



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 281 564**

(51) Int. Cl.:
G05B 19/042 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02795220 .9**

(86) Fecha de presentación : **17.12.2002**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1456722**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2004**

(54) Título: **Procedimiento de transmisión de datos, sistema de bus en serie y unidad de conexión para un usuario de bus pasivo.**

(30) Prioridad: **21.12.2001 DE 101 63 342**

(73) Titular/es: **Beckhoff Automation GmbH
Eiserstrasse 5
33415 Verl, DE**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.10.2007

(72) Inventor/es: **Beckhoff, Hans y
Büttner, Holger**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.10.2007

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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 de transmisión de datos, sistema de bus en serie y unidad de conexión para un usuario de bus pasivo.

La invención se refiere a un procedimiento para la transmisión de datos en un bus en serie entre al menos un usuario de bus activo y al menos un usuario de bus pasivo, a un sistema de bus en serie configurado de manera correspondiente y a una unidad de conexión para un usuario de bus pasivo en un sistema de bus en serie de este tipo.

En la automatización de producción y procesamiento se utilizan cada vez más sistemas de bus en serie en los que los aparatos dispuestos de manera descentralizada de una periferia de máquina, tales como módulos E/S, convertidores de medición, accionamientos, válvulas y terminales operativos se comunican a través de un sistema de comunicaciones en tiempo real de alto rendimiento con sistemas de automatización, ingeniería o visualización. Todos los aparatos están conectados en red unos con otros a través de un bus en serie, preferiblemente un bus de campo, configurándose el intercambio de datos a través del bus al menos tomando como base el principio maestro-esclavo.

Los usuarios de bus activos en el sistema de bus son en este caso dispositivos de control. Están en posesión de una autorización de acceso al bus y determinan la transferencia de datos en el bus. Los usuarios de bus activos se denominan también como aparatos maestro en sistemas de bus en serie.

Los usuarios de bus pasivos son por el contrario generalmente aparatos periféricos de máquina. No contienen ninguna autorización de acceso al bus, es decir, sólo deben confirmar mensajes recibidos o transmitir a petición de un usuario de bus activo mensajes al mismo. Los usuarios de bus pasivos se denominan también, por lo tanto, aparatos esclavo en el sistema de bus en serie.

Los aparatos maestro contienen generalmente una conexión de bus de campo que representa el elemento de unión entre el procesamiento de datos central en el aparato maestro y la red de bus de campo y lleva a cabo la administración del bus. En la conexión configurada a menudo como subconjunto separado se implementa por tanto también el protocolo de bus completo. Los aparatos esclavo presentan a su vez un módulo de interfaz que convierte los datos del aparato esclavo en el formato de datos del sistema de bus de campo. Estos módulos de interfaz necesitan por tanto también sólo una parte reducida del protocolo de bus.

En la técnica de automatización se utilizan sistemas de bus de campo según el principio maestro-esclavo con las más diferentes reglas de transmisión. En sistemas de bus de campo cíclicos, tal como por ejemplo Profibus-DP, ControlNet, FIP-IO o Interbus-S, los datos se transmiten cíclicamente, independientemente de si ha tenido lugar una modificación de estos datos. En sistemas de bus de campo no cíclicos, por el contrario, tal como se conocen en los sistemas CAN, los datos sólo se transmiten cuando ha tenido lugar una modificación de los datos o cuando la transmisión de datos se lanza explícitamente desde el aparato maestro.

Se diferencia además entre sistemas de bus de campo orientados a estaciones, tal como Profibus-DP, en los que un aparato maestro envía un mensaje a un

aparato esclavo que confirma o responde entonces el mismo, y sistemas de bus de campo orientados a mensajes, tal como el sistema CAN, que se caracterizan porque el aparato maestro emite mensajes no confirmados en el bus, que entonces pueden procesarse por todos los usuarios del bus. Además hay también sistemas de bus de campo orientados a bus, como el conocido Interbus-S, en los que el aparato maestro transmite todos los datos con un mensaje para todos los aparatos esclavo conectados, estando establecida la posición de los datos para cada aparato esclavo mediante su posición en el bloque del mensaje.

Los procesos de control, especialmente en la producción de sistemas de automatización utilizados, se resumen generalmente en una o más funciones que han de llevarse a cabo generalmente de manera cíclica, que se designan además como tareas. Este tipo de tareas se llevan a cabo en un sistema de bus de campo de tal manera que los aparatos esclavo que representan la periferia de la máquina proporcionan datos de proceso de entrada a través del bus de campo al aparato maestro, que funciona como control del proceso. En el aparato maestro se generan entonces, de manera correspondiente a las tareas que han de llevarse a cabo, los datos de proceso de salida y se transmiten a través del sistema de bus de vuelta a los aparatos esclavo.

En la transmisión de los datos de proceso realizada de la forma convencional, los datos de proceso de los aparatos esclavo se emiten según el protocolo de bus empleado por la unidad de interfaz del aparato esclavo respectivo al bus de campo y se reciben por la conexión del bus de campo como interfaz del aparato maestro con el bus de campo. La conexión de bus de campo en el aparato maestro combina entonces a partir de los datos de proceso recibidos de los aparatos esclavo una imagen de proceso para la tarea respectiva y reenvía esta imagen de proceso a la unidad de procesamiento de datos en el aparato maestro. La unidad de procesamiento de datos en el aparato maestro crea a su vez, tomando como base la imagen de proceso de entrada correspondiente a la tarea que ha de llevarse a cabo, una imagen de proceso de salida, que se emite en la conexión de bus de campo, que determina entonces a partir de esta imagen de proceso los datos de proceso para los aparatos esclavo individuales y los transmite según el protocolo de bus predeterminado al respectivo aparato esclavo a través del bus de campo.

En los sistemas de bus de campo conocidos, la transmisión de datos de proceso se realiza entre el aparato maestro y los aparatos esclavo convencionalmente de tal manera que los datos de proceso para los aparatos de proceso individuales se combinan en paquetes de datos separados, designados también como telegramas, y se dirigen entonces individualmente a los aparatos esclavo.

Durante la transmisión de datos de proceso, la conexión de bus de campo debe llevar a cabo, por tanto, en el aparato maestro, una asociación costosa entre los datos de proceso transmitidos desde y a los aparatos esclavo e imágenes de proceso de entrada y salida asociadas a la tarea respectiva. Esta asociación designada también como mapeo ("mapping") de los datos de proceso de los aparatos esclavo con las imágenes de proceso empleadas en el aparato maestro, que se llevan a cabo en la conexión de bus de campo del aparato maestro, requiere sin embargo un coste de

procesamiento elevado. Por ello debe instalarse en la conexión de bus de campo también un algoritmo de mapeo complejo y un desarrollo de protocolo. Esto se aplica en mayor medida para sistemas de bus de campo abiertos, que se diseñan de tal manera que pueden eliminarse sin mayores dificultades usuarios de bus del sistema global o añadirse al sistema.

La necesaria conversión de los datos de proceso de los aparatos esclavo individuales en imágenes de proceso en el control de bus de campo, especialmente cuando deben llevarse a cabo varias tareas al mismo tiempo, conduce además a un tratamiento de proceso retardado considerablemente.

Esto se aplica sobre todo cuando una aplicación de control consta de varios procesos parciales que están asociados en cada caso a un aparato esclavo. En caso de buses de campo convencionales, la imagen de proceso asociada a la aplicación de control debe entonces dividirse en telegramas individuales correspondientes para cada uno de los aparatos esclavo. En el caso de que los datos de proceso de una tarea deban facilitarse por el contrario a varios aparatos esclavo, debido a que todos estos aparatos esclavos deben realizar esta tarea, el control de bus de campo debe entonces combinar para cada aparato esclavo un telegrama propio con los datos de proceso.

En el caso de procedimientos de transmisión de datos convencionales en el bus de campo, cuando los procesos parciales individuales presentan diferentes tiempos en el ciclo, no existe la posibilidad de que la carga del bus para los procesos parciales individuales se adapte de manera correspondiente a los diferentes tiempos en el ciclo y de que se consiga por tanto una ocupación óptima del bus.

Además, en el caso de sistemas de bus de campo convencionales, una adaptación flexible de los telegramas a las longitudes de datos de proceso requeridas en los aparatos esclavo es muy difícil de conseguir. Por tanto, cuando un aparato esclavo sólo necesita datos de proceso de 1 bit, generalmente es necesario un acoplador de bus adicional con una red de bus local para convertir estos datos de proceso de 1 bit en los telegramas del bus de campo estándar.

El objetivo de la presente invención es perfeccionar los sistemas de bus en serie conocidos, especialmente sistemas de bus de campo, de tal manera que sea posible una transmisión de datos flexible con un coste de procesamiento de datos reducido.

Este objetivo se alcanza mediante un procedimiento según la reivindicación 1, un sistema de bus en serie según la reivindicación 7 y una unidad de conexión según la reivindicación 11. Las formas de realización preferidas se dan en las reivindicaciones dependientes.

Según la invención, para la transmisión de datos en un sistema de bus en serie con al menos un usuario de bus activo y al menos un usuario de bus pasivo, se transmiten datos en forma de telegramas entre el usuario de bus activo y el usuario de bus pasivo, conteniendo los telegramas en cada caso una dirección lógica para caracterizar los datos transmitidos, conteniendo el usuario de bus pasivo una tabla de asociaciones, en la que se correlacionan direcciones lógicas de telegramas con direcciones físicas de áreas de la memoria de datos del usuario de bus pasivo, comparándose durante el paso de un telegrama en el bus en serie de los usuarios de bus la dirección lógica del telegrama que está pasando con la dirección lógica al-

macenadas en la tabla de asociaciones y realizándose, con la detección de una coincidencia, un intercambio de datos con el telegrama.

Mediante la disposición según la invención del bus en serie o la transmisión de datos en este bus en serie, en el que cada usuario de bus con su unidad de conexión puede eliminar o añadir un flujo de datos transmitidos en forma de telegramas de cualquier tipo de datos configurados previamente, se consigue una gran flexibilidad en la transmisión de datos entre los usuarios de bus con una dificultad de procesamiento de datos reducida. Es posible especialmente por tanto una transmisión de datos de proceso simplificada de aplicaciones de control entre aparatos conectados de manera descentralizada en el bus en serie.

Con la disposición según la invención puede establecerse individualmente en cada caso, para la tabla de asociaciones de los aparatos que actúan de forma pasiva, conectados de manera descentralizada en el bus en serie, qué datos en los telegramas transmitidos en el bus en serie se asocian al aparato descentralizado correspondiente. Además pueden transmitirse, con ayuda de los telegramas y la tabla de asociaciones prevista en el usuario de bus pasivo, datos de manera correspondiente a los respectivos requisitos de proceso e independientemente de su posición física.

Según la invención es posible especialmente, con ayuda de los telegramas, adaptar la llegada de datos a los respectivos requisitos del usuario de bus pasivo, pudiendo realizarse por ejemplo también telegramas con datos de proceso de 1 bit para usuarios de bus pasivos. Con ello pueden llevarse a cabo sistemas de bus en serie económicos sin acopladores de bus adicionales ni redes de bus local.

Además, con ayuda de la transmisión de datos según la invención, la llegada de datos en el bus en serie puede adaptarse a los respectivos tiempos en el ciclo de los procesos parciales, pudiendo lograrse una ocupación óptima del bus.

Se evita además mediante la realización según la invención una operación de mapeo costosa en el usuario de bus activo con la que se correlacionan los datos de proceso asociados a los usuarios de bus pasivos individuales con las imágenes de proceso correspondientes de la aplicación de control. La operación de mapeo se lleva a cabo concretamente a través de la tabla de asociaciones ya en los propios usuarios de bus pasivos, con lo cual la dificultad del procesamiento de datos en el usuario de bus activo se reduce esencialmente y con ello se consigue un ahorro de tiempo considerable en la realización de las funciones de control. Además, mediante la disposición de la operación de asociación en el usuario de bus pasivo se minimiza esencialmente la dificultad de los aparatos y de implementación.

Según una forma de realización preferida, en la unidad de interfaz del usuario de bus pasivo se divide la tabla de asociaciones almacenada en conjuntos de datos de registro que indican en cada caso una dirección lógica de datos transmitidos en un telegrama a través del bus en serie, una dirección física de la memoria de datos asociada a los datos en el usuario pasivo y un tipo de transmisión de datos. La configuración de la operación de mapeo según la invención y de la transmisión de datos en el usuario de bus pasivo se encarga de una operación de asociación que se lleva a cabo de manera especialmente sencilla y rápida con sólo una reducida dificultad de implementación y

protocolo en el usuario de bus pasivo. Con esta disposición de la operación de asociación en el usuario de bus pasivo es posible especialmente efectuar de manera sencilla la transferencia de datos entre los telegramas que circulan en el bus en serie y las memorias de datos asociadas al respectivo usuario de bus pasivo.

Según una forma de realización preferida adicional se crea la tabla de asociaciones en el usuario de bus pasivo durante una fase de inicialización, comunicando el usuario de bus activo al usuario de bus pasivo las direcciones lógicas de los datos relevantes para el usuario de bus pasivo en los telegramas individuales y asociando entonces el usuario de bus pasivo las direcciones lógicas a las respectivas direcciones físicas de las memorias de datos. Mediante esta configuración es posible una gran flexibilidad en la transmisión de datos y especialmente una adaptación a la aplicación de control deseada respectivamente. Concretamente puede comunicarse individualmente al usuario de bus pasivo qué datos de proceso se transmiten desde el usuario de bus activo, es decir, el aparato de control, y dónde se encuentran estos datos de proceso en los telegramas que circulan en el bus en serie.

La invención se explica más detalladamente con ayuda de los dibujos adjuntos. Muestran:

la figura 1, una representación esquemática de un sistema de bus en serie;

la figura 2, una transmisión de datos de proceso realizados de una manera convencional en un sistema de bus en serie, que se utiliza para aplicaciones de control;

la figura 3, una representación esquemática de un sistema de bus en serie con unidades de interfaz según la invención en los aparatos esclavo;

la figura 4, una transmisión de datos de proceso según la invención en un sistema de bus en serie, que se utiliza para aplicaciones de control;

la figura 5, una disposición de los telegramas con las imágenes de proceso de tareas en un bus de campo cíclico en un sistema de bus en serie;

la figura 6, un diagrama de operaciones en una unidad de interfaz según la invención de un aparato esclavo en la recepción de un telegrama de lectura; y

la figura 7, un diagrama de operaciones en una unidad de interfaz según la invención de un aparato esclavo en la recepción de un telegrama de escritura.

En la técnica de automatización se utilizan cada vez más sistemas de bus de campo en los que unos aparatos, dispuestos de manera distribuida, de la periferia de una máquina con sistemas de automatización, ingeniería y visualización se comunican a través de un bus de campo. Un sistema de bus de campo de este tipo se muestra en la figura 1.

El sistema de bus de campo presenta un bus 1 en serie que puede ser, por ejemplo, una línea eléctrica, un conductor óptico o también un cable de radio. En este bus 1 se conectan todos los usuarios de bus, diferenciándose entre usuarios de bus activos y pasivos. Los usuarios de bus activo en el sistema de bus de campo son aparatos 2 maestro, que determinan el tráfico de datos en el bus. Un aparato maestro de este tipo es, por ejemplo, un PC industrial, que sirve como ordenador de conducción de procesos en un procedimiento de producción. Este ordenador 2 maestro tiene una autorización de acceso al bus y puede emitir datos en el bus sin requisitos externos. Estos usuarios de bus pasivos en el sistema de bus son aparatos periféricos de máquina, tal como por ejemplo aparatos E/S,

válvulas, accionadores y convertidores de medición. Sirven como aparatos 3 esclavo y no tienen ninguna autorización de acceso al bus, lo que significa que solo deben confirmar mensajes recibidos o transmitir mensajes por solicitud de un aparato maestro al mismo.

El aparato 2 maestro y los aparatos 3 esclavo pueden estar conectados directamente al bus 1 o unirse a éste a través de módulos de interfaz independientes. El tipo de transmisión de datos en el bus 1 se establece por un protocolo de comunicación, siendo posibles las más diferentes arquitecturas de comunicación en función de la física de transmisión seleccionada en el bus 1 en serie. Este protocolo de bus se implementa en el aparato 2 maestro, preferiblemente en una conexión 23 de bus de campo. Las partes de protocolo de bus necesarias para los aparatos 3 esclavos están almacenadas en una unidad 33 de asociación.

Los procesos en la técnica de automatización consisten generalmente en diferentes procesos parciales, que están marcados por un comportamiento de tiempo diferente. Por tanto, las aplicaciones de control que controlan, supervisan y regulan estos procesos presentan generalmente varias funciones de control cíclicas con diferentes tiempos en el ciclo, que disponen en cada caso de imágenes de proceso de entrada y salida.

Los datos de proceso están distribuidos en este sentido generalmente en cuatro usuarios de bus pasivos que forman las interfaces para el proceso. Las señales de proceso se actualizan en este caso a través del bus en serie según el sistema de bus de campo con diferentes procedimientos en el aparato maestro con las aplicaciones de control y los respectivos usuarios de bus pasivos y se representan en imágenes de proceso.

La figura 2 muestra como ejemplo una transferencia de datos convencional entre el aparato 2 maestro, que contiene la aplicación de control y el control del bus en serie, y los aparatos 3 esclavo para la realización de tres funciones de control, que se depositan como tarea 1, tarea 2 y tarea 3 en el aparato maestro. Para la realización de estas funciones de control se emplean en el aparato 2 maestro imágenes de proceso de entrada y salida, estando representadas en la figura 2 la imagen de proceso de entrada para la tarea 1 como datos 1 de proceso, la imagen de proceso de entrada para la tarea 2 como datos 2 de proceso y la imagen de proceso de entrada para la tarea 3 como datos 3 de proceso. Estas imágenes de proceso de entrada se crean por la conexión 23 de bus de campo en el aparato 2 maestro, tomando como base los datos de proceso proporcionados por las unidades 33 de asociación de los aparatos 3 esclavo individuales a través del bus de campo.

Para asociar los datos relevantes para los aparatos 3 esclavo a las tareas individuales, es decir, los datos de proceso a las imágenes de proceso, se lleva a cabo en el estado de la técnica un procedimiento de asociación denominado mapeo de los datos de proceso de los aparatos esclavo individuales con las imágenes de proceso. Este algoritmo de mapeo convencional, que se realiza por la conexión 23 de bus en serie en el aparato 2 maestro, es sin embargo difícil de realizar especialmente en los sistemas de bus de campo abiertos, en los que pueden conectarse y desconectarse a voluntad aparatos esclavo. Además, las imágenes de proceso para las tareas individuales se crean una detrás de otra por la conexión 23 de bus en serie, lo que

puede llevar a pérdidas de tiempo considerables en la realización de las tareas.

En la transferencia de datos convencional, mostrada en la figura 2, deben intercambiarse, según la aplicación de control representada, datos de proceso de la tarea 1 con los aparatos 1, 2 y 5 esclavo, datos de proceso de la tarea 2 con los aparatos 2, 4 y 6 esclavo, y datos de proceso de la tarea 3 con los aparatos 1, 3 y 4 esclavo, asociándose a los aparatos esclavo individuales en cada caso datos de proceso asociados a sólo parte de las tareas individuales, dado que los aparatos esclavo respectivos sólo realizan procesos parciales de las tareas. En sistemas de bus de campo convencionales no existe, sin embargo, la posibilidad de adaptar de forma correspondiente los telegramas, de modo que los aparatos esclavo respectivos sólo obtienen los datos de proceso asociados al mismo. Especialmente los telegramas tampoco pueden configurarse de tal manera que la llegada de datos en el bus de campo esté adaptada a los diferentes tiempos en el ciclo del proceso parcial.

Para poder adaptar la transferencia de datos a los aparatos esclavo en las aplicaciones de control respectivas de forma óptima, y además especialmente para mantener lo más pequeños posible los tiempos de retardo durante el mapeo de los datos de proceso del aparato esclavo en la imagen de proceso del aparato maestro, y para lograr una sencilla implementación del protocolo de transmisión en el sistema de bus maestro-esclavo, se facilita según la invención en el bus en serie un flujo de datos en forma de telegramas, de modo que a cada aparato esclavo pueden eliminarse o añadirse con precisión los datos determinados para el mismo.

Según la invención se realiza entonces el mapeo directamente en el aparato esclavo respectivo, con lo cual es posible una operación de mapeo paralela en todos los aparatos esclavo, lo que descarga al aparato maestro y se encarga de un ahorro de tiempo considerable en la realización de las funciones de control. Además, se reduce considerablemente mediante la operación de mapeo según la invención la dificultad de los aparatos y de la implementación en el sistema de bus de campo.

La figura 3 muestra una posible forma de realización de la invención, en la que como bus en serie se utiliza un bus de campo cíclico, tal como por ejemplo un Profibus-DP. En un bus de campo cíclico de este tipo se transmiten los datos de proceso con los tiempos de ciclo asociados a las respectivas tareas de control en la línea 1 de bus, teniendo lugar la transmisión de datos independiente de si los datos se han modificado dentro de estos tiempos de ciclo. La invención no se limita sin embargo a un bus de campo cíclico de este tipo. Alternativamente, puede configurarse el bus de campo también de forma no cíclica, tal como por ejemplo en un bus Can, en el que los datos de proceso sólo se transmiten cuando se han modificado o cuando se lanza la transmisión de datos explícitamente por el aparato maestro.

Tal como se muestra en la figura 3, el aparato 2 maestro y cada uno de los aparatos 3 esclavo presenta en cada caso un emisor 22, 32 para emitir datos en la línea 1 de bus y un receptor 21, 31 denominado *Receiver* en la figura 3 para recibir datos desde esta línea 1 de bus. El emisor y el receptor para un aparato pueden en este caso estar reunidos en una unidad independiente en forma de una conexión de bus o también

estar integrados en el aparato maestro o los aparatos esclavo. El bus 1 puede estar realizado como una línea eléctrica o también como fibra óptica.

El emisor 21 y el receptor 22 del aparato 2 maestro están conectados con la conexión 23 de bus de campo en el aparato 2 maestro en la que está implementado todo el protocolo de bus y que controla de esta manera la transferencia de datos a través del bus de campo. Esta conexión 23 de bus de campo está conectada mediante una interfaz con una unidad de procesamiento de datos en el aparato 2 maestro para entregar al aparato 2 maestro las imágenes de proceso de entrada necesarias para el tratamiento de los resultados de control o captar las imágenes de proceso de salida generadas por el aparato maestro.

Los aparatos 3 esclavo contienen en cada caso la unidad 33 de asociación que está conectada con el receptor 31 y el emisor 32. En esta unidad 33 de asociación, denominada en lo sucesivo también FMMU (Fieldbus Memory Management Unit, unidad de gestión de memoria de bus de campo) está implementada la parte del protocolo de bus necesaria para el aparato esclavo correspondiente. La unidad 33 de asociación en los aparatos 3 esclavo controla la transmisión de datos entre paquetes de datos que se encuentran sobre la línea 1 de bus, denominados posteriormente telegrama, y los datos de proceso depositados en una memoria 34 de datos del aparato 3 esclavo, denominado en la figura 3 también memoria física. Estos datos de proceso pueden ser por ejemplo datos medidos o datos de control para la realización de un proceso de producción mediante el aparato esclavo correspondiente.

La unidad 33 FMMU en el aparato 3 esclavo puede estar configurada como componente independiente o integrarse en una unidad de control. Además existe la posibilidad de definir las funciones de la unidad 33 FMMU por ejemplo en forma de un elemento de código ASIC para el aparato esclavo correspondiente o también implementarlas como solución de software en un microcontrolador en el aparato esclavo.

La figura 4 muestra esquemáticamente una transmisión de datos, tal como puede realizarse en el sistema de bus de campo mostrado en la figura 3. De manera similar a la transmisión de datos de proceso habitual mostrada en la figura 2 se supone, que desde el aparato 2 maestro se realizan tres funciones de control, tarea 1, tarea 2 y tarea 3. A estas funciones de control se le asignan en cada caso una imagen de proceso con datos 1, 2, 3 de proceso. Estas imágenes de proceso para cada una de las tareas se intercambian entre la unidad de procesamiento de datos del aparato 2 maestro y la conexión 23 de bus de campo, emitiendo las imágenes de proceso desde la conexión 23 de bus de campo entonces con ayuda del emisor 21 al bus 1 de campo o recibéndolas mediante el receptor 22 desde éste.

En el bus de campo cíclico mostrado en la figura 3 las imágenes de proceso para el aparato 2 maestro se transmiten con orientación de datos de proceso, es decir, la imagen de proceso de una tarea se divide según el tamaño en uno o más telegramas, que circulan sobre el bus de campo. Los datos de proceso asignados a los aparatos esclavo correspondientes de las imágenes de proceso transmitidas al bus de campo se leen bajo control de la unidad 33 FMMU en el aparato 3 esclavo correspondiente mediante el receptor 31 del aparato 3 esclavo o se emiten mediante el emisor 32

del aparato 3 esclavo. La asignación de los datos de proceso del aparato 3 esclavo a las imágenes de proceso, que se transmiten en forma de telegrama al bus de campo, se produce en este caso mediante la unidad 33 FMMU en el aparato 3 esclavo, de modo que esta asignación de los datos de proceso a las imágenes de proceso pueden realizarse simultáneamente por todos los aparatos esclavo en el bus de campo durante el paso.

En la transmisión de datos representada en la figura 4 se hace posible configurar de una manera sencilla los aparatos esclavo según la aplicación de control de tal manera, que sus datos de proceso pueden transmitirse con diferentes telegramas. A los aparatos esclavo se les comunica en una fase de inicialización del aparato maestro con qué telegramas se transmiten sus datos de proceso, en qué parte de la memoria de datos están depositados los datos de proceso asignados y el lugar en el que se encuentran estos datos de proceso en los telegramas. Durante el funcionamiento cíclico de control pasan entonces por el bus de campo telegramas con imágenes de proceso, de los que los aparatos esclavo extraen sus datos de proceso de salida o añaden sus datos de proceso de entrada.

Tal como muestra la figura 4 existe una posibilidad sencilla y económica, de realizar con ayuda de los telegramas una transferencia de datos de los datos de proceso de tarea 1 a los aparatos 1, 2 y 5 esclavo, de los datos de proceso para la tarea 2 a los aparatos 2, 4 y 6 esclavo y de los datos de proceso de la tarea 3 a los aparatos 1, 3, 4 y 6. Además según la invención puede realizarse la transferencia de datos de tal manera que a los aparatos 1 y 2 esclavo se le ponga a disposición sólo una parte de los datos de proceso con el telegrama 1, sin embargo las partes adicionales de los datos de proceso se transmiten entonces con los telegramas 2 y 3. El proceso de transmisión de datos mostrado en la figura 4 es adecuado especialmente para el control de una aplicación, que se compone de tres procesos parciales, modificándose en el primer proceso parcial las señales por ejemplo cada 100 mseg, en el segundo proceso parcial cada 10 mseg y en el tercer proceso parcial cada 1 mseg y necesitando el primer proceso parcial datos de proceso del aparato 1, 2 y 5 esclavo, el segundo proceso parcial, datos de proceso del aparato 2, 4 y 6 esclavo y el tercer proceso parcial, datos de proceso del aparato 1, 3, 4 y 6 esclavo.

Mediante la transmisión de datos según la invención existe así la posibilidad, de realizar telegramas para aparatos esclavo, que sólo necesitan datos de proceso de 1 bit. Por tanto ya no es necesario, tal como en los sistemas de bus de campo habituales, convertir los telegramas del bus de campo estándar en un bus local a los aparatos esclavo, que transmiten datos de proceso de 1 bit, mediante lo que se consigue una conexión esclavo simplificada y económica.

Mediante la configuración flexible de los telegramas también es posible, ajustar la llegada de datos al sistema de bus de campo en procesos parciales con diferentes tiempos de ciclo. Así mediante telegramas diseñados correspondientemente puede sin más realizarse una transmisión de datos, en la que se transmiten datos de proceso para la tarea 1 cada mseg, ascendiendo la duración de transmisión de los datos de proceso a 0,5 mseg, se transmiten los datos de proceso de la tarea 2 cada 10 mseg, ascendiendo la duración de transmisión de los datos de proceso a 2 mseg, y se transmiten los datos de proceso de la tarea 3 cada

100 mseg, ascendiendo la duración de transmisión a 10 mseg. Mediante un ajuste correspondiente de los telegramas se consigue una transmisión de datos con una carga de bus del 80%, transmitiendo los datos de proceso de tarea 2 y 3 en cada caso en varios telegramas, dado que para la tarea 2 y 3 sólo se dispone de 0,5 mseg en cada periodo del periodo de 1 mseg.

Mediante esta asociación de los datos de proceso mostrada esquemáticamente en la figura 4, realizada en paralelo en todos los aparatos esclavo por las unidades de interfaz correspondientes, con las imágenes de proceso que circulan en el bus de campo, la conexión de bus de campo se descarga sustancialmente en el sistema de bus de campo. Además con ayuda de un algoritmo de mapeo simple en la unidad 33 FMMU puede realizarse el proceso de asociación entre los datos de proceso del aparato 3 esclavo correspondiente y los imágenes de proceso correspondientes del aparato 2 maestro, que solamente conlleva una dificultad de implementación y protocolo reducida.

La figura 5 muestra detalladamente la disposición de telegramas en el bus de campo cíclico empleado en el ejemplo de realización según la figura 3. El bus de campo puede considerarse en este caso como un tipo de memoria lógica, pudiendo distribuirse de manera arbitraria las imágenes de proceso de las tareas individuales configuradas como telegramas en la memoria lógica. La figura 5 muestra esquemáticamente una disposición posible de los telegramas para las tres tareas del aparato maestro mostradas en la figura 4 en la memoria lógica del bus de campo. Entre las tareas individuales pueden estar previstas en este caso áreas libres cualesquiera de imágenes de proceso en la memoria lógica del bus de campo.

Cada telegrama de una tarea se compone de dos partes, una parte de cabeza, que sirve como bloque de dirección lógico, y una parte de datos. El bloque de dirección lógico del telegrama está a su vez dividido en tres áreas de memoria, indicando la primera sección de memoria el tipo de transmisión de datos, es decir, si los datos deben escribirse desde el aparato maestro al aparato esclavo (comando de escritura) y/o si los datos deben transmitirse desde el aparato esclavo al aparato maestro (comando de lectura). En una segunda sección de memoria, los datos contenidos en el telegrama están caracterizados con una dirección. Como área de memoria adicional, el bloque de dirección lógica contiene una información sobre la longitud de los datos contenidos en el telegrama. Al bloque de datos se une una parte de datos en el que están contenidos los datos de proceso.

Para que la unidad 33 FMMU del aparato 3 esclavo correspondiente detecte en los telegramas en el bus en serie los datos de proceso asociados, esta unidad 33 FMMU contiene una tabla de asociaciones con varios conjuntos de datos de registro que correlacionan la memoria lógica del bus de campo que contiene las imágenes de proceso, con la memoria física en el aparato esclavo correspondiente que contiene los datos de proceso. Cada conjunto de datos comprende en este caso los registros siguientes que describen un área de memoria relacionada en el bus de campo registrado como memoria lógica: dirección inicial de la memoria lógica (bus de campo); dirección final de la memoria lógica (bus de campo); dirección inicial de la memoria física (esclavo); tipo de la transmisión de datos "escritura", "lectura" o "lectura/escritura".

Cada conjunto de datos de registro indica de esta

manera el comienzo de los datos asociados al aparato esclavo correspondiente en la memoria lógica en el bus de campo. Mediante la fijación del final de datos en el conjunto de registro, la longitud de los datos asociados al aparato esclavo correspondiente se fija en la memoria de bus de campo lógica. En lugar de una dirección final, el conjunto de datos de registro podría contener por tanto también una información sobre la longitud del área de datos en la memoria lógica. La información contenida en el conjunto de datos de registro sobre el comienzo del conjunto de datos en la memoria física del aparato esclavo se ocupa de la asociación de los datos contenidos en el bus de campo en los telegramas con los datos en el aparato esclavo. El tipo de transmisión de datos en el conjunto de registro fija finalmente si debe realizarse una operación de escritura o de lectura o un proceso de lectura-escritura combinado entre el aparato esclavo y el bus de campo.

Los conjuntos de datos de registro en los aparatos esclavo se crean en una fase de inicialización del sistema de bus de campo. Durante el tráfico de datos cíclico a través del bus de campo se comparan entonces en cada caso el área enviada actualmente del bus de campo registrado como memoria lógica con los conjuntos de datos de registro de la unidad de interfaz en el aparato esclavo correspondiente mediante una unidad de comparación, y en el caso de coincidencia con la ayuda de una unidad de acceso los datos de proceso correspondientes se introducen o se leen del telegrama en el bus de campos.

La figura 6 muestra un desarrollo de procesamiento en la unidad de interfaz de un aparato esclavo durante la recepción de un telegrama de lectura. Las partes de cabeza de los telegramas que circulan en la unidad de interfaz se comparan con los conjuntos de datos de registro almacenados. Si esta comparación muestra que la parte de datos del telegrama contiene áreas que están asignadas al aparato esclavo, estas áreas de datos se leen de la memoria física del aparato esclavo y se introduce en el telegrama correspondiente en el bus de campo.

La figura 7 muestra el desarrollo de procesamiento en la unidad FMMU de un aparato esclavo durante la recepción de un telegrama de escritura. En este ca-

so, las partes de cabeza de los telegramas en el bus de campo se comparan a su vez con los conjuntos de datos de registro. Cuando se detecta una coincidencia y en el conjunto de datos de registro se muestra que debe realizarse una operación de escritura, los datos correspondientes se leen del telegrama en el bus de campo y se almacenan en la memoria física del aparato esclavo.

Alternativamente a las configuraciones de telegrama mostradas en las figura 6 y 7 existe la también la posibilidad de procesar un telegrama de lectura/escritura en el aparato esclavo. Cuando tras la comparación de la parte de cabeza del telegrama en el bus de datos con los conjuntos de datos de registro se determina una coincidencia, entonces durante el paso del telegrama desde el aparato esclavo se leen los datos correspondientes desde el telegrama y se escriben en la memoria física del aparato esclavo y al mismo tiempo pueden leerse áreas de datos desde la memoria física del aparato esclavo y se escriben en los lugares correspondientes del telegrama. El desarrollo de procesamiento está limitado en este caso preferiblemente de manera que pueden escribirse como máximo tantos datos en el telegrama como datos correspondientes puede leerse desde el telegrama.

Alternativamente existe la posibilidad de emplear lugar de un telegrama con un área de dirección también una dirección lógica simple en forma de un número lógico para el direccionamiento del aparato esclavo correspondiente que se almacena junto con un desplazamiento y una longitud de datos en la tabla de asociaciones de la interfaz FMMU.

El proceso de mapeo realizado según la invención a través de las unidades de interfaz de los aparatos esclavo puede emplearse en todos los tipos conocidos de sistema de bus en serie. Mediante la realización de la operación de mapeo entre las imágenes de proceso y los datos de proceso directamente en el aparato esclavo, los tiempos de retardo en la realización de funciones de control pueden mantenerse lo más reducidos posibles dado que el mapeo en todos los aparatos esclavo se realiza de manera paralela y por tanto el sistema global se descarga sustancialmente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para transmitir datos en un bus en serie entre al menos un usuario de bus activo y al menos un usuario de bus pasivo, en el que los datos se transmiten en forma de telegramas entre el usuario de bus activo y el usuario de bus pasivo, conteniendo los telegramas emitidos por el usuario activo en el bus en serie con los datos en cada caso una dirección lógica que **caracteriza** los datos transmitidos, estando prevista en el usuario de bus pasivo una tabla de asociaciones, en la que se correlacionan direcciones lógicas de los telegramas con direcciones físicas de áreas de memoria de datos del usuario de bus pasivo, y comparándose durante el paso de un telegrama en el bus en serie del usuario de bus pasivo la dirección lógica del telegrama que está pasando con las direcciones lógicas almacenadas en la tabla de asociaciones y realizándose, con la detección de una coincidencia, un intercambio de datos entre el telegrama y el área de memoria de datos que presenta la dirección física asociada a la dirección lógica.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la tabla de asociaciones presenta conjuntos de datos de registro que indican en cada caso una dirección lógica de datos transmitidos en un telegrama a través del bus en serie, una dirección física del área de memoria de datos asociada a los datos en el usuario de bus pasivo y un tipo de transmisión de datos.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que un conjunto de datos de registro contiene una dirección inicial de datos en un telegrama en el bus en serie, una dirección final de los datos o una longitud de un área de memoria de datos en el telegrama en el bus en serie, una dirección inicial del área de memoria asociada en el usuario de bus pasivo y una caracterización del tipo de transmisión de datos como operación de lectura y/o escritura.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que se crea la tabla de asociaciones en el usuario de bus pasivo durante una fase de inicialización.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que el usuario de bus activo en la fase de inicialización comunica al usuario de bus pasivo las direcciones lógicas de datos relevantes para el usuario de bus pasivo en los telegramas y el usuario de bus pasivo asocia a las direcciones lógicas en cada caso direcciones físicas de áreas de memoria de datos correspondientes.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el bus en serie es un bus de campo, se presentan datos en el usuario activo en forma de imágenes de proceso para funciones de control y datos en el usuario de bus pasivo, transmitiéndose telegramas en el bus de campo con las imágenes de proceso, y en el que en una transmisión de datos entre el bus de campo y el usuario de bus pasivo los datos de proceso en el usuario de bus pasivo se asocian a las imágenes de proceso correspondientes en los telegramas que circulan en el bus de campo.

7. Un sistema de bus en serie con al menos un usuario (2) de bus activo y al menos un usuario (3) de bus pasivo, en el que el usuario (2) de bus activo transmite los datos en forma de telegrama con una dirección lógica que **caracteriza** los datos contenidos en el telegrama correspondiente, en el que el usuario de bus pasivo presenta una tabla (33) de asociaciones en la que están correlacionadas direcciones lógi-

cas de telegramas con direcciones físicas de áreas (34) de memoria de datos del usuario de bus pasivo, y una unidad (33) de asociación para comparar durante el paso de un telegrama en el bus (1) en serie la dirección lógica del telegrama con las direcciones lógicas almacenadas en la tabla de asociaciones y con la detección de una coincidencia realizar un intercambio de datos entre el área de memoria de datos asociada y el telegrama.

8. Sistema de bus según la reivindicación 7, en el que la tabla de asociaciones presenta conjuntos de datos de registro que indican en cada caso una dirección lógica de datos transmitidos en un telegrama a través del bus en serie, una dirección física del área de memoria de datos asociada a los datos en el usuario de bus pasivo y un tipo de transmisión de datos.

9. Sistema de bus según la reivindicación 7 u 8, en el que el bus (1) en serie es un bus de campo, se presentan datos en el usuario (2) de bus activo en forma de imágenes de proceso para funciones de control y datos en el usuario (3) de bus pasivo en forma de datos de proceso, en el que la unidad (33) de asociación del usuario de bus pasivo conecta la memoria (34) de datos en el usuario de bus pasivo, que contiene los datos de proceso, con el bus de campo, para en el caso de una transmisión de datos entre el bus de campo y el usuario de bus pasivo asociar los datos de proceso en la memoria de datos a las imágenes de proceso contenidas en los telegramas en el bus de campo.

10. Sistema de bus según la reivindicación 9, en el que el usuario de bus activo presenta una conexión (23) de bus de campo que realiza la transmisión de las imágenes de proceso entre una unidad de procesamiento de datos en el usuario (2) de bus activo y el bus (1) de campo.

11. Una unidad de conexión para un usuario de bus pasivo en un sistema de bus en serie para realizar una transmisión de datos con un bus (1) en el que al menos un usuario (2) de bus activo y el usuario (3) de bus pasivo están conectados, en la que el usuario (2) de bus activo transmite los datos en forma de telegramas con una dirección lógica que **caracteriza** los datos contenidos en el telegrama correspondiente, que comprende una unidad (33) de asociación con una tabla de asociación en la que están correlacionadas direcciones lógicas de telegramas con direcciones físicas de áreas de almacenamiento de datos del usuario de bus pasivo, y una unidad (33) de control para comparar durante el paso de un telegrama en el bus (1) en serie la dirección lógica del telegrama con las direcciones lógicas almacenadas en la tabla de asociaciones y con la detección de una coincidencia realizar un intercambio de datos entre el área de memoria de datos asociada y el telegrama.

12. Unidad de conexión según la reivindicación 11, en la que la tabla de asociación presenta conjuntos de datos de registro que indican en cada caso una dirección lógica de datos transmitidos en un telegrama a través del bus (1) en serie, una dirección física del área (34) de memoria de datos asociada a los datos en el usuario de bus pasivo y un tipo de transmisión de datos.

13. Unidad de conexión según la reivindicación 11 ó 12, en la que un conjunto de datos de registro contiene una dirección inicial de datos en un telegrama en el bus en serie, una dirección final de los datos o una longitud de una memoria de un área de memoria de datos en el telegrama en el bus en serie, una dirección

inicial del área de memoria asociada en el usuario de bus pasivo y una caracterización del tipo de transmisión de datos como operación de lectura y/o escritura.

14. Unidad de conexión según una de las reivindicaciones 11 a 13, en la que se crea la tabla de asociaciones durante una fase de inicialización.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

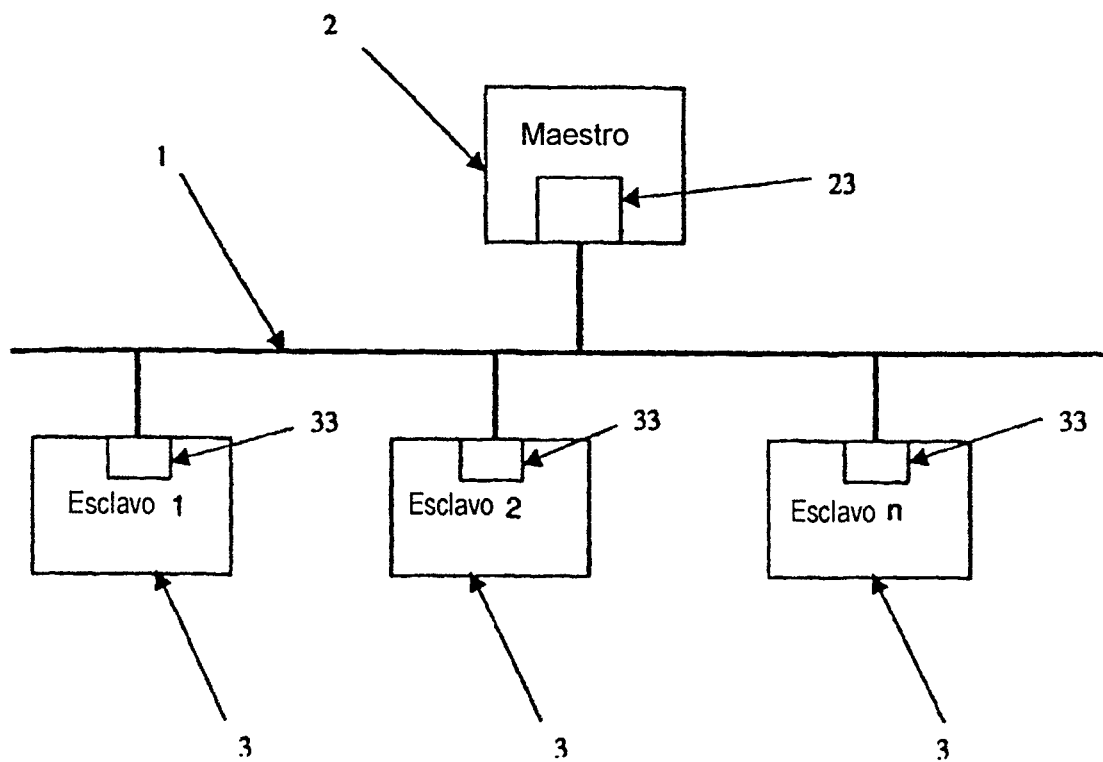


Fig.2

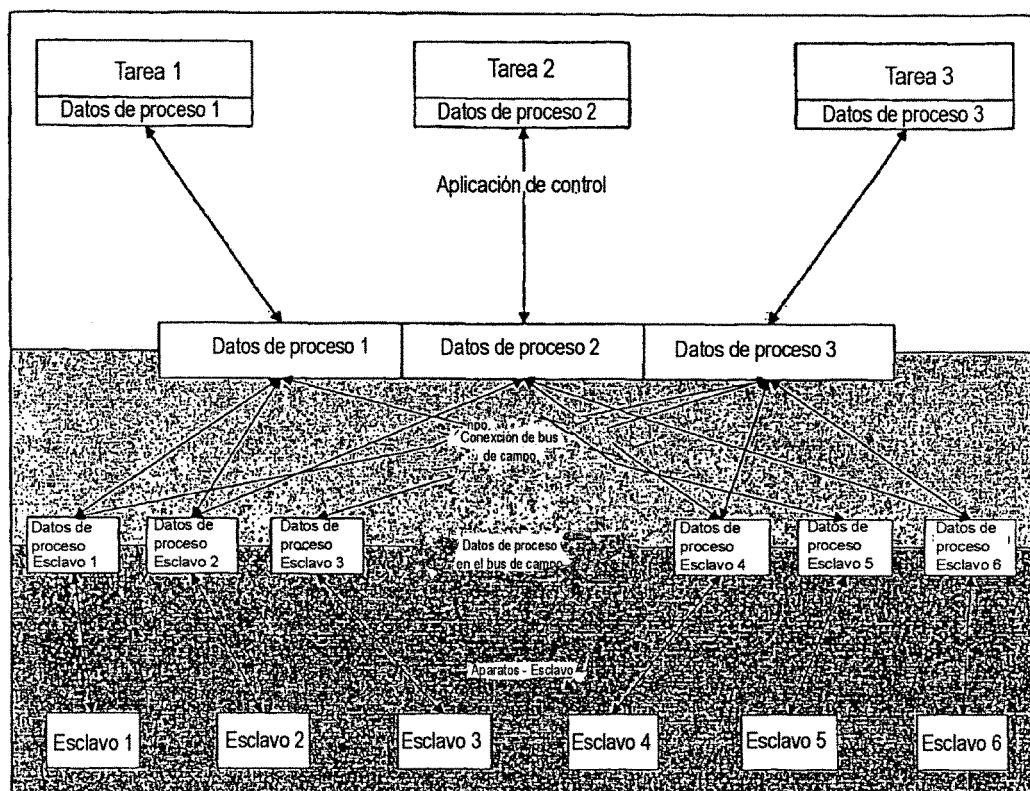


Fig.3

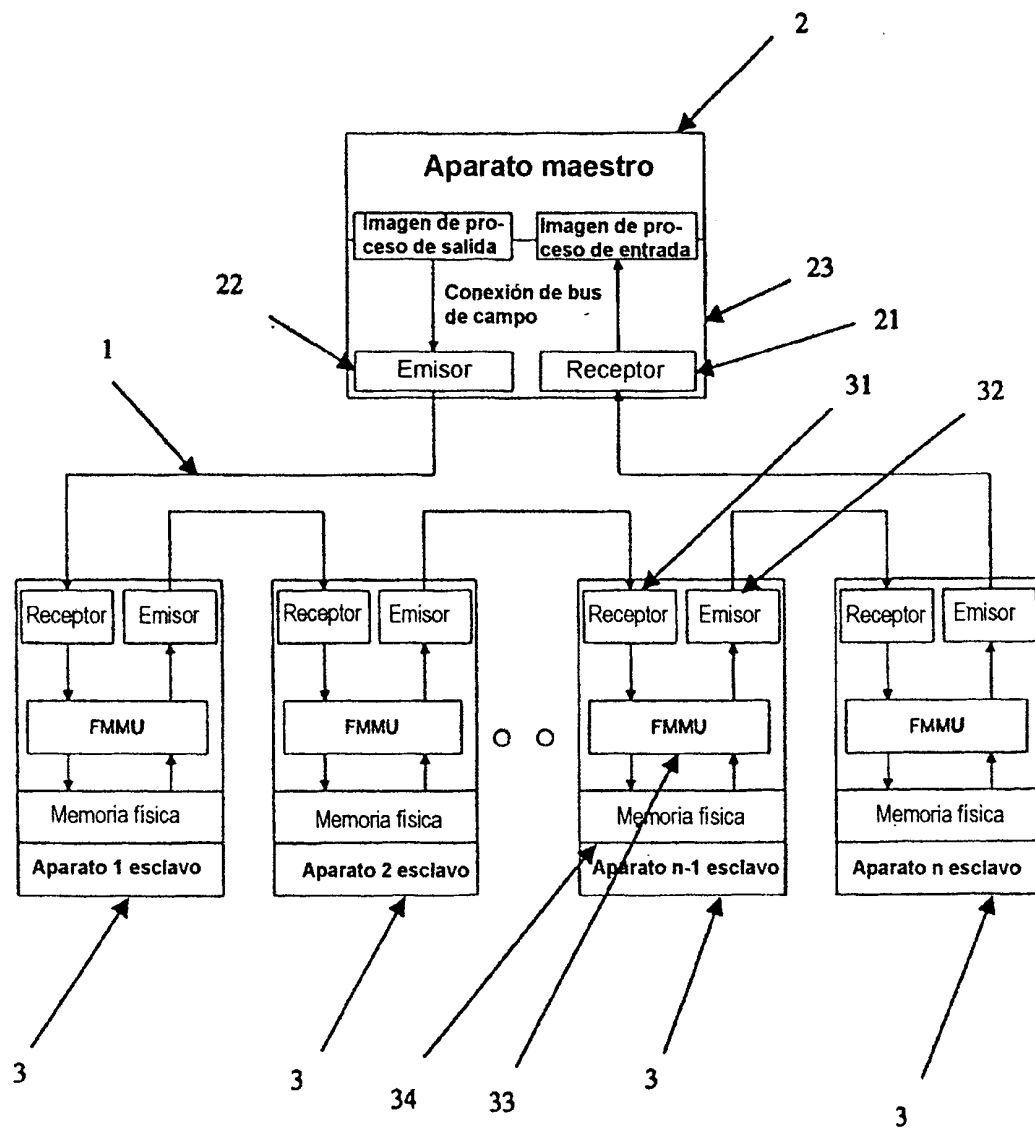


Fig.4

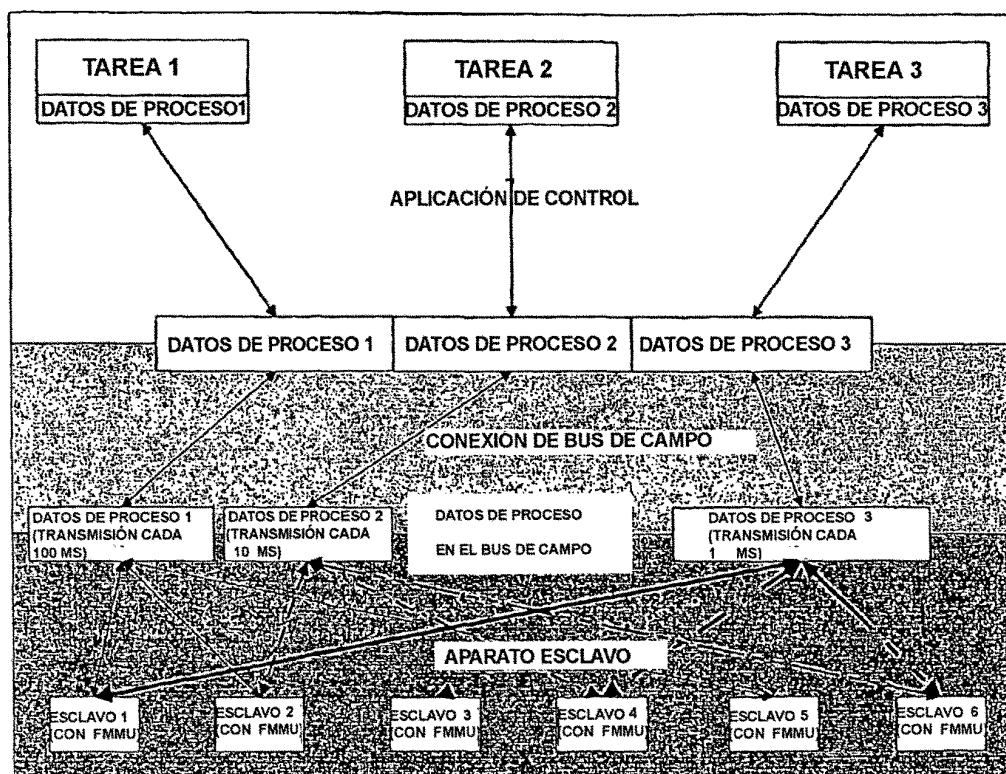


Fig. 5

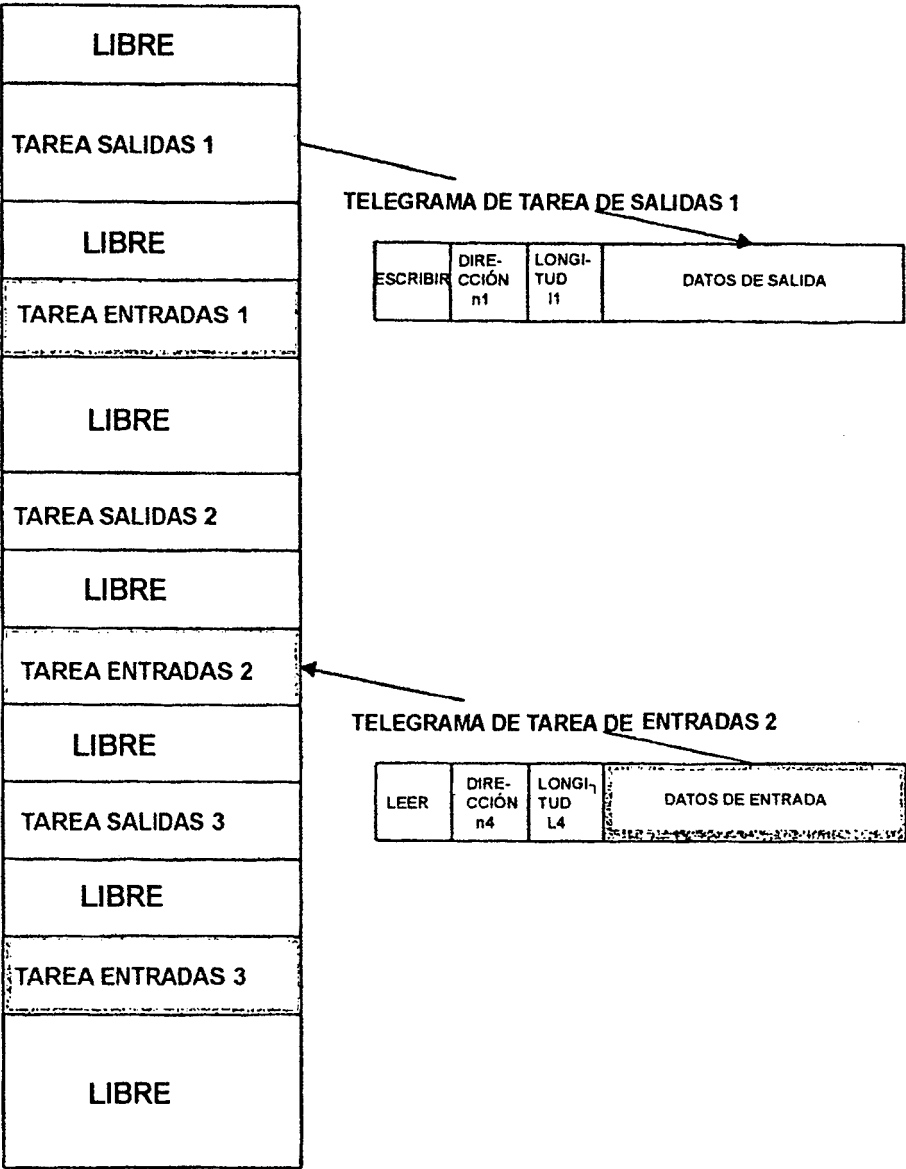


Fig. 6

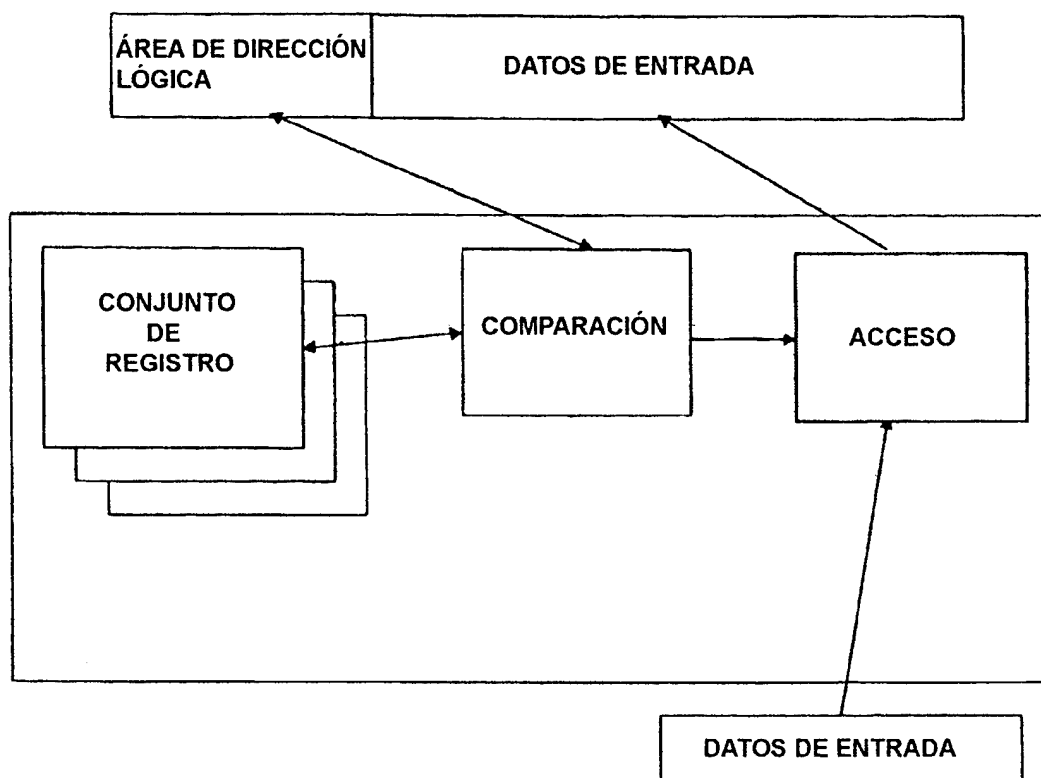


Fig. 7

