



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①① Número de publicación: **2 176 112**

②① Número de solicitud: 200100249

⑤① Int. Cl.⁷: A01G 25/16

G05B 15/02

G05B 19/02

①②

SOLICITUD DE PATENTE

A1

②② Fecha de presentación: **05.02.2001**

④③ Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.2002**

④③ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **16.11.2002**

⑦① Solicitante/s: **UNIVERSIDAD DE GRANADA**
Acera de San Ildefonso, 42
18071 Granada, ES

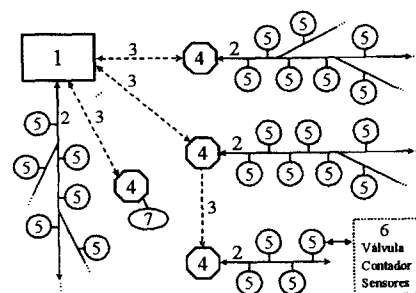
⑦② Inventor/es: **Gómez Mula, Francisco;**
Damas Hermoso, Miguel;
Prados Montero, Antonio M. y
Olivares Ruiz, Gonzalo

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego.**

⑤⑦ Resumen:

Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, compuesto por una sala de control (1) que puede comunicarse, utilizando un sistema híbrido de cable (2) y radio (3), con subestaciones centrales (4) capaces de manejar o bien un gran número de estaciones remotas (5) para la supervisión y control de hidrantes (6) a distancias ilimitadas, o bien otros sistemas (7) como estaciones de bombeo, filtros, balsas, canales, etc. El sistema en general permite la lectura de contadores-totalizadores de caudales de entrada a cada finca y de otras variables propias de instalaciones de riego (humedad, temperatura, presión, etc.), el control de apertura y cierre de válvulas, y la optimización y gestión centralizada de toda la instalación a partir de la información obtenida en tiempo real.



ES 2 176 112 A1

DESCRIPCION

Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego.

La presente invención se refiere a un sistema centralizado de supervisión y control de instalaciones de regadío en grandes extensiones donde una estación central se comunica, utilizando un sistema híbrido de radio y cable, con todos y cada uno de los sistemas de medida y control ubicados en los hidrantes. Los controladores locales y la red de comunicaciones se han diseñado para conseguir un sistema de muy bajo coste con el que se puede cubrir distancias y puntos de medida y control prácticamente ilimitados. La estación central está equipada con un software que permite, además de la gestión informatizada, la optimización de los recursos de toda la comunidad de regantes.

Los principales objetivos de este método o sistema son: conseguir una supervisión centralizada y continua de medidas (consumo hidráulico, humedad, temperatura, presión, etc.) en cada parcela de riego, controlar a distancia las válvulas de suministro de agua de cada hidrante, y supervisar y controlar toda la instalación en general (bombas, balsas, válvulas generales y secundarias, canales, etc.); todo ello con un coste ajustado para abarcar grandes extensiones de cultivo y un número alto de parcelas de riego, y así poder dar servicio a las comunidades de regantes existentes en la actualidad.

Antecedentes de la invención

Las redes hidráulicas en extensas comunidades de regantes son de gran longitud (de hasta cientos de kilómetros) y tienen topologías muy complejas de tipo árbol o ramificadas en cuyos extremos aparecen los hidrantes. En una comunidad de regantes puede haber miles de hidrantes, en los que se han de realizar principalmente operaciones de lectura de consumos y control de válvulas. Además, en las instalaciones de riego existen otros mecanismos y sistemas de actuación que deben automatizarse y ser supervisados si se desea disponer de un control remoto total del sistema de riego.

Se da también la circunstancia de que en la mayoría de estas instalaciones de regadíos (sobre todo en fincas agrícolas) no siempre es fácil conseguir tomas de corriente eléctrica para alimentar los sistemas de medida y control con los sensores y actuadores correspondientes.

Por lo tanto, los principales problemas que presenta la automatización de redes hidráulicas de regadíos son:

- Número elevado de elementos a controlar o medir (hidrantes con contadores y válvulas, niveles de balsas, medidas de presiones y humedad, estado de bombas, etc.). Este número puede ser del orden de miles de puntos a controlar.
- Grandes distancias de cableado (del orden de cientos de kilómetros) y dispersión de las zonas de regadíos, con caminos y carreteras que dividen las fincas.

- Ausencia de tomas de corriente eléctrica en casi todos los puntos.

Cuando se trata de establecer una programación horaria automática de riegos en fincas, jardines o cultivos regables en general, existen varias invenciones basadas en microprocesador que incorporan programadores de tiempo, medidas del caudal de agua, y salidas de control sobre varias electroválvulas (Patentes EP482698, EP748584, ES2117954, US5921280).

Sin embargo, cuando se trata de una comunidad de regantes o de un servicio central de gestión de agua para regadío, que desea realizar una lectura centralizada y un control sobre todas las electroválvulas de suministro de agua a la entrada de cada finca, nos encontramos con que pueden existir miles de contadores y/o válvulas a medir y controlar, que las distancias entre los hidrantes son de cientos de kilómetros y que además, en la mayoría de los casos no hay suministro de corriente eléctrica para el control sobre la válvula. Para este tipo de casos hemos buscado una nueva solución objeto de esta invención.

Son conocidos sistemas para el control automático de comunidades de regantes con la problemática expuesta (Patentes US4396149, US4838310, US5479339, US5740031, ES2115549), que o bien solucionan solamente parte del problema o bien son muy costosos para poder implantarlo en áreas extensas con miles de puntos a controlar individualmente.

Desde el punto de vista técnico, la solución óptima a este problema consiste en sectorizar adecuadamente toda la comunidad de regantes, y utilizar: a) comunicaciones vía radio para enlazar los sectores alejados o de difícil acceso con la sala de control, y b) una red de cable de bajo coste dentro de cada sector, que sirva a su vez para alimentar tanto a los sistemas electrónicos de medida, control y comunicaciones como a los contadores y solenoides de válvulas. De esta forma se resuelven los problemas de la alimentación y comunicación de los miles de puntos de control, de la distribución y grandes extensiones que se han de poder abarcar, y del coste global del sistema puesto que los controladores locales están especialmente diseñados para conseguir una buena relación coste/prestaciones.

Descripción de la invención

El sistema de telecontrol automático de grandes redes de riego, objeto de esta invención, está compuesto por: a) una sala de control central, b) subcentrales de sector, c) estaciones remotas de super-visión y control, y d) repetidores.

Con este sistema, una comunidad de regantes dispone de un computador central situado en la sala de control, capaz de realizar lecturas automáticas centralizadas de los consumos de cada regante, al objeto de poder eliminar en lo posible los pagos aplazados que se derivan de lecturas manuales tardías, realizar un control total sobre la apertura y cierre de cada válvula principal o secundaria para establecer turnos automáticos de riego, y optimizar el riego con el objetivo de ahorrar agua y mejorar el rendimiento de los cultivos.

La *sala de control central* incluye un computador, un radiomodem para los enlaces vía radio con

las subcentrales de sector y un software que integre en tomo a una base de datos los módulos servidores y clientes necesarios para manejar y visualizar en tiempo real la información que se transfiere desde las terminales remotas. Si además la sala de control está ubicada dentro de un sector, incluirá también una subcentral de sector (sin radiomodem) para la comunicación por cable con los hidrantes cercanos. Desde la sala de control central y utilizando el software propuesto se puede:

- Comunicar con cada estación remota para realizar medidas periódicas de parámetros de la red de regadío tales como caudal, consumo totalizado, posición de válvula, presión, nivel de balsa, nivel de acuífero, pH, conductividad del agua, temperatura ambiental, humedad del aire, humedad del suelo y consumo eléctrico en bombeo.
- Enviar órdenes de actuación sobre la apertura o cierre de válvulas a petición de un operador en cualquier momento, o siguiendo un plan-programa establecido previamente por los responsables de la gestión del riego. Este plan podrá tener en cuenta rondas, tiempos, volúmenes contratados, riegos diurnos o nocturnos, así como diferentes tarifas.
- Representar en pantalla de ordenador, utilizando mapas y diagramas sinópticos (GIS), los valores y estados de cada elemento de la red hidráulica.
- Disponer de una base de datos de cada regante en la que se registre, además de los datos personales, los consumos realizados en cada fecha, los pagos efectuados, las facturas pendientes, así como cualquier información necesaria para establecer las rondas de riego.
- Realizar informes escritos referentes a la base de datos.
- Almacenar toda la información histórica generada por la red hidráulica, y representar gráficos de consumos a lo largo del tiempo o informar de la evolución dinámica de cualquier variable.
- Proporcionar los servicios de comunicaciones necesarios para poder acceder también vía Internet o GSM a toda la información disponible en la base de datos del sistema. De esta forma se puede recibir alarmas, solicitar información o dar órdenes (apertura y cierre de válvulas, etc.) vía telefonía móvil y desde cualquier navegador.

Las *subcentrales de sector* están compuestas por un radiomodem para el enlace con la sala de control, un microcomputador (que se encarga del tratamiento de los protocolos, del sondeo de estaciones y de otros automatismos), y una interfaz de comunicaciones para la red de cable o bus del sistema. Para ampliar el número de estaciones remotas y la longitud total del bus en cada sector, se utilizan equipos repetidores.

El microcomputador está basado en un microprocesador sencillo y de bajo coste, y se ha de emplear en el caso de que existan comunicaciones vía radio entre la sala de control y las subcentrales de sector. Tiene la misión de comunicarse alternativamente con las terminales remotas para mantener actualizada la lectura de los contadores y presiones, así como conocer el estado de funcionamiento de todas las válvulas instaladas en cada sector. Por otro lado transfiere comprimidos los datos a la central cuando esta se los solicita, también en forma alternativa (“sondeo cíclico”). Efectúa por tanto una doble comunicación: con los esclavos (a través de la interfaz con el bus) para realizar su muestreo y/o enviarles órdenes, y con la central (a través de radiomodems) que le mandará distintos tipos de peticiones que habrá que satisfacer.

La interfaz de comunicaciones o maestro del bus actúa como sistema interpuesto entre el microcomputador y las estaciones remotas. Realiza las conversiones de niveles de tensión necesarios para comunicar con las estaciones remotas y a su vez alimentarlas; y también en sentido contrario; es decir, las señales de corriente las convierte a tensión. Opcionalmente se puede emplear un pequeño microcontrolador para analizar tramas, descartando aquellas que no se reciben correctamente. Este microcontrolador permite realizar una medida continua de la corriente consumida por todas las estaciones remotas conectadas a la red, para detectar posibles cortocircuitos en alguno de los nodos.

En cada punto remoto de medida y control se instala una *estación remota* pensada para la supervisión y control de un hidrante, y ubicada en una caja estanca para evitar fallos o deterioros del módulo. Está compuesta por al menos: a) un circuito interfaz para el bus, b) un microcontrolador monopastilla de bajo consumo, c) un circuito de excitación de solenoide de válvula, d) una batería y e) un dispositivo de protección contra sobretensiones. Este sistema electrónico dispone de entradas analógicas, entradas digitales, y al menos una entrada de lectura de impulsos de contador. Además incorpora al menos una línea de salida para el control de apertura y cierre de una electroválvula de solenoide, y dos líneas de conexión con el resto de elementos del bus. Concretamente cada estación remota realiza las siguientes funciones:

- Cuenta y registra en la memoria del microcontrolador monopastilla impulsos de contadores de agua de riego. Esta función se mantiene independientemente de posibles fallos en la red eléctrica general o de cortes en el bus de alimentación-datos, es decir, la batería incorporada en la estación remota suministra la alimentación necesaria para que el sistema siga contando los impulsos de contador y actualice el valor de la cuenta totalizada en memoria. Al objeto de disminuir el consumo al máximo, el microcontrolador permanece en estado de reposo y de bajo consumo la mayor parte del tiempo; sólo se activa cuando le llega un impulso del contador o cuando la central solicita co-

municación.

- Lee periódicamente el estado de las entradas digitales y almacena dicho estado en la memoria del microcontrolador.
- Lee periódicamente las variables analógicas mediante canales de conversión analógico-digital incluidos en el microcontrolador monopastilla, y registra los valores en la memoria de este dispositivo. Al objeto de disminuir el consumo y permitir un alto número de sensores alimentados directamente del bus, la terminal remota sólo conecta la alimentación del sensor en el momento de realizar la lectura.
- Lee periódicamente y registra en la memoria del microcomputador monopastilla la tensión de la batería. De esta manera la estación central está informada del estado de la misma.
- Realiza una comunicación digital con la subcentral a petición de aquella o por iniciativa propia, para enviar periódicamente los parámetros medidos.
- Actúa sobre al menos un solenoide biestable incorporado a la válvula de cada hidrante para abrirla o cerrarla en función de las órdenes solicitadas por el computador central.
- La alimentación necesaria para el funcionamiento del microcomputador es suministrada por el circuito interfaz del bus.
- Protección contra cortocircuitos o sobretensiones producidas por fuertes descargas eléctricas o manipulación indebida del cableado.

El *equipo repetidor* está compuesto básicamente por una fuente de alimentación y una interfaz de comunicaciones o maestro del bus.

Todos las estaciones remotas se pueden conectar en paralelo en cualquier punto de cada segmento de *cable*; de esta manera podemos construir redes en línea y/o en árbol. La transmisión digital de información desde la subcentral hacia cada estación remota se realiza con dos niveles de tensión (V1 y V2) correspondientes al 0 y 1 lógico, mientras que la transmisión desde la estación remota hacia la subcentral se realiza con dos niveles de corriente continua. Mediante un convertidor DC-DC se obtiene la tensión continua de alimentación del microcontrolador. Utilizando un rectificador eliminamos la necesidad de mantener la polaridad de los cables de la red. La conversión de las señales provenientes del interfaz del bus (V1, V2) a los niveles de tensión admitidos por el microcontrolador, se lleva a cabo con un comparador de tensión. El proceso de conversión de niveles lógicos del microcontrolador a corriente se lleva a cabo mediante una fuente de corriente.

En cuanto al *protocolo de comunicación* establecido en la red de cable, la subcentral de sector envía al bus un mensaje serie asíncrono, a una velocidad de al menos 1200 baudios. Este mensaje

está codificado con caracteres ASCII. La trama del mensaje incorpora caracteres de inicio, caracteres de identificación (correspondientes al código de la estación remota con la cual se desea comunicar), caracteres de orden de apertura y cierre de electroválvula y caracteres de comprobación de la llegada íntegra del mensaje. Cuando la estación remota a quien va dirigido el mensaje recibe la trama y comprueba que el código de identificación solicitado es el suyo, envía de vuelta un mensaje similar, en el que incluye caracteres de información correspondientes al estado de registros totalizadores de pulsos de contadores, caracteres de conversión analógico-digital, caracteres representativos de las entradas digitales y una medida del voltaje de la batería.

En una red de este tipo se pueden integrar un gran número de elementos, cubriendo también grandes distancias, siempre que se empleen repetidores por cada segmento de 256 elementos como máximo. La longitud máxima de cada segmento es de 10 Km. No obstante, si el sistema es bastante extenso y lo requiere, se han de utilizar enlaces vía radio para comunicar la sala de control con las subcentrales de los sectores. Para estos enlaces por radio se ha propuesto un protocolo de comunicación simple, compacto y flexible que permite reducir y proteger la información que se transmite, redireccionar unas estaciones a través de otras y conseguir tiempos de ciclo de lectura cortos.

Combinando esta estructura híbrida de comunicaciones vía radio y cable podemos alcanzar distancias ilimitadas, así como telemedir y telecontrolar un número ilimitado de puntos de la instalación de riego; todo ello a bajo coste ya que se utilizan componentes de uso extendido, un único cable de dos hilos (de baja sección y no apantallado) y porque no se necesita llevar toma de corriente a los hidrantes.

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 del sistema para el telecontrol automático de grandes redes de riego.

La figura 1 muestra el esquema de instalación del sistema global para el telecontrol de regadíos, distinguiendo los elementos que lo constituyen así como las comunicaciones vía radio y la red de cable, en adelante red HidroBus.

La figura 2 muestra detalladamente la realización del módulo interfaz maestro del bus, en adelante HBCen.

La figura 3 muestra detalladamente la realización de la estación remota para la supervisión y control de los hidrantes, en adelante HBRem.

La figura 4 muestra la realización del módulo necesario para los repetidores, en adelante HBus.

La figura 5 muestra un diagrama de bloques del microcomputador o concentrador de las subcentrales de sector, en adelante HBCon.

La figura 6 muestra los formatos genéricos de las tramas para las comunicaciones por cable y radio.

La figura 7 muestra un esquema de los módulos software necesarios para realizar la supervisión, control y gestión integral de regadíos.

Descripción de una realización preferida

Tal y como se muestra en la figura 1, el sistema admite diferentes configuraciones dependiendo de la complejidad de la red hidráulica. Se utiliza una estructura lógica tipo maestro-esclavo, basada en el empleo de un computador central que se comunica por cable con un módulo central de comunicaciones (HBCen), y éste a su vez con cada módulo remoto o esclavo (HBRem) instalado en cada hidrante a controlar, como es el caso del sector 1 de la figura 1. Como máximo, la red HidroBus permite la instalación de hasta 256 nodos en ramales de hasta 10 Km, aunque se puede instalar un módulo repetidor (HBRep) que permite sobrepasar estas limitaciones, como sucede en el sector 2 de la figura 1. No obstante, si el sistema es lo bastante extenso y lo requiere, se pueden utilizar subcentrales con concentradores (HBCon y radiomodem) para permitir la comunicación vía radio entre el computador central y los HBCen anteriores, sectores desde el 2 hasta el N de la figura 1. Cada uno de estos elementos, red HidroBus, HBCen, HBRem, HBRep y HBCon, se describen a continuación.

En cuanto a la red HidroBus, se trata de un bus de campo en el que la capa física del modelo OSI está basada en las especificaciones de la norma MeterBUS (M-Bus), la cual opera con dos modos diferentes de transmisión de datos:

1. Consumo de corriente para la transmisión entre un esclavo y el maestro. Los módulos remotos HBRem consumen 2.5 mA (1 lógico) y 20 mA (0 lógico), y siguen las normas DIN 66258 y 66348.
2. Niveles de tensión para la comunicación entre el maestro y los esclavos, pudiendo así alimentarlos. Para los módulos remotos HBRem, los niveles son de 39 voltios (marca o 1 lógico) y de 27 voltios (espacio o 0 lógico).

Existe un compromiso entre el tipo de cable empleado (sección, resistencia, y capacidad por kilómetro), la longitud del mismo a emplear y el número de nodos esclavos a conectar. Además es también muy importante considerar la distribución de los nodos esclavos a lo largo de la red de cable, así como la topología de esta red. Se aconseja un cable de 2 hilos x 1.5 mm² con impedancia menor de 13 ohms/km y capacidad menor de 100 nF/Km. Lo normal es que la distribución de los esclavos sea más o menos uniforme con un número de ramificaciones no muy elevado; en esos casos podemos considerar la interconexión del orden de 256 nodos y distancias máximas de hasta 10 Km. Para ampliar la distancia y/o el número de nodos se utilizan repetidores.

La interfaz maestro HBCen (figura 2), de aproximadamente 10 cm x 6 cm x 7 cm, está compuesta por un microcontrolador PIC de microchip (1) con canal de comunicaciones serie, y al menos una entrada y una salida digitales. La señal digital, después de pasarla a través de un optoacoplador de aislamiento (2) y un comparador de tensión (3), se amplifica con un operacional de potencia (4) y se transmite con dos niveles de tensión continua 27 y 39 voltios a la red HidroBus.

La señal recibida se suministra con dos niveles de corriente continua (2.5 y 20 mA) y se convierte en tensión mediante una resistencia (5), se amplifica (6), se fija su nivel (7), se compara (8) con una tensión de referencia y, por último, después de pasar a través de un optoacoplador (9), llega con los niveles apropiados a la entrada digital del microcontrolador (1), desde donde se transfiere por canal serie (10) al módulo HBCon de la subcentral de sector o directamente al computador de la estación central. La misión del microcontrolador es analizar las tramas de datos y eliminar los mensajes erróneos.

La estación remota del sistema HBRem (figura 3), de dimensiones reducidas (9 cm x 5 cm x 4 cm), está compuesta por un microcontrolador PIC de microchip (1), un circuito interfaz para comunicación y regulación de la corriente consumida por el equipo (2), un elemento de almacenamiento de energía a 12 Voltios (3) para los conmutadores de actuación (4) sobre el solenoide de la válvula, un circuito rectificador/regulador de corriente (5) para la alimentación de los sensores, una batería de litio (6) y un dispositivo de protección contra sobretensiones (7), permitiendo las siguientes posibilidades: lecturas de impulsos de contador, control de apertura y cierre sobre 1 solenoide biestable de 12 voltios, y 2 entradas analógicas (0-20 mA 8 bits). El código de cada punto se graba en la memoria ROM del microcontrolador por lo que no es necesario incluir microinterruptores para configurarlo. Con el fin de reducir el consumo, los esclavos se mantienen durmiendo mientras no hay comunicación desde el maestro, despertando al recibir el inicio del primer carácter de un mensaje. Puesto que el tiempo necesario para despertar es superior al tiempo de transmisión de un carácter, el esclavo perderá el inicio de la trama. En este caso, las tramas enviadas desde el maestro deberán ir precedidas de dos caracteres despertadores que además eviten problemas de sincronización.

Como ya se ha mencionado, el repetidor (HBRep) es necesario añadirlo a la red HidroBus en caso de que el número de estaciones remotas o las distancias sean tan grande que hagan que los niveles de tensión caigan 8 voltios, lo que originaría fallos en la comunicación. El repetidor está compuesto por una fuente de alimentación, un módulo HBCen, y un módulo HBus conectado directamente a la tarjeta HBCen. En la figura 4 se puede apreciar el diagrama de bloques del módulo HBus, donde se observa que está compuesto por dos interfaces M-Bus (1), uno para la transmisión y otro para la recepción, optoacopladores (2), un conector con HBCen (3) y un dispositivo de protección contra sobretensiones (4).

El concentrador HBCon (figura 5) o microcomputador de las subcentrales de sector, de aproximadamente 10 cm x 6 cm x 7 cm, está basado en el microprocesador NEC V-25 de Tern Inc., y dispone de: (1) 8 Entradas Digitales Optoacopladas, (2) 8 Salidas de Relés (220 V, 1A), (3) 11 Entradas de Conversión A/D (12 bits de resolución), (4) 512 Kbytes de memoria RAM, (5) Batería de Litio para respaldo de datos almacenados en RAM, (6) 512 Kbytes de memoria EPROM, (7) 8 Kbytes de memoria EEPROM,

(8) Sistema de reset guardián (Watchdog) para la supervisión del software, (9) Reloj-calendario de tiempo real, (10) 2 puertos serie RS-232, y (11) 1 puerto serie PS-485 para la comunicación con los módulos de ampliación. Este dispositivo se emplea en el caso de que existan comunicaciones vía radio entre la central y alguno de los sectores de la red de riego, y realiza por tanto una doble comunicación: con los esclavos, a través del módulo HBCen, para realizar su muestreo y/o enviarles órdenes, y con la central (vía radiomodem), que le mandará los distintos tipos de peticiones. Los formatos de las tramas para ambos casos se muestran a continuación. Opcionalmente, este microcomputador también se utiliza para realizar la supervisión y control de otros automatismos en general (estaciones de bombeos, filtros, balsas, etc.).

En relación a los formatos genéricos de las tramas (figura 6) se pueden distinguir dos posibilidades en función del tipo de comunicación:

a) *Por cable* (figura 6a) entre las subcentrales y todos los módulos remotos, con o sin repetidores. El campo 1 es la marca de inicio, carácter ASCII @. El campo 2 identifica la estación remota con cuatro caracteres cualesquiera excepto @ y CR. El campo 3 o campo de datos contiene información que dependerá del tipo de trama (petición o respuesta); es decir, si la trama es de petición permite realizar funciones como confirmación de datos, puesta a cero, abrir/cerrar válvula, indicar el número de pulsos para realizar riego por demanda, o lectura de sensores; mientras que si la trama es de respuesta contiene información sobre el estado del depósito y la batería, los valores de las entradas analógicas, estados del sistema y de control, y por último el valor del contador. El campo 4 corresponde al chequeo de errores mediante una operación lógica o-exclusiva de los campos 2 y 3 anteriores, expresado en hexadecimal con dos caracteres ASCII. Por último, el campo 5 indica el final de la trama (carácter CR).

b) *Vía radio* (figura 6b) entre la sala de control y las subcentrales de sectores. El campo 1 es la marca de inicio, carácter ASCII @. Los campos 2 y 3 contienen información que dependerá si la trama es de petición o de respuesta, concretamente si se trata de una trama de petición (central -> concentrador) el campo 2 indica la función a realizar (lectura, lectura inmediata, escritura, escritura comandos, acceso a la EEPROM, etc.) y el campo 3 contiene los parámetros necesarios y dependientes de la función especificada en el campo 2. El acceso a las terminales remotas HBRem se puede especificar bien individualmente o bien por grupos. Si la trama es de respuesta (concentrador -> central) el campo 2 indica la trama o función a la que hace referencia, y en el campo 3 se devuelve el estado, la lectura del contador y los valores de las señales analógicas, en el caso de recibir una orden de petición de información. La longitud de esta subtrama varía en función de la presencia o no de algunos bits en el byte de estado, para así poder utilizar uno, dos o tres bytes para transmitir el valor del contador o de las señales analógicas optando siempre por la opción más comprimida. Por último, el campo 4 corresponde al chequeo de errores.

La estructura de los módulos de software del sistema (figura 7) integra en tomo a una única base de datos los módulos clientes necesarios para manejar y visualizar en tiempo real la información que se transfiere desde las terminales remotas de control de hidrantes (1), la gestión administrativa automática de la comunidad de regantes (2) y la automatización del resto de instalaciones que intervienen en el riego (3). Todos los módulos de software que intervienen en el proceso de control global están interconectados entre sí (4), y emplean comunicaciones TCP/IP. Ello posibilita además la supervisión y el mantenimiento remoto del sistema vía GSM (5) e Internet (6).

REIVINDICACIONES

1. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, a instalar preferentemente en grandes explotaciones agrarias, gestionadas por comunidades de regantes, **caracterizado** porque consta de:

- a) Una central de supervisión y control principal, con el software necesario, para manejar y visualizar en tiempo real la información que se transfiere desde las terminales remotas.
- b) Subcentrales conectadas vía radio con la central principal y por cable de par trenzado con un conjunto ilimitado de estaciones remotas de medida y de actuación sobre elementos de la instalación, de manera que por el mismo cable se transmite la información digital (estado de los dispositivos, lectura de variables y órdenes de actuación) y la alimentación de las estaciones remotas, sin que sea imprescindible disponer de conexiones de red eléctrica en los puntos de medida y actuación.
- c) Estaciones remotas de medida y actuación local gobernadas por microcontrolador monopastilla que permiten la conexión de transductores de variables analógicas y digitales propias de instalaciones de riego (presión, caudal, niveles de balsas y pozos, temperatura y humedad del suelo, etc.), el registro periódico de estas variables en memoria y el envío de las mismas a la estación central a solicitud de esta, permitiendo además el control, también a petición de la estación central, sobre elementos hidráulicos de actuación (válvulas, grupos de bombeo, filtros y dosificadores de abono).
- d) Equipos repetidores que se conectan cada 256 estaciones remotas como máximo y por cada tramo de cable de 10 Kilómetros como máximo para así ampliar el número de estaciones y la distancia de conexión entre estas y la estación central.

2. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la interfaz maestro incluida en las subcentrales de sectores, está compuesta por un microcontrolador con señal digital, que al pasarla por un optoacoplador de aislamiento, un comparador de tensión, y un amplificador operacional de potencia se convierte en una señal de transmisión de dos niveles de tensión continua (27 y 39 voltios). La señal recibida, de dos niveles de corriente continua (2.5 y 20 mA), se convierte en tensión mediante una resistencia, se amplifica, se fija su nivel, y se compara con una tensión de referencia mediante amplificadores operacionales, y por último, después de pasar a través de un optoacoplador, llega con los niveles apropiados a la entrada digital del microcontrolador.

3. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la estación remota del sistema está compuesta por un microcontrolador, un circuito interfaz para comunicación y regulación de la corriente consumida por el equipo, un elemento de almacenamiento de energía a 12 Voltios para los conmutadores de actuación sobre el solenoide de la válvula, un circuito rectificador/regulador de corriente para la alimentación de los sensores, una batería de litio y un dispositivo de protección contra sobretensiones.

4. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la estación remota del sistema permite la lectura de contadores hidráulicos y sigue registrando el consumo de agua aún en caso de corte de la red de cable, sin pérdida de dicha información.

5. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque permite el control de la apertura y cierre de válvulas de solenoide sin necesidad de disponer de toma de tensión de red eléctrica en la válvula, ya que los mecanismos de apertura y cierre de la misma se alimentan a través de la misma red de cable por donde circula la información digital de medida y control.

6. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque las estaciones remotas se pueden conectar a la red sin necesidad de tener en cuenta la polaridad de los cables de conexión.

7. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque admite topologías ramificadas de conexión en paralelo de las estaciones remotas al cable, así como cualquier topología de conexión vía radio, permitiendo por tanto que se pueda abarcar todo tipo de configuraciones de comunidades de regantes en cuanto a distancias y distribución de las parcelas.

8. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el número de puntos que puede supervisar y controlar es ilimitado y a un coste bajo.

9. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la terminal remota de medida mantiene desconectada la alimentación de los sensores analógicos y sólo la conecta de forma automática cuando recibe la orden de medida por parte de la central de supervisión.

10. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la red de cable del sistema está protegida contra sobretensiones originadas por descargas eléctricas y rayos.

11. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas re-

des de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el sistema permite además realizar un telecontrol a distancia de todos los elementos dispersos de la instalación, tales como bombeos, depósitos, balsas, etc.

12. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los formatos de tramas para las comunicaciones vía radio y cable están optimizadas para permitir reducir y proteger la información que se transmite, redireccionar unas estaciones a través de otras y obtener tiempos de ciclos de lecturas cortos.

13. Sistema automático y de bajo coste para la gestión y control a distancia de extensas redes de riego, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el software residente en el computador de la central principal integra perfectamente los siguientes módulos: (1) Módulo de interfaz con el usuario para la visualización de mapas de sectores hidráulicos, posición y estado de vál-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

vulas de hidrantes, lectura de contadores y de presiones, datos de parcela y propietario, ubicación de sondeos, balsas y filtros, etc., así como la programación del riego por turnos horarios y por caudal programado. (2) Módulo de gestión con las funciones de registro de datos de socios, ordenes de riego a la demanda, registros de consumo de agua, gestión de recibos, seguimiento de cobros, facturación, bancos, etc. (3) Módulo SCADA configurable pero realizado a la medida para el telecontrol de bombeos, sinópticos, estaciones de filtrado, dosificadores de abono, desaladoras o cualquier instalación especial de automatización y control distribuido. (4) Servidor de comunicaciones con el resto de aplicaciones encargado de recibir toda la información que genera el sistema y actualiza la base de datos. (5) Módulo que permite la comunicación bidireccional de todo el sistema con los teléfonos móviles habilitados para recibir alarmas, solicitar información o dar órdenes.

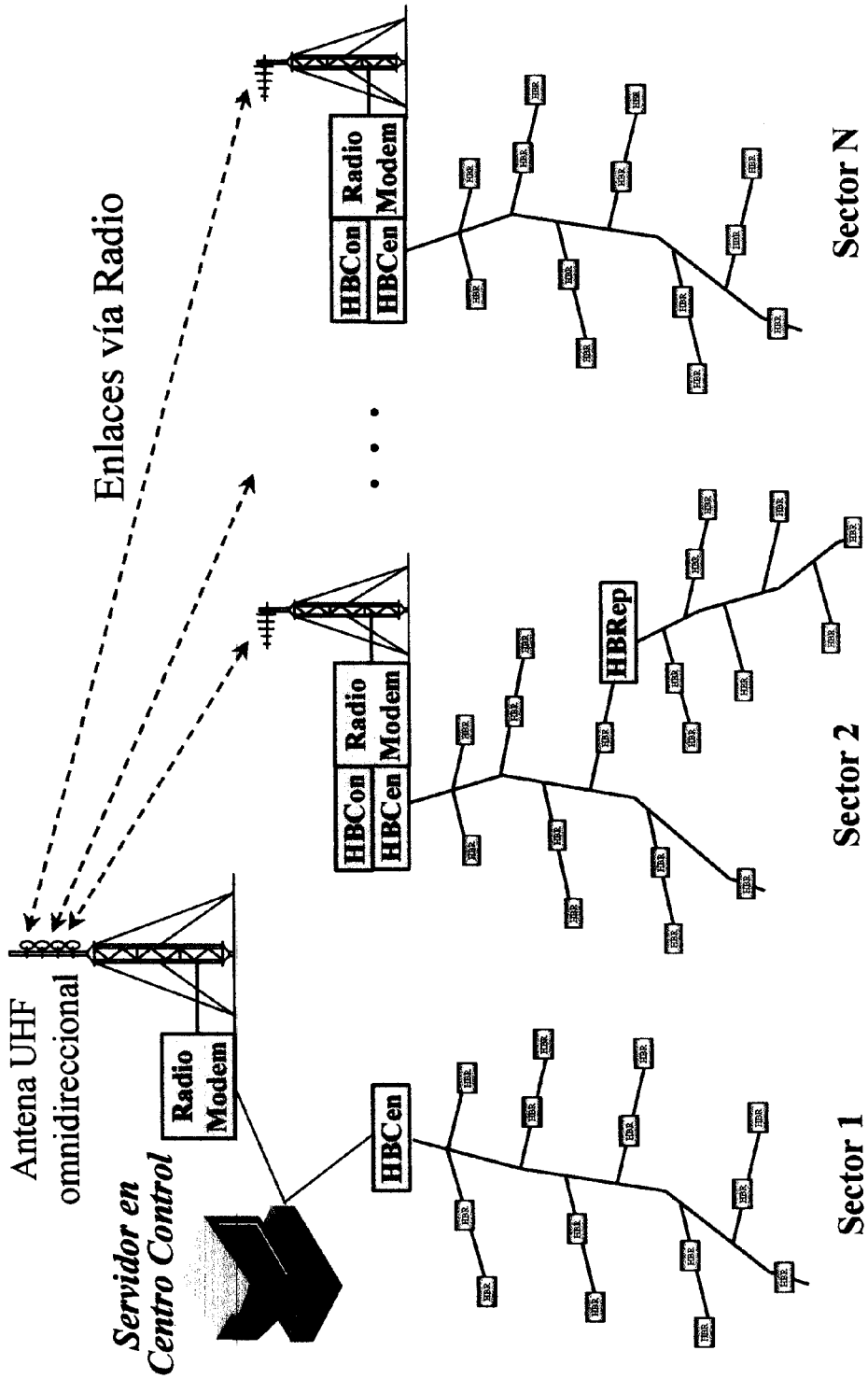


Figura 1

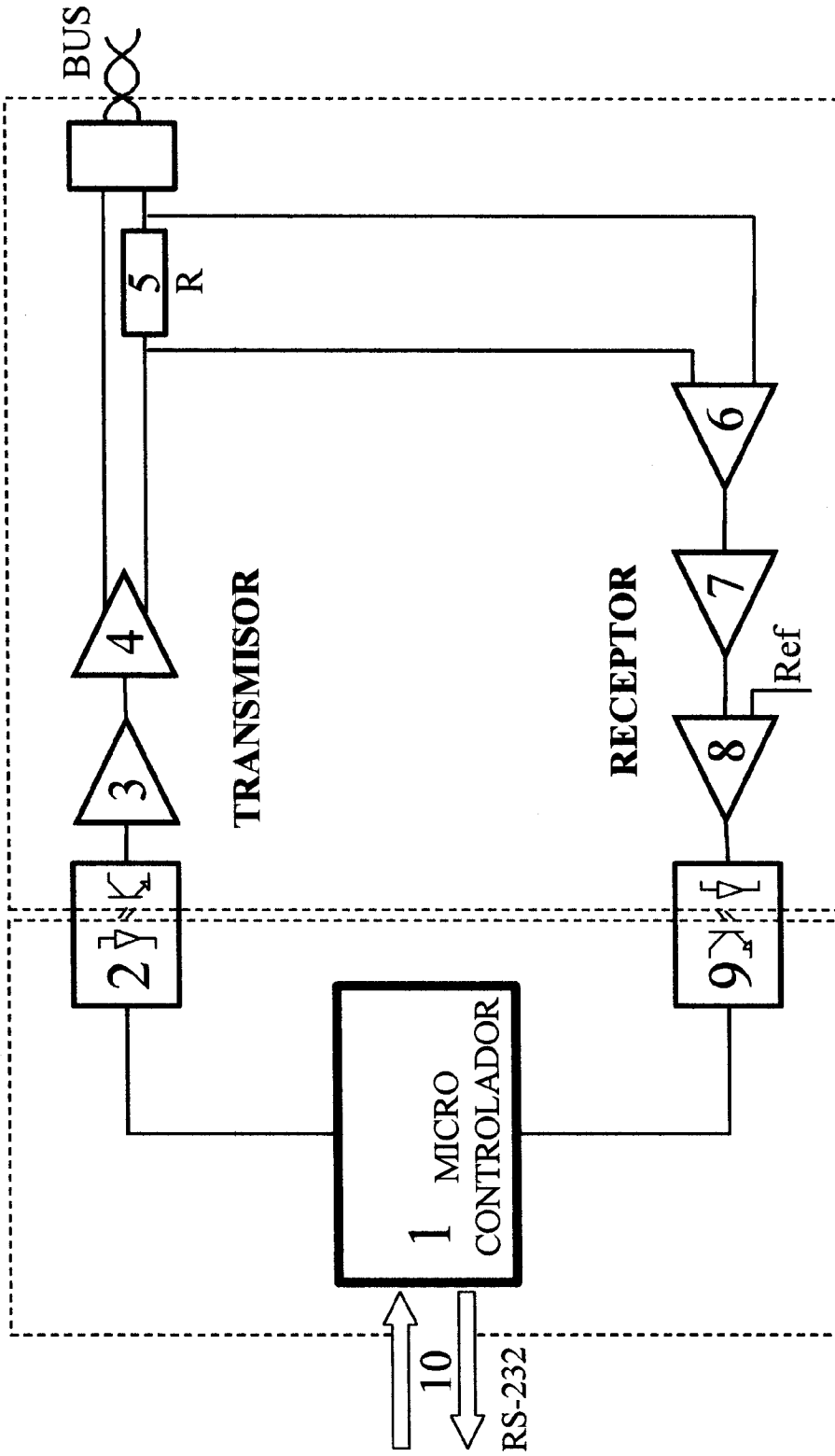


Figura 2

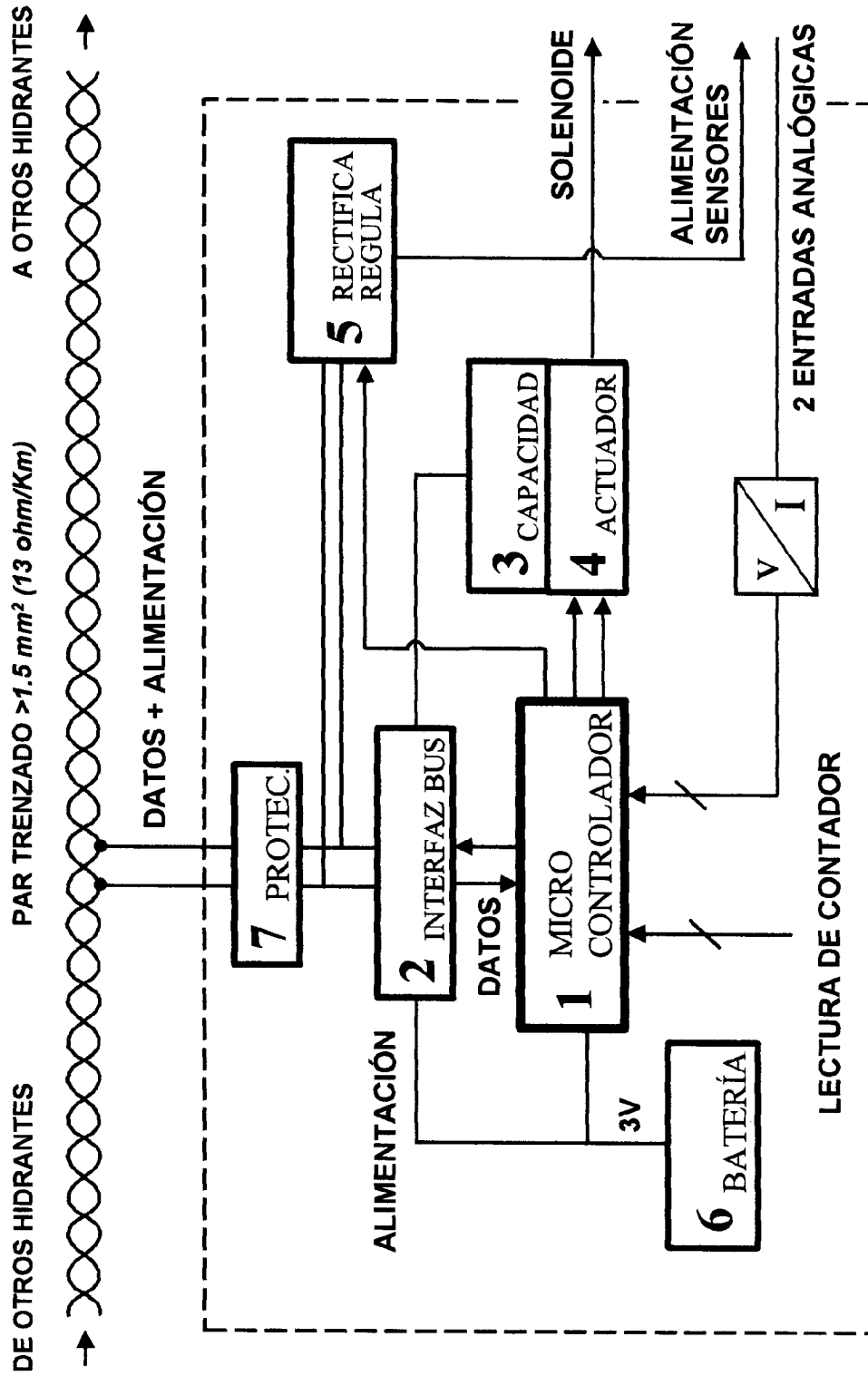


Figura 3

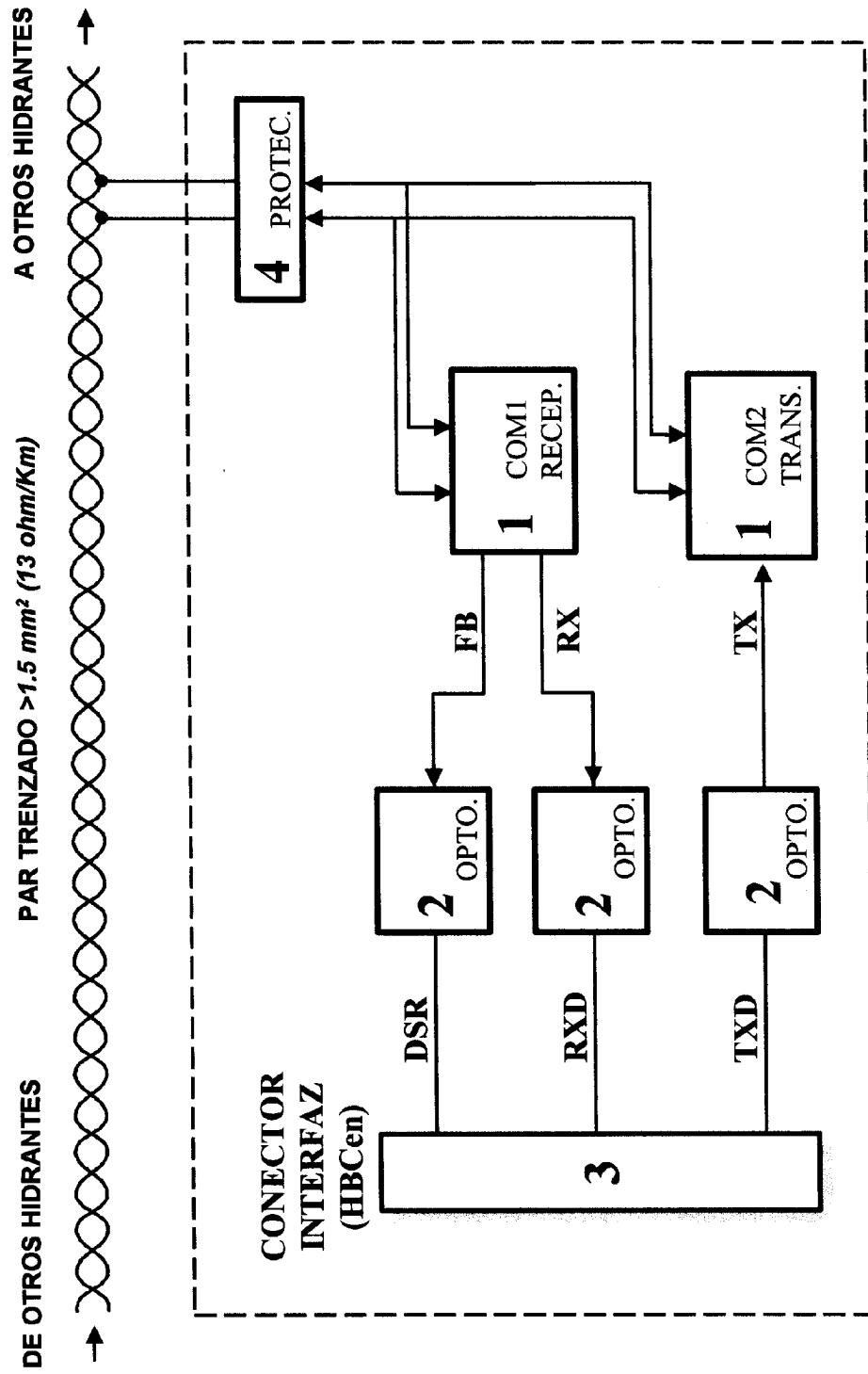


Figura 4

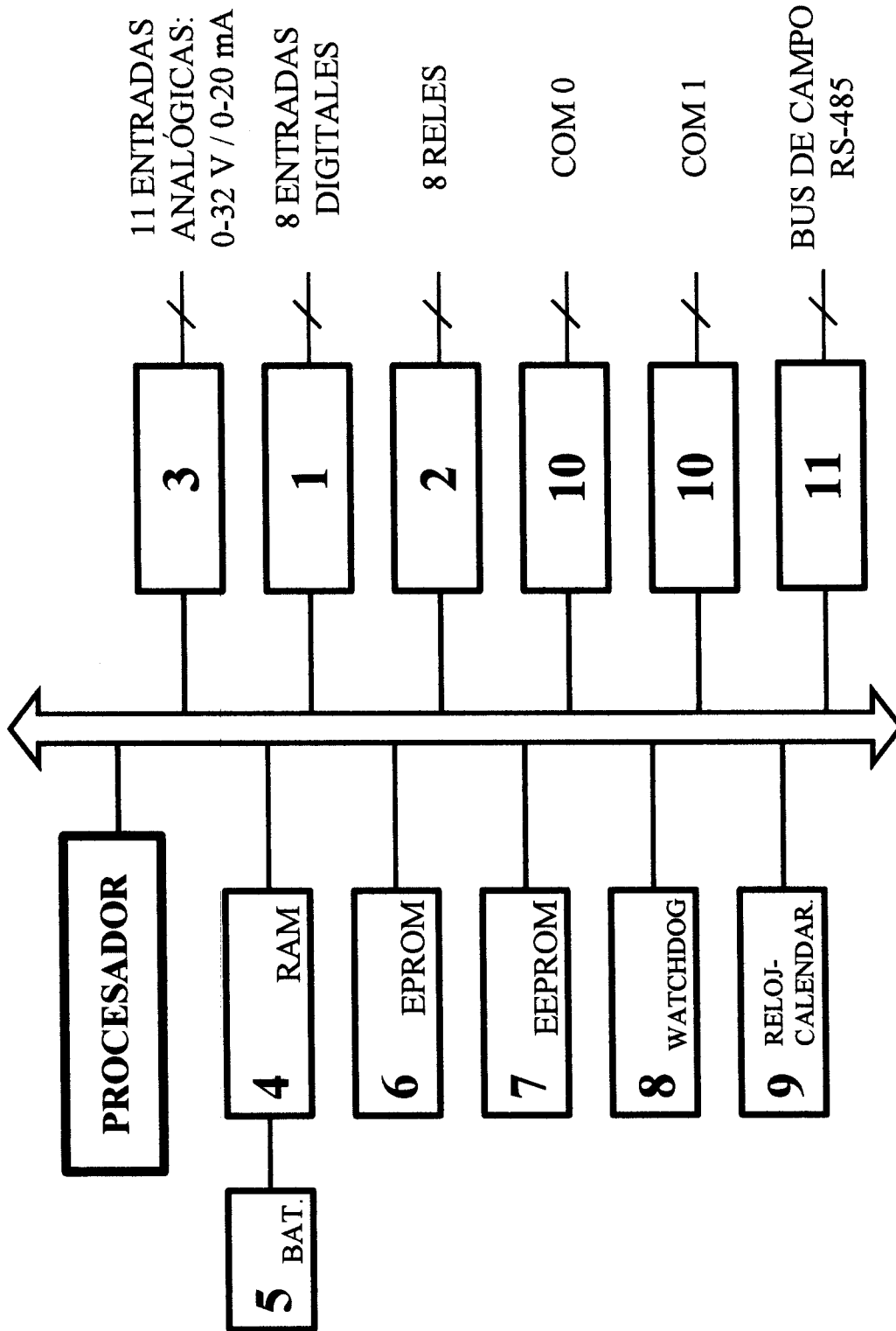


Figura 5

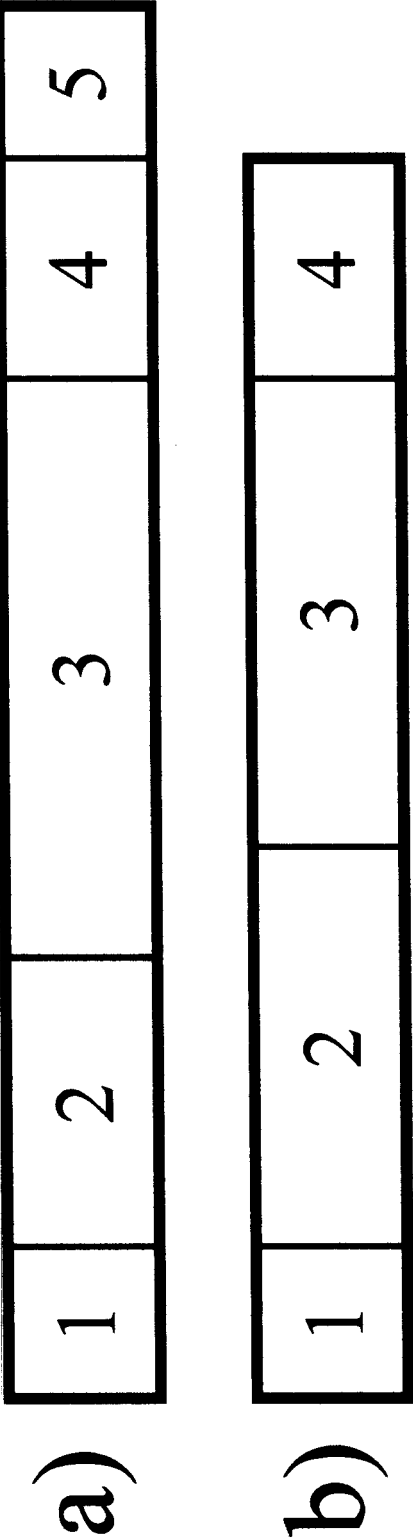


Figura 6

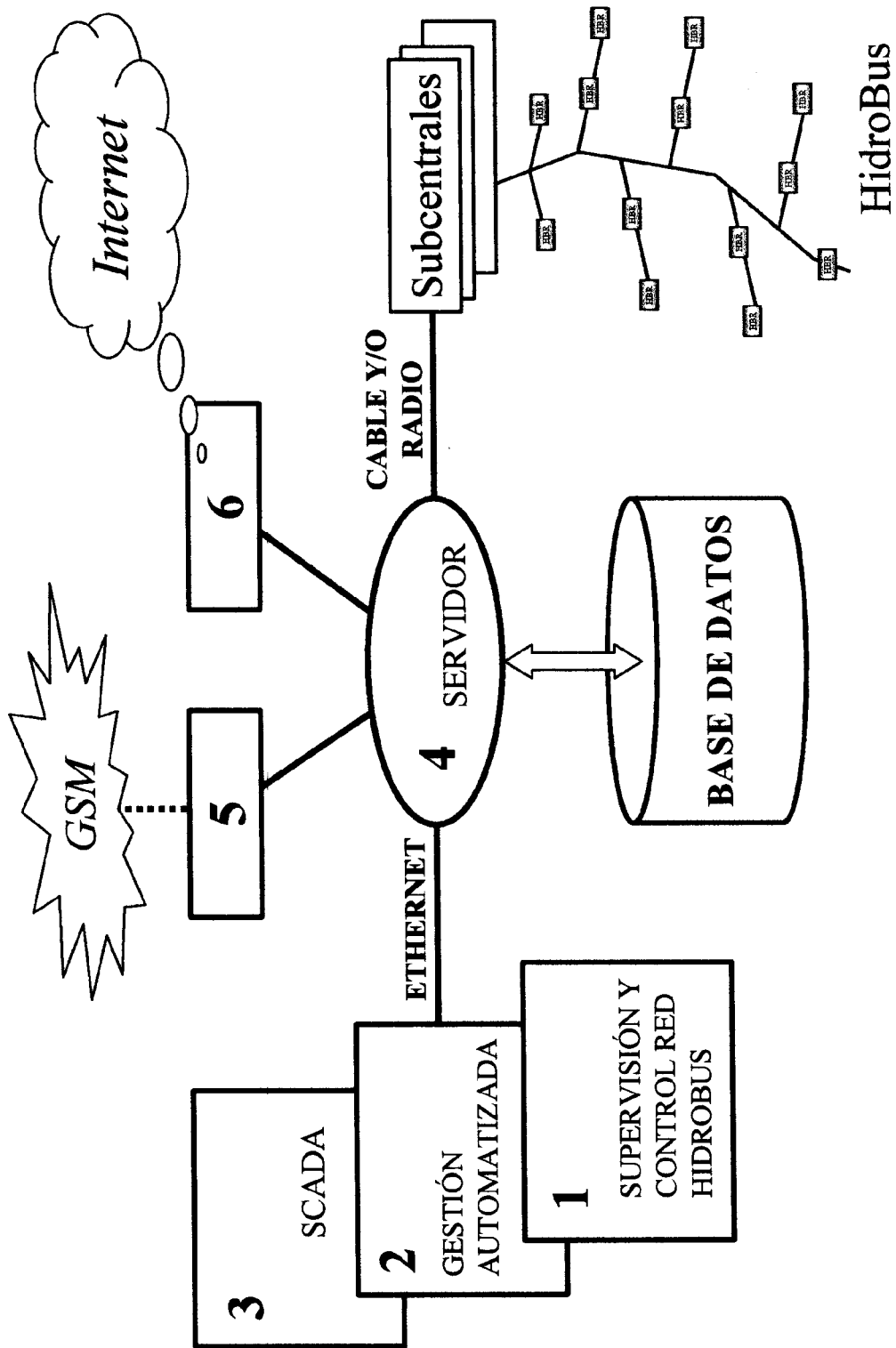


Figura 7



⑪ ES 2 176 112

⑫ N.º solicitud: 200100249

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 05.02.2001

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.⁷: A01G 25/16, G05B 15/02, 19/02

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---|------------------------------------|
| X A | US 5740031 A (GAGNON) 14.04.1998, todo el documento. | 1,3-5,7,8, 10,11,13 2,6,9,12 |
| X A | US 4626984 A (UNRUH et al.) 02.12.1986, columna 4, línea 4 - columna 6, línea 33; figuras 1-7. | 1,3,8,10, 11 4,7 |
| X A | WO 0101752 A (ARADCOM INC) 11.01.2001, página 7, línea 2 - página 11, línea 2; figuras 1-3. | 8-13 1,4,5,7 |
| A | US 4396149 A (ENERGY MANAGEMENT CORP) 02.08.1983, columna 2, línea 60 - columna 5, línea 20; figuras 1-7. | 1,4,5,7,8, 10-13 |
| A | WO 9202106 A (UNIV GRANADA) 06.02.1992, página 3, línea 29 - página 6, línea 1; figuras 1-5. | 1,3-5,7-13 |
| A | US 4838310 A (SCOTT et al.) 13.06.1989, todo el documento. | 2-11 |

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

14.10.2002

Examinador

P. Pérez Fernández

Página

1/1