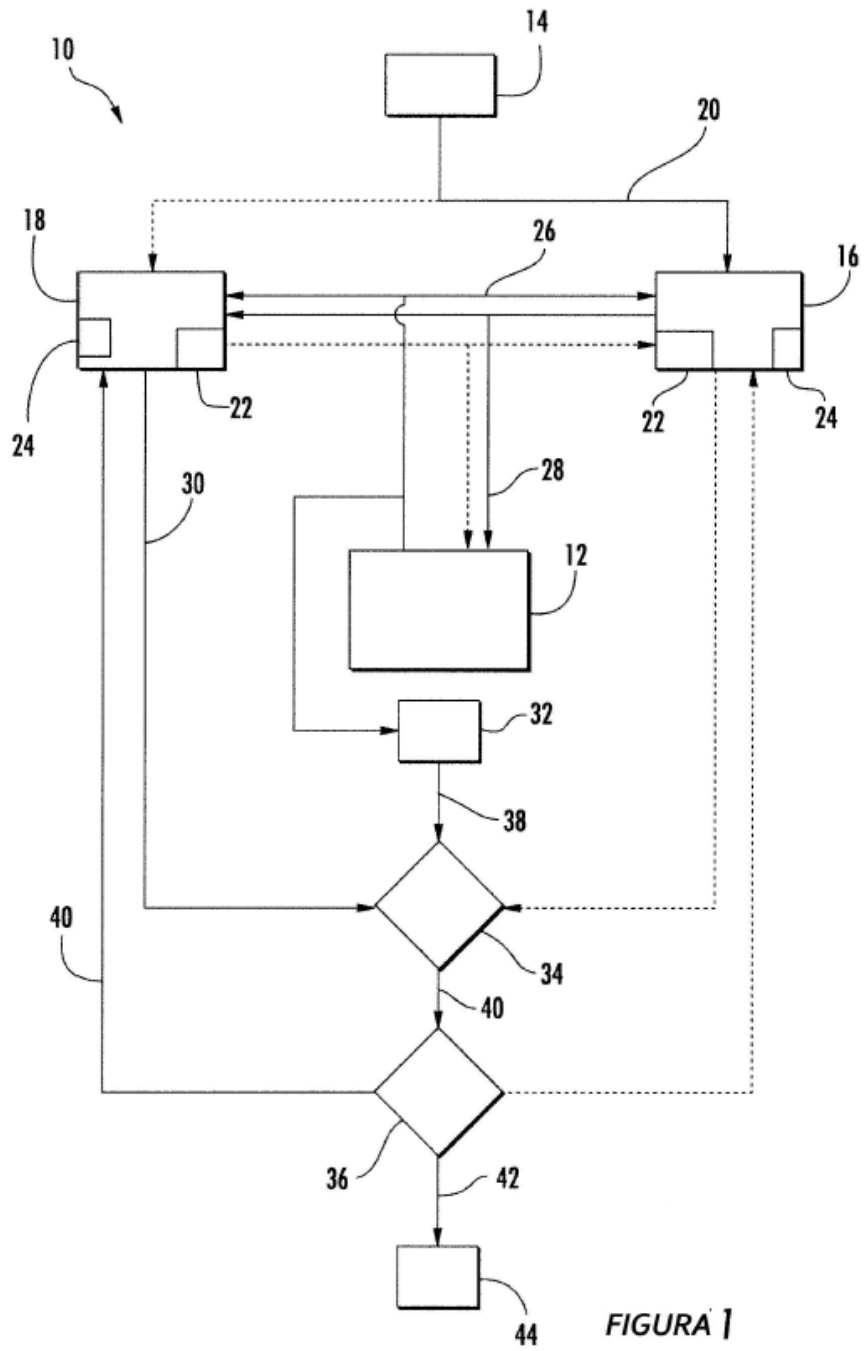


FIGURA 1

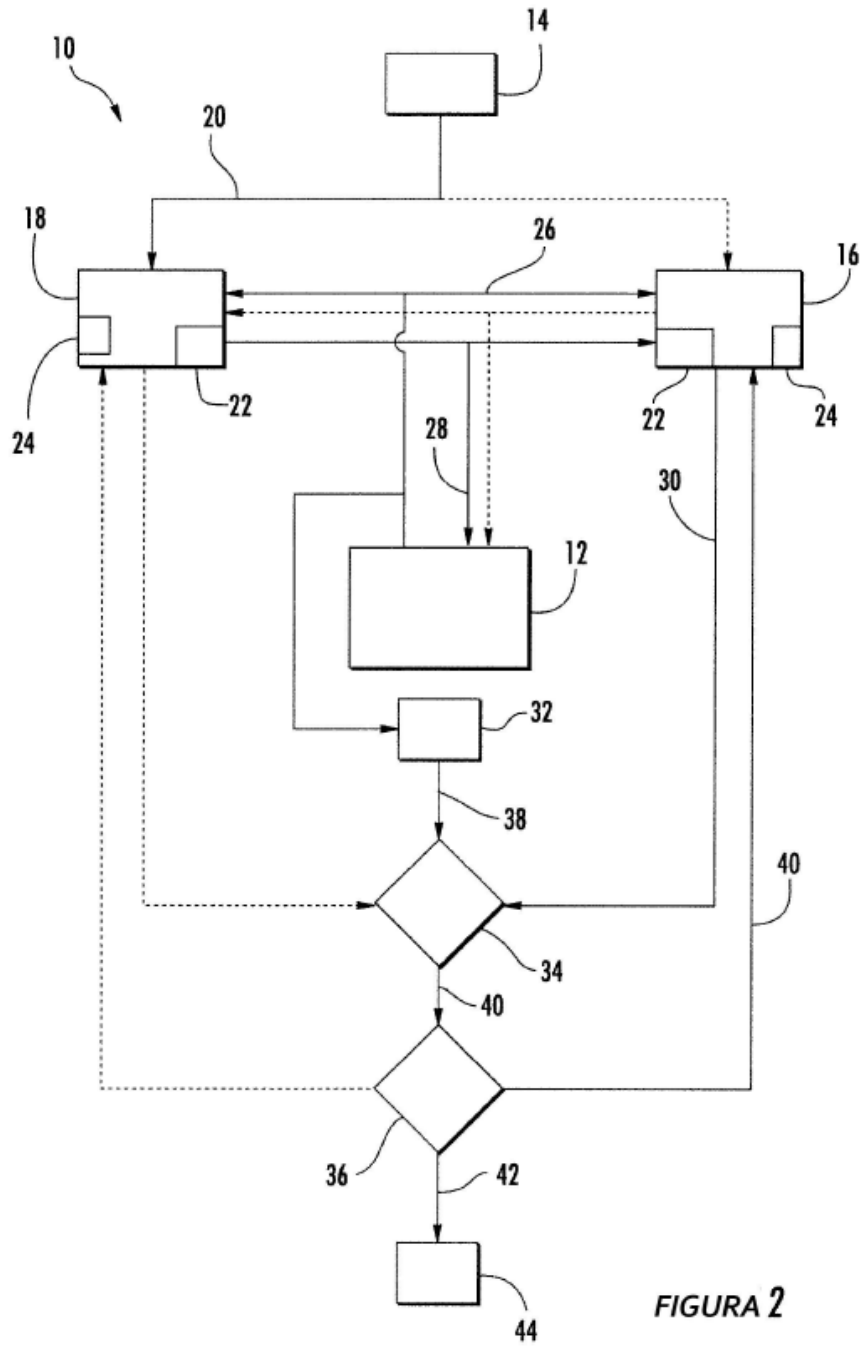


FIGURA 2

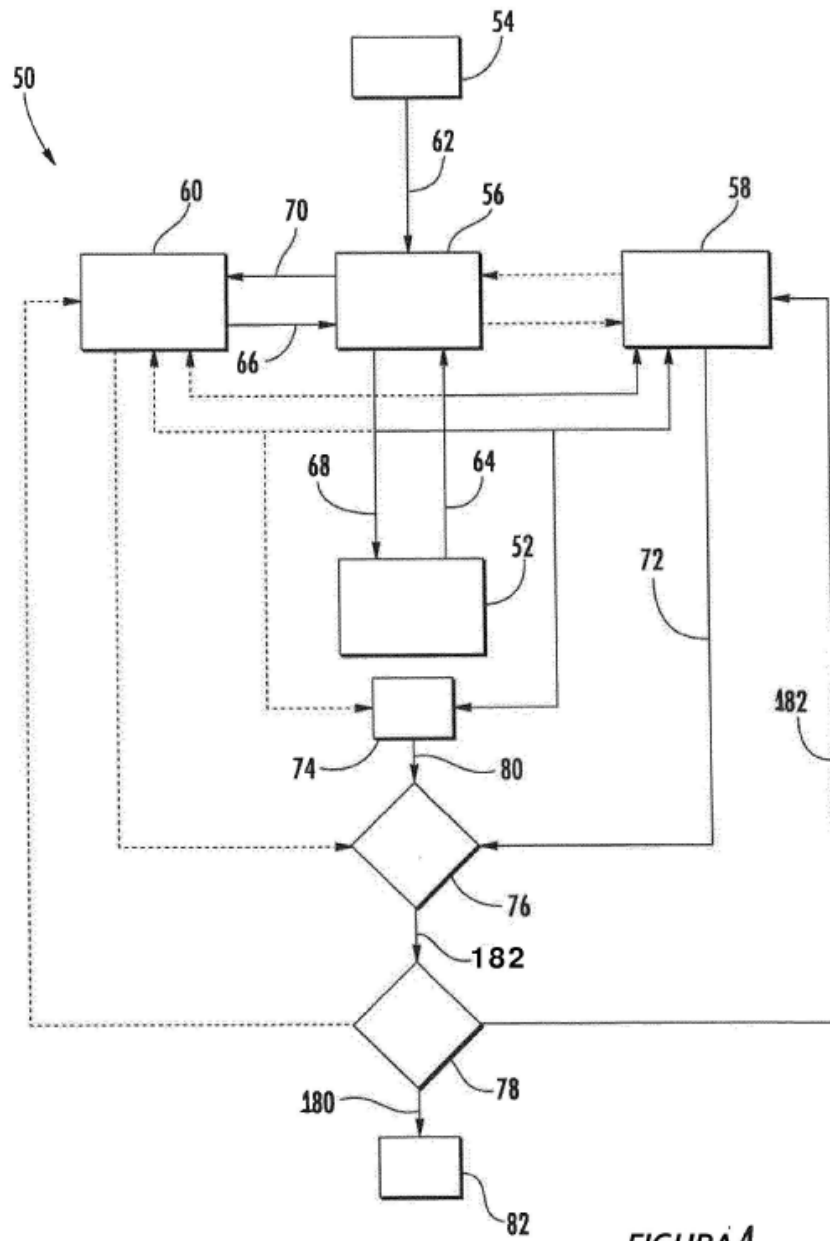


FIGURA 4

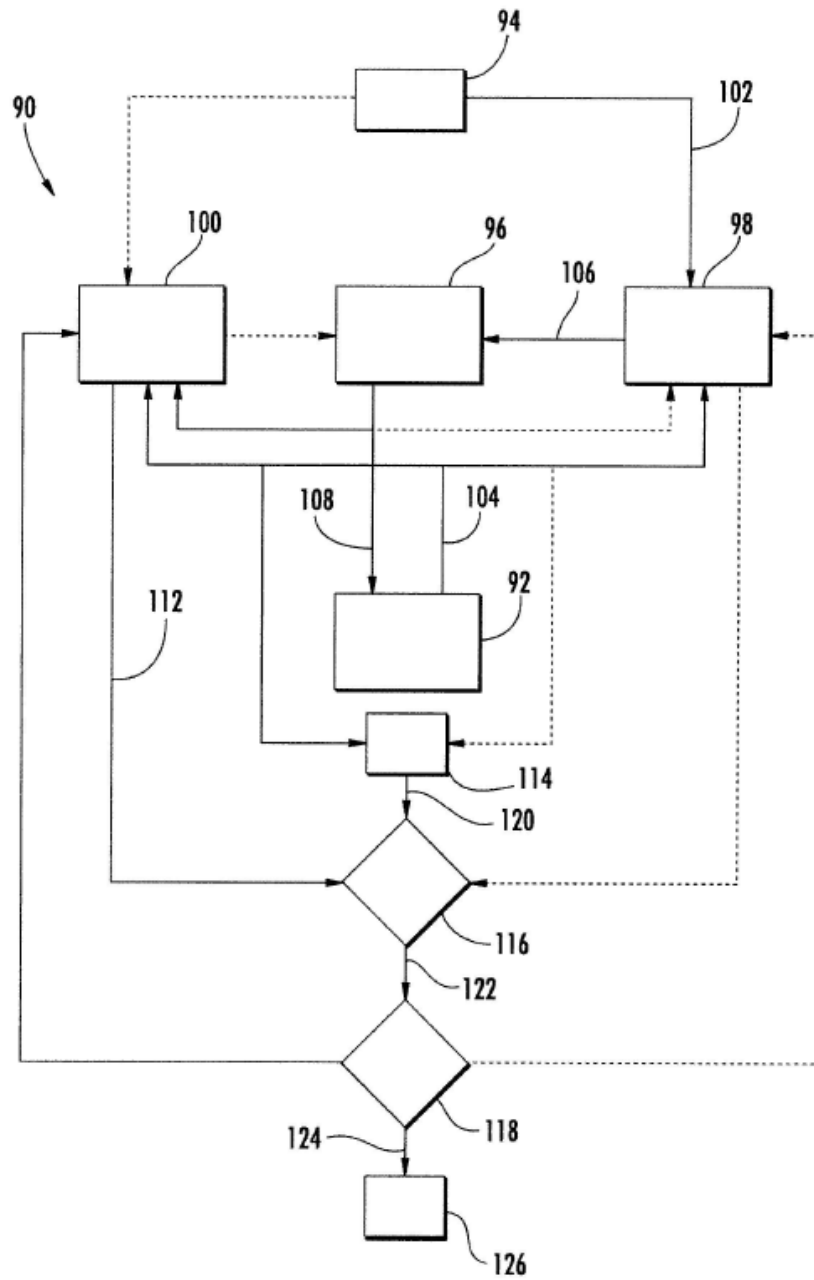


FIGURA 5

