

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 619**

51 Int. Cl.:

H04L 12/40 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2010** **E 10718068 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013** **EP 2420025**

54 Título: **Procedimiento y sistema de comunicación para establecer el instante de un evento en un aparato de entrada/salida**

30 Prioridad:

16.04.2009 DE 102009017681

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

08.03.2013

73 Titular/es:

**PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG (100.0%)
Flachsmarktstrasse 8
32825 Blomberg, DE**

72 Inventor/es:

**WESSLING, KLAUS;
KRUMSIEK, DIETMAR y
GEMKE, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 397 619 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

Procedimiento y sistema de comunicación para establecer el instante de un evento en un aparato de entrada/salida.

La invención concierne a un sistema de comunicación y a un procedimiento para establecer el instante de un evento captado por un primer aparato de entrada/salida (aparato IO) en un sistema de comunicación de esta clase, el cual comprende un dispositivo de control superpuesto con un reloj del sistema y al menos un dispositivo de enlace IO unido con el dispositivo de control superpuesto y al cual se puede conectar un respectivo primer aparato IO.

Los sistemas de automatización conocidos comprenden en general un dispositivo de control superpuesto, por ejemplo en forma de un controlador programable en memoria (llamado abreviadamente SPS) que puede comunicarse también a través de un sistema de bus de campo con aparatos de entrada/salida, también llamados aparatos IO. Los aparatos IO consisten preferiblemente en sensores y actores. Para poder enlazar aparatos IO de manera inteligente con un sistema de automatización se emplea desde hace algún tiempo un sistema de enlace especial, a saber, el sistema de comunicación por enlace IO. Este sistema de comunicación estandarizado por enlace IO contiene un maestro de enlace IO al que están conectados en una topología en estrella varios aparatos de enlace IO que en el estándar de enlace IO se denominan dispositivos de enlace IO. Por consiguiente, el sistema de comunicación por enlace IO se denomina también sistema de comunicación punto a punto. En tal sistema de comunicación por enlace IO los dispositivos de enlace IO son activados de forma síncrona, es decir, simultánea, por el maestro de enlace IO. La comunicación entre el maestro de enlace IO y los dispositivos de enlace IO conectados al mismo se efectúa preferiblemente tan sólo después de una invitación del maestro de enlace IO. Se diferencian aquí comunicaciones de datos cíclicas y acíclicas. Los datos de procesos se transmiten cíclicamente en tramas de datos. Los datos de servicios se transmiten acíclicamente de los dispositivos de enlace IO al maestro de enlace IO a petición del maestro de enlace IO. Finalmente, los dispositivos de enlace IO se comunican con el controlador superpuesto del sistema de automatización a través del maestro de enlace IO.

Para poder controlar y vigilar si en errores el desarrollo de un proceso es necesario que el controlador superpuesto sepa exactamente cuándo un sensor de enlace IO capta datos de medida o un actor de enlace IO ejecuta una acción.

Se conoce por el documento US 2002/0131454 A1 un sistema de automatización sincronizado, cadenciado y distribuido en el que unos módulos de entrada/salida están unidos con un dispositivo de control superpuesto a través de un bus de campo. Pueden estar conectados aparatos IO a los módulos de entrada/salida. Los módulos de entrada/salida se sincronizan con una cadencia del sistema. Se pueden transmitir valores actuales de un aparato IO a un módulo de entrada/salida que, en caso de un sincronismo controlado de manera cadenciada, provee eventualmente de una marca de tiempo a los valores actuales recibidos por el aparato IO y los transmite al dispositivo de control superpuesto en sincronismo con la cadencia del sistema.

El sistema de comunicación por enlace IO estandarizado mencionado se ha descrito, por ejemplo, en el documento desconocido "Enlace IO: El nuevo estándar en el plano de campo inferior de los más importantes fabricantes de automatizaciones" INTERNET CITATION 1 de enero de 2006, páginas 1 a 14, XP002532270.

La presente invención se basa en el problema de proporcionar un procedimiento y un sistema de comunicación que hagan posible de manera barata y sencilla que los instantes de eventos que han sido captados en aparatos IO puedan ser establecidos en un dispositivo de control superpuesto.

Una idea nuclear de la invención puede verse en que se conectan aparatos IO a un dispositivo de control superpuesto a través de un sistema de enlace IO, preferiblemente el sistema de comunicación estandarizado por enlace IO. A este fin, se conectan varios aparatos IO a un dispositivo de enlace IO según una topología en estrella. Estos aparatos IO consisten preferiblemente en sensores y actores. Ni los aparatos IO ni el dispositivo de enlace IO presentan un reloj local. En vez de éste, se conecta como aparato IO adicional un reloj al dispositivo de enlace IO, el cual se sincroniza con un reloj del sistema del dispositivo de control superpuesto. Dado que los datos de tiempo suministrados por el reloj y los datos de medida o de estado captados por los restantes aparatos IO se leen simultáneamente y se transmiten al dispositivo de enlace IO, se puede asignar una marca de tiempo precisa a los valores de medida o eventos captados por los aparatos IO.

El problema técnico anteriormente citado se resuelve, por un lado, mediante las características de la reivindicación 1.

Según ésta, un sistema de comunicación comprende un dispositivo de control superpuesto con un reloj del sistema. Además, el sistema de comunicación comprende al menos un dispositivo de enlace IO que está unido con el dispositivo de control superpuesto y que presenta varios dispositivos de conexión, llamados también puertos, a cada uno de los cuales puede conectarse un primer aparato IO. Los primeros aparatos IO y el dispositivo de enlace IO no contienen ningún reloj local. En uno de los dispositivos de conexión del dispositivo de enlace IO está conectado un segundo aparato IO que contiene un reloj. Asimismo, está previsto un dispositivo de sincronización que sincroniza el reloj conectado al dispositivo de enlace IO con el reloj del sistema del dispositivo de control superpuesto. La

transmisión de datos de estado que son proporcionados por al menos uno de los primeros aparatos IO y la transmisión de los datos de tiempo actuales que suministra el segundo aparato IO se efectúan simultáneamente en dirección al dispositivo de enlace IO. El dispositivo de enlace IO asigna los datos de tiempo actuales recibidos a los datos de estado recibidos por el al menos un primer aparato IO y transmite después estos datos al dispositivo de control superpuesto.

Perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Los primeros aparatos IO consisten preferiblemente en sensores y/o actores, de modo que los datos de estado proporcionados representan especialmente eventos de medida de un sensor o eventos de acción de un actor. Un evento de acción puede ser un evento de conexión, tal como, por ejemplo, la apertura o el cierre de un relé o una válvula.

El dispositivo de enlace IO, los primeros aparatos IO y el segundo aparato IO están concebidos según el estándar de enlace IO. Este sistema de comunicación por enlace IO se caracteriza porque los aparatos IO están conectados con una topología en estrella al dispositivo de enlace IO. Disparados por una orden de solicitud, los datos de los aparatos IO pueden ser transmitidos en forma síncrona al dispositivo de enlace IO. Los datos proporcionados por los primeros aparatos IO y los datos de tiempo suministrados por el segundo aparato IO pueden ser transmitidos aquí de forma acíclica o cíclica.

Sin embargo, cabe hacer notar que el dispositivo de enlace IO puede consistir también en cualquier otro sistema de enlace sensor/actor conocido o aún por desarrollar.

Para que pueda establecerse con precisión el instante de los datos de estado captados en los primeros aparatos IO, es decir, los eventos de medida y/o de acción captados, se establece y eventualmente se almacena un valor de corrección temporal en cada primer aparato IO. El valor de corrección temporal indica el decalaje temporal interno entre la captación de datos de estado y el instante de transmisión de los datos de estado durante un ciclo de transmisión en un respectivo primer aparato IO. El valor de corrección temporal puede ser leído como parámetro en cada primer aparato IO durante un ciclo de comunicación.

El problema técnico anteriormente citado se resuelve, por otro lado, mediante los pasos del procedimiento de la reivindicación 4.

Según ésta, se hace disponible un procedimiento para establecer el instante de un evento de medida o de acción captado por un primer aparato IO en un sistema de comunicación. Los eventos de medida o de acción se representan por medio de datos de estado. El sistema de comunicación comprende un dispositivo de control superpuesto con un reloj del sistema y al menos un dispositivo de enlace IO que está unido con el dispositivo de control superpuesto y presenta varios dispositivos de conexión a cada uno de los cuales puede conectarse un primer aparato IO. Los primeros aparatos IO y el dispositivo de enlace IO no posee ningún reloj local. Asimismo, está conectado a uno de los dispositivos de conexión un segundo aparato IO que contiene un reloj local.

Para poder establecer los instantes de los eventos captados por al menos un primer aparato IO se sincroniza el reloj conectado al dispositivo de enlace IO con el reloj del sistema del dispositivo de control superpuesto.

Los datos de estado que representan los eventos de medida y/o de acción captados por los primeros aparatos IO se transmiten al dispositivo de enlace IO al mismo tiempo que los datos de tiempo actuales suministrados por el reloj. En el dispositivo de enlace IO se asignan los datos de estado recibidos del al menos un primer aparato IO a los datos de tiempo actuales recibidos. Los datos asignados son transmitidos después al dispositivo de control superpuesto.

Se puede conseguir una asignación de los datos de estado a los datos de tiempo transmitiéndolos en la misma trama de transmisión desde el dispositivo de enlace IO hasta el dispositivo de control superpuesto. Si se transmiten datos de tiempo y datos en tramas diferentes, se puede emplear un indicativo unívoco que confirme la mutua correspondencia de datos y datos de tiempo.

Perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Para poder determinar temporalmente con precisión los eventos captados en al menos un primer aparato IO se obtiene y almacena un valor de corrección temporal en cada primer aparato IO conectado. El respectivo valor de corrección se transmite al dispositivo de control superpuesto a través del dispositivo de enlace IO. Los datos de tiempo actuales recibidos se corrigen después en el dispositivo de control superpuesto respecto de cada primer aparato IO en función del valor de corrección temporal correspondiente.

La sincronización entre el reloj del sistema y el reloj conectado al dispositivo de enlace IO puede realizarse de manera continua o en instantes ajustables. Los datos de sincronización se pueden enviar aquí a través de las rutas de comunicación por las cuales se transmiten también los datos del proceso. Como alternativa o adicionalmente, se puede construir entre el controlador superpuesto y el reloj IO una ruta de comunicación separada para los datos de

sincronización, por ejemplo a través de un enlace Bluetooth o un enlace de infrarrojos.

Se explica seguidamente la invención con más detalle ayudándose de un ejemplo de realización en combinación con una sola figura.

La figura muestra como ejemplo de sistema de comunicación un sistema de automatización 10 que contiene un controlador programable en memoria (SPS) 20. Únicamente en aras de la sencillez de representación se representa un sólo reloj 25 del sistema en el SPS 20. El SPS 20 está conectado, por ejemplo, a un bus de campo 30. Unos actores y sensores están conectados al bus de campo 30 a través de los llamados módulos de enlace IO y se pueden comunicar con el SPS 20. Únicamente en aras de la sencillez de representación, tan sólo dos módulos de enlace IO 40 y 60 están conectados al bus de campo. Se pueden intercambiar datos entre el SPS 20 y los módulos de enlace IO 40 y 60 según el protocolo de comunicación estandarizado por enlace IO. A este fin, se emplean diferentes tipos de telegramas para transmitir datos de procesos, datos de servicios, datos de eventos y otros datos en calidad de datos de entrada y de salida.

Los dos módulos de enlace IO 40 y 60 representados tienen cada uno, por ejemplo, cuatro puertos, a saber, 41, 42, 43 y 44 o 61, 62, 63 y 64, respectivamente, a cada uno de los cuales puede conectarse un aparato IO. En el presente ejemplo están conectados aparatos IO solamente al módulo de enlace IO 40. En particular, están conectados un sensor 51 al puerto 42, un actor 52 al puerto 43 y nuevamente un sensor 53 al puerto 44. Cabe hacer notar que el módulo de enlace IO 40, los dos sensores 51 y 53 y el actor 52 no poseen ningún reloj local. Está conectado al puerto 41 del módulo de enlace IO 40 un aparato IO adicional 50 que contiene un reloj. Los aparatos IO 50, 51, 52 y 53 conectados al módulo de enlace IO 40 según una topología en estrella transmiten simultáneamente sus respectivos datos de tiempo, de medida o de estado al módulo de enlace IO 40.

En el SPS 20 puede estar implementado un dispositivo de sincronización (no representado) que, bajo el control de un protocolo de sincronización, cuida de que se sincronice continuamente o en instantes predeterminados el reloj de enlace IO 50 conectado al módulo de enlace IO 40. Los datos de sincronización pueden ser transmitidos como datos de control al reloj de enlace IO 50 a través del bus de campo 30 en ciclos de comunicación cíclicos o acíclicos. Como alternativa, los datos de sincronización pueden transmitirse también del SPS 20 al reloj IO 50 a través de un enlace inalámbrico o alámbrico separado. Se puede descargar así el tráfico de datos por el bus de campo 30. La sincronización entre el reloj 25 del sistema y el reloj IO 50 puede realizarse, por ejemplo, según el estándar IEEE 1588. El módulo de enlace IO 60 puede estar conexionado de manera semejante al módulo de enlace IO 40, de modo que nuevamente puede estar conectado a uno de los puertos un aparato IO que contiene un reloj local.

Una forma de ejecución especial prevé que los sensores 51 y 53 y el actor 52 puedan ser activados deliberadamente por el SPS 20, por ejemplo individualmente o en grupos, para transmitir datos al SPS 20 a través del módulo de enlace IO 40. Es indiferente qué sensor o qué actor transmite datos al módulo de enlace IO 40. Los datos de tiempo actuales del reloj 50 se transmiten al módulo de enlace IO 40 siempre en forma síncrona con los datos de tiempo correspondientemente leídos de los sensores o del actor.

Se describe ahora de manera detallada el funcionamiento del sistema de comunicación 10 con ayuda de un ejemplo de realización.

Supóngase que los datos de estado de los sensores 51 y 53 y los datos de tiempo del reloj IO 50 son leídos cíclicamente, por ejemplo cada segundo, y simultáneamente. El último ciclo de lectura tuvo lugar, por ejemplo, a las 11:55:01 horas. Supóngase también que en los sensores 51 y 53 están presentes datos de sensor actuales, mientras que en el actor 52 están almacenados datos de estado actuales sobre un evento de acción. Los datos de estado de los sensores y del actor pueden representar estados binarios (0 ó 1), por ejemplo el rebasamiento por exceso o por defecto de un valor umbral o el cierre o la apertura de un relé. Supóngase ahora que se han variado desde el último ciclo de lectura los estados en los sensores 51 y 53 y en el actor 52 pasando en cada caso de 0 a 1. Después de una nueva invitación proveniente del módulo de enlace IO 40, los datos de estado actuales del actor 52 y de los sensores 51 y 53 son leídos simultáneamente con los datos de tiempo actuales del reloj 50 y transmitidos al módulo de enlace IO 40. La hora actual del reloj IO 50 asciende en el instante de lectura a las 11:55:02 horas. Esta clase de comunicación es conocida para el experto por el estándar de enlace IO. Los datos de estado del actor 52 y de los sensores 51 y 53 son asignados a los datos de tiempo actuales suministrados por el reloj 50, a cuyo fin estos datos son, por ejemplo, empaquetados en una trama de datos común y transmitidos seguidamente del módulo de enlace IO 40 al SPS 20. De esta manera, se estampa una marca de tiempo precisa en los datos de estado que han sido captados por los sensores 51 y 53 y el actor 52. La marca de tiempo permite que el SPS 20 establezca al instante preciso de los eventos de medida o de acción, aun cuando ni el módulo de enlace IO 40 ni los sensores 51 y 53 y el actor 52 dispongan de un reloj local. Dado que son conocidos para el SPS 20 los datos de estado, concretamente en cada caso un cero lógico, de los sensores 51 y 53, así como del actor 52 del último ciclo de lectura, dicho controlador puede establecer el instante de las variaciones de estado actuales. En efecto, con el ciclo de lectura actual se le comunicó al SPS 20 que los datos de estado de los sensores 51 y 53 y del actor 52 han cambiado de cero a uno, concretamente en el instante correspondiente a las 11:55:02 horas. En consecuencia, es conocido para el SPS 20 que entre las 11:55:01 horas y las 11:55:02 horas ha tenido lugar un respectivo cambio de estado en los sensores 51 y 53 y en el actor 52. Por tanto, el SPS 20 puede establecer con una exactitud temporal,

que corresponde a la distancia temporal entre dos ciclos de lectura consecutivos, el instante de captación de datos de estado o el instante en el que varían datos de estado.

- 5 Para poder establecer con más precisión el instante de captación o de variación, los sensores 51 y 53 y el actor 52 pueden presentar un respectivo contador (no representado) que mida el tiempo entre dos ciclos de lectura. Tan pronto como se han captado datos de estado o se ha establecido una variación de estado, se puede detener el contador. El nivel de cómputo del contador corresponde a un valor de corrección temporal o a un decalaje de tiempo interno que reproduce un decalaje de tiempo referido al ciclo de lectura del enlace IO. Por ejemplo, el valor de cómputo corresponde a un intervalo de tiempo de 20 ms, lo que indica que se ha presentado un cambio de estado 20 ms después del último ciclo de lectura que se efectuó a las 11:55:01 horas. Los respectivos decalajes de tiempo
- 10 internos almacenados en los sensores y en el actor pueden leerse como parámetro en los sensores y el actor en un ciclo de comunicación y alimentarse al SPS 20 a través del módulo de enlace IO. Reaccionando al respectivo decalaje de tiempo, el SPS 20 puede corregir individualmente para cada aparato IO los datos de tiempo actuales recibidos por el reloj de enlace IO 50.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de comunicación (10) que comprende

un dispositivo de control superpuesto (20) con un reloj (25) del sistema,

- 5 al menos un dispositivo de enlace IO (40) que está unido con el dispositivo de control superpuesto (20) y que presenta varios dispositivos de conexión (41-44) a los cuales se pueden conectar sendos primeros aparatos IO (51-53), en donde el dispositivo de enlace IO (40) y los primeros aparatos IO (51, 53) no poseen ninguno de ellos un reloj local,

caracterizado porque

- 10 uno de los dispositivos de conexión (41) del dispositivo de enlace IO (40) lleva conectado un segundo aparato IO (50) que contiene un reloj, porque
está previsto un dispositivo de sincronización que sincroniza el reloj del segundo aparato IO (50) con el reloj (25) del sistema del dispositivo de control superpuesto (20), y porque

- 15 la transmisión de datos de estado, que son proporcionados por al menos uno de los primeros aparatos IO (51-53), y la transmisión de los datos de tiempo reales, que suministra el segundo aparato IO (50), se efectúan simultáneamente hacia el dispositivo de enlace IO (40), y porque el dispositivo de enlace IO (40) asigna los datos de estado recibidos por el al menos un primer aparato IO (51-53) a los datos de tiempo actuales recibidos y transmite estos datos al dispositivo de control superpuesto (20).

2. Sistema de comunicación según la reivindicación 1, **caracterizado** porque

el dispositivo de enlace IO (40) y los aparatos IO (50-53) están concebidos según el estándar de enlace IO y porque

- 20 la transmisión de los datos de estado proporcionados por los primeros aparatos IO (51-53) y la transmisión de datos de tiempo suministrados al segundo aparato IO (50) se efectúa de manera acíclica o cíclica.

3. Sistema de comunicación según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque

cada primer aparato IO (51, 53) presenta un dispositivo para establecer un factor de corrección temporal que puede ser almacenado en una memoria, y porque

- 25 el dispositivo de control superpuesto (20) puede corregir los datos de tiempo recibidos respecto del respectivo primer aparato IO (51-53) de conformidad con los datos de corrección temporales.

4. Procedimiento para establecer el instante de un evento captado por un primer aparato IO (51-53) en un sistema de comunicación (10) que comprende un dispositivo de control superpuesto (20) con un reloj (25) del sistema y al menos un dispositivo de enlace IO (40) que está unido con el dispositivo de control superpuesto (20) y presenta
30 varios dispositivos de conexión (41-44) a los que pueden conectarse sendos primeros aparatos IO (51-53), en donde los primeros aparatos IO (51-53) y el dispositivo de enlace IO (40) no poseen ninguno de ellos un reloj local y en donde está conectado a uno de los dispositivos de conexión (41) un segundo aparato IO (50) que contiene un reloj, con los pasos siguientes:

sincronización del reloj conectado al dispositivo de enlace IO (40) con el reloj (25) del sistema;

- 35 transmisión simultánea de datos de estado, que representan un evento captado y son proporcionados por al menos un primer aparato IO (51-53), y de los datos de tiempo actuales suministrados por el reloj del segundo aparato IO (50) hacia el dispositivo de enlace IO (40),

asignación, en el dispositivo de enlace IO (40), de los datos de estado recibidos del al menos un primer aparato IO (51-53) a los datos de tiempo actuales recibidos;

- 40 transmisión de los datos de estado del al menos un primer aparato IO (51-53) y de los datos de tiempo actuales desde el dispositivo de enlace IO (40) hasta el dispositivo de control superpuesto (20).

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque

en cada primer aparato IO conectado (51, 53) se establece un valor de corrección temporal,

porque se transmite el respectivo valor de corrección al dispositivo de control superpuesto (20) y porque

- 45 se corrigen los datos de tiempo actuales recibidos en el dispositivo de control superpuesto (20) respecto de cada

primer aparato IO (51-53) en función del correspondiente valor de corrección temporal.

6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** porque el dispositivo de enlace IO y los aparatos IO están concebidos según el estándar de enlace IO y porque se leen simultáneamente los datos de tiempo del reloj y los datos de estado de los primeros aparatos IO conectados y se les transmite al dispositivo de enlace IO.

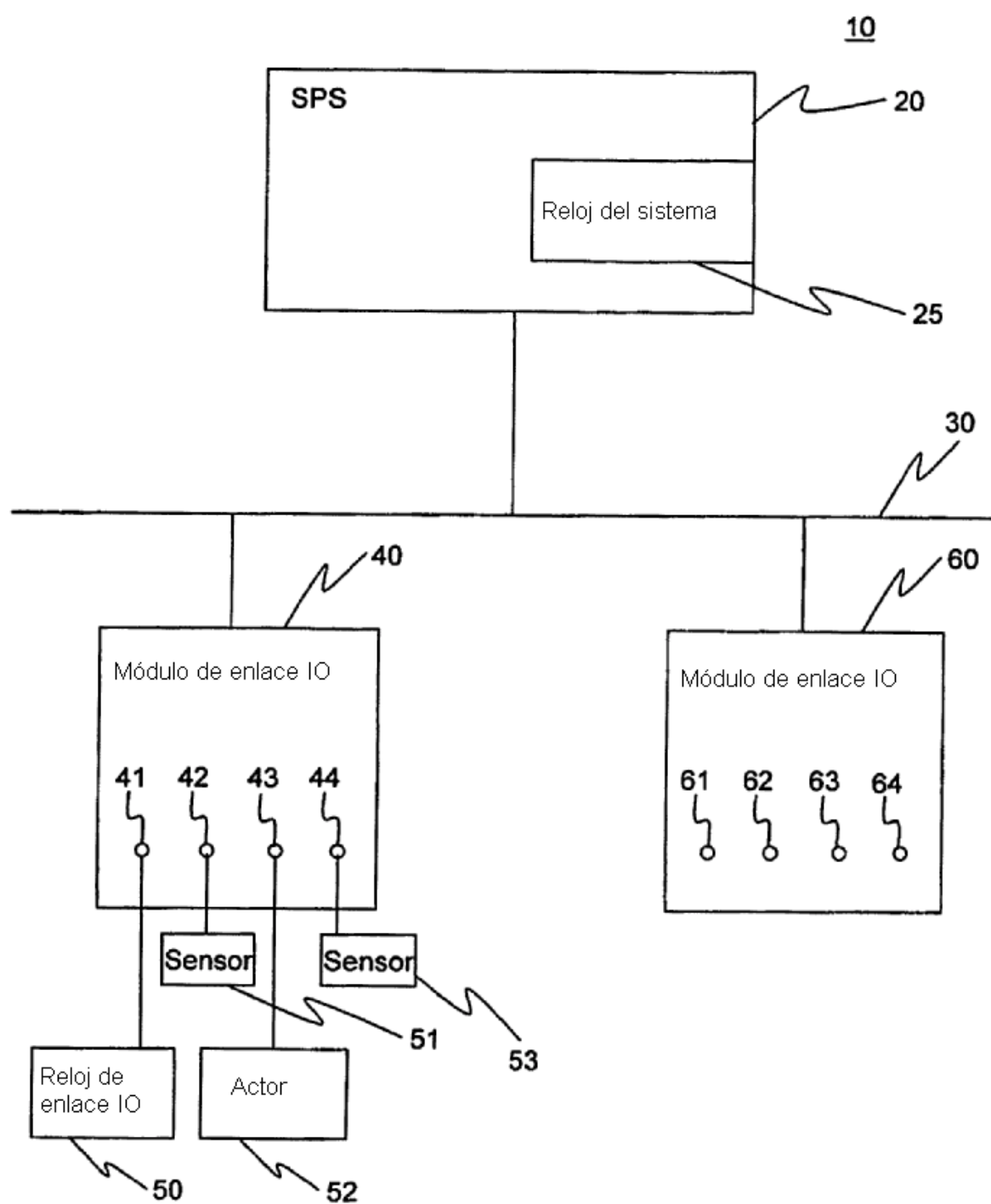


Fig. 1