



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①① Número de publicación: **2 177 454**

②① Número de solicitud: 200100250

⑤① Int. Cl.⁷: H04L 29/02

H04L 29/06

H04Q 9/00

G05B 19/04

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

②② Fecha de presentación: **05.02.2001**

④③ Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2002**

④③ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **01.12.2002**

⑦① Solicitante/s: **Universidad de Granada
Acera de San Ildefonso, 42 2ª planta
18071 Granada, ES**

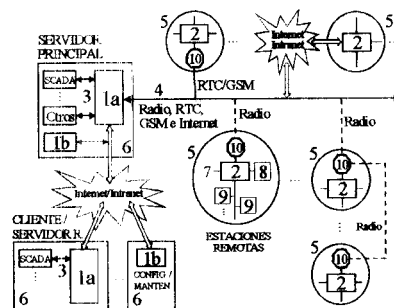
⑦② Inventor/es: **Damas Hermoso, Miguel;
Gómez Mula, Francisco;
Prados Montero, Antonio M. y
Olivares Ruiz, Gonzalo**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto.**

⑤⑦ Resumen:

Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, compuesto por un gestor de comunicaciones (1a, 1b) en el servidor principal, un procesador de comunicaciones (2) en cada estación remota, y los protocolos necesarios entre las aplicaciones (3) y los equipos (4). El gestor de comunicaciones (1a) permitirá interconectar un computador vía radio, RTC, GSM e Internet con las estaciones remotas (5) para el control y supervisión local, y a través de Internet/Intranet con otros computadores (6) para ampliar el número de clientes, añadir un servidor de respaldo, o realizar una configuración o un mantenimiento a distancia (mediante el módulo 1b). Los procesadores de comunicaciones (2) dispondrán del software y los puertos necesarios para configurar el equipo localmente (7), acceder a otros dispositivos de control (8), actuar como controlador utilizando módulos de Entrada/Salida (9), e intercambiar información con la central a través de los dispositivos de comunicación correspondientes (10).



ES 2 177 454 A1

DESCRIPCION

Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto.

La presente invención se refiere a un procedimiento o metodología que permite poder supervisar y controlar cualquier sistema que integre estaciones remotas equipadas con todo tipo de dispositivo (PLC, CN, robot, o instrumentación de Entrada/Salida) para la automatización de procesos industriales en general. Los programas y protocolos de comunicación se han pensado para que cubran todas las necesidades en cuanto a posibilidades de comunicación con cualquier software o equipo comercial existente en el mercado, destinado al control y supervisión, de sistemas.

Antecedentes de la invención

Son conocidos sistemas de supervisión y control remoto de distintos fabricantes (Siemens, Omron, Allen-Bradley, etc.) que disponen del software necesario para gestionar sus equipos y redes de comunicaciones propias o adheridas a estándares industriales a los que pertenecen sólo algunos de estos fabricantes. A menudo encontramos, incluso en un mismo entorno industrial automatismos o procesos controlados por PLCs (Controladores Lógicos Programables), CN (Controladores Numéricos) e instrumentación de distintos fabricantes, que no pueden comunicarse entre sí y que hacen difícil su integración.

Se da la circunstancia de que la mayoría de estas herramientas de software son costosas, sobre todo en configuraciones avanzadas en red con múltiples clientes y en configuraciones redundantes (o servidores de respaldo que se activan automáticamente cuando falla el servidor principal).

Además, cuando los equipos de control y medida ya se encuentran instalados o se necesita ampliar el sistema con nuevas estaciones remotas con distintas necesidades de comunicaciones (radio, RTC, GSM o Internet), nos encontramos con que pueden existir incompatibilidades difíciles y costosas de solucionar.

Existen patentes que describen como debe estar compuesto un sistema de control remoto (Patentes WO9202106 y WO9909780) o como debe ser un protocolo eficiente para las comunicaciones por radio entre la central y las estaciones remotas (Patente US5530436). Sin embargo, el objetivo de esta invención está más relacionado con la integración de los sistemas existentes ya en el mercado (tanto a nivel de hardware como de software), y, en consecuencia, para ello se ha ideado un procedimiento para el intercambio de información, cuyas características son el objeto de la presente invención.

Descripción de la invención

El procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, está basado en la utilización de: a) un gestor de comunicaciones en el servidor principal, b) un procesador de comunicaciones en cada estación remota, y c) los protocolos necesarios para, por una parte, intercambiar información entre aplicaciones, y por otra, enlazar la central con los equipos de control y medida existentes en las estaciones remotas.

El *gestor de comunicaciones* actúa como integrador de sistemas, permitiendo interconectar

las estaciones remotas encargadas del proceso con cualquier software de supervisión y control del mercado (SCADA básicamente), así como la conexión entre gestores conectados a través de Internet/Intranet. En concreto, las características funcionales más importantes de este software son:

- Modularidad, es decir, existe un módulo principal para la gestión de las comunicaciones y otro, totalmente independiente, para las operaciones de configuración y monitorización de los enlaces, con el objetivo de que el gestor ocupe menos recursos y su ejecución sea más eficiente.
- Soporte de todo tipo de conexiones, como radio, RTC (Red Telefónica Conmutada), GSM (comunicaciones móviles) e Internet.
- Soporte de estándares, es decir, se utilizan los modelos de intercambio de datos entre sistemas más extendidos en la industria.
- Gestión eficiente del protocolo de comunicación con las estaciones remotas, con el objetivo de optimizar el tamaño de las tramas y por consiguiente minimizar la probabilidad de que se produzcan fallos de comunicaciones.
- Sondeo dinámico y flexible sobre las estaciones remotas.

Los *procesadores de comunicaciones* están basados en un microprocesador sencillo, y disponen del software y los puertos necesarios para poder configurar el equipo localmente, acceder a otros dispositivos de control (como PLCs, CN, robots, etc.), actuar como controlador utilizando las interfaces de Entrada/Salida necesarias, e intercambiar información con la central a través de los dispositivos de comunicación correspondientes (radiomodem, modem telefónico y GSM, etc.). Básicamente, dispone de un módulo de control y de un programa conmutador de tramas entre los puertos de comunicación, que puede aceptar distintos protocolos de red, de enlace y de acceso al medio, todo ello totalmente configurable desde uno de estos puertos o incluso remotamente desde la central.

Son necesarios dos *protocolos* para dar soporte a este procedimiento, uno de ellos para intercambiar información entre aplicaciones, y otro para comunicar la central con los equipos de control y medida existentes en las estaciones remotas. El protocolo para intercambiar información entre las aplicaciones consiste esencialmente en un formato único y sencillo que distingue entre variables de datos y variables de control, y que permite acceder desde cualquier aplicación de supervisión y control (SCADA, o realizada a medida), hoja de cálculo o base de datos, a la información de un proceso distribuido. En cuanto al protocolo para comunicar la central con las estaciones remotas, está basado en un formato de trama con los campos necesarios para permitir encaminamientos, concatenaciones de tramas, y minimizar el tamaño de la trama de forma automática para

fundamentalmente reducir los fallos de comunicaciones y acortar el tiempo de lectura de una estación (sondeo o ciclo de lectura).

Integrando este procedimiento de comunicaciones, basado en la utilización del software y hardware descrito, con las herramientas y controladores existentes en el mercado, se puede abordar y modernizar, a bajo coste, la supervisión y el control remoto de cualquier instalación, por compleja que esta sea.

Breve descripción de los dibujos

Para comprender mejor el objeto de la presente invención se describe a continuación unos dibujos en los que se representa un caso práctico de realización e implementación del procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto.

La figura 1 muestra un esquema global del gestor de comunicaciones dentro de un sistema de supervisión y control remoto, distinguiendo los módulos que lo constituyen, así como los posibles enlaces de comunicaciones.

La figura 2 muestra detalladamente un diagrama de bloques de los módulos en que se divide el gestor de comunicaciones.

La figura 3 muestra el formato genérico del protocolo para intercambiar información entre aplicaciones, en adelante protocolo Spiral-A.

La figura 4 muestra el formato genérico del protocolo para comunicar la central con los equipos de control y medida existentes en las estaciones remotas, en adelante protocolo Spiral-E.

La figura 5 muestra el procesador de comunicaciones de las estaciones remotas y sus posibilidades de interconexión con otros dispositivos

Descripción de una realización preferida

Tal y como se muestra en la figura 1, el procedimiento se puede adaptar a cualquier configuración de sistemas de supervisión y control remoto, en cuanto a herramientas software (13), y dispositivos de control y comunicaciones (10) se refiere. Se utiliza una estructura distribuida, basada en el empleo de una red de computadores centrales (11) que se comunican, utilizando el enlace de comunicaciones más adecuado o necesario (12), con las estaciones remotas (5) responsables del control del proceso industrial.

El gestor de comunicaciones (1a, 1b) en esta realización se ha basado en los sistemas operativos Windows 9X/NT/2000, por ser el entorno de mayor expansión en estos últimos años para software de supervisión y control. En la figura 2 se puede observar con más detalle los módulos necesarios para este gestor de comunicaciones.

El módulo coordinador (20), junto con los módulos interfaz (21-27), están implementados en un único programa (1a) que se ejecuta en segundo plano utilizando pocos recursos del sistema. Las principales funciones del módulo coordinador son:

- Seleccionar de entre todas las interfaces (24-26) la correspondiente según las peticiones realizadas desde la aplicación (13). Para ello el núcleo dispone de dos listas dinámicas: una de grupos de variables definidas, y otra de las interfaces disponibles. Cuando se produce una petición desde la aplicación hacia las estaciones remotas, el

núcleo busca primero a que grupo de variables pertenece, y a continuación, utilizando la lista de interfaces, identifica el proceso (*thread*) que se encarga de esas variables.

- Realizar las actualizaciones necesarias según las variables modificadas como consecuencia de las recepciones de tramas desde las estaciones remotas. Según de que interfaz (24-26) provenga la modificación, el núcleo busca en sus listas para identificar las variables que se han de actualizar, y genera los mensajes para las interfaces de aplicación (27), servidor (22), y operaciones (21).
- Gestionar los temporizadores para los grupos de variables que no pertenecen al sondeo cíclico. De forma que cuando expira el tiempo de uno de ellos se activan las variables correspondientes para que en el próximo sondeo se incluyan en la trama de lectura.
- Manejar un fichero de configuraciones en general y otro de almacenamiento de estadísticas de comunicaciones (28). El núcleo, al ejecutarse o cuando se le indica (incluso remotamente), usa la información de parametrización contenida en estos ficheros para crear el resto de procesos encargados de la comunicación con las estaciones y nodos remotos.

Una de las propiedades ya indicadas del gestor de comunicaciones es su flexibilidad en cuanto a las posibles configuraciones que se pueden adoptar, tanto para las interconexiones cliente/servidor en puestos de trabajo de operador adicionales como para las conexiones en operaciones de mantenimiento y parametrización. Precisamente la parte encargada de proporcionar dicha flexibilidad son los módulos (21-23). Estas conexiones se realizan mediante TCP/IP, con lo cual un puesto de trabajo o de operaciones puede estar ubicado en cualquier sitio que disponga de conexión a Internet/Intranet. Otra propiedad asociada con estos módulos de interfaz, es que se puede definir un cliente como servidor redundante, de manera que si el servidor principal (al que están conectados los equipos de comunicaciones con las estaciones remotas) se averiase, automáticamente se conmuta al servidor de respaldo y se notifica la información adecuada para que los operarios tomen las medidas oportunas. Así pues, se pueden configurar fácilmente sistemas de respaldo en aquellas aplicaciones que lo necesiten, sin tener que acudir a un software adicional, o a complicadas y costosas configuraciones del software de control y, supervisión que se esté utilizando.

Como se observa en la figura 2, la parte del gestor de comunicaciones que interconecta el núcleo y la información adquirida, con los programas de usuario que la demandan, son los módulos de interfaz de aplicación (27). Una revisión detallada de los sistemas existentes en el mercado nos ha llevado a la conclusión de que la mayor parte del software para el control y supervisión de procesos están basados en el entorno Windows.

Por tanto, como la metodología de comunicaciones que hemos propuesto está basada en la integración de sistemas, es necesario adoptar los estándares de interconectividad de procesos que se están utilizando actualmente en el ámbito del control industrial: DDE y OPC. Por lo tanto, utilizando tanto DDE como OPC, el gestor se puede configurar para usar o bien la nomenclatura propia del fabricante para los dispositivos a los que se accede, o bien un único formato propio (en adelante Spiral-A) que se describe a continuación.

En el protocolo Spiral-A, para el intercambio de información entre aplicaciones, se permiten transacciones de dos tipos de variables, ver figura 3. Concretamente, para las variables de datos (figura 3a), el formato definido es el siguiente: el campo (1) es un prefijo obligado (*da_*) que indica que se trata de una variable de datos, el campo (2) indica el tipo de dispositivo (*sp* = Spiral, *si* = Siemens, *om* = Omron, *ab* = ABB, *hi* = Hitachi, etc.), el campo (3) es el número de estación remota, y los campos (4) zona, (5) desplazamiento en byte o palabra y (6) bit, especifican la memoria de datos a la que se accede. Mientras que para las variables de control (figura 3b) el formato es el siguiente: el campo (1) es un prefijo obligado (*co_*) que indica que se trata de una variable de control, el campo (2) indica el tipo de dispositivo (de la misma forma que para las variables de datos), el campo (3) identifica a la estación remota, y el campo (4) indica la función a realizar: *Time_Out* = máximo tiempo de espera a una respuesta de la estación remota, *Max_Reintentos* = número máximo de intentos permitidos para establecer comunicación, *Fallo_Comunicacion* = detecta si se consume el número máximo de intentos especificados para la estación, *Sondeable* = indica si la estación debe estar incluida o no en los ciclos de sondeo, *Prioridad* = se utiliza para añadir o sacar una estación de la cola de alta prioridad, etc. También se han definido variables de control globales que afectan a todas las estaciones de una red, como son, entre otras, *co_Estacion_Actual* que indica el número de estación que se está sondeando actualmente o *co_Tiempo_Polling* que especifica el número de segundos que debe transcurrir entre dos peticiones de lecturas consecutivas.

El núcleo coordinador crea un módulo interfaz de enlace (24-26) para cada red de estaciones remotas vía radio (24), modem telefónico/GSM (25), o Internet (26). Cada uno de estos módulos interfaz de enlace, además de gestionar los puertos serie y modems necesarios, crea sus propias estructuras de memoria y realiza las siguientes funciones: gestión del sondeo cíclico (servicios de actualización cíclica y forzado de variables, detección de pérdidas de enlace, etc.), tratamiento (formateado y extracción de datos) de las tramas de comunicaciones de lectura, escritura y recepción, creación y empaquetamiento de la información necesaria para generar las estadísticas de comunicación de las estaciones, etc.

En la figura 4 se observa el formato de las tramas gestionadas por estos módulos de enlace (24-26), en adelante Spiral-E. El primer campo (1, carácter @) es el delimitador de inicio de trama. Los equipos receptores solo analizarán los datos recibidos a partir de este carácter y hasta que

encuentren el delimitador de final de trama (7, carácter CR). El campo destino (2) es el identificador de la estación destinataria de la información, formado por una palabra de 16 bits codificada como cuatro caracteres hexadecimales, permitiendo hasta un total de 65535 estaciones. El campo origen (3), es similar al anterior e identifica a la estación origen del mensaje. El siguiente campo, enlace (4), es el identificador de la estación a través de la que el mensaje se encamina, ya que, entre la estación origen y la destino no tiene por qué existir un enlace directo; es decir, los mensajes pueden seguir distintas rutas a través de diversos nodos hasta llegar a su destino. El campo de información (5) contiene los datos que se desean enviar, y se trata de un campo variable que puede contener varias concatenaciones (8) de acceso a datos internos de los dispositivos remotos con el siguiente formato: el campo (9) es un campo de control, de un carácter de longitud, que indica el tipo de trama (*R* = petición de un n^o especificado de bytes, *r* = respuesta a la petición *R* de bytes, *W* = escritura de bytes, *T* = escritura de bytes y petición de los mismos ya modificados, *V* = petición del valor de un bit, *S* = modificación de un bit, etc.), el campo (10) es una dirección de 16 bits (codificada como cuatro caracteres hexadecimales) que especifica un área de memoria y un desplazamiento dentro de esta, el campo (11) determina el número de bytes o el número de bit (codificado también en hexadecimal), y el campo (12) que contiene el valor de escritura o de lectura de los datos (no aparece en las tramas de petición, tramas *R* y *V*). Por último el campo (6) se utiliza para reconocer posibles errores en la comunicación de la trama, y consiste en un byte codificado con dos caracteres hexadecimales, obtenidos por la operación lógica o exclusiva de todos los caracteres de la trama anteriores a este campo.

Para finalizar con la descripción del gestor de comunicaciones (figura 2), indicar que el módulo de operaciones (1b) se comunica con el núcleo mediante TCP/IP a través de la interfaz de operaciones (21), permitiendo de esta manera conexiones tanto locales como remotas para realizar las siguientes funciones: configuración y visualización del estado de las comunicaciones (a que estación se está accediendo, si se está realizando una lectura o una escritura, si se ha producido un fallo de comunicación, etc.), visualización de tramas, generación de estadísticas de comunicaciones, monitorización de variables, registro y control de acceso, etc.

En cuanto al procesador de comunicaciones ubicado en las estaciones remotas (2), como se puede observar en la figura 5, está basado en un microcontrolador con una CPU embebida de AMD, 256K SRAM y 256K Flash ROM, 2K de EEPROM, "Watchdog", reloj-calendario de tiempo real, protecciones, y cuatro puertos serie: uno para conectar con la central a través del interfaz adecuado (10), otro para configuración y supervisión del sistema a través de un equipo portátil (7), un tercero para gobernar una red local de módulos de E/S (9), y el cuarto para permitir la integración con equipos estándares del mercado (8) como autómatas industriales, con-

troladores numéricos, robots, etc. Este procesador dispone de un software con dos partes importantes: un módulo de control programable (local o remotamente) con el lenguaje estructurado ST del estándar IEC-1131, y un sistema conmuta-

5

dor de tramas entre los distintos puertos de comunicación, que puede aceptar distintos protocolos normalizados, así como el Spiral-E descrito en esta realización.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, **caracterizado** porque consta de un gestor de comunicaciones en el servidor principal, un procesador de comunicaciones en cada estación remota, y los protocolos necesarios para, por una parte, intercambiar información entre aplicaciones, y por otra, enlazar la central con los equipos de control y medida existentes en las estaciones remotas.

2. Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el método se puede adaptar a cualquier configuración de sistemas de supervisión y control remoto, en lo que a herramientas software, y dispositivos de control y comunicaciones se refiere.

3. Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el gestor de comunicaciones permite que los puesto de trabajo (para supervisión y control) o de operaciones (para configuración y mantenimiento) pueden estar ubicados en cualquier sitio que disponga de conexión a Internet/Intranet.

4. Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el gestor de comunicaciones permite definir un cliente como servidor redundante, de manera que si el servidor principal se avería, automáticamente se conmuta al servidor de respaldo. De esta forma, se pueden configurar fácilmente sistemas de respaldo en aquellas aplicaciones que lo necesiten, sin tener que acudir a un software adicional, o a complicadas y costosas configuraciones del software de control y supervisión que se esté utilizando.

5. Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el gestor de comunicaciones, usando tanto DDE como OPC, se puede configurar para usar o bien la nomenclatura propia del fabricante o bien un único formato diseñado para intercambiar información con los programas de aplicación (SCADA, hojas de cálculo, bases de datos, etc.).

6. Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el gestor de comunicaciones está compuesto de dos módulos principales, el núcleo coordinador que se ejecuta en segundo plano utilizando pocos recursos del sistema, y el módulo de operaciones que se ejecuta cuando se necesita para configurar el núcleo anterior u obtener información relativa al estado de las comunicaciones.

7. Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se puede utilizar cualquier método de comunicación entre la central y las estaciones remotas (radio, telefonía e Internet), bajo un protocolo especialmente diseñado para poder acceder a todo tipo de dispositivos de automatización industrial (autómatas programables, controladores numéricos, actuadores y sensores, etc.).

8. Procedimiento de comunicación para sistemas de supervisión y control remoto, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el procesador de comunicaciones, basado en un microcontrolador sencillo, además de gobernar las comunicaciones, opcionalmente también se puede utilizar como controlador, dependiendo de la configuración que se necesite.

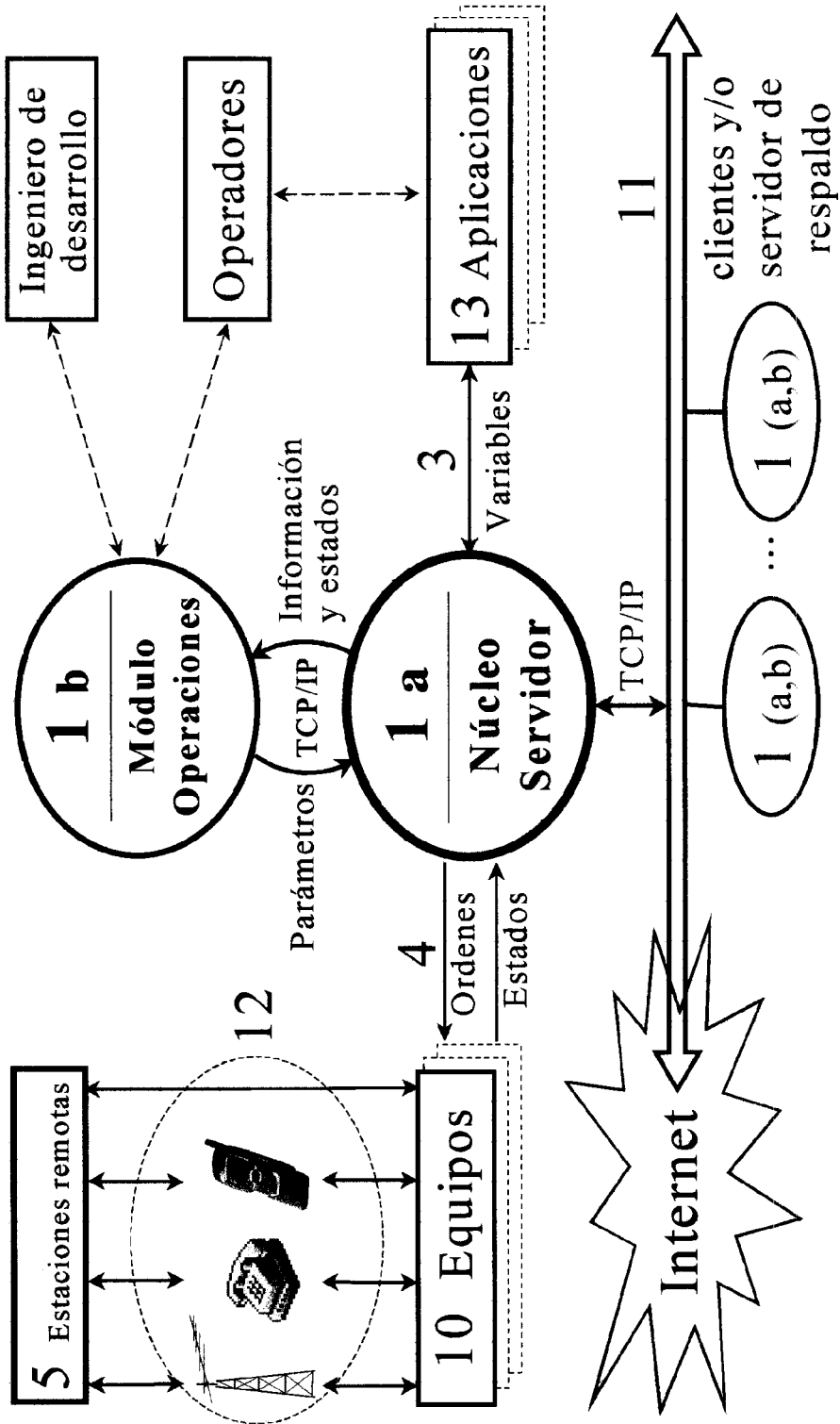


Figura 1

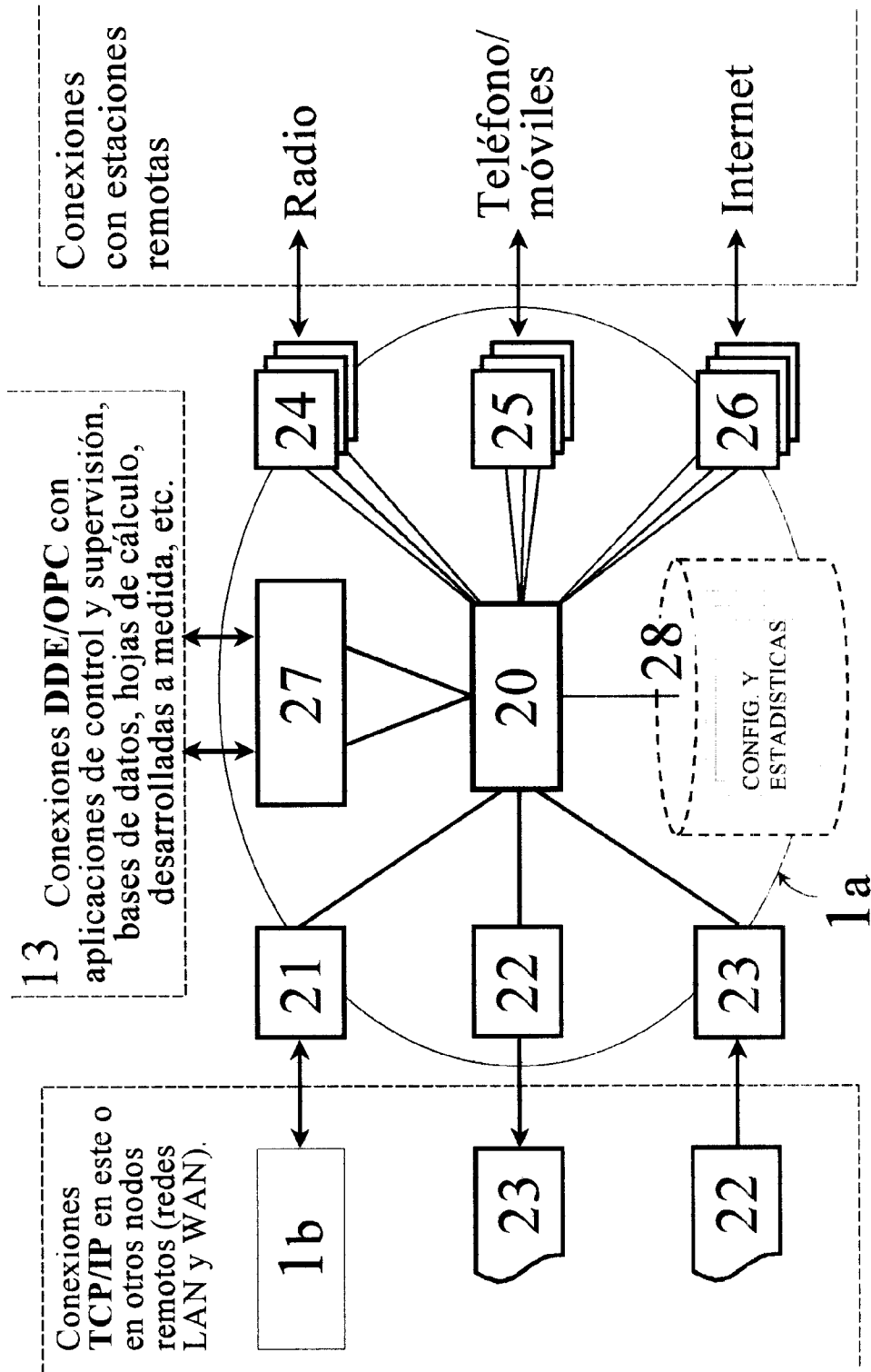


Figura 2

a) Variables de datos:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

b) Variables de control:

1	2	3	4
---	---	---	---

Figura 3

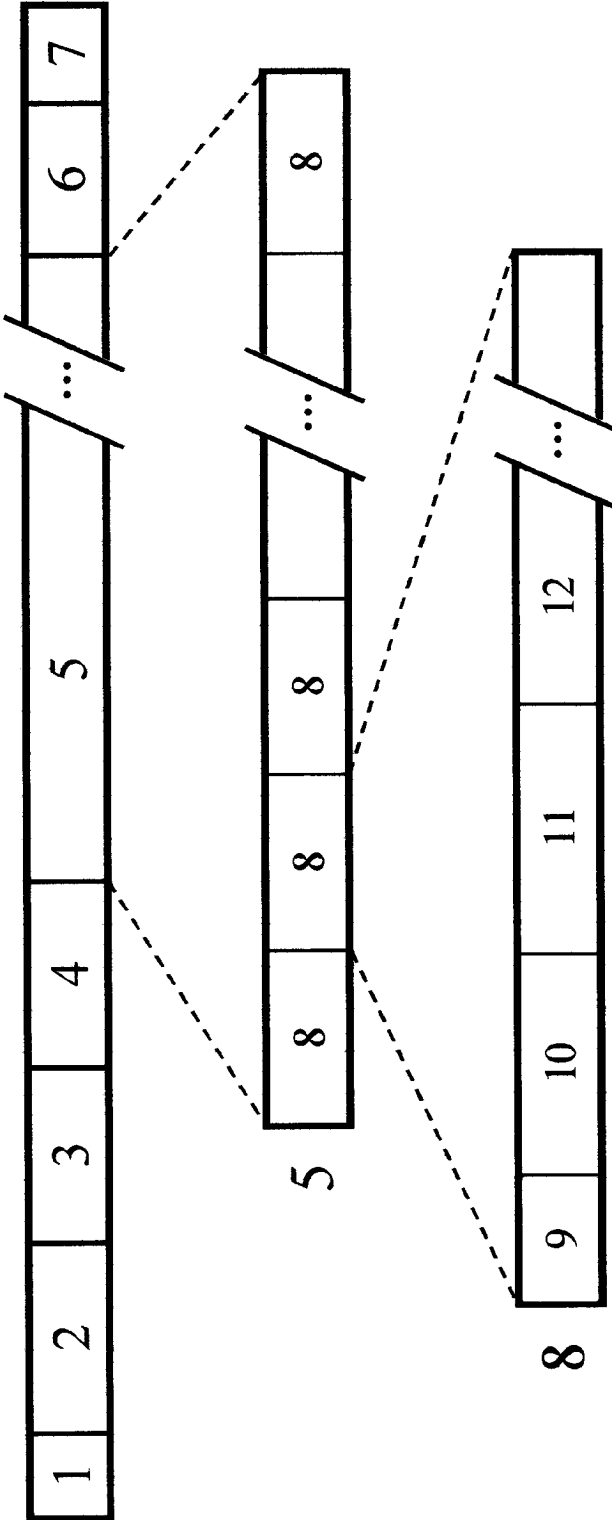


Figura 4

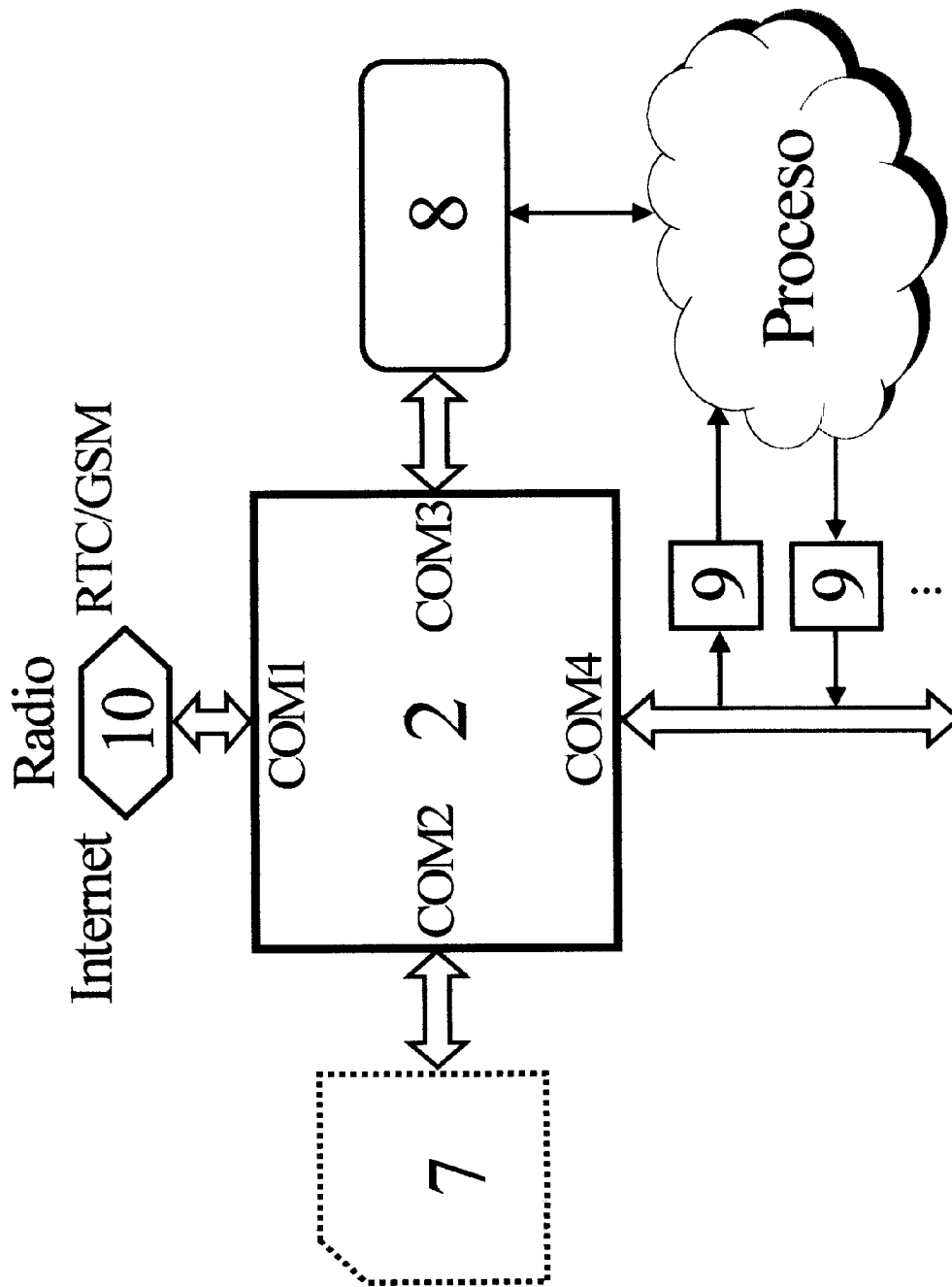


Figura 5



① ES 2 177 454

② N.º solicitud: 200100250

③ Fecha de presentación de la solicitud: 05.02.2001

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁷: H04L 29/02, 29/06, H04Q 9/00, G05B 19/04

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	WO 0023857 A (ICONICS INC) 27.04.2000, página 2, línea 4 - página 5, línea 9; página 7, línea 13 - página 16, línea 13; figuras 1-3.	1-5,7,8 6
X Y A	US 5583793 A (GRAY et al.) 10.12.1996, todo el documento.	3 1,2,5,7 4,6,8
Y A	US 5530436 A (TABIB et al.) 25.06.1996, columna 2, línea 55 - columna 6, línea 41; figuras.	1,2,5,7 6,8
A	US 5475867 A (BLUM) 12.12.1995, columna 4, línea 56 - columna 6, línea 64; figuras 2,4-6.	1,2,6-8
A	WO 9909780 A (EASY-LIVING AB) 25.02.1999, página 4, línea 5 - página 9, línea 5; figuras.	1,2,5-8

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

29.10.2002

Examinador

P. Pérez Fernández

Página

1/1