

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 083**

51 Int. Cl.:

B25J 9/00 (2006.01)

H04L 12/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2015 E 15002650 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 3015227**

54 Título: **Sistema de control, método de control y tablero de extensión**

30 Prioridad:

31.10.2014 JP 2014223371

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

16.10.2018

73 Titular/es:

**YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA
(100.0%)**

**2500 Shingai
Iwata-shi, Shizuoka-ken 438-8501, JP**

72 Inventor/es:

FUJITA, TAKAYOSHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 686 083 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 de control, método de control y tablero de extensión

Campo técnico

5 Este campo técnico se refiere a un sistema de control y un método de control para controlar un primer objeto controlado por un dispositivo de control maestro y controlar un segundo objeto controlado diferente del primer objeto controlado por un dispositivo de control esclavo conectado al dispositivo de control maestro a través de una red y un tablero de extensión adecuado para esta tecnología de control.

Antecedentes

10 Un número de sistemas de control en los que un maestro tal como un PLC (= Controlador Lógico Programable) o un IPC (= PC Industrial) controla un único o una pluralidad de objetos controlados (esclavos) a través de una red se han provisto convencionalmente. Por ejemplo, en un sistema de control descrito en el documento JP5394283, se crea una topología en anillo conectando un único maestro y una pluralidad de esclavos (robots que incluyen un servoamplificador y un servomotor) usando una EtherCAT (marca comercial registrada) que es una Ethernet en tiempo real. El maestro y los esclavos incluyen dos puertos de comunicación, la topología en anillo se crea conectando estos puertos de comunicación y un paquete de control generado por el maestro pasa a través de todos los esclavos en orden a través de los puertos de comunicación anteriores y se entrega para devolver al maestro de nuevo en un orden opuesto al anterior. Esto se repite como un ciclo y cada esclavo lee un comando de operación incluido en el paquete de control y controla el robot.

15 El documento US 2005/055132 A1 describe un sistema de control de colaboración de robot. Un medio de conexión de comunicación conecta mutuamente unidades de control de manera comunicable para controlar individualmente las operaciones de los robots para constituir una red.

Compendio

25 En los últimos años, se ha estudiado un sistema de control en el que se crea una topología en anillo conectando una pluralidad de controladores para controlar robots entre sí mediante una red y cada robot se controla sin usar un PLC o un IPC haciendo que uno de la pluralidad de controladores funcione como maestro. En el caso de usar la EtherCAT, los controladores que sirven como esclavos se pueden sincronizar usando relojes distribuidos de la EtherCAT, pero una configuración para sincronizar el controlador que funciona como el maestro y los controladores que sirven como los esclavos no está preparada actualmente. Como resultado, en un sistema de control en el que un controlador para controlar una operación de un primer objeto controlado tal como un robot se hace que funcione como maestro y se crea una topología en anillo conectando este maestro a uno o más esclavos, ha sido difícil operar de manera síncrona el primer objeto controlado y los segundos objetos controlados tales como robots conectados a los esclavos.

30 Esta descripción se desarrolló en vista del problema anterior y aspira a proporcionar una tecnología de control capaz de sincronizar fácilmente un primer objeto controlado y un segundo objeto controlado en un sistema de control en el que el primer objeto controlado se controla por un dispositivo de control maestro y el segundo objeto controlado diferente del primer objeto controlado se controla por un dispositivo de control esclavo conectado al dispositivo de control maestro a través de una red, y un tablero de extensión adecuado para esta tecnología de control.

Según un primer aspecto de la descripción, se proporciona un sistema de control definido en la reivindicación 1.

Según un segundo aspecto de la descripción, se proporciona un método de control definido en la reivindicación 6.

40 Según un tercer aspecto de la descripción, se proporciona un tablero de extensión definido en la reivindicación 7.

En la descripción configurada de esta manera, el dispositivo de control maestro incluye la primera unidad de reloj y controla el primer objeto controlado en base a la información de tiempo emitida desde la primera unidad de reloj y el dispositivo de control esclavo controla el segundo objeto controlado en base a la información de control transmitida desde el dispositivo de control maestro y la información de tiempo emitida desde la segunda unidad de reloj. Entonces, la información de tiempo de la primera unidad de reloj y la información de tiempo de la segunda unidad de reloj se sincronizan en el tiempo. De esta manera, el primer y el segundo objetos controlados se pueden operar fácilmente y con precisión en sincronización.

Los objetos anteriores y adicionales y las características novedosas de la descripción aparecerán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada cuando la misma se lea en conexión con los dibujos adjuntos. Ha de ser entendido expresamente, sin embargo, que los dibujos son con el propósito de ilustración y no pretenden como una definición de los límites de la descripción.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama que muestra una primera realización de un sistema de control según la descripción.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un dispositivo de control maestro y un primer dispositivo de control esclavo que constituyen el sistema de control mostrado en la FIG. 1.

La FIG. 3 es un gráfico que muestra esquemáticamente el método de control del sistema de control mostrado en la FIG. 1.

- 5 La FIG. 4 es un diagrama de bloques que muestra las configuraciones de un dispositivo de control maestro y un primer dispositivo de control esclavo que constituyen una segunda realización del sistema de control según la descripción.

La FIG. 5 es un gráfico que muestra esquemáticamente un método de control para el sistema de control mostrado en la FIG. 4.

- 10 La FIG. 6 es un diagrama de bloques que muestra las configuraciones de un dispositivo de control maestro y un primer dispositivo de control esclavo que constituyen una tercera realización del sistema de control según la descripción.

Descripción detallada

- 15 La FIG. 1 es un diagrama que muestra una primera realización de un sistema de control según la descripción y la FIG. 2 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un dispositivo de control maestro y un primer dispositivo de control esclavo que constituyen el sistema de control mostrado en la FIG. 1. Este sistema 1 de control realiza un procesamiento deseado operando cuatro robots RB1 a RB4 en sincronización como se muestra en la FIG. 1. Estos robots RB1 a RB4 están conectados respectivamente a un dispositivo 2 de control maestro, un primer dispositivo 3 de control esclavo, un segundo dispositivo 4 de control esclavo y un tercer dispositivo 5 de control esclavo. Además, el dispositivo 2 de control maestro y el primer dispositivo 3 de control esclavo están conectados mediante un cable 6 de red a través de puertos Ethernet, el primer dispositivo 3 de control esclavo y el segundo dispositivo 4 de control esclavo están conectados mediante un cable 6 de red a través de puertos Ethernet y el segundo dispositivo 4 de control esclavo y el tercer dispositivo 5 de control esclavo están conectados mediante un cable 6 de red a través de puertos Ethernet. De esta forma, cuatro dispositivos 2 a 5 de control están conectados en línea para formar una topología en línea. Obsérvese que un modo de topología de red no está limitado a ésta y una red se puede configurar con otra topología tal como una topología en estrella o una topología en árbol.
- 20
- 25

- Dado que cualquiera de los dispositivos 3 a 5 de control esclavos de entre estos cuatro dispositivos de control tiene la misma configuración, se describe aquí la configuración del primer dispositivo 3 de control esclavo y las configuraciones de los otros dispositivos 4, 5 de control esclavos se indican mediante los mismos signos de referencia o correspondientes y no se describen.
- 30

- Como se muestra en la FIG. 2, el primer dispositivo 3 de control esclavo incluye un controlador 31 de robot, un controlador 32 de motor y un puerto 33 de extensión. Si un tablero 34 esclavo no está unido a este puerto 33 de extensión o la comunicación mediante el tablero 34 esclavo es invalidada por la conmutación y el ajuste de una unidad 35 de conmutación en el tablero 34 esclavo, aunque el tablero 34 esclavo está unido al puerto 33 de extensión, el controlador 31 de robot controla individualmente el robot RB2. Específicamente, una unidad 311 de procesamiento aritmético del controlador 31 de robot da datos de comando en relación con una operación de robot, es decir, un comando de operación al controlador 32 de motor según un programa almacenado en una unidad 312 de memoria por adelantado, haciendo por ello que el robot RB2 opere según el programa anterior.
- 35

- Por otra parte, si el tablero 34 esclavo está unido al puerto 33 de extensión y la comunicación por el tablero 34 esclavo se valida mediante la conmutación y el ajuste de la unidad 35 de conmutación, no se ejecuta un control independiente del robot RB2 por el controlador 31 de robot y se ejecuta un control de sincronización. Es decir, un comando de operación incluido en un paquete EtherCAT (en lo sucesivo, meramente referido como "paquete") transmitido desde el dispositivo 2 de control maestro como se describe más tarde se da al controlador 32 de motor a través del controlador 31 de robot y el robot RB2 se hace operar en sincronización con los otros robots RB1, RB3 y RB4. Obsérvese que, en esta realización, el controlador 31 de robot realiza la conmutación entre un control individual y el control de sincronización mediante software.
- 40
- 45

- Además, un controlador 36 esclavo está montado en el tablero 34 esclavo para ejecutar el control de sincronización. Este controlador 36 esclavo incluye una unidad 361 de procesamiento aritmético configurada por una CPU (= Unidad Central de Procesamiento), una unidad 362 de memoria para almacenar diversos datos necesarios para un mecanismo de sincronización de tiempo y una función de generación de interrupción realizada en la unidad 361 de procesamiento aritmético y dos unidades 363, 364 de comunicación. Esta unidad 361 de procesamiento aritmético incluye un contador 365, un valor de recuento por este contador 365 sirve como información de tiempo para determinar una temporización de operación del robot RB2 y el contador 365 funciona como una unidad de reloj. Además, la unidad 361 de procesamiento aritmético también funciona como un bloque 366 funcional de sincronización de tiempo para la sincronización de tiempo con contadores de otros controladores esclavos y un bloque 367 funcional de generación de interrupción para generar una señal de interrupción Sync para operar el robot RB2 en sincronización con los otros robots RB1, RB3 y RB4 y dar esta señal al controlador 31 de robot.
- 50
- 55

Las unidades 363, 364 de comunicación funcionan ambas como puertos Ethernet, la unidad 363 de comunicación está conectada a una unidad de comunicación en el dispositivo 2 de control maestro mediante el cable 6 de red y la unidad 364 de comunicación está conectada a una unidad de comunicación en el segundo dispositivo 4 de control esclavo mediante el cable 6 de red. De esta forma, se recibe un paquete transmitido desde el dispositivo 2 de control maestro descrito a continuación y se transmite al segundo dispositivo 4 de control esclavo. Además, el paquete entregado en el tercer dispositivo 5 de control esclavo se recibe a través del segundo dispositivo 4 de control esclavo y se devuelve al dispositivo 2 de control maestro.

Como se muestra en la FIG. 2, el dispositivo 2 de control maestro incluye un controlador 21 de robot, un controlador 22 de motor y un puerto 23 de extensión. De manera similar al primer dispositivo 3 de control esclavo, una unidad 211 de procesamiento aritmético del controlador 21 de robot da un comando de operación al controlador 22 de motor según un programa almacenado en una unidad 212 de memoria por adelantado, haciendo por ello que el robot RB2 opere según el programa anterior si un tablero 24 maestro no está unido al puerto 23 de extensión. Es decir, en tal caso, el controlador 21 de robot controla individualmente el robot RB1. Obsérvese que una unidad de conmutación se puede proporcionar de forma similar al primer dispositivo 3 de control esclavo y un control individual mediante el establecimiento de esta unidad de conmutación se puede hacer ejecutable. Además, la conmutación entre el control individual y el control de sincronización en el dispositivo 2 de control maestro se puede realizar mediante un enfoque basado en software además de mediante un enfoque basado en hardware como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, un elemento en relación con si se ejecuta o no el control individual anterior se puede añadir a varios elementos de parámetros para controlar el dispositivo 2 de control maestro y el controlador 21 de robot puede comprobar este elemento y ejecutar uno cualquiera del control individual y del control de sincronización.

Por otra parte, si el tablero 24 maestro está unido al puerto 23 de extensión, no se ejecuta el control individual del robot RB1 por el controlador 21 de robot y se ejecuta el control de sincronización. Es decir, la unidad 211 de procesamiento aritmético del dispositivo 2 de control maestro analiza el programa y genera no solamente un comando de operación para controlar el robot RB1, sino también comandos de operación para controlar los otros robots RB2 a RB4. Entonces, un controlador 25 maestro montado en el tablero 24 maestro genera un paquete en el que se escriben los comandos de operación para operar los robots RB2 a RB4 y transmite el paquete al primer dispositivo 3 de control esclavo a través de un controlador 26 esclavo montado lado a lado con el controlador 25 maestro en el tablero 24 maestro. Uniendo el tablero 24 maestro al puerto 23 de extensión de esta forma, el tablero 24 maestro exhibe una función maestra de manera similar al PLC y al IPC en cooperación con el controlador 21 de robot. Más específicamente, el controlador 25 maestro y el controlador 26 esclavo están configurados de la siguiente manera.

El controlador 25 maestro incluye una unidad 251 de procesamiento aritmético configurada por una CPU, una unidad 252 de memoria y una unidad 253 de comunicación. Entre éstas, la unidad 251 de procesamiento aritmético funciona como un bloque funcional de comunicación EtherCAT, escribe los comandos de operación dados desde el controlador 21 de robot en el paquete, transmite el paquete a los dispositivos 3 a 5 de control esclavos mediante comunicación EtherCAT y recibe el paquete de vuelta. Obsérvese que, al generar este paquete, información en relación con tipos, configuraciones de datos, valores de datos y similares de los comandos de operación necesarios para operar adecuadamente los robots RB2 a RB4 respectivos, (en lo sucesivo, referida como "información básica para la generación de paquetes") es, por ejemplo, necesaria. La información básica para la generación de paquetes se prepara según los fabricantes y tipos de los robots RB2 a RB4 y se almacena en la unidad 252 de memoria por adelantado.

El paquete generado por la unidad 251 de procesamiento aritmético de esta forma se transmite al controlador 26 esclavo a través de la unidad 253 de comunicación. Este controlador 26 esclavo tiene la misma configuración que el controlador 36 esclavo montado en el tablero 34 esclavo. Es decir, el controlador 26 esclavo incluye una unidad 261 de procesamiento aritmético que incluye un contador 265, un bloque 266 funcional de sincronización de tiempo y un bloque 267 funcional de generación de interrupción, una unidad 262 de memoria para almacenar diversos datos necesarios para un mecanismo de sincronización de tiempo y una función de generación de interrupción realizada la unidad 261 de procesamiento aritmético y dos unidades 263, 264 de comunicación. Un valor de recuento por el contador 265 de la unidad 261 de procesamiento aritmético sirve como información de tiempo para determinar una temporización de operación del robot RB1. Además, el bloque 266 funcional de sincronización de tiempo de la unidad 261 de procesamiento aritmético sincroniza en el tiempo el contador 265 con los contadores de los otros controladores esclavos. Además, el bloque 267 funcional de generación de interrupción genera una señal de interrupción Sync para operar el robot RB1 en sincronización con los otros robots RB2 a RB4.

Las unidades 263, 264 de comunicación ambas funcionan como puertos Ethernet, la unidad 263 de comunicación está conectada a la unidad 253 de comunicación del controlador 25 maestro y la unidad 264 de comunicación está conectada a la unidad 363 de comunicación del primer dispositivo 3 de control esclavo mediante el cable 6 de red. De esta forma, el paquete generado por el controlador 25 maestro se transmite al primer dispositivo 3 de control esclavo a través del controlador 26 esclavo y el paquete entregado en el tercer dispositivo 5 de control esclavo se devuelve al controlador 25 maestro a través del controlador 26 esclavo. A continuación, se describe con referencia a la FIG. 3 un método de control para los robots RB1 a RB4 en el sistema 1 de control configurado como se ha descrito anteriormente.

La FIG. 3 es un gráfico que muestra esquemáticamente el método de control del sistema de control mostrado en la FIG. 1. En el sistema 1 de control, el tablero 24 maestro está unido al puerto 23 de extensión del dispositivo 2 de control maestro, el tablero 34 esclavo está unido al puerto 33 de extensión del primer dispositivo 3 de control esclavo, y un tablero esclavo que tiene la misma configuración que el tablero 34 esclavo está unido a un puerto de extensión de cada uno del segundo y tercer dispositivos 4, 5 de control esclavos. El sistema 1 de control controla componentes de los dispositivos en un procedimiento descrito a continuación, por lo cual se realiza un procesamiento deseado operando de manera síncrona los robots RB1 a RB4 según el programa almacenado en la unidad 212 de memoria del controlador 21 de robot.

Este programa especifica la operación de todo el sistema 1 de control y se almacena en la unidad 212 de memoria por adelantado. El controlador 21 de robot lee este programa de la unidad 212 de memoria y genera adecuadamente comandos para operar los robots respectivos, robots RB1 a RB4, realizando un procesamiento aritmético basado en este programa en temporizaciones predeterminadas, por ejemplo, en intervalos de tiempo regulares (procesamiento aritmético en la FIG. 3).

El controlador 25 maestro genera (generación de paquetes en la FIG. 3) y transmite (transmisión en la FIG. 3) un paquete en el que están escritos los comandos de operación a ser dados a los controladores de motor para accionar los robots RB2 a RB4, entre estos comandos de operación. Este paquete pasa a través de cada controlador esclavo en un orden del dispositivo 2 de control maestro y los dispositivos 3 a 5 de control esclavos. Además, el paquete entregado en el tercer dispositivo 5 de control esclavo se devuelve al controlador 25 maestro del dispositivo 2 de control maestro pasando a través de cada controlador esclavo en un orden de los dispositivos 5 a 3 de control esclavos y el dispositivo 2 de control maestro. Como se acaba de describir, en la EtherCAT, esto se trata como "un ciclo" y cada controlador esclavo recibe el paquete, realiza los procesamientos de entrada y de salida para el paquete y transmite el paquete durante el paso del paquete. Por ejemplo, el controlador 36 esclavo del dispositivo 3 de control esclavo recibe el comando de operación para accionar el robot RB2 conectado al primer dispositivo 3 de control esclavo mediante los procesamientos de entrada y de salida anteriores y lo da al controlador 31 de robot. Entonces, el controlador 31 de robot retiene este comando de operación hasta que se recibe una señal de interrupción Sync a ser descrita más tarde. Obsérvese que los procesamientos como en el primer dispositivo 3 de control esclavo se realizan también en el segundo y tercer dispositivos 4, 5 de control esclavos. De esta forma, los comandos de operación generados por el procesamiento aritmético del controlador 21 de robot se dan a los respectivos dispositivos 3 a 5 de control esclavos.

Además, en esta realización; cada uno del dispositivo 2 de control maestro y los dispositivos 3 a 5 de control esclavos incluye el contador y la sincronización de tiempo de los dispositivos 2 a 5 de control se realiza usando éstos. Específicamente, la transmisión cíclica de paquetes anterior se realiza en intervalos de tiempo regulares y la información de tiempo (valor de recuento del contador) se muestrea en cada controlador esclavo durante el paso del paquete. Entonces, los controladores esclavos respectivos actualizan los valores de recuento de los contadores en base a esas partes de información de tiempo y realizan el procesamiento de sincronización de tiempo.

Además, cada controlador esclavo emite la señal de interrupción Sync al controlador de robot en base a la información de tiempo (valor de recuento) emitida desde el contador sincronizado en el tiempo. Por ejemplo, en el dispositivo 2 de control maestro, el controlador 21 de robot envía el comando de operación mantenido temporalmente para el robot RB1 al controlador 22 de motor e inicia el accionamiento del robot RB1 en base a la señal de interrupción Sync emitida desde el controlador 26 esclavo como se muestra en la fila más alta de la FIG. 3. Además, en el primer dispositivo 3 de control esclavo, el controlador 31 de robot mantiene temporalmente el comando de operación para el robot RB2 transmitido por medio del paquete, pero envía el comando de operación anterior al controlador 32 de motor e inicia el accionamiento del robot RB2 cuando se recibe la señal de interrupción Sync desde el controlador 36 esclavo como se muestra en la segunda fila de la FIG. 3 desde arriba. Un procesamiento de sincronización como en el dispositivo 3 de control esclavo se realiza también en los otros dispositivos 4, 5 de control esclavos. De esta forma, los robots RB1 a RB4 operan en sincronización unos con otros.

Aquí, si se emite la señal de interrupción Sync antes de que los comandos de operación se transmitan a todos los dispositivos 3 a 5 de control esclavos, todos los robots RB1 a RB4 no se pueden operar en sincronización. Por consiguiente, en esta realización, la salida de la señal de interrupción Sync se prohíbe hasta que una temporización T (véase la FIG. 3) en la que el paquete escrito con los comandos de operación generados por el procesamiento aritmético se entregue en el tercer dispositivo 5 de control esclavo. Es decir, la señal de interrupción Sync se emite después de que la temporización T se alcance tras el transcurso de al menos la mitad del ciclo inmediatamente después de la transmisión del paquete escrito con los comandos de operación. De esta forma, cuando se genera la señal de interrupción Sync en cada dispositivo 2 a 5 de control, el comando de operación se da a cada controlador de robot y las operaciones de sincronización de los robots RB1 a RB4 se pueden realizar de manera fiable.

Como se ha descrito anteriormente, según esta realización, el dispositivo 2 de control maestro funciona como el dispositivo 2 de control maestro uniendo el tablero maestro 24 a uno de una pluralidad de controladores de robot. Es decir, el controlador 21 de robot del dispositivo 2 de control maestro analiza el programa en la unidad 212 de memoria para generar los comandos de operación para los respectivos robots RB1 a RB4 y da los comandos de operación para los robots RB2 a RB4 a los dispositivos 3 a 5 de control esclavos mediante la EtherCAT. Además, en los respectivos dispositivos 2 a 5 de control, los robots RB1 a RB4 operan en base a los valores de recuento

(información de tiempo) de los contadores y los comandos de operación. Los respectivos dispositivos 2 a 5 de control son provistos con los controladores esclavos para realizar la sincronización de los valores de contador, es decir, sincronización de tiempo. Como se acaba de describir, el siguiente punto es una de las características técnicas de esta realización. Esta realización es provista con tal configuración específica que la sincronización de tiempo entre los dispositivos 3 a 5 de control esclavos se realiza como en la tecnología convencional, pero la sincronización de tiempo entre el dispositivo 2 de control maestro y los dispositivos 3 a 5 de control esclavos se realiza proveyendo al dispositivo 2 de control maestro con el controlador 26 esclavo. De esta manera, es posible operar fácilmente y con precisión no solamente los robots RB2 a RB4, sino también estos robots y el robot RB1 en sincronización.

Además, en esta realización, la señal de interrupción Sync se emite a cada controlador de robot después de que se pase la temporización T anterior, es decir, en un estado donde los comandos de operación se dan a todos los controladores de robot. De esta manera, las operaciones de los robots RB1 a RB4 se pueden sincronizar de manera más precisa y más fiable.

Además, en esta realización, no es necesario crear individualmente los programas para operar los robots RB2 a RB4 conectados a los dispositivos 3 a 5 de control esclavos y almacenarlos en las unidades de memoria y la pluralidad de robots se puede operar solamente escribiendo el programa que describe la operación de todo el sistema 1 de control en la unidad 212 de memoria del controlador 21 de robot del dispositivo 2 de control maestro. De esta manera, la creación del programa y la gestión y operación del sistema 1 de control se pueden realizar solamente accediendo al controlador 21 de robot, las cargas sobre los usuarios se pueden reducir drásticamente y se puede facilitar la copia de seguridad del programa.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques que muestra las configuraciones de un dispositivo de control maestro y un primer dispositivo de control esclavo que constituyen una segunda realización del sistema de control según la descripción. Además, la FIG. 5 es un gráfico que muestra esquemáticamente un método de control para el sistema de control mostrado en la FIG. 4. La segunda realización difiere en gran medida de la primera realización en que la configuración de un controlador 26 esclavo está incorporada en un controlador 25 maestro en un dispositivo 2 de control maestro, una unidad 251 de procesamiento aritmético del controlador 25 maestro incluye componentes similares al contador 265, al bloque 266 funcional de sincronización de tiempo y al bloque 267 funcional de generación de interrupción en la primera realización, es decir, un contador 255, un bloque 256 funcional de sincronización de tiempo y un bloque 257 funcional de generación de interrupción. Además, una unidad 253 de comunicación está conectada a una unidad 363 de comunicación de un primer dispositivo 3 de control esclavo mediante un cable 6 de red y funciona como un puerto Ethernet. Obsérvese que los otros componentes son los mismos que en la primera realización. De esta manera, los mismos componentes se indican mediante los mismos signos de referencia y no se describen a continuación.

El sistema 1 de control configurado de esta manera controla cada componente de dispositivo en un procedimiento descrito a continuación y opera los robots RB1 a RB4 en sincronización según un programa almacenado en una unidad 212 de memoria de un controlador 21 de robot para realizar un procesamiento deseado.

El controlador 21 de robot lee el programa almacenado en la unidad 212 de memoria por adelantado, realiza un procesamiento aritmético según este programa y genera adecuadamente comandos de operación para controlar los respectivos robots RB1 a RB4 (procesamiento aritmético en la FIG. 5).

El controlador 25 maestro genera (generación de paquetes en la FIG. 5) y transmite (transmisión en la FIG. 5) un paquete en el que se escriben comandos de operación a ser dados a los controladores de motor para accionar los robots RB2 a RB4, entre estos comandos de operación. Este paquete pasa a través de cada controlador esclavo en un orden de los dispositivos 3 a 5 de control esclavos. Además, el paquete se entrega en el tercer dispositivo 5 de control esclavo y se devuelve al controlador 25 maestro del dispositivo 2 de control maestro pasando a través de cada controlador esclavo en un orden de los dispositivos 5 a 3 de control esclavos. En la EtherCAT, esto se trata como "un ciclo" y cada controlador esclavo recibe el paquete, realiza los procesamientos de entrada y de salida para el paquete y transmite el paquete durante el paso del paquete. Además, para cada dispositivo 3 a 5 de control esclavo, el controlador esclavo recibe el comando de operación para accionar el robot conectado a este dispositivo de control esclavo mediante los procesamientos de entrada y de salida anteriores y lo da al controlador de robot como en la primera realización. Obsérvese que cada controlador de robot retiene este comando de operación hasta que recibe una señal de interrupción Sync a ser descrita más tarde.

También en esta realización, cada uno del dispositivo 2 de control maestro y los dispositivos 3 a 5 de control esclavos son provistos con un contador y los dispositivos 2 a 5 de control se sincronizan en el tiempo utilizando éstos. Específicamente, la transmisión cíclica de paquetes anterior se realiza en intervalos de tiempo regulares y la información de tiempo (valor de recuento del contador) se muestrea en cada controlador esclavo durante el paso del paquete. Entonces, los controladores esclavos respectivos realizan un procesamiento de sincronización de tiempo actualizando los valores de recuento de los contadores en base a esas partes de información de tiempo en los dispositivos 3 a 5 de control esclavos, y el controlador 25 maestro que incluye el bloque 266 funcional de sincronización de tiempo de manera similar a los controladores esclavos anteriores realiza el procesamiento de sincronización de tiempo actualizando el valor de recuento del contador 255 en el dispositivo 2 de control maestro.

Además, en cada dispositivo 3 a 5 de control esclavo, el controlador esclavo emite la señal de interrupción Sync al controlador de robot en base a la información de tiempo (valor de recuento) emitida desde el contador sincronizado en el tiempo como en la primera realización. Por otra parte; en el dispositivo 2 de control maestro, el controlador 25 maestro que incluye el bloque 267 funcional de generación de interrupción emite la señal de interrupción Sync al controlador 21 de robot en base a la información de tiempo (valor de recuento) emitida desde el contador sincronizado en el tiempo de manera similar a los controladores esclavos anteriores.

Usando tal señal de interrupción Sync como disparador, el controlador de robot envía el comando de operación para el robot al controlador de motor e inicia el accionamiento del robot en base a la señal de interrupción Sync en cada dispositivo 2 a 5 de control como en la primera realización.

Como se ha descrito anteriormente, también en la segunda realización, la sincronización de tiempo se realiza entre el dispositivo 2 de control maestro y los dispositivos 3 a 5 de control esclavos y todos los robots RB1 a RB4 se pueden operar fácilmente y con precisión en sincronización como en la primera realización. Además, la señal de interrupción Sync se emite a cada controlador de robot para controlar el inicio de la operación del robot después de que se pase la temporización T anterior, es decir, en un estado donde los comandos de operación se dan para todos los controladores de robot. De esta manera, las operaciones de los robots RB1 a RB4 se pueden sincronizar de manera más precisa y más fiable. Además, dado que el controlador 25 maestro está equipado con la función del controlador esclavo en la segunda realización, la configuración del tablero 24 maestro se puede simplificar y son posibles la miniaturización y la reducción de costes del tablero 24 maestro.

Como se acaba de describir, en la primera y segunda realizaciones anteriores, el robot RB1 conectado al dispositivo 2 de control maestro corresponde a un ejemplo de un "primer objeto controlado" de la descripción y los robots RB2 a RB4 conectados a los dispositivos 3 a 5 de control esclavos corresponden a ejemplos de un "segundo objeto controlado" de la descripción. Además, en la primera y segunda realizaciones anteriores, el paquete corresponde a un ejemplo de "información de control" de la descripción. Además, en la primera y segunda realizaciones anteriores, el tablero 24 maestro corresponde a un ejemplo de un "tablero de extensión" de la descripción.

Además, en la primera realización, el contador 265 del controlador 26 esclavo del dispositivo 2 de control maestro corresponde a un ejemplo de una "primera unidad de reloj" de la descripción y los contadores de los controladores esclavos de los dispositivos 3 a 5 de control esclavos corresponden a ejemplos de una "segunda unidad de reloj" de la descripción. Además, en la primera realización, la señal de interrupción Sync emitida desde el controlador 26 esclavo corresponde a un ejemplo de una "primera señal de interrupción" de la descripción y las señales de interrupción Sync emitidas desde los controladores esclavos de los dispositivos 3 a 5 de control esclavos corresponden a ejemplos de una "segunda señal de interrupción" de la descripción. Además, en la primera realización, la unidad 261 de procesamiento aritmético que incluye el bloque 266 funcional de sincronización de tiempo corresponde a un ejemplo de una "unidad de sincronización de tiempo" de la descripción.

Además, en la segunda realización, el contador 255 del controlador 25 maestro del dispositivo 2 de control maestro corresponde a un ejemplo de la "primera unidad de reloj" de la descripción y los contadores de los controladores esclavos de los dispositivos 3 a 5 de control esclavos corresponden a ejemplos de la "segunda unidad de reloj" de la descripción. Además, en la segunda realización, la señal de interrupción Sync emitida desde el controlador 25 maestro corresponde a un ejemplo de la "primera señal de interrupción" de la descripción y las señales de interrupción Sync emitidas desde los controladores esclavos de los dispositivos 3 a 5 de control esclavos corresponden a ejemplos de la "segunda señal de interrupción" de la descripción. Además, en la segunda realización, la unidad 251 de procesamiento aritmético que incluye el bloque 256 funcional de sincronización de tiempo corresponde a un ejemplo de la "unidad de sincronización de tiempo" de la descripción.

Obsérvese que la descripción no está limitada a las realizaciones anteriores y se pueden hacer diversos cambios distintos a los mencionados anteriormente sin apartarse de la esencia de la descripción. Por ejemplo, aunque el dispositivo 2 de control maestro se configura uniendo el tablero 24 maestro al puerto 23 de extensión en la primera y segunda realizaciones anteriores, las configuraciones del controlador 25 maestro y el controlador 26 esclavo se pueden incorporar en el controlador 21 de robot en el dispositivo 2 de control maestro como se muestra en la FIG. 6 (tercera realización). En esta tercera realización, una unidad 211 de procesamiento aritmético de un controlador 21 de robot tiene funciones similares a un bloque funcional de comunicación EtherCAT, un contador, un bloque funcional de sincronización de tiempo y un bloque funcional de generación de interrupción. En este caso, la configuración del dispositivo 2 de control maestro se puede simplificar y son posibles la miniaturización y la reducción de costes del tablero 24 maestro. Obsérvese que una unidad 212 de memoria almacena información básica para la generación de paquetes y diversos datos necesarios para el mecanismo de sincronización de tiempo y la función de generación de interrupción además de un programa. Además, indicada por 27 en la FIG. 6 está una "unidad de comunicación", que funciona como un puerto Ethernet estando conectado a una unidad 363 de comunicación de un primer dispositivo 3 de control esclavo mediante un cable 6 de red.

Además, en las realizaciones anteriores, la sincronización de tiempo de las unidades de reloj se realiza en base al valor de recuento (información de tiempo) del contador (primera unidad de reloj) poseído por el dispositivo 2 de control maestro y los valores de recuento (información de tiempo) de los contadores (segundas unidades de reloj) poseídos por los dispositivos 3 a 5 de control esclavos. Específicamente, una de la primera y segunda unidades de

5 reloj se usa como unidad de reloj de referencia y las otras unidades de reloj se sincronizan en el tiempo con la unidad de reloj de referencia. Por ejemplo, en la primera realización, el contador (contador 265 del controlador 26 esclavo) poseído por el dispositivo 2 de control maestro se usa como la unidad de reloj de referencia y la sincronización de tiempo se puede realizar calculando cíclicamente las diferencias entre los valores de recuento de los contadores poseídos por los dispositivos 3 a 5 de control esclavos y el valor de recuento de la unidad de reloj de referencia y actualizando los valores de recuento en base a estas diferencias. Además, en la segunda y tercera realizaciones, el contador 365 poseído por el primer dispositivo 3 de control esclavo más próximo al dispositivo 2 de control maestro de entre los dispositivos 3 a 5 de control esclavos se puede usar como la unidad de reloj de referencia y los otros contadores se pueden sincronizar en el tiempo.

10 Además, aunque se proporcionan tres dispositivos de control esclavos en las realizaciones anteriores, el número de dispositivos de control esclavos no está limitado a éste y puede ser "1", "2", "4" o más.

15 Además, en las realizaciones anteriores, la descripción se aplica al sistema 1 de control en el que los robots RB1 a RB4 que tienen la misma configuración son objetos controlados. Sin embargo, los objetos de aplicación de la descripción no están limitados a éstos y una combinación de objetos controlados es arbitraria. Por ejemplo, aplicando la descripción a un sistema de control en el que una cinta transportadora lineal y un robot son respectivamente un primer objeto controlado y un segundo objeto controlado, se pueden realizar satisfactoriamente operaciones sobre un trabajo mientras que se hace al robot viajar en paralelo al trabajo transportado por la cinta transportadora lineal. Además, incluso si los fabricantes del primer y segundo objetos controlados son diferentes, se puede operar una pluralidad de objetos controlados en cooperación mientras que se sincroniza satisfactoriamente una pluralidad de objetos controlados usando el sistema 1 de control anterior y el sistema 1 de control anterior tiene una excelente versatilidad.

20 Esta descripción se puede aplicar a tecnologías de control en general para controlar un primer objeto controlado por un dispositivo de control maestro y controlar un segundo objeto controlado diferente del primer objeto controlado por un dispositivo de control esclavo conectado a este dispositivo de control maestro a través de una red.

25

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control, comprendiendo:

un dispositivo (2) de control maestro configurado para controlar un primer objeto (RB1) controlado en base a información de tiempo emitida desde una primera unidad (265) de reloj; y

5 un dispositivo (3) de control esclavo conectado al dispositivo (2) de control maestro a través de una red y configurado para controlar un segundo objeto (RB2) controlado diferente del primer objeto (RB1) controlado en base a información de control transmitida desde el dispositivo (2) de control maestro y la información de tiempo emitida desde una segunda unidad (365) de reloj,

caracterizado por que

10 la información de tiempo de la primera unidad (265) de reloj y la información de tiempo de la segunda unidad (365) de reloj están sincronizadas en el tiempo,

en donde:

15 el dispositivo (3) de control esclavo está configurado para devolver la información de control transmitida desde el dispositivo (2) de control maestro después de leer datos de la información de control y escribir datos en la información de control; y

el dispositivo (2) de control maestro está configurado para realizar la sincronización de tiempo en base a la información de control devuelta desde el dispositivo (3) de control esclavo.

2. El sistema de control según la reivindicación 1, en donde:

20 se proporciona una pluralidad de los dispositivos (3, 4, 5) de control esclavos y la información de control transmitida desde el dispositivo (2) de control maestro pasa a través de los dispositivos (3, 4, 5) de control esclavos en orden, se entrega y se devuelve al dispositivo (2) de control maestro pasando a través de los dispositivos (3, 4, 5) de control esclavos en un orden inverso; y

25 una de la primera y segunda unidades (265, 365) de reloj está configurada para servir como una unidad de reloj de referencia y las unidades de reloj distintas de la unidad de reloj de referencia se sincronizan en el tiempo con la unidad de reloj de referencia.

3. El sistema de control según la reivindicación 2, en donde:

la unidad de reloj de referencia es la primera unidad (265) de reloj del dispositivo (2) de control maestro.

4. El sistema de control según la reivindicación 2, en donde:

30 la unidad de reloj de referencia es la segunda unidad (365) de reloj del dispositivo (3) de control esclavo configurado para recibir en primer lugar la información de control desde el dispositivo (2) de control maestro.

5. El sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde:

35 el dispositivo (2) de control maestro está configurado para transmitir un comando de operación en relación con una operación del segundo objeto (RB2) controlado en la información de control y comienza una operación del primer objeto (RB1) controlado generando una primera señal de interrupción después de que todos los dispositivos (3, 4, 5) de control esclavos lean el comando de operación de la información de control; y

el dispositivo (3) de control esclavo está configurado para iniciar la operación del segundo objeto (RB2) controlado generando una segunda señal de interrupción en sincronización con la primera señal de interrupción.

40 6. Un método de control para controlar un primer objeto (RB1) controlado por un dispositivo (2) de control maestro y controlar un segundo objeto (RB2) controlado diferente del primer objeto (RB1) controlado por un dispositivo (3) de control esclavo conectado al dispositivo (2) de control maestro a través de una red, comprendiendo:

un paso de control del primer objeto (RB1) controlado por el dispositivo (2) de control maestro en base a información de tiempo emitida desde una primera unidad (265) de reloj;

un paso de transmisión de información de control desde el dispositivo (2) de control maestro; y

45 un paso de control del segundo objeto (RB2) controlado en base a la información de control transmitida desde el dispositivo (2) de control maestro y la información de tiempo emitida desde una segunda unidad (365) de reloj;

caracterizado por

un paso de sincronización de la información de tiempo de la primera unidad (265) de reloj y la información de tiempo de la segunda unidad (365) de reloj,

en donde:

5 el dispositivo (3) de control esclavo devuelve la información de control transmitida desde el dispositivo (2) de control maestro después de leer datos de la información de control y escribir datos en la información de control; y

el dispositivo (2) de control maestro realiza la sincronización de tiempo en base a la información de control devuelta desde el dispositivo (3) de control esclavo.

7. Un tablero de extensión que se puede unir libremente a un dispositivo (2) de control maestro para controlar un primer objeto (RB1) controlado, comprendiendo:

10 una primera unidad (265) de reloj configurada para emitir información de tiempo para controlar el primer objeto (RB1) controlado; y

una unidad (264) de comunicación configurada para transmitir información de control para controlar un segundo objeto (RB2) controlado diferente del primer objeto (RB1) controlado por un dispositivo (3) de control esclavo conectado al dispositivo (2) de control maestro a través de una red al dispositivo (3) de control esclavo;

15 caracterizado por

una unidad (266) de sincronización de tiempo configurada para sincronizar en el tiempo la información de tiempo de la primera unidad (265) de reloj y la información de tiempo de una segunda unidad (365) de reloj proporcionada en el dispositivo (3) de control esclavo y configurada para emitir la información de tiempo para controlar el segundo objeto (RB2) controlado,

20 en donde:

el dispositivo (3) de control esclavo está configurado para devolver la información de control transmitida desde el dispositivo (2) de control maestro después de leer datos de la información de control y escribir datos en la información de control; y

25 el dispositivo (2) de control maestro está configurado para realizar la sincronización de tiempo en base a la información de control devuelta desde el dispositivo (3) de control esclavo.

FIG. 1

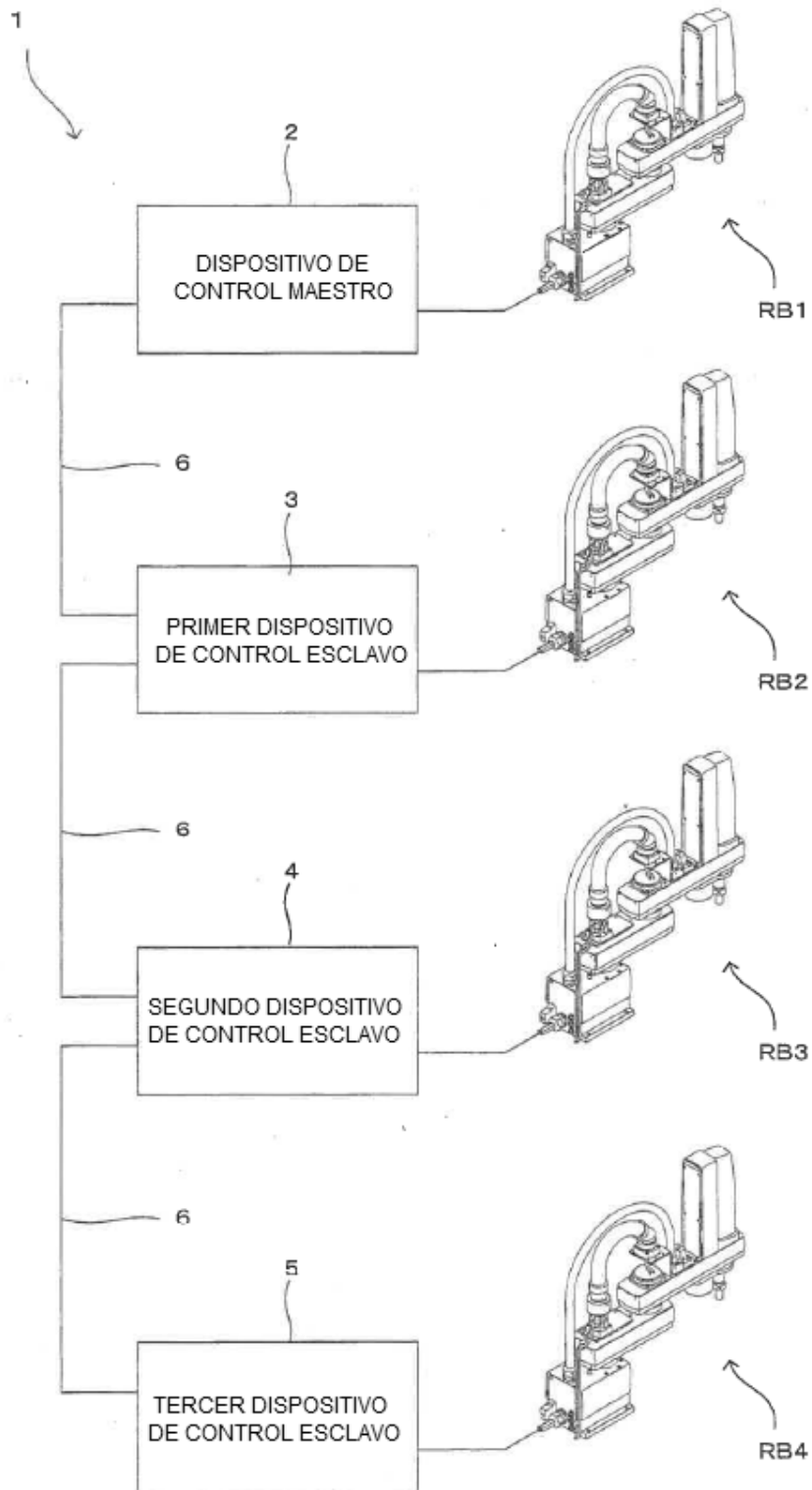
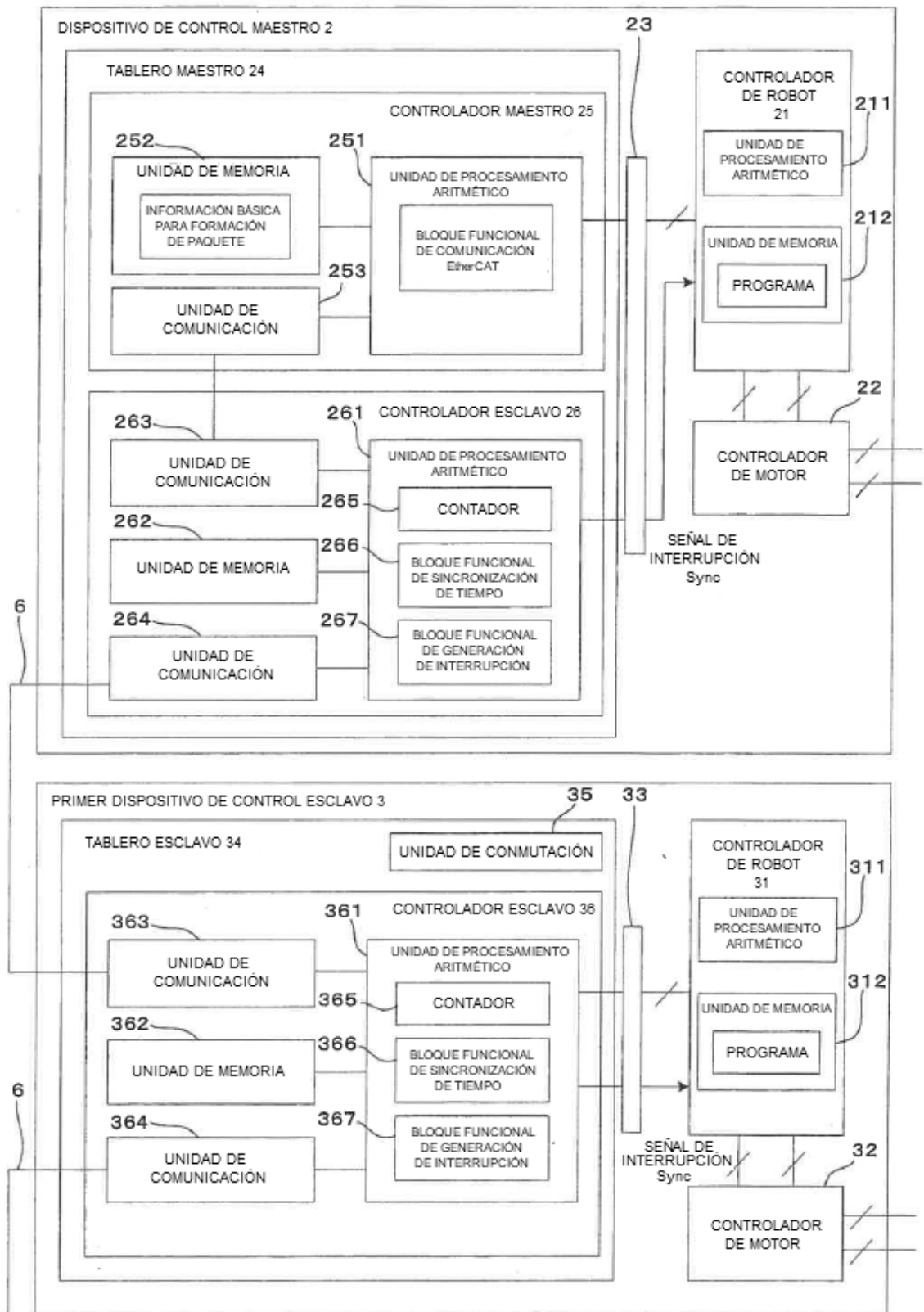


FIG. 2



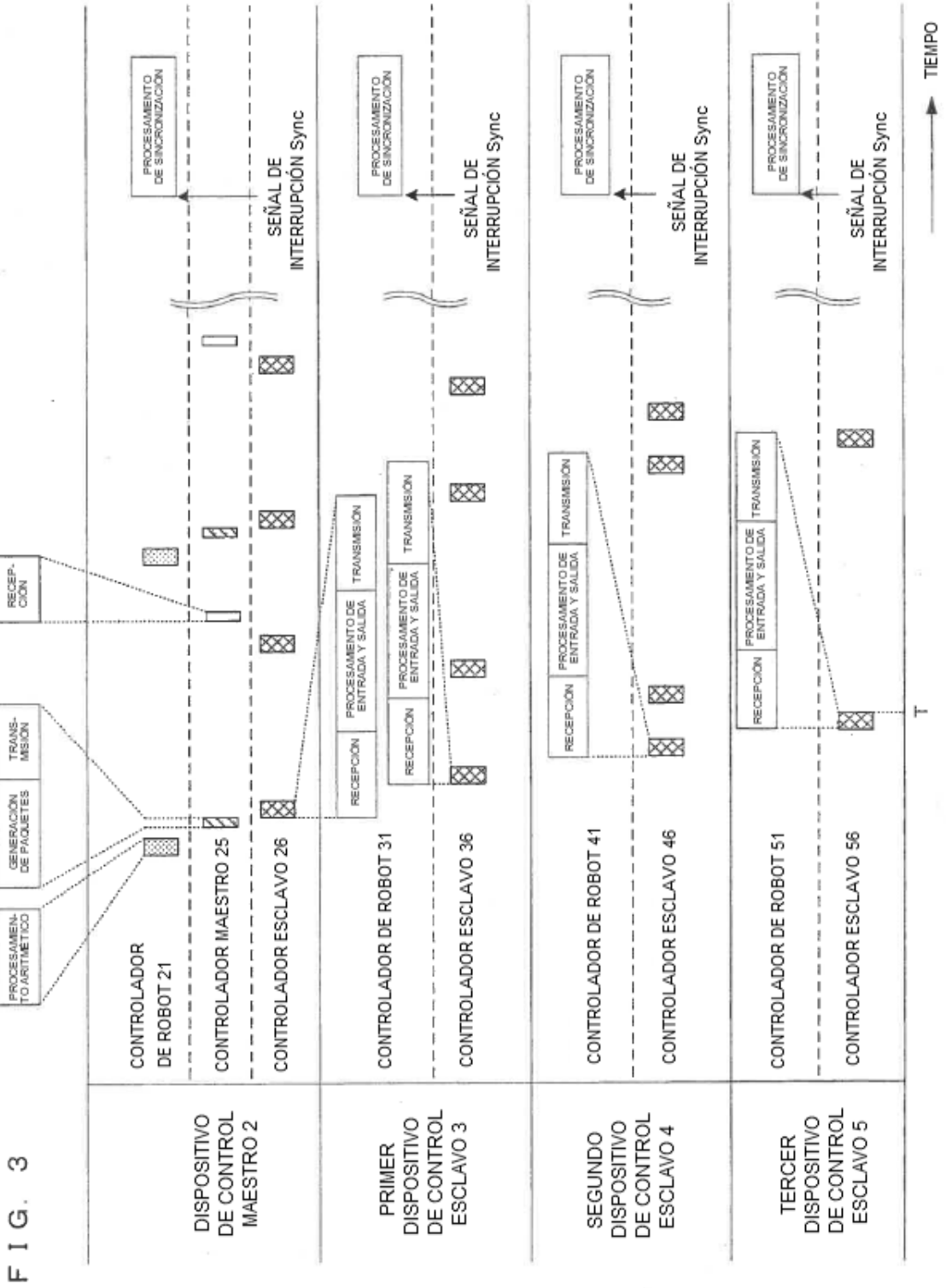


FIG. 4

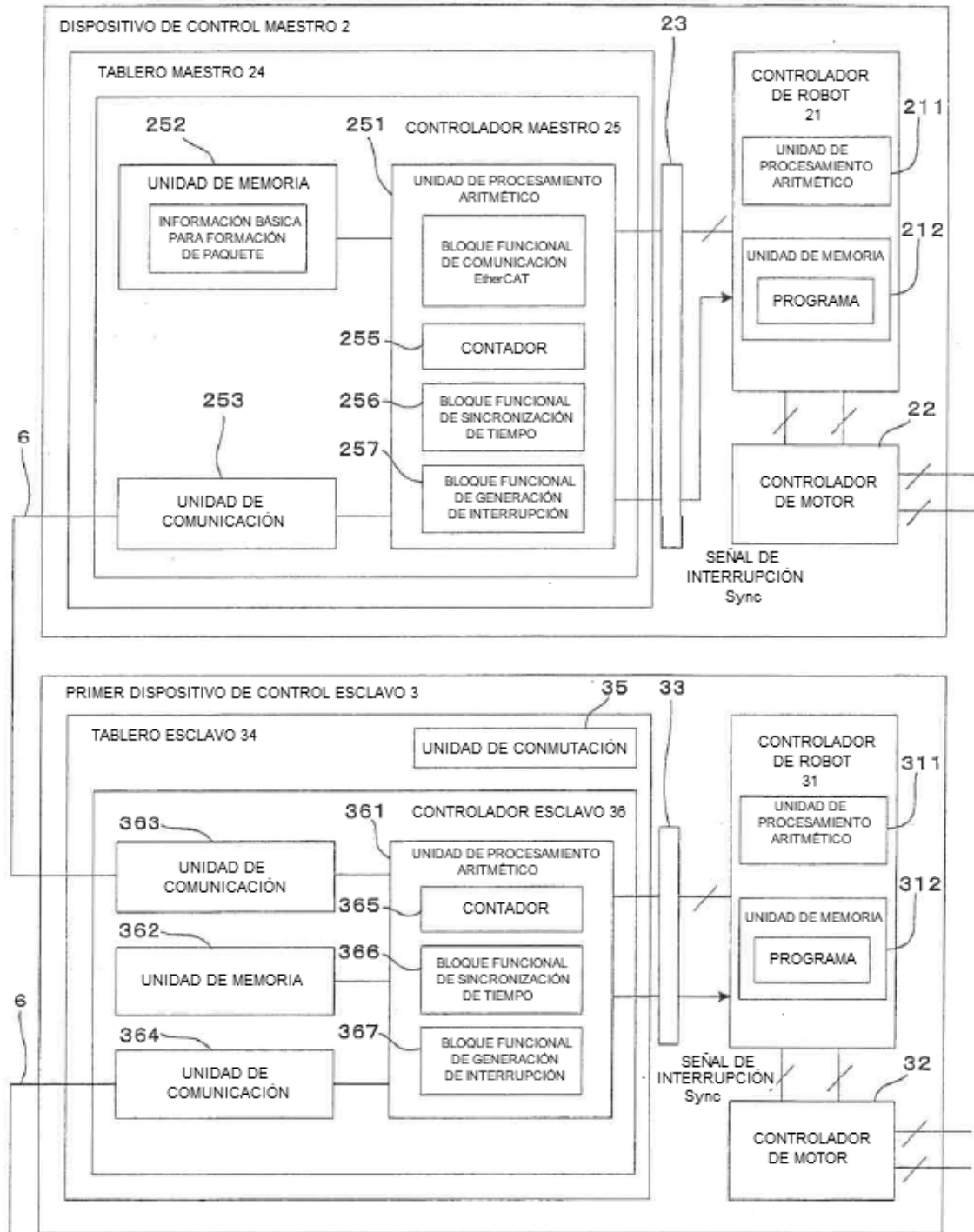


FIG. 5

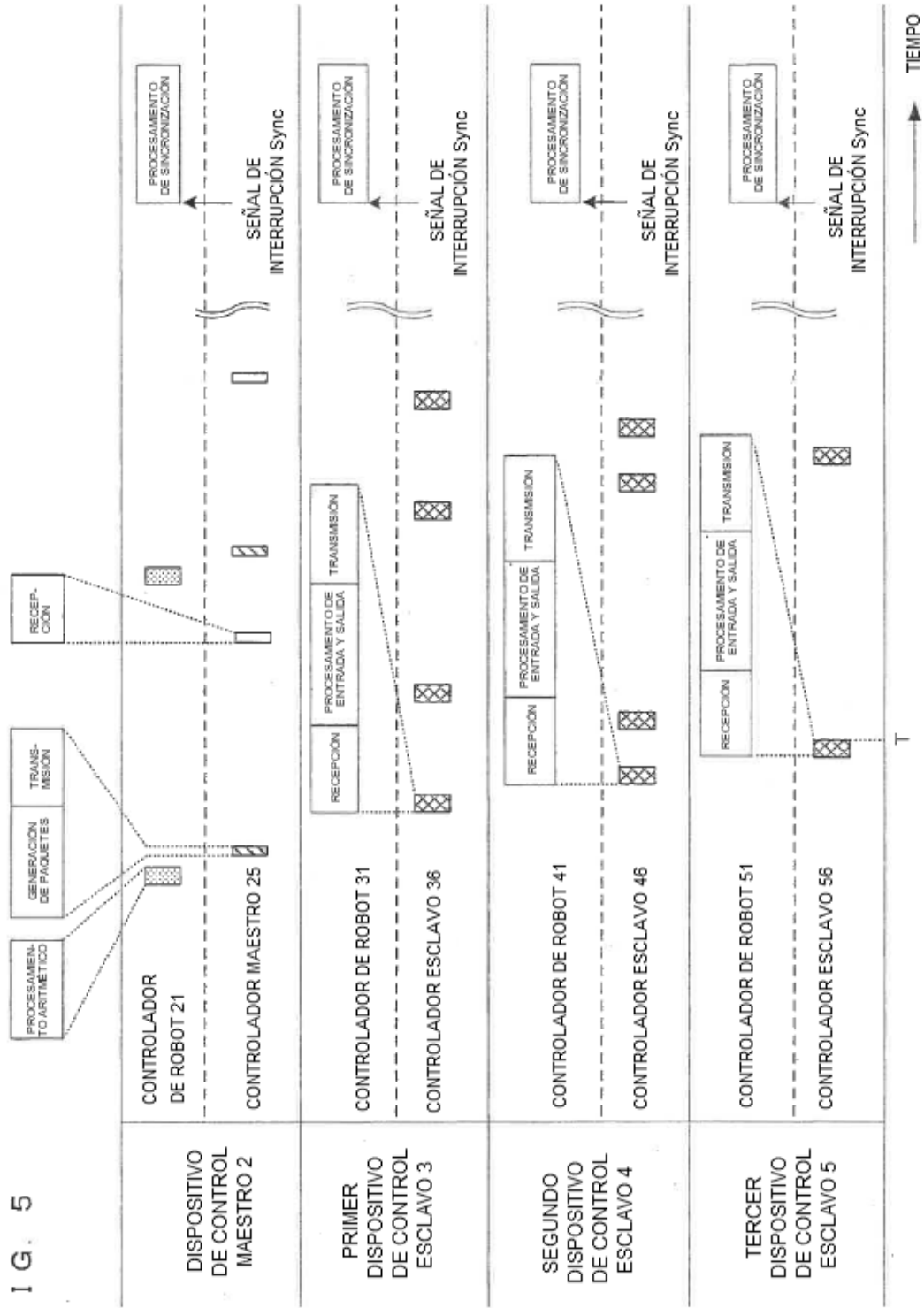


FIG. 6

