

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 367**

51 Int. Cl.:

H04Q 9/00 (2006.01)

G01D 4/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.05.2002 PCT/US2002/14078**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2002 WO02091329**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2002 E 02746335 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 1393281**

54 Título: **Sistema y método para comunicar y controlar lecturas de medidor automático**

30 Prioridad:

04.05.2001 US 288427 P

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

15.03.2018

73 Titular/es:

**INVENSYS METERING SYSTEMS/NORTH
AMERICA INC. (100.0%)
450 N. GALLATIN AVENUE
UNIONTOWN, PA 15401, US**

72 Inventor/es:

**BELSKI, TIMOTHY, J.;
JOHNSON, REX, A. y
GRAY, BRUCE, E.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 659 367 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para comunicar y controlar lecturas de medidor automático

5 Referencia cruzada a la aplicación relacionada

Esta invención reivindica la prioridad de la solicitud de patente de Estados Unidos provisional S.N. 60/288.427, presentada el 4 de mayo de 2001.

10 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la lectura y control automatizado de medidores, y más específicamente a sistemas y métodos para mediciones automatizadas de recursos de servicios auxiliares, recopilación de datos y ejercicio del control y notificación.

15 Antecedentes de la técnica

La lectura automatizada de medidor para la tasa de consumo de los diferentes recursos de servicios auxiliares tales como agua, gas o electricidad se ha vuelto más deseable en comparación con los métodos que usan medidores que requieren la lectura manual y el registro de los niveles de consumo. Un tipo de medio "local" automatizado de recopilación de lecturas de medidor requiere que el operador se encuentre cerca del medidor para obtener la lectura de medidor (lectura táctil) y transportar los datos a un ordenador central.

Otro tipo de lectura automatizada de medidor se basa en la recopilación de datos por líneas telefónicas o transmisión de radio. La lectura de medidor, en ambos casos, puede recopilarse a través de las líneas telefónicas conectadas al medidor (lectura de teléfono) o comunicarse a un ordenador portátil de mano. Los medidores basados en radio, tales como los proporcionados en las patentes de Estados Unidos nos. 4.652.877 y 4.782.341 emitidas a favor de Gray y actualmente cedidas al presente cesionario, se utilizaron más ampliamente ya que la lectura puede recopilarse a medida que un operador conduce al lado del medidor (sistema de conducción), o en combinación con el sistema de lectura táctil, puede leerse manualmente. La lectura de radio puede desearse específicamente en zonas donde el medidor, específicamente el medidor de agua, está dentro de un pozo a una distancia del edificio y lejos de una fuente de energía. Sin embargo, en tales sistemas, la antena estaba dispuesta fuera del medidor y estaba cableada al registrador mecánico a través de la carcasa de medidor, de modo que las señales que pasaban desde el registrador al transmisor de RF no eran inalámbricas.

Sin embargo, los datos recopilados de cada medidor de servicios auxiliares deben transportarse a un ordenador central y compilarse para la facturación, estadística o cualquier otro servicio que las empresas de servicios auxiliares puedan ofrecer a sus clientes. Cada una de las técnicas de lectura automatizada de medidores mencionadas anteriormente todavía requiere una gran cantidad de mano de obra y es susceptible a errores en la entrada y el transporte de los datos. Además, las compañías de servicios auxiliares no pueden ejercer ningún control ni proporcionar notificaciones a sus clientes sin usar mano de obra, costes y medios de comunicación potencialmente menos confiables adicionales.

Hasta la fecha, los medidores de agua han funcionado sobre la base de un odómetro mecánico, con una lectura electrónica de las ruedas del odómetro. Se ha pensado que el concepto de codificador mecánico ofrece un rendimiento mejorado en comparación con los sistemas de conteo de pulsos, específicamente cuando el medidor está físicamente separado del dispositivo de conteo.

El documento US 5.617.084 desvela un módulo de medidor separado que se monta sobre un medidor de electricidad y tiene un pulsador que envía un pulso a un microprocesador cada vez que el medidor registra una cantidad predeterminada de consumo de electricidad.

El documento US 4.803.632 describe un medidor de servicios auxiliares que incluye un puerto de programación y una pantalla. El documento US 5.673.252 desvela otro sistema de lectura de medidores. En consecuencia, existe la necesidad de un sistema de recopilación de datos mejorado para dispositivos de medidores remotos, tales como medidores de gas, agua y electricidad.

Sumario de la invención

60 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema para recopilar y comunicar datos de flujo de un producto, tal como se define en la reivindicación 1.

65 La presente invención aborda la necesidad de un sistema de recopilación de datos mejorado para los dispositivos medidores remotos, tales como los medidores de gas, agua, y eléctricos. La presente invención logra esto, en parte, habilitando una comunicación de RF, preferentemente una comunicación bidireccional, entre un medidor y un dispositivo de interfaz, como se describe en el presente documento.

5 Los solicitantes han reconocido que el codificador mecánico que tiene una funcionalidad limitada en medidores de agua y gas tiene un futuro limitado. El solicitante también ha reconocido que puede proporcionarse una funcionalidad mejorada a un coste menor fabricando un registrador y un transmisor de RF integrados, en lugar de fabricarlos como productos separados. Además, la combinación del registrador de codificación y el transmisor de RF permite compartir el hardware, lo que reduce el hardware y el coste de fabricación.

10 La invención incluye un medidor para recopilar y comunicar datos de flujo para un producto que incluye un líquido, un gas, o electricidad transportados a través de un sistema de medida, usando una transferencia de datos inalámbrica, incluyendo el medidor una carcasa, un sensor para detectar un caudal de recursos, y un registrador para registrar la entrada de datos en el mismo, incluyendo el registrador un procesador para procesar la entrada de datos en el mismo. También se proporciona un transmisor inalámbrico para emitir los datos detectados desde el medidor o recibir información de instrucciones desde una interfaz externa al medidor, que recibe los datos emitidos desde el medidor y/o emite la información de instrucciones al medidor. El sensor, el procesador y el transmisor inalámbrico están dispuestos dentro de la carcasa.

15 La invención puede realizarse dentro de un sistema de medición y control electrónico en red, habilitado web, de operación en red que vinculará usuarios y proveedores de servicios auxiliares a medidores de energía residencial y comercial/industrial. A través de la comunicación inalámbrica y los módulos de comunicaciones de baja potencia, los medidores de servicios auxiliares electrónicos de estado sólido transmiten los datos de lectura de medidor a un dispositivo de interfaz, que a su vez se comunica bidireccionalmente con una estación maestra. El dispositivo de interfaz transmite las señales de información y control recibidas desde la estación maestra a través de un servidor de red a otros módulos electrónicos en el edificio para una interfaz de usuario adicional.

20 Un aspecto se refiere a medidores de agua y/o gas electrónicos con módulos de comunicación inalámbricos integrados, preferentemente alimentados por una batería interna. Los medidores obtienen datos relacionados con la tasa de consumo del recurso de servicios auxiliares y transmiten los datos de RF periódicamente a los dispositivos receptores. La transmisión periódica de datos reduce el consumo de energía de los circuitos internos.

25 Otro aspecto, que puede aplicarse a los medidores de agua y gas, incluye un procesador que recibe datos en forma de un medidor de pulsos a partir de las rotaciones hacia delante detectadas del sensor magnético, prepara los datos para la transmisión, permite que la circuitería del transmisor transmita los datos en intervalos especificados, y soporta una interfaz de programación sin perder pulsos.

30 Otro aspecto se refiere a un método de recopilación y transmisión de datos de consumo de recursos de servicios auxiliares a partir de varios medidores a un dispositivo de interfaz. El método comprende además la transmisión de los datos recopilados a una estación maestra. La estación maestra procesa adicionalmente los datos recopilados y transmite de vuelta los datos informativos y de control al dispositivo de interfaz.

35 Un aspecto adicional se refiere a un método y un software para recibir datos de consumo a partir de una pluralidad de medidores en un dispositivo de interfaz, leer los datos recibidos y realizar funciones de programación y de diagnóstico. El dispositivo de interfaz se comunica con una estación maestra así como con diversos módulos electrónicos dentro del edificio a través de una transmisión inalámbrica. Un reloj controla los intervalos para realizar diferentes funciones de acuerdo con lo determinado por el código del programa y las marcas de tiempo de los datos recibidos que a continuación se almacenan en un dispositivo de memoria.

40 Un aspecto adicional se refiere a un dispositivo de interfaz integrado con un medidor de electricidad, que proporciona la energía necesaria para el funcionamiento del dispositivo de interfaz. En esta configuración, los datos de consumo del medidor de electricidad se transfieren directamente al dispositivo de interfaz. El dispositivo de interfaz pasa además a la estación maestra los datos de consumo recibidos directamente desde el medidor de electricidad y a través de la transmisión inalámbrica desde otros medidores.

45 Una ventaja de la invención está en proporcionar una lectura de medidor completamente automatizada y fiable mediante un sistema integrado que tiene capacidades flexibles para acomodar mejoras y funciones futuras como se desee por el usuario.

50 Otra ventaja está en los registradores e índices totalmente electrónicos para los medidores de agua y gas que tienen esencialmente partes no móviles y son capaces de una transmisión inalámbrica de las lecturas de medidor.

55 Otra ventaja está en proporcionar un medio de comunicación próximo al medidor de electricidad para recibir los datos de lectura de medidor de uno o más de una pluralidad de medidores de servicios auxiliares y transmitir los datos recopilados a una estación maestra.

60 Otra ventaja más es transmitir desde la estación maestra señales de control y notificación así como los datos de lectura de medidor a los medios de comunicación que a su vez pueden transferir los datos recibidos a los módulos electrónicos adicionales en el edificio.

65

Una ventaja adicional más de la invención es integrar la recolección de datos a partir de una pluralidad de medidores en una estación maestra sin necesidad de transporte y una entrada de los datos de lectura para cada medidor.

Las ventajas adicionales de la presente invención resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada, en la que solamente la realización preferida de la invención se muestra y se describe simplemente a modo de ilustración del mejor modo contemplado para realizar la invención. Como se comprenderá, la invención es capaz de otras realizaciones diferentes y sus diversos detalles son susceptibles de modificaciones en diversos aspectos obvios, todo ello sin alejarse de la invención. En consecuencia, los dibujos y la descripción deben considerarse de naturaleza ilustrativa y no como restrictiva.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se ilustra por medio de un ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos, y en los que:

La figura 1 ilustra un medidor de agua y un ECR conectados a través de una interfaz de 3 hilos a un multiplexor NetRadio de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra una pluralidad de medidores de agua integrados con RFR y una pluralidad de medidores de gas integrados con RFI, comunicando cada medidor datos y/o señales de órdenes a través de RF hacia o desde una CDB de acuerdo con la invención.

La figura 3 representa un sistema para recopilar y comunicar múltiples medidores que leen datos de acuerdo con la invención.

La figura 4 muestra un formato de trama de acuerdo con un protocolo de comunicación usado con la invención.

La figura 5 muestra un formato de trama en modo no de red de acuerdo con un protocolo de comunicación usado con la invención.

La figura 6 muestra un formato de campo de control de acuerdo con un protocolo de comunicación usado con la invención.

La figura 7 muestra un formato de campo de control de dieciséis bits de acuerdo con un protocolo de comunicación usado con la invención.

La figura 8 muestra un formato de respuesta de acuse de recibo de la recepción correcta de una trama de acuerdo con la invención.

La figura 9 muestra un campo de estado de acuerdo con la invención.

La figura 10 ilustra definiciones de tipo de respuesta y orden no limitativas de acuerdo con la invención.

La figura 11 ilustra tipos de orden comunes y específicos de dispositivo soportados por RFR de acuerdo con la invención.

La figura 12 ilustra unas especificaciones de sincronización de señal para las señales de modo de 2 hilos representadas en la figura 14 de acuerdo con la invención.

La figura 13 ilustra las especificaciones de sincronización de señal para las señales de modo de 3 hilos representadas en la figura 15 de acuerdo con la invención.

La figura 14 ilustra señales de modo de 2 hilos de acuerdo con la invención.

La figura 15 ilustra señales de modo de 3 hilos de acuerdo con la invención.

La figura 16 ilustra valores de unidad por pulso para un RFR de acuerdo con la invención.

Las figuras 17(a) -17(e) ilustran la localización de la circuitería electrónica en la caja de medidor existente.

La figura 18 ilustra el diagrama de bloques funcional de los medidores de agua y gas integrados con unos módulos de comunicación inalámbricos.

La figura 19 es un esquema de un chip de parte de RF implementable de acuerdo con la invención.

La figura 20 muestra una interfaz de conexión directa de acuerdo con un aspecto de un protocolo de interfaz de registrador de la invención.

La figura 21 muestra los requisitos de tensión y sincronización de acuerdo con un aspecto de un protocolo de interfaz de registrador de la invención.

La figura 22 define los campos para los datos de formato de variable de acuerdo con la invención.

Las figuras 23 y 24 definen unidades de medida y campos de tiempo de acuerdo con un aspecto de un protocolo de interfaz de registrador de la invención.

Descripción detallada de la invención

La invención se refiere, en general, a un medidor o registrador integrado con un dispositivo de comunicación inalámbrica para permitir la comunicación inalámbrica entre el medidor o registrador y un dispositivo de interfaz. Diversos aspectos de esta invención y diversos sistemas que incorporan esta invención se tratan a continuación.

La invención incluye, en un aspecto, un medidor tal como un medidor de electricidad de estado sólido (E) o registradores de agua (W) o gas (G) con capacidades de comunicación inalámbrica integrados internamente con un módulo de comunicaciones de radio frecuencia (RF) de baja potencia. Tales medidores están configurados para recopilar, procesar y transmitir la tasa de consumo de cada tipo de recurso de servicio auxiliare (por ejemplo, electricidad, agua o gas, respectivamente) a través de sensores y módulos de comunicación a un dispositivo de interfaz o caja de datos central (CDB). La CDB, que puede ser un dispositivo autónomo o puede estar integrada

dentro de un medidor o adyacente al mismo, está configurada ventajosamente para soportar interfaces de LAN (red de área local) y/o WAN (red de área amplia).

Estos aspectos generales de la invención se representan en las figuras 1-3. La figura 1 muestra un medidor de agua y un registrador electrónico de comunicaciones (ECR) (un registrador de agua convencional con engranajes, ruedas de odómetros, etc.) conectados a través de una interfaz de 3 hilos a un multiplexor NetRadio™. A continuación, el multiplexor NetRadio™ comunica los datos y/o las señales de orden a través de radio frecuencia (RF) hacia o desde una CDB. La figura 2 muestra una pluralidad de medidores de agua integrados con un registrador RF (RFR) y una pluralidad de medidores de gas integrados con un índice RF (RFI), cada uno de estos medidores comunica datos y/o señales de orden a través de RF hacia o desde una CDB. El RFR, por ejemplo, integra un transmisor de RF y un registrador de agua en una sola unidad.

Ampliando estos conceptos, la figura 3 muestra un sistema de control de medidor que contiene los aspectos descritos anteriormente de la presente invención. Se muestra un sistema de medición y control electrónico en red, habilitado web que vincula a los usuarios finales y proveedores de servicios con los medidores de energía residenciales y comerciales/industriales. La figura 3 muestra que, en un aspecto de la invención que implica una aplicación residencial, el medidor de electricidad de estado sólido está provisto en sí mismo de funcionalidad de CDB básica. En este aspecto de la invención, el medidor de electricidad se comunica a través de la CDB con los medidores de gas y agua a través de un sistema LAN que emplea tecnología de amplio espectro de RF de baja potencia. El dispositivo de interfaz o CDB sirve como una pasarela para recopilar y comunicar datos de medidor a una estación maestra a través de la WAN y/o la LAN mencionadas anteriormente, permitiendo una comunicación bidireccional entre la CDB y una estación maestra a través de cualquier medio de onda portadora convencional o de transmisión de señal que incluya, pero no se limita a, un teléfono, un móvil digital o analógico, paginación de dos vías, acceso direccionable por IP (Internet) o módems de banda ancha. Además, cada medidor de electricidad contiene un medio de comunicación para recibir y transmitir datos de lectura de medidor.

La CDB realiza, en parte, funciones de estructuración de datos y de registrador de datos. En funcionamiento normal, la CDB leerá y almacenará los datos de medidor de electricidad del microprocesador de medidor (por ejemplo, medidor de agua o gas), leerá y almacenará los datos de medidor (por ejemplo, datos de consumo de agua o gas) del dispositivo de RF descrito en el presente documento, sondeará la interfaz óptica para cualquier transmisión entrante, y leerá las entradas de cualquier dispositivo externo (por ejemplo, una señal de reinicio o de programación). Si hay una transmisión desde la interfaz óptica, la CDB actuará tras la orden recibida de este modo.

La CDB incluye opcional y preferentemente un puerto óptico y un dispositivo de red de área amplia (WAN), tal como un módem de teléfono, para transmitir y recibir datos. Estas interfaces se utilizan para leer datos recopilados, para programar y para diagnósticos. La CDB puede interactuar con diversos medidores, como medidores de gas o agua, directamente o a través de un transceptor de RF, como se describe en el presente documento. La CDB incluye preferentemente un reloj de tiempo real para permitir la estampación de tiempo de los datos recibidos y para permitir la coordinación de los medidores de alta funcionalidad. La CDB debería contener, como mínimo, suficiente memoria (por ejemplo, una memoria flash) tanto para la máxima cantidad de datos previsibles como para los requisitos de almacenamiento de programa. Los datos máximos previsibles dependerían de la cantidad de medidores conectados, el período de lecturas transmitidas y almacenadas, y el ciclo de actualización. Por ejemplo, en un aspecto, la CDB debería tener suficiente memoria para almacenar 35 días (ciclo de actualización) el valor de los datos para 9 medidores de gas, 9 medidores de agua y 9 medidores eléctricos, en los que las lecturas de cada medidor se transmiten por hora (período de transmisión). De acuerdo con la invención, el período de transmisión puede variar desde aproximadamente una vez por minuto hasta una vez al día. También pueden implementarse períodos de tiempo más largos si es apropiado para el sistema monitorizado.

Los medios de comunicación son capaces de soportar dispositivos de lectura automática de medidores (AMR) de terceras partes y la comunicación con el sistema en red de la presente invención. Para obtener los módulos de registrador de datos de consumo de agua y gas, para su uso con medidores de agua y gas existentes seleccionados, utilizan una interfaz de registrador y un transmisor de RF de baja potencia para comunicar los datos de medidor a través del sistema en red. La comunicación de medidor con el sistema en red es a través de un dispositivo de interfaz que o está integrado con el medidor de electricidad o es un dispositivo independiente. La solución integrada incluye una configuración que integra el dispositivo de interfaz, el transceptor RF de baja potencia y la interfaz de comunicación WAN en el interior del medidor. La otra solución requiere que los medidores de electricidad estén equipados con un transmisor de RF de baja potencia integrado para la comunicación con un dispositivo de interfaz externo configurado como un producto independiente o combinado con un servidor de red.

El sistema en red usa dos versiones de módulos de comunicaciones de RF de baja potencia. Se usa una versión de solo transmisión para la integración con los registradores de medidor de agua o gas existentes. La versión de transceptor se usa para la integración con los dispositivos de interfaz. Los medidores de electricidad necesitan un módulo de transmisor si el dispositivo de interfaz es externo al medidor de electricidad.

El dispositivo de interfaz actúa como una pasarela que recopila los datos de medidor y de dispositivo a partir de los medidores de electricidad, agua y gas y comunica los datos recopilados a través de redes públicas de área amplia a

una estación maestra o a otros usuarios finales. El dispositivo de interfaz está diseñado para tres configuraciones, 1) un producto que se integra internamente con el medidor de electricidad, 2) un producto independiente, y 3) un producto combinado con un servidor de red. En cada configuración, el dispositivo de interfaz incluye unos módulos para comunicarse con los medidores de electricidad, agua y gas a través de un transceptor de RF de baja potencia y con los usuarios finales y la estación maestra a través de diversos módulos de interfaz inalámbricos. El dispositivo de interfaz incluye además un puerto óptico opcional y un puerto de comunicaciones para pasar datos. Estos puertos se usan para recibir datos recopilados, de programación y de diagnósticos. Además, un reloj interno estampa la hora de los datos recibidos que a continuación se almacenan en un dispositivo de almacenamiento.

El sistema incluye una estación maestra para recopilar los datos transmitidos y se coloca en un proveedor de servicios auxiliares, un proveedor de servicios o cualquier otra localización de usuario final. La estación maestra incluye un controlador de comunicación y un sistema de gestión de datos de medidor para gestionar las operaciones de recopilación de datos relacionadas con todos los medidores que están conectados al sistema en red. La recopilación de datos de todos los medidores se realiza mediante la comunicación entre la estación maestra y los dispositivos de interfaz instalados.

Todavía haciendo referencia a la figura 3, los módulos electrónicos adicionales (S) integrados con productos de soporte se comunican con el dispositivo de interfaz a través del servidor de red (NCS) y proporcionan capacidad para obtener lecturas de medidor manuales, realizar diagnósticos y configurar los diferentes productos de medidor para su uso en servicio. La comunicación con estos productos utilizará una interfaz de puerto óptico compatible con ANSI.

El dispositivo de interfaz comunica a través de la WAN a través de teléfono, módems móviles o de banda ancha o cualquier otra red inalámbrica con redes públicas conmutadas. El acceso a Internet del dispositivo de interfaz permite a los usuarios finales acceder a la información de medidor para aplicaciones estadísticas o de diagnóstico y para proporcionar servicios apropiados a los consumidores. Se usa un diseño de arquitectura abierta para mantener la compatibilidad con las diferentes variaciones en las tecnologías WAN.

La estación maestra recopila datos de medidor y de soporte en el sistema y sirve como punto focal para mantener tanto el sistema físico como sus procesos de recopilación de datos. La estación maestra admite comunicaciones entrantes y salientes, lo que permite una mayor funcionalidad para la recopilación de lecturas de medidor y el soporte de informes de eventos de alarma. Las unidades de recolección de datos en la estación maestra incluyen hardware, software, herramientas de gestión de datos y sistemas de procesamiento de llamadas para gestionar las comunicaciones de medidor y las funciones de recopilación de datos en relación con los medidores de electricidad, agua y gas a través de conexiones de red de área amplia. Un controlador de comunicaciones programa, administra y encamina todas las comunicaciones con los dispositivos de punto final a través de la WAN o cualquier otra red inalámbrica. La estación maestra incluye además capacidades de informes para analizar los datos de consumo, informar el rendimiento de la comunicación, interrupciones del servicio, etc. Otras capacidades incluyen proporcionar determinantes de facturación complejos, información histórica para seguimiento de uso, visualización de información local y remota, etc. Otros usuarios finales o proveedores de servicios pueden acceder a los datos recopilados directamente o por Internet, mientras que se implementan medidas de seguridad adecuadas para garantizar la privacidad e integridad de los datos comunicados a través de Internet.

El software está escrito para proporcionar un protocolo de comunicación en el aire entre dos microcontroladores. Un esquema de comunicación preferido es usar la modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) y el salto de frecuencia. Por simplicidad, un esquema de acuerdo con la invención restringe cualquier mensaje individual para ajustarse en el tiempo de transmisión máximo de 400 ms en una sola frecuencia, eliminando de este modo la necesidad de que el receptor rastree el transmisor a través de los cambios de frecuencia durante los mensajes. Las partes constitutivas del paquete de mensajes están codificadas en Manchester u optan por garantizar que el estado estacionario de máxima longitud del enlace sea de 2 símbolos. La tasa de símbolos en el aire es de 19200 baudios en este aspecto del software, lo que da una velocidad de transmisión de datos de mensaje de 9600 baudios, además de una sobrecarga de control.

El software consiste en dos conjuntos complementarios de algoritmos, uno operativo como un transmisor, uno operativo como receptor. Normalmente, para un enlace de datos unidireccional, los algoritmos de transmisión operan en diferentes controladores. Opcionalmente, en un funcionamiento bidireccional ambos conjuntos pueden estar presentes en ambos procesadores. Cada uno de los algoritmos de transmisión y recepción controla un CI (circuito integrado) de transceptor de RF y la circuitería asociada, que implementan la comunicación de radio real. Cooperan para mover información entre los controladores transmisores y receptores. Para cada mensaje, esto incluye 3 fases de (1) descubrimiento de una frecuencia común a la que comunicarse, (2) sincronización del símbolo y la fase de datos, y (3) transmisión de datos.

El mensaje en el aire para el preámbulo y la sincronización incluye (1) una secuencia de preámbulo, (2) una secuencia de sincronización, (3) unos datos de control, y (4) unos datos de mensaje. La secuencia de preámbulo se selecciona para que sea simple, con el fin de discriminar para permitir que el receptor realice búsquedas rápidas de frecuencias operativas candidatas, tales como un patrón de repetición de 6 símbolos (por ejemplo, 010011 o

101100). Estos son los patrones de longitud más cortos que contienen información suficiente para recuperar la fase de tanto la codificación FSK como la Manchester. Para garantizar que el receptor pueda discriminar una secuencia de preámbulo válida, el transmisor está configurado para repetir la secuencia una pluralidad de veces y se requiere escuchar una longitud predeterminada de bits del preámbulo repetido antes de proceder a la siguiente fase de recepción. Adicionalmente, pueden usarse dos polaridades diferentes de preámbulo en bandas diferentes para validar el reconocimiento de preámbulo.

Al final del preámbulo, una palabra de sincronización se intercambia para indicar que los datos de control están a punto de enviarse, y a continuación se envían los datos de control (por ejemplo, la longitud de mensaje de datos) y a continuación los datos de mensaje. El controlador general en la implementación del software es permitir la transmisión de la cantidad máxima de datos posible en la ventana de 400 ms, mientras se logra la pérdida de implementación más baja posible para el sistema de comunicación en su conjunto. Es deseable lograr el proceso de bloqueo de frecuencia más rápido posible para dejar el mayor tiempo posible para el mensaje o para permitir transmisiones muy cortas con el fin de prolongar la vida útil de la batería.

Los algoritmos de transmisión de software realizan funciones que incluyen (1) elegir una frecuencia en la que enviar el mensaje actual, (2) codificar el mensaje para su transmisión (por ejemplo, usando la codificación Manchester), (3) coronar el mensaje con un preámbulo, datos de sincronización y control, y (4) sincronizar el paquete de mensajes con el CI del transceptor de RF. Las funciones (2)-(4) funcionan concurrentemente a medida que se envía el mensaje con el beneficio de evitar una sobrecarga de almacenamiento de memoria para el mensaje codificado y preparado.

La frecuencia de funcionamiento se elige en secuencia desde una tabla de frecuencias codificada fuerte. La tabla contiene valores del registrador de control de frecuencia del CI de transceptor para evitar tener que codificar las frecuencias reales en tiempo de ejecución. (Estos valores de registrador pueden elegirse en el momento de la fabricación para compensar las variaciones entre el cristal de reloj maestro incorporado en cada radio). La tabla real contiene pares de valores de registrador. Cada par consiste en una frecuencia baja de FSK y una frecuencia alta de FSK para cada frecuencia de funcionamiento. La tabla también contiene una bandera para indicar la polaridad del preámbulo a usar para cada frecuencia.

El preámbulo, la sincronización, la información de control y el mensaje se sincronizan con el transceptor de RF en la tasa de símbolo por una rutina de servicio de interrupción. Un temporizador de hardware en el microcontrolador del host activa esta rutina.

La rutina de servicio de interrupción usa una variable de estado para secuenciar la transmisión del preámbulo, la palabra de sincronización, los datos de control y los datos de mensaje. Esta variable de estado se actualiza al finalizar cada sección del mensaje. Una vez completada la sección de datos de mensaje, la rutina de servicio de interrupción desactiva el temporizador de hardware provocando su interrupción y restablece su estado para preparar el dispositivo para la siguiente transmisión.

Los datos de preámbulo y de sincronización se almacenan como conjuntos de símbolos. La rutina de servicio de interrupción usa variables de conteo para indexar los símbolos y contar las repeticiones de preámbulo. En la codificación Manchester, los bits de los datos de control y de mensaje se codifican por Manchester en pares de símbolos cada otro símbolo durante la transmisión de datos de mensaje. Los pares consisten en 1, 0 o 0, 1 en función del valor del bit de datos de mensaje. Los algoritmos de recepción escanean a través de las frecuencias operativas disponibles buscando una secuencia de preámbulo. Si se identifica una secuencia válida, el receptor detiene el escaneo y espera una secuencia de sincronización, a continuación, se reciben los datos de control, seguidos por los datos de mensaje. Tanto los datos de control como los datos de mensaje se decodifican por Manchester.

Si en cualquier parte del proceso de recepción el receptor identifica datos falsos de cualquier forma, se reinicia y reanuda el escaneo. Los datos erróneos se identifican o a través de la comprobación de integridad de sincronización de borde o a través de la identificación de transición de estado de las secuencias de preámbulo y de sincronización.

El proceso de recibir se acciona por los bordes en los datos desde el CI de transceptor de RF. Un temporizador de hardware mide la sincronización de borde y los bordes activan una rutina de servicio de interrupción. La rutina de servicio de interrupción contiene todo el código necesario para recibir el mensaje, incluyendo las comprobaciones de integridad de sincronización, las máquinas de estado de datos de preámbulo y sincronización y un decodificador Manchester. La rutina se escribe de tal manera que pueda ejecutarse hasta su finalización en una fracción de un período de símbolo con el procesador host ejecutándose en el reloj de 5 MHz especificado.

El flujo de datos desde el transceptor de RF debería ser información válida codificada por Manchester, lo que significa que dentro de las limitaciones de frecuencia de reloj, desplazamiento de fase y simetría se conoce la sincronización de los bordes. A continuación, los algoritmos pueden usarse para rastrear y medir estos parámetros e identificar los bordes falsos. El nivel de la línea de datos se comprueba después de la ejecución de la sobrecarga de interrupción. Si la línea de datos es igual al nivel lógico opuesto al nivel del estado anterior, el borde se acepta como

válido. De lo contrario, el borde se descarta mediante la terminación inmediata de la rutina de interrupción. La funcionalidad básica del rastreador de bordes es la recuperación por reloj inteligente de los bordes. El rastreador de bordes usa la sincronización de los bordes recibidos para predecir la localización temporal de los bordes futuros usando, en un aspecto, la tasa de comunicación promediada (por ejemplo, 19200 baudios). Además, se supone que la desviación en la sincronización de cualquier borde dado es independiente de cualquier borde anterior o futuro. Esta independencia produce una correlación negativa entre los intervalos entre bordes que rodean el borde de desviación.

Si un único borde cae prematuramente en una serie perfectamente sincronizada de bordes, el intervalo que precede al borde será más corto que el nominal mientras que el intervalo subsiguiente es igualmente más largo. Lo contrario se aplica a los bordes finales. Para ajustar los bordes desalineados temporalmente, el rastreador calcula la cantidad de tiempo que un borde se desvía de su posición temporal esperada. Se agrega un valor proporcional a esta desviación a la expectativa del siguiente borde. Por lo tanto, tras la recepción de un borde, el rastreador actualiza una estimación del intervalo esperado para el siguiente borde. El valor agregado a la expectativa es "proporcional" a la desviación calculada, no a la propia desviación. Agregar la desviación completa puede hacer que el rastreador entre en un estado inestable, lo que produciría resultados erróneos. En cambio, la desviación se multiplica por un factor en el intervalo de 0,1. En un aspecto preferido de la invención, se usa un factor de 0,5.

Los intervalos entre bordes ajustados producidos por el rastreador se clasifican como que corresponden a 1 o 2 símbolos, los intervalos no se clasifican como erróneos basándose exclusivamente en su duración. Una función de tiempo de espera eliminará los intervalos superiores a 3 símbolos.

La rutina de servicio de interrupción usa una variable de estado para realizar un seguimiento de la parte del mensaje en el aire que está trabajando. La finalización de cada sección del mensaje hace que la máquina de estado se mueva a la siguiente sección, o se restablezca si la recepción es completa. Los errores en los datos, ya sea para el preámbulo o la sincronización hacen que la máquina de estados se restablezca, y el receptor vuelva a la siguiente frecuencia candidata.

La detección del preámbulo se consigue usando una máquina de estado que coincida con la polaridad esperada del patrón de preámbulo 010011 o 101100. La máquina de estados lanza un error si cualquier símbolo es incorrecto, y solo puede salir, permitiendo que el receptor proceda a la detección de sincronización, al final de un patrón y si se ha observado un número suficiente de patrones. La máquina de estado realiza un ciclo de ida y vuelta para una polaridad, y en sentido inverso para la otra. Después de la detección de preámbulo el receptor comienza a recopilar los símbolos. Una vez que se han recopilado suficientes símbolos para una secuencia de sincronización comprueba y lanza un error si los símbolos son incorrectos. A continuación, el receptor comienza a recopilar pares de símbolos y los decodifica por Manchester en bits. El primer byte recibido debe ser un 0x0D según la especificación de radio, después de esto el receptor recopila la longitud de los datos de mensaje. Por último, los datos de mensaje se recopilan y se almacenan en un conjunto de datos recibidos.

El software mencionado anteriormente es solo un protocolo posible. Otros protocolos de comunicación también pueden implementarse de acuerdo con la invención para permitir una comunicación de RF u onda portadora eficiente.

Por ejemplo, otro protocolo de comunicación de acuerdo con la invención, que se describe a continuación, permite comunicaciones serie con el registrador RF (agua) y el índice RF (gas) e incluye protocolos para las dos formas de comunicación con el registrador, unidireccional y bidireccional.

Tal como se usa en este ejemplo de un protocolo de comunicación, se proporcionan definiciones generales de los siguientes términos para su ilustración. Un campo de orden es el campo en la parte de información de una trama que determina la acción a realizar. No todas las "órdenes" se ajustan a la definición estricta de la palabra. El término se usa en este caso para identificar la parte de la trama que indica la acción a tomar.

Una unidad de datos de órdenes (CDU), mostrada en la figura 4, consiste en el tipo de orden y datos de órdenes, si los hay. Una unidad de datos de órdenes puede abarcar más de una trama. Una trama, mostrada en la figura 5, consiste en el byte de inicio, el byte de longitud, el campo de control, la palabra de información y de suma de comprobación. El primer carácter en el mensaje bidireccional es el carácter de inicio. Este es un byte y se define como hex 0D. El campo de longitud es el segundo campo en el mensaje. El campo de longitud es de ocho bits con un valor máximo de 254. La longitud del mensaje comienza con el campo de control e incluye la suma de comprobación. La documentación del dispositivo determinará el tamaño máximo de trama. El campo de control es el tercer campo en el mensaje. El campo de control es uno o dos bytes de longitud. La bandera larga, definida en la figura 6 determina la longitud. El formato de bits para el campo de control se define a continuación. Los bits se definen en las siguientes secciones.

La bandera de trama múltiple es un solo bit usado para indicar un mensaje de trama múltiple. Si esta bandera se establece en '1', entonces más tramas han de seguir en este mensaje. Si la bandera se establece en '0', entonces no más tramas han de seguir. La bandera larga es un solo bit usado para indicar la longitud del campo de control. Si

se establece esta bandera, el campo de control será de dieciséis bits de longitud como se muestra en la figura 7. En la actualidad, los ocho bits más bajos están reservados para un uso futuro. La bandera de orden múltiple es un solo bit usado para indicar que el mensaje contiene más de una orden. Si la bandera se establece en '0', entonces solo hay una orden en el mensaje. Si la bandera se establece en '1', entonces el mensaje puede contener más de una orden. La bandera de red es un solo bit usado para indicar el modo de red de funcionamiento que se está usando. La bandera de respuesta es un solo bit usado para determinar si se le dará una respuesta para cada mensaje. Si la bandera se establece en '1' la unidad que recibe el mensaje enviará un mensaje de respuesta. Si la bandera de respuesta se establece en '0' no se enviará respuesta, aunque se hayan solicitado datos. El formato de respuesta se define más adelante. Todos los dispositivos deben soportar la bandera de respuesta.

Los tres bits menos significativos de la palabra de control deberán indicar el tipo de cifrado usado. Actualmente el único patrón válido para los bits de cifrado es '000', no cifrado, aunque los esquemas de cifrado de datos se consideran ventajosos para la invención y los esquemas de cifrado de datos convencionales están incluidos dentro del alcance de la invención. Los ocho bits más bajos de la palabra de control de dieciséis bits están reservados para un uso futuro. Los ocho bits más bajos se incluyen solo si la bandera larga se establece en '1'. Este campo contiene la suma de comprobación de error para el mensaje y es de dos bytes de longitud. La suma de comprobación se enviará primero al byte alto. La suma de comprobación se calcula sumando todos los bytes en el mensaje incluyendo el byte de inicio, a excepción de los bytes de suma de comprobación.

En cuanto al formato de información de orden de mensaje de interfaz bidireccional, el formato de información para un único mensaje de orden se muestra en la figura 5. Cada orden consiste en un campo de tipo orden y los datos de órdenes. Estos bytes se denominan colectivamente como una unidad de datos de órdenes, CDU.

El tipo de orden se define como un campo de un byte que indica la acción a realizar. El valor 255 decimal (FF hex) se define como una extensión de órdenes. El byte que sigue a 255 será el byte de orden. Las órdenes comunes se definen más adelante. Los datos de órdenes consisten en la información necesaria para la implementación de una orden. Algunas órdenes no requerirán ningún dato adicional. Los datos de órdenes a veces contienen números de coma flotante. Formatos ventajosos para estos números incluyen los siguientes formatos definidos para los números de coma flotante: cinco bytes BCD, nueve bytes BCD, cinco bytes binarios, y nueve bytes binarios. El primer byte de cada formato se divide en dos partes, el signo de la mantisa y el exponente. El bit más significativo en el primer byte representa el signo de la mantisa, un cero indica un positivo y un uno indica un negativo. Los siete bits más bajos en ambos BCD y en ambos formatos binarios representan el exponente en notación de complemento a dos. El exponente representará potencias de diez en los formatos BCD y potencias de dos para los formatos binarios. La coma de la base se produce entre el primer byte (signo de mantisa y el byte de exponente) y el segundo byte en todas las representaciones. Los números deberían normalizarse pero no se supone un líder. Por ejemplo, el número decimal 358 se representa usando la representación BCD de cinco bytes como: 00000011 00110101 10000000 00000000. El mismo número se representa en la representación binaria de cinco bytes como: 00001001 10110011 00000000 00000000. El número decimal 0,125 se representa usando la representación BCD de cinco bytes como 00000000 00010010 01010000 00000000 El mismo número se representa en representación binaria de cinco bytes como: 01111010 10000000 00000000 00000000.

La figura 8 muestra un formato de respuesta para el acuse de recibo de la recepción correcta de una trama. Cada orden enviada requiere una respuesta que consiste en un byte de estado y los datos solicitados por la orden, en su caso. El campo de estado es un campo de un byte que indica el resultado de la orden. El campo de estado se define en la figura 9. Un estado de ESPERA, decimal 254 (hex FE), indica que el esclavo no ha completado la orden.

Los datos de respuesta se definen como los datos enviados en respuesta a una orden. Algunas respuestas no incluirán ningún dato. Por ejemplo, la respuesta establecer ID de fábrica contendrá un byte de estado y no hay datos. La respuesta debe enviarse dentro de los tres segundos de la última trama del mensaje. Si la orden(s) requiere más de tres segundos para completarse, una respuesta con el tipo ESPERA (véase la tabla uno) debe emitirse. Un tiempo de espera de 30 segundos seguirá a un estado de ESPERA. Se permiten mensajes de ESPERA sucesivos. Hay tres tipos principales de mensajes de respuesta, órdenes de una sola trama, acuse de recibo de trama de mensaje de respuesta multitrama desde un esclavo, y acuse de recibo de trama desde un maestro. Si se establece la bandera de respuesta, siempre se enviarán mensajes de respuesta. Si no se establece la bandera de respuesta, no se enviará respuesta incluso si se solicitan datos. El maestro debería garantizar que la bandera de respuesta se establece en los mensajes que solicitan datos y también en diversos mensajes de trama. Un mensaje de respuesta se enviará después de un único mensaje de orden de trama. El uso de esta respuesta acusa recibo de la recepción correcta de la trama, indica que la orden está completa e incluye todos los datos requeridos. Si la trama recibida tiene un error de suma de comprobación, el campo de estado de respuesta en el mensaje de respuesta será un mensaje corrupto (FD hex).

El acuse de recibo de trama en una secuencia de mensaje multitrama será un mensaje de respuesta con el campo de estado que indica si el mensaje se ha recibido correctamente. Esto suele ser o una 'trama recibida, ningún error' (hex FC) o 'mensaje corrupto' (hex FD). Por ejemplo una trama corrupta tendría un byte de estado establecido en 'trama recibida, ningún error' (hex FD). Una trama correcta tendría un byte de estado establecido en 'trama recibida, ningún error' (hex FC). La respuesta enviada después de la última trama en un mensaje multitrama será una respuesta

‘normal’ que tenga la calidad adecuada. Por último, el maestro acusará recibo de un mensaje de respuesta multitrama enviando un mensaje de respuesta que tiene el tipo de orden resultado de trama y seguido por un byte de estado que indica el estado de la trama. En este caso, el mensaje de respuesta se usa en lugar del esquema de ACK/NAK. Todos los mensajes de respuesta de trama única deberían tener la bandera de respuesta clara para evitar confusiones. Si los datos son corruptos, el maestro puede solicitar simplemente los datos de nuevo. Esto simplificará el protocolo en el lado del esclavo.

El protocolo descrito anteriormente incluye un esquema para acusar recibo de la recepción de las tramas. Si una trama es corrupta, el dispositivo receptor enviará un mensaje de respuesta con un estado que indica que la trama no se ha recibido correctamente. En general, los dispositivos deberían usar un algoritmo de “tres veces y abandonar”. Si la trama se recibe y tiene errores de datos, la causa más probable es el ruido. Si el ruido es constante, entonces enviar la trama más de tres veces probablemente no ayudará. Si el mensaje se ha formateado incorrectamente entonces el algoritmo evitará un bucle sin fin. Si el maestro es el dispositivo emisor y el dispositivo esclavo envía una respuesta que indica que la trama se ha recibido con error o si no se recibe una respuesta dentro de tres segundos, el maestro debería intentarlo dos veces más. Si no hay éxito después de tres intentos el maestro debería parar. Si no hay respuesta del esclavo durante los intentos el maestro debería salir y entrar de nuevo en el modo bidireccional. Si el maestro estaba tratando de enviar un mensaje multitrama todo el mensaje debería abortarse. En el extremo de recepción, el esclavo debería abortar el mensaje después de tres intentos fallidos de recibir una trama y volver al estado de buscar un mensaje de orden. Si el dispositivo esclavo es el dispositivo de envío, en una respuesta multitrama, y el maestro replica indicando que la trama era errónea al esclavo lo intentará dos veces más. Si no hay éxito después de tres intentos, el esclavo se detiene y todo el mensaje se abortará. Esto evitará que cualquier dispositivo esclavo entre en un bucle sin fin.

Unas definiciones de tipo de orden y respuesta no limitantes a modo de ejemplo se ilustran en la figura 10. La documentación de cada dispositivo es responsable de definir los tipos que se implementan en el producto, así como el intervalo de validez de los datos de órdenes. Hay dos órdenes necesarias para todos los dispositivos que usan comunicaciones bidireccionales. La orden ver versión y tipo debería implementarse en todos los dispositivos bidireccionales. Esto permitirá que el maestro determine qué dispositivo está interrogándose. La orden establecer ID de fábrica y la orden establecer ID programable son órdenes recomendadas para todos los registradores Sensus. El formato para cada orden se describe en las siguientes secciones. Obsérvese que la longitud máxima para todas las cadenas definidas en las siguientes secciones no incluye el terminador NULO.

La orden ver ID de fábrica hará que el dispositivo esclavo transmita el ID de fábrica. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un mensaje que contiene un byte de estado seguido de la cadena de ID ASCII terminada por un carácter NULO. La orden establecer ID de fábrica establecerá el ID de dispositivo. Esta orden solo se ejecutará en la fábrica. La CDU consistirá en el campo de orden de un byte seguido de uno a doce caracteres alfanuméricos ASCII. El ID terminará en NULO. La longitud de la cadena de ID depende del dispositivo. La orden ver ID programable hará que el dispositivo esclavo devuelva el ID de cliente. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo transmitará un bloque de mensaje que contiene una cadena ASCII terminada en NULO que representa el ID de cliente. Si el ID es NULO, se devolverá un solo carácter NULO (hex 00) en la cadena de respuesta.

La orden establecer ID programable establecerá el ID de cliente en el dispositivo esclavo. La CDU consistirá en el código de orden de un byte seguido de una cadena ASCII terminada en NULO de 1-20 caracteres alfanuméricos. El ID se liberará y se establecerá en NULO si esta orden se envía con una cadena que consiste en un único carácter NULO (hex 00). La orden ver versión y tipo se usa para determinar el tipo de dispositivo que está programándose. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando los datos que contienen la versión de protocolo, el tipo de dispositivo y la versión de software. El formato de los datos es tres cadenas delimitadas por comas con un único terminador NULO. Cada cadena consiste en un máximo de ocho caracteres. Las tres cadenas se tratan a continuación.

La cadena de versión de protocolo define la versión del protocolo bidireccional soportado por el dispositivo que está interrogándose. La cadena debe contener un máximo de ocho caracteres ASCII imprimibles. La cadena de protocolo bidireccional actual es “B1.00”. Esto puede cambiar en futuras versiones de la especificación y se añadirá una tabla que indique las versiones de la especificación y la cadena de protocolo correspondiente. La cadena de tipo dispositivo identifica el dispositivo que está interrogándose. La cadena debe contener un máximo de ocho caracteres ASCII imprimibles. La cadena se definirá por la documentación de dispositivo, pero tendría el formato general de los tipos de dispositivos existentes, es decir, MIU205, MXU550.

La cadena de versión de software identifica la revisión del software contenida en el dispositivo que está interrogándose. La cadena contendrá un máximo de ocho caracteres ASCII imprimibles. La cadena se definirá por la documentación de dispositivo, pero debería tener el formato general “XX.YY”, donde XX define la revisión mayor e YY las revisiones menores. La orden ver texto de cliente hará que el dispositivo esclavo devuelva una cadena que contiene el campo de texto de cliente. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo transmitará un bloque de mensaje que contiene una cadena ASCII terminada en NULO que representa el campo de texto de cliente. Si el ID es NULO, deberá devolverse un solo carácter NULO (hex 00) en la cadena de respuesta.

- 5 La orden establecer texto de cliente establecerá el campo de texto de cliente en el dispositivo esclavo. La CDU consistirá en el código de orden de un byte seguido de una cadena ASCII terminada en NULO de 1-20 caracteres alfanuméricos. El campo de texto de cliente se liberará y se establecerá en NULO si esta orden se envía con una cadena que consiste en un único carácter NULO (hex 00). La orden ver dígitos de lectura hará que el dispositivo esclavo devuelva el número de dígitos de lectura. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo transmitirá un bloque de mensaje que contiene dos números binarios que representan el número de dígitos de lectura. El primer número representa los dígitos totales en la lectura. El segundo número representa el número de dígitos a la derecha de la coma decimal.
- 10 La orden establecer número de dígitos de lectura establecerá el número de dígitos de lectura en un registrador. La CDU consistirá en el código de orden de un byte seguido de dos números binarios. El primer número representa el número total de dígitos de la cadena de lectura. El segundo número representa el número de dígitos a la derecha de la coma decimal. La orden ver unidades de lectura hará que el dispositivo esclavo devuelva las unidades de lectura. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo transmitirá un número binario de ocho bits que representa las unidades de lectura.
- 15 La orden establecer unidades de lectura establecerá las unidades de lectura para el dispositivo esclavo. La CDU consistirá en el código de orden de un byte seguido de un número binario de ocho bits que representa las unidades de lectura. La orden ver unidades de tasa hará que el dispositivo esclavo devuelva las unidades de tasa. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo transmitirá dos bytes que representan las unidades de tasa. El primer byte representa las unidades de totalización y el segundo byte representa las unidades de tiempo.
- 20 La orden de establecer unidades de tasa establecerá las unidades de tasa para el dispositivo esclavo. La CDU consistirá en el código de orden de un byte seguido de dos números binarios de ocho bits que representan las unidades de tasa. El primer byte representa las unidades de volumen y el segundo byte representa las unidades de tiempo. La orden ver resolución de lectura hará que el dispositivo esclavo devuelva la configuración de resolución para la lectura. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un número binario de ocho bits con signo que representa la resolución de lectura en potencias de diez.
- 25 La orden establecer resolución de lectura establecerá la resolución del dispositivo esclavo para la lectura. La CDU consiste en el byte de orden seguido de un número binario de ocho bits con signo que representa la resolución de lectura en potencias de diez. La orden ver resolución de tasa hará que el dispositivo esclavo devuelva la configuración de resolución para la tasa. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo enviará un mensaje de respuesta con un número binario de ocho bits con signo que representa la resolución de tasa en potencias de diez. La orden establecer resolución de tasa establecerá la resolución del dispositivo esclavo para la tasa. La CDU consiste en el código de orden seguido de un número binario de ocho bits con signo que representa la resolución de tasa en potencias de diez.
- 30 La orden ver lectura preestablecida hará que el dispositivo esclavo devuelva el valor de lectura preestablecido. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo devolverá un bloque de mensaje que contiene una cadena ASCII terminada en NULO de uno a ocho caracteres. La orden establecer lectura preestablecida enviará el valor que se usa como la lectura inicial. La CDU consiste en un código de orden de un byte seguido de una cadena ASCII terminada en NULO de uno a ocho caracteres que representa el valor de lectura preestablecido. Este valor se supone que está en las unidades actuales usadas para su totalización. La orden ver modo de lectura hará que el dispositivo esclavo devuelva el valor actual del modo de lectura. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo devolverá un bloque de mensaje que contiene un número binario de byte que representa el modo de lectura.
- 35 La orden establecer modo de lectura establecerá el modo de lectura unidireccional en un registrador. La CDU consistirá en el byte de orden seguido por un número binario de un byte. El número representa la configuración de modo de lectura unidireccional. Un cero representa la cadena de lectura mínima y un uno representa la cadena de lectura extendida. La orden dispositivo específico se usa para indicar que la orden no es una orden común sino específica para un tipo de dispositivo. El formato de la CDU es el byte de orden seguido de uno o varios bytes que indica la orden, seguido de los datos de la orden. La orden de acuse de recibo de trama se usa por el maestro para acusar recibo de una trama en un mensaje multitrama. La CDU consiste en el byte de orden seguido de un estado de un byte como se define en la tabla uno. La bandera de respuesta debería limpiarse al enviar esta orden. La orden extendida se usará para extender el conjunto de órdenes cuando se agoten las órdenes de un solo byte. Esta orden no se usa actualmente.
- 40 Siguen unos ejemplos de intercambios de mensajes de acuerdo con el formato descrito anteriormente. Cada ejemplo se presenta con el dispositivo maestro (es decir, el SSI) que envía una orden a un dispositivo esclavo (es decir, el EWR).
- 45 En el primer ejemplo, los mensajes enviados cuando se configura el ID de cliente en un EWR:
- 50
- 55
- 60
- 65

MAESTRO: 0x0D 0x0D 0x08 0x04 0x31 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x31 0x00 <suma de comprobación>
(El maestro envía una orden de establecer ID Programable (0x04))

ESCLAVO: 0x0D 0x04 0x00 0x01 <suma de comprobación>

5 (El esclavo recibe el mensaje, comprueba la suma de comprobación y ejecuta la orden correctamente. A continuación, se envía el mensaje de estado con la respuesta tipo establecer ID de cliente (hex 04))

El segundo ejemplo muestra un intento de ejecutar una orden ilegal (0xF0, actualmente no definido) en un registrador Omnimeter

10 MAESTRO: 0x0D 0x04 0x08 0xF0 <suma de comprobación>

(El maestro envía órdenes ilegales (0xF0))

ESCLAVO: 0x0D 0x04 0x00 0x03 <suma de comprobación>

(El esclavo comprueba la suma de comprobación, pero no reconoce la orden y envía el estado 0x03)

15 Sin embargo, algunas restricciones pueden aplicarse al formato de trama para las órdenes bidireccionales RFR descritas anteriormente. En la realización anterior, la longitud de trama soportada máxima para el RFR es de 64 bytes y los bits de cifrado no están soportados por el RFR. El RFR enviará un mensaje de “error, patrón de bits de control no soportado” si se establece cualquiera de los bits de cifrado. La bandera de respuesta se soportará por el RFR, pero el dispositivo de programación debe establecer la bandera de respuesta durante las órdenes de “Ver” con el fin de recibir una respuesta desde el registrador. La bandera de red no se soportará por el RFR. Si se establece la bandera de red, el RFR no enviará una respuesta. Esto evitará colisiones de datos en la red. La bandera de órdenes múltiples no se soportará por el RFR. Solo una orden puede emitirse por mensaje ya que no se soporta con la bandera de órdenes múltiples. El RFR enviará un mensaje de “error, patrón de bits de control no soportado” si se establece la bandera de órdenes múltiples. La bandera larga no se soporta por el RFR. Solo se soportarán los campos de control de 8 bits. El RFR enviará un mensaje de “error, patrón de bits de control no soportado” si se establece la bandera larga. La bandera de trama múltiple no se soporta por el RFR. La transmisión de datos se limitará a una trama en cada dirección. El RFR enviará un mensaje de “patrón de bits de control no soportado” si se establece la bandera de trama múltiple.

20 De manera significativa, la presente invención proporciona una programación del medidor configurado RFR o RF configurado. A continuación se describen las órdenes usadas para ver y cambiar los parámetros programables en, por ejemplo, el RFR. El RFR soportará los tipos de órdenes comunes y los tipos de órdenes específicos del dispositivo RFR. Las órdenes comunes consisten en un tipo de orden de un solo byte en el campo de información de la trama. Las órdenes específicas del dispositivo RFR consisten en un tipo de orden de dos bytes en el campo de información de la trama. El primer byte es el valor hex 0xFD, que indica que debe seguirse una orden específica de dispositivo. Los tipos de órdenes comunes soportadas por RFR y específicas de dispositivo se enumeran en la figura 11, que se describe en mayor detalle a continuación.

30 La orden ver la ID de fabrica solicita al registrador transmitir el ID establecido de fábrica. Los datos de mensaje del dispositivo de programación consistirán en un campo de orden de un byte. El registrador responderá enviando una cadena de formato bidireccional con los datos de mensaje que contiene un byte de estado seguido de la cadena de ID ASCII terminada por un carácter NULO. La orden establecer ID de fábrica establecerá el ID de registrador. Esta orden solo se ejecutará en la fábrica. Los datos de mensaje del dispositivo de programación consistirán en un campo de orden de un byte, seguido por 1-12 caracteres alfanuméricos ASCII. El ID se terminará en NULO. La orden ver ID programable solicita al registrador transmitir el ID programable. Los datos de mensaje del dispositivo de programación consistirán en un campo de orden de un byte. El registrador responderá enviando una cadena de formato bidireccional con los datos de mensaje que contienen un byte de estado seguido por los datos ASCII de ID programable terminados por un carácter NULO. Si el ID programable es NULO, un solo carácter NULO se devolverá en la cadena de respuesta.

40 La orden establecer ID programable establecerá el ID programable. Los datos de mensaje del dispositivo de programación consistirán en un campo de orden de un byte seguido de una cadena ASCII terminada en NULO de 1-12 caracteres alfanuméricos. El ID programable se establecerá en NULO si esta orden se envía con un solo carácter NULO. La orden ver versión y tipo solicita al registrador transmitir el tipo de dispositivo que está programándose. Los datos de mensaje del dispositivo de programación consistirán en un campo de orden de un byte. El registrador responderá enviando una cadena con formato bidireccional con un byte de estado y unos datos de mensajes que contienen la versión de protocolo, el tipo de dispositivo y la versión de software. Esta cadena se terminará en NULO. El formato de los datos es tres cadenas delimitadas por comas. Cada cadena consiste en un máximo de ocho caracteres. Un ejemplo de respuesta para el RFR es: B1.00, RFR600,1.01.

50 Cuando el primer campo indica la versión de protocolo bidireccional, el segundo campo es el tipo de dispositivo y el número de modelo, y el tercer campo es la versión de software. Esta orden también puede denominarse como la orden ENQ o consulta. La orden ver texto de cliente hará que el dispositivo esclavo devuelva una cadena que contiene el campo de texto de cliente. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo transmitirá un bloque de mensaje que contiene una cadena ASCII terminada en NULO que representa el campo de texto de cliente. Si el ID es NULO, un solo carácter NULO (hex 00) se devolverá en la cadena de respuesta.

La orden establecer texto de cliente establecerá el campo de texto de cliente en el dispositivo esclavo. La CDU consistirá en el código de orden de un byte seguido de una cadena ASCII terminada en NULO de 1-14 caracteres alfanuméricos. NOTA: el campo de texto de cliente en el RFR está limitado a 14 caracteres. El campo de texto de cliente se liberará y se establecerá en NULO si esta orden se envía con una cadena que consiste en un único carácter NULO (hex 00). La orden ver dígitos de lectura hará que el registrador devuelva el número de dígitos de lectura que se almacenan en la memoria del RFR. Los datos de mensaje del dispositivo de programación consistirán en un campo de orden de un byte. El registrador devolverá una cadena con formato bidireccional con un byte de estado y unos datos de mensaje que contienen dos números binarios, siendo el primer número binario el número total de dígitos de lectura y siendo el segundo número binario el número de dígitos a la derecha de la coma decimal en la lectura. El primer valor binario devuelto debería estar entre cuatro y ocho y el segundo valor binario devuelto por el RFR siempre será "00". El RFR soporta 4-8 dígitos de lectura y no se soportan kilovatios hora fraccionarios.

La orden establecer resolución de lectura enviará el número de dígitos para mostrarse en el campo de lectura al registrador. Los datos de mensaje del dispositivo de programación consistirán en un campo de orden de un byte, seguido de dos números binarios, siendo el primer número binario el número total de dígitos de lectura y siendo el segundo número binario el número de dígitos a la derecha de la coma decimal en la lectura. Los valores binarios válidos para el primer número son 04-08 y el segundo valor binario debe ser siempre 00. El RFR soporta 4-8 dígitos de lectura y no se admiten kilovatios hora fraccionarios. La orden ver resolución de lectura hará que el dispositivo esclavo devuelva la configuración de resolución para la lectura. La CDU consistirá en el byte de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un número binario de ocho bits con signo que representa la resolución de lectura en potencias de diez. La orden establecer resolución de lectura establecerá la resolución del dispositivo esclavo para la lectura. La CDU consiste en el byte de orden seguido por un número binario de ocho bits con signo que representa la resolución de lectura en potencias de diez.

La orden establecer modo de lectura enviará un número binario que representa el modo de lectura unidireccional al registrador. Los datos de mensaje del dispositivo de programación consistirán en un campo de orden de un byte, seguido por un número binario: el modo de lectura. Los valores binarios válidos para el modo de lectura son 00 y 01. Cuando el modo de lectura es el 00, la RFR soporta el formato típico de la cadena unidireccional y cuando el modo de lectura es el 01 RFR soporta el formato expandido de la cadena unidireccional. La orden ver resolución de lectura hará que el dispositivo esclavo devuelva la configuración de resolución de lectura. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando cuatro bytes que representan la constante de cámara. La orden establecer constante de cámara establecerá la constante de cámara de registrador. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por cuatro bytes que representan la constante de cámara. La orden ver byte de estado hará que el dispositivo esclavo devuelva el byte de estado. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando dos números binarios de ocho bits que representan el estado.

La orden establecer byte de estado hará que el registrador establezca o restablezca los bits apropiados en los bytes de estado. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por dos bytes que representan los bytes de estado. La orden ver secuencia de salto hará que el registrador envíe un mensaje que contiene la secuencia de saltos de frecuencia. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando cincuenta números binarios representando cada número la localización EEPROM que contiene un valor de frecuencia. El valor de una localización EEPROM puede obtenerse usando la orden ver frecuencia.

La orden establecer secuencia de saltos hará que el registrador cargue la secuencia de saltos del mensaje en la memoria EEPROM. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por cincuenta bytes que representan la secuencia de salto. La orden ver secuencia de saltos hará que el registrador envíe un mensaje que contiene la secuencia de saltos de frecuencia. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando cincuenta números binarios con cada número que representa la localización EEPROM que contiene un valor de frecuencia. El valor de una localización EEPROM puede obtenerse usando la orden ver frecuencia. La orden establecer secuencia de saltos hará que el registrador cargue la secuencia de saltos del mensaje en la EEPROM. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por cincuenta bytes que representan la secuencia de salto.

La orden ver frecuencia siguiente hará que el registrador envíe un mensaje que contiene el número de secuencia. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un número de un byte con un intervalo de 0-49 que representa el número de secuencia de la frecuencia siguiente a usar para la transmisión. La orden establecer frecuencia siguiente hará que el registrador establezca el índice al valor contenido en el mensaje. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por un byte que representa el número de secuencia. La orden ver intervalo de transmisión hará que el registrador envíe un mensaje que contiene el intervalo de transmisión. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un número de dos bytes que representa el número de segundos entre las transmisiones de RF.

La orden establecer intervalo de transmisión hará que el registrador establezca el intervalo de transmisión al valor contenido en el mensaje. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por dos bytes que representan el intervalo de transmisión. La orden ver variación de transmisión hará que el registrador envíe un mensaje que contiene el valor de variación de transmisión. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un número de un byte que representa el número de segundos de la variabilidad aleatoria en el

intervalo de transmisión de RF. La orden establecer variación de transmisión hará que el registrador establezca la variación de transmisión al valor contenido en el mensaje. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por un byte que representa la variación de transmisión.

5 La orden ver habilitación de comprobación de batería hará que el registrador envíe un mensaje que contiene el valor de la habilitación de comprobación de batería. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un número de un byte con el valor de la variable de habilitación de comprobación de batería. Un valor de cero indica que la función de comprobación de batería está deshabilitada mientras que un valor de uno indica que la función de comprobación de batería está habilitada. La orden establecer habilitación de comprobación de batería hará que el registrador establezca la habilitación de comprobación de batería al valor contenido en el mensaje. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por un byte que representa la configuración de habilitación de comprobación de batería. Un valor de cero deshabilita la función de comprobación de la batería, mientras que un valor de uno habilita la función de comprobación de batería.

15 La orden ver tipo de protocolo de RF hará que el registrador envíe un mensaje que contiene un número que representa el tipo de protocolo de RF. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un número de un byte que representa el tipo de protocolo de RF. La orden establecer tipo de protocolo de RF hará que el registrador establezca el tipo de protocolo de RF al valor contenido en el mensaje. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por un byte que representa el tipo de protocolo de RF. Actualmente, la única configuración válida para el tipo de protocolo de RF es cero. La orden ver nivel de potencia de RF hará que el registrador envíe un mensaje que contiene el valor del nivel de potencia de RF. La CDU consistirá en los bytes de orden. El dispositivo esclavo responderá enviando un número de un byte con el valor de la variable de nivel de potencia de RF. Las configuraciones válidas para el nivel de potencia de RF son de cero a siete.

25 La orden establecer nivel de potencia de RF hará que el registrador establezca la variable de nivel de potencia de RF al valor contenido en el mensaje. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por un byte que representa el nivel de potencia de RF. Las configuraciones válidas para el nivel de potencia de RF son de cero a siete. La orden ver valor de frecuencia de RF hará que el registrador envíe un mensaje que contiene el valor de una localización de frecuencia de RF. La CDU consistirá en los bytes de orden seguidos por un número de un byte que representa la localización (0-49) del valor de frecuencia de RF deseado. El dispositivo esclavo responderá enviando un número de nueve bytes que representa la localización y el valor de frecuencia contenido en esa localización. El primer byte es el número de localización mientras que los bytes 2-5 representan la configuración de frecuencia de RF inferior y los bytes 6-9 representan la configuración de frecuencia de RF superior.

35 La orden establecer valor de frecuencia de RF hará que el registrador establezca la frecuencia de RF al valor contenido en la localización especificada. La CDU consiste en los bytes de orden seguidos por nueve bytes que representan la localización y el valor. El primer byte es el número de localización mientras que los bytes 2-5 representan la configuración de frecuencia de RF inferior y los bytes 6-9 representan la configuración de frecuencia de RF superior.

40 De acuerdo con las descripciones de órdenes anteriores se proporcionan, a continuación unos ejemplos de mensajería bidireccional que usan el formato de comunicaciones anterior, incluyendo el formato de mensaje de datos. Una sesión típica de comunicaciones bidireccional entre un dispositivo de programación y el registrador puede ser de la siguiente manera: (1) el programador envía una orden para establecer el ID programable; (2) el registrador responde con un estado que se refiere al mensaje recibido; (3) el programador envía una orden para leer el ID programable; (4) el registrador envía el ID programable.

Las cadenas reales a transmitirse para realizar la sesión anterior se mostrarán a continuación. Todos los datos se envían en formato hexadecimal.

50 El programador envía una orden para establecer el ID programable.

Establecer el ID programable para "111122223333".

55 Cadena enviada desde el programador al registrador:

"0D1108043131313132323232333333300 <suma de comprobación>"

60 Para facilitar la lectura, después de insertar comas entre cada byte, la cadena se verá de este modo:

0D,11,08,04,31,31,31,31,32,32,32,32,33,33,33,33,00, <suma de comprobación>

donde: 0D – byte de inicio

11 - campo de longitud, (en hex) cadena desde el control a la suma de comprobación, inclusive

65 08 - campo de control, solo establecer bandera de respuesta

04 - tipo de orden = establecer ID programable

ES 2 659 367 T3

31313131323232323333333300 - datos de orden = datos de ID programable
<suma de comprobación> - 16 bits desde el inicio al fin de los datos de mensaje, inclusive

5 Después de detectar una sesión de comunicaciones bidireccionales, el registrador leerá la cadena, comprobará el byte de inicio y verificará la longitud y la suma de comprobación. Si la suma de comprobación es válida, los datos se escriben en la memoria y un estado completo de orden se escribe en el dispositivo de programación. Cualquier condición de error se identificará en un mensaje de estado al dispositivo de programación, sin cambios en la memoria.

10 Cadena enviada desde el registrador al programador:

“0D040001 <suma de control>“

15 Para los fines de la exposición, después de insertar comas entre cada byte, la cadena se verá de este modo:

0D,04,00,01, <suma de control>

20 donde: 0D - byte de inicio
04 - campo de longitud, (en hex) cadena desde el control a la suma de control, inclusive
00 - campo de control, no se establecen bits (sin respuesta requerida)
01 - estado; orden completa, sin errores
<suma de comprobación> - 16 bits desde el inicio al fin de los datos de mensaje, inclusive

25 Después de recibir el estado completo de orden, el operador del programador debería verificar que el campo fue programado correctamente, leyendo el contenido del mismo campo.

Leer el ID programable.

30 Cadena enviada desde el programador al registrador:

“0D040803 <suma de control>“

Para los fines de la exposición, después de insertar comas entre cada byte, la cadena se verá de este modo:

35 0D,04,08,03, <suma de control>

40 donde: 0D - byte de inicio
04 - campo de longitud, (en hex) cadena desde el control a la suma de control, inclusive
08 - campo de control, solo establecer bandera de respuesta
03 - Tipo de orden = leer ID programable
<suma de comprobación> - 16 bits desde el inicio al fin de los datos de mensaje, inclusive

45 Después de detectar una sesión de comunicaciones bidireccionales, el registrador leerá la cadena, comprobará el byte de inicio y verificará la longitud y la suma de comprobación. Si la suma de comprobación es válida, los datos se transmitirán al dispositivo de programación con un estado completo de orden.

Cadena enviada desde el registrador al programador:

“OD11000131313131323232323333333300 <suma de control>”

50 Para los fines de la exposición, después de insertar comas entre cada byte, la cadena se verá de este modo:

OD,10,00,01,31,31,31,31,32,32,32,32,33,33,33,33,00, <suma de control>

55 donde: 0D - byte de inicio
10 - campo de longitud, (en hex) cadena desde el control a la suma de control, inclusive
00 - campo de control, no se establecen bits (sin respuesta requerida)
01 - estado; orden completa, sin errores
31313131323232323333333300 - datos de respuesta = datos de ID programable
60 <suma de comprobación> - 16 bits desde el inicio al fin de los datos de mensaje, inclusive

65 Volviendo a las especificaciones de capa física para las comunicaciones bidireccionales en interfaces de dos y tres hilos, en el que el Maestro puede comprender un dispositivo de interrogación tal como un SSI, una MIU o un MXU y un dispositivo esclavo que proporciona la lectura puede comprender un ECR o MIU. Las comunicaciones bidireccionales que incluyen comunicaciones semidúplex entre un maestro y un esclavo permitiendo que los datos a transmitirse en ambas direcciones usando una interfaz de 2 o 3 hilos y las comunicaciones unidireccionales que

incluyen comunicaciones en las que los datos fluyen en una sola dirección, desde un esclavo a un maestro, tal como la interfaz TouchRead™ es un ejemplo de esto. Por lo tanto, en el protocolo bidireccional, el dispositivo maestro (por ejemplo, un SSI) usará el protocolo bidireccional para enviar parámetros al dispositivo esclavo (por ejemplo, un registrador electrónico) o para solicitar datos específicos que no suelen encontrarse en la lectura codificada (unidireccional).

Un ejemplo de la necesidad de comunicaciones bidireccionales es un registrador con un ID definido de cliente programable. El sistema operaría de la siguiente manera. En primer lugar, el dispositivo maestro aplica la señal de alimentación/reloj al esclavo. Con el fin de establecer el tiempo de referencia, todos los tiempos de reloj bajos enviados antes de que el esclavo comience a transmitir deben ser unos Datos 1 (T_{S1}). En segundo lugar, el dispositivo esclavo inicia la transmisión de datos como en el modo unidireccional. En tercer lugar, el dispositivo esclavo establece umbrales bajos de sincronización de reloj para datos 0 y datos 1 mediante cualquiera de entre: 1) medir el primer tiempo de pulso bajo de reloj después del primer bit de inicio transmitido por el esclavo y usar los porcentajes y especificaciones de sincronización de señal en la figura 12, o 2) usar los valores máximos y mínimos enumerados en las figuras 12 o 13. En cuarto lugar, el dispositivo maestro comienza a transmitir el mensaje que contiene el ID definido de cliente al esclavo. Los datos se transmiten controlando la anchura del tiempo de reloj bajo como se explica en la siguiente sección. En quinto lugar, una vez que el mensaje del maestro se completa el esclavo responde de una manera definida anteriormente. En séptimo lugar, el esclavo permanece en modo bidireccional a la espera de más órdenes del maestro hasta que se retira la alimentación de la interfaz.

La línea de alimentación/reloj proporciona tanto las señales de reloj como las señales de datos cuando se opera en el modo de 2 hilos. Las señales de modo de 2 hilos se muestran en la figura 14. Los datos se transmiten en el registrador modulando la anchura del tiempo de alimentación/reloj bajo. El registrador transmite datos al dispositivo de interrogación proporcionando una señal FSK durante los tiempos de reloj bajos. Las señales de modo de 3 hilos se muestran en la figura 15. Las especificaciones de sincronización se muestran en la figura 13. La alimentación/reloj proporciona la señal de reloj y las señales de datos en el dispositivo esclavo. Los datos se transmiten en el registrador modulando la anchura del tiempo de alimentación/reloj bajo. Los datos procedentes del dispositivo esclavo se transmiten en la línea de datos en el formato NRZ. Aunque las figuras 14 y 15 muestran el bit de inicio bidireccional que se produce en el segundo carácter de los datos de lectura, el bit de inicio bidireccional puede producirse tan pronto como el segundo bit del primer carácter.

El protocolo de la interfaz bidireccional que abarca tanto las interfaces de dos y tres hilos es, en un aspecto, semiduplex, con el maestro iniciando las comunicaciones. El dispositivo esclavo no necesita buscar un bit de inicio hasta que se haya enviado un mensaje de respuesta. El dispositivo maestro usará el tiempo de reloj de Datos 1 cuando está inactivo. Los datos son asíncronos con un bit de inicio, bits de parada y ocho bits de datos. El dispositivo esclavo debe establecer una anchura de pulso bajo de reloj para datos 0 y datos 1. El dispositivo esclavo puede medir cualquier anchura de pulso bajo de alimentación/reloj enviado hasta después de que el dispositivo esclavo transmite primero un bit de inicio, como se muestra en las figuras 14 y 15, o el dispositivo esclavo pueda usar los tiempos absolutos enumerados en las figuras 12 y 13. Independientemente del método usado para sincronizar el dispositivo esclavo debe medir uno de los pulsos de referencia para determinar si puede producirse el modo bidireccional. Si la anchura de pulso de referencia no encaja en la especificación para unos datos 1, se puede suponer que no se usará el modo de bidireccional. El dispositivo esclavo funcionará de modo unidireccional hasta que el dispositivo maestro transmita un bit de inicio, Datos 0. Tras la recepción de un bit de inicio el dispositivo esclavo dejará de transmitir y comenzará a recibir el mensaje maestro. El esclavo permanecerá en el "modo bidireccional" hasta que se retira la alimentación de la interfaz.

La figura 16 muestra los valores de pulso por unidad para el RFR. Como se ha observado anteriormente, el dispositivo de la invención puede configurarse para que se ajuste a un número de diferentes tamaños de medidor de agua. Por ejemplo, como se conoce por los expertos en la materia, el tamaño de las aberturas de carcasa del medidor de agua varía de 1,58 a 5,08 cm (5/8" a 2") para aplicaciones de medidores de agua residenciales. Con los medidores mecánicos, el registrador debe fabricarse de manera individual para un tamaño de abertura específica y los componentes mecánicos, tales como los trenes de engranajes deben adaptarse adecuadamente a la abertura específica. Por lo tanto, los registradores de medidores de agua convencionales no se modifican fácilmente para permitir la adición de sensores de conteo de pulsos o de dispositivos de lectura automática de medidores (AMR). Sin embargo, un registrador de estado sólido, tal como se emplea ventajosamente de acuerdo un aspecto de la invención, permite a un único registrador de estado sólido usarse para alojar un medidor de agua que varía de 1,58 a 5,08 cm (5/8" a 2") (es decir, en una aplicación residencial). Como se conoce por los expertos en la materia, el número de pulsos detectados por galón (u otra unidad predeterminada) de flujo cambia en función del tamaño del medidor. En lugar de cambiar los trenes de engranajes, el registrador de estado sólido de este aspecto de la invención puede programarse de acuerdo con las enseñanzas del presente documento para compensar las variaciones en el pulso detectado por el medidor, debido a la diferencia en el tamaño de abertura, como se ilustra en la figura 16. De esta manera, una realización de la invención que incorpora un registrador de estado sólido proporciona flexibilidad mejorada en la aplicación.

Aún más, esta flexibilidad incluye capacidades de resolución mejoradas. El sensor magnético mencionado anteriormente aplicado ventajosamente en la invención detecta cada revolución del imán en el medidor,

normalmente 58 revoluciones por galón. Por lo tanto, el sistema de la invención puede, en este aspecto, mostrar el consumo en incrementos de 1/58 galón. Significativamente, la resolución en la presente invención que incorpora características de estado sólido puede programarse, mientras que los odómetros mecánicos son de una resolución fija en general menor en el orden de galones o décimas de galón.

5 El medidor o registrador de la invención es de un diseño de estado sólido e incorpora una tecnología de sensor plano de SenTec, Ltd. de Cambridge, Inglaterra. Haciendo referencia a la figura 17(a), se muestra la colocación de la circuitería de medidor en el interior de caja de medidor. Las figuras 17(b) y 17(c) muestran una sección transversal de la caja, la placa de circuito impreso y una pantalla opcional de cristal líquido (LCD) así como una vista en sección
10 ampliada de la placa de circuito impreso (PCB) colocada al lado de los conductores de sensor. Las figuras 17(d) y 17(e) muestran una sección transversal de la caja a lo largo de la placa de circuito y la pantalla LCD donde pueden verse una vista frontal de la tarjeta y la vista lateral de la pantalla LCD. Los conductores de sensor se encuentran en el interior de una indentación en forma de copa en la parte inferior de la caja de medidor.

15 La figura 18 representa el diagrama de bloques funcional de un registrador/índice de RF (RFR/RFI) con una radio integrada alimentada por una batería interna y diseñada para su uso en los medidores tales como, pero no limitado a, medidores de agua y gas para proporcionar capacidades de transmisión de radio frecuencia (RF). La función primaria del RFR/RFI es contar pulsos producidos por el flujo de medidor, calcular el flujo totalizado, y transmitir los datos de RF a un dispositivo de recepción. Tal transmisión es preferentemente periódica y está ligada, por ejemplo,
20 a períodos de tiempo prescritos (por ejemplo, minuto a minuto, horario, diario, semanal, quincenal, mensual) o niveles de cantidad/uso del producto. El RFR/RFI es ventajosamente un dispositivo de estado sólido (por ejemplo, totalmente electrónico) con solo unas pocas partes móviles, tal como la rotación del imán de sensor de efecto Barkhausen tratada más adelante, y está configurado como un reemplazo directo o actualización para el medidor de agua y los medidores de gas existentes.

25 Un microprocesador, preferentemente un procesador de baja potencia, se comparte tanto para recopilar como para procesar los datos de consumo de servicios auxiliares y preparar el transmisor de RF para comunicar los datos recopilados a un dispositivo de interfaz a ciertos intervalos. Un procesador de baja potencia adecuado, específicamente para aplicaciones más grandes (por ejemplo, normalmente no residenciales) es el microcontrolador de señal mixta de la serie MSP430 de Texas Instruments, más específicamente, el número de modelo
30 MSP430F135. Este microcontrolador es capaz de soportar la funcionalidad adicional necesaria de los medidores más grandes, tales como los medidores más grandes de la familia Invensys™ que incluye el Turbo™, que requieren, por ejemplo, más sensores de rotación, capacidades LCD mejoradas y cálculos más complejos. Sin embargo, las capacidades del microcontrolador pueden escalar hacia arriba o hacia abajo adecuadamente con la complejidad del sistema monitorizado, la complejidad del medidor(es), y las consideraciones de coste. Un sensor de rotación y un puerto de programación proporcionan entradas al microprocesador mientras que las salidas son una antena de RF para transmitir los datos al dispositivo de interfaz, una interfaz de pantalla de cristal líquido (LCD) para mostrar datos e indicadores, y un puerto de programación. Unidades de batería externas e internas proporcionan energía para las funciones de recopilación y transmisión de datos.

40 Un transmisor de RF adecuado para la transferencia de datos inalámbrica de bajo coste, tal como un medidor inalámbrico, incluye un CI transmisor ASK/FSK/GFSK de banda ISM de alto rendimiento ADF7010 fabricado por Analog Devices, Inc. Este transmisor de RF contiene un VCO y un PLL fraccional-N integrados. La potencia de salida, la separación entre canales, y la frecuencia de salida pueden programarse con 4 registradores de 24 bits. El uso de un PLL fraccional-N permite al usuario seleccionar entre las bandas ISM europeas, así como la banda de
45 Estados Unidos 902-928MHz en función de la aplicación. También es posible elegir entre 4 esquemas de modulación diferentes, modulación por desplazamiento de frecuencia binaria o gaussiana (FSK/GFSK), modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), o modulación por activación/desactivación (OOK). Este transmisor de RF también cuenta con un registrador de compensación por cristal que proporciona +/- 1 ppm de precisión en frecuencia de salida usando un cristal de bajo coste como referencia. El control de los cuatro registradores en chip se proporciona por una interfaz de 3 hilos. Este transmisor de RF funciona con un suministro de alimentación que varía desde 2,2 V a 3,6 V.

55 Otro transceptor de RF adecuado incluye el TRX01 o el AT86RF211 fabricados por Atmel Corp. de San José, California. Este dispositivo de baja tensión (2,4 V) es un transceptor de un solo chip dedicado a aplicaciones inalámbricas de baja potencia, tales como la lectura automática de medidores, optimizada para las operaciones de banda de ISM desde 400 MHz a 950 MHz. Un esquema ilustrativo del TRX01 se proporciona en la figura 19. El TRX es adecuado de acuerdo con la invención, específicamente en combinación con una unidad de transmisión de medidor (MTU), una unidad que se conecta a un ECR y transmite los datos a través de RF, que comprende un
60 transmisor ADF7010 de ADI.

En un aspecto de la invención, una antena de enlace de baja potencia (LP) de Sensus™ se emplea de acuerdo con la invención. Sin embargo, otras antenas son adecuadas de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

65 Para medir un caudal de recursos de servicios auxiliares (por ejemplo, agua), la rotación de un imán en el medidor se detecta con un sensor de efecto Barkhausen sellado en el interior de la caja de registrador. Un sensor

adecuado de acuerdo con la invención incluye los sensores magnéticos Wiegand Series 2000 fabricados por HID Corporation de North Haven, Connecticut. El sensor es capaz de detectar las rotaciones desde 0 Hz a 50 Hz de un rotor de imán de dos polos. De manera significativa, específicamente para aplicaciones de medidores de agua, el propio sensor no requiere una fuente de alimentación. Además, el diseño del sensor y su circuito de soporte, hacen a la circuitería del medidor inmune a la vibración si el medidor "aparca" en el ángulo de conteo de rotación. El par motor de reacción producido por el sensor es menor que o igual al de los registradores mecánicos actuales, y por lo tanto no reduce el rendimiento del medidor. Todos los cálculos aritméticos realizados por el medidor de RF afectan al volumen total mostrado en no más de un 0,01 por ciento. El diseño de software permite la corrección de no linealidad del medidor para mejorar el rendimiento general del medidor.

Los registradores electrónicos de agua de RF y los índices de RF de gas se alimentan mediante una batería cloruro de tionilo litio de una única celda sellada dentro de la caja del medidor. Un condensador en paralelo se añade a la batería para proporcionar la corriente de pico necesaria para la transmisión de RF. La caja incluye unos terminales para permitir la conexión de una batería externa que puede sustituirse periódicamente. En el caso de que se pierda la alimentación de la batería, todos los datos de configuración y los datos totalizados acumulados se guardarán a intervalos apropiados y/o tras eventos designados, tales como las indicaciones de pérdida de alimentación inminente o actual, a una EPROM interna o a unos medios de almacenamiento no volátiles adecuados y se recuperarán cuando la batería externa está conectada. En un aspecto de la invención, la vida de diseño de la batería interna será de al menos 10 años.

El microprocesador y su circuitería asociada están dispuestos en una placa de circuito impreso completamente contenida dentro de la caja de medidor. El microprocesador controla y realiza las tareas de procesamiento relacionadas con la recolección de datos de los sensores, la interfaz de usuario, y el transmisor de RF. El procesador registra el número de rotaciones detectadas hacia delante del imán del medidor a medida que un contador de pulsos calcula el flujo totalizado usando el contador de pulsos y la constante de cámara de medidor, y a continuación muestra opcionalmente el flujo totalizado en la pantalla LCD. El procesador puede realizar cálculos adicionales en los datos recopilados, incluyendo, pero no limitado a mostrar la tasa o la linealización de la característica de flujo de medidor. Para controlar el transmisor de RF, el procesador incorpora un temporizador de baja potencia que despierta al transmisor a intervalos específicos y le ordena transmitir los datos recopilados al dispositivo de interfaz.

La propia pantalla LCD incluye, en un aspecto, una pantalla LCD que tiene 8 dígitos de 7 segmentos, cuatro espacios de coma decimal, y tres ceros "muertos" como una indicación de la resolución, con la altura de los caracteres primarios que es de aproximadamente 0,20 pulgadas u 8 mm. Se prefiere que la pantalla LCD pueda configurarse con los siguientes enunciadores: total; GAL, IGAL, CF, m³; indicador de flujo bajo e indicadores de cero muerto. También se prefiere incluir un anunciador de flujo bajo y batería baja.

Como se ha tratado anteriormente, el transmisor de RF puede usar ventajosamente un algoritmo de salto de frecuencia de espectro extendido y, de acuerdo con el mismo, transmitir secuencialmente los datos recopilados a través de una pluralidad de frecuencias, tal como 50 canales diferentes. El espectro extendido es un tipo específico de modulación que dispersa la transmisión de datos a través de la banda disponible en un patrón "pseudo aleatorio". Esta forma de comunicación hace que la señal sea resistente al ruido y a las interferencias. Por lo tanto, se tardan 50 horas para que se repita la secuencia de salto de frecuencia. Se prefiere obtener al menos una lectura fiable por día, y la transmisión de datos de 24 veces al día, cada vez en un canal diferente, permite la transmisión de datos aceptable a pesar de los altos niveles de interferencia. Como se ha observado anteriormente, la tasa de transmisión puede variarse fácilmente de acuerdo con los requisitos específicos de sistema y puede incluir la transmisión, por ejemplo, en una base de minuto por minuto, horaria, diaria, o semanal.

El procesador soporta funciones adicionales, tales como un indicador de batería baja, datos de detección de temperatura, detección electrónica de manipulación y un indicador de flujo bajo. Todas las configuraciones programables de usuario y las configuraciones de fábrica se almacenan en una memoria no volátil y se actualizan cuando se cambia. El dispositivo de almacenamiento no volátil almacena los datos recopilados en el caso de pérdida de alimentación para garantizar que los usuarios acceden a la lectura de los datos incluso después de que la batería se haya descargado.

Los transmisores de radiofrecuencia de baja potencia instalados en los medidores de gas y de agua comunican los datos de medidor de agua y de gas al dispositivo de interfaz. Se observa que los módulos transeptores instalados en los medidores de electricidad combinados con un dispositivo de interfaz o en dispositivos de interfaz independientes se alimentan por línea y no necesitan una conexión de batería. Los transmisores instalados en los medidores de agua y de gas pueden coexistir en una red de hasta 200 conmutadores/sensores/dispositivos de conmutación de confirmación y junto con aproximadamente 12 aparatos electrodomésticos y 4 dispositivos de vídeo/LAN. El transmisor también está diseñado, en un aspecto, para comunicarse un mínimo de 4 veces por día. Como se ha observado, el transmisor de RF envía al dispositivo de interfaz los datos de medidor recopilados usando, en una realización, un protocolo de salto de frecuencia de espectro extendido. Los intervalos de transmisión de RF, las frecuencias de canal y sus secuencias pueden programarse. Por otra parte, el propio protocolo de comunicación y los algoritmos empleados por los mismos también pueden programarse y las realizaciones

específicas tratadas en el presente documento se ven como a modo de ejemplo y no limitativas.

El medidor usa un puerto de programación acoplado inductivamente para su configuración y su instalación. La bobina para este puerto es interna a la caja de medidor, y se comunica a través de paredes de la caja. El protocolo para la operación de programación se ajusta a la norma de programación bidireccional existente dentro de Invensys™/Agua. A pesar de que este puerto puede usarse para leer el registrador, como en un sistema TouchRead™, el uso principal de este puerto es para programar.

Sigue un aspecto de la especificación de interfaz de registrador. La interface a los registradores es a través de una conexión directa que usa tres cables y/o, en un aspecto preferido de la invención, a través de un acoplamiento inductivo, tal como el sistema TouchRead acoplado inductivamente. La interfaz de conexión directa comprende las tres conexiones eléctricas de alimentación/reloj, datos y común. La línea de alimentación/reloj suministra alimentación al registrador y también actúa como un reloj para controlar la tasa de salida de datos. La línea de datos es una interfaz de colector abierto, que suministra datos en serie únicamente en la dirección de salida. Los detalles de los requisitos de tensión y de tiempo aparecen en las figuras 20 y 21. Todos los mensajes transmitidos desde el registrador son ASCII codificado, siete bits, paridad par, transmitidos en la manera pseudo asíncrona descrita.

Todos los mensajes transmitidos desde el registrador se ajustarán a uno de dos formatos básicos: (1) un formato de mensaje de longitud fija o (2) un formato de mensaje de longitud variable. El formato de longitud fija es de la forma: RnnnniiiiiiCR, en el que: "R" es el carácter principal; "nnnn" es una lectura de medidor de cuatro caracteres; e "iiiiii" es un número de identificación de ocho caracteres; "CR" es el carácter de retorno de carro (valor ASCII 0Dh). Los caracteres válidos para "n" son "0-9" y "?". Los caracteres válidos para "i" son: 0-9, A-Z, a-z y ?. El formato de longitud variable consiste en un carácter principal "V", una serie de campos, y un carácter terminador "CR". La forma general: V [campo 1] [campo 2] [campo 3]... [campo n] CR. La longitud máxima del mensaje es de 254 caracteres, incluyendo la "V" y el "CR". El número máximo de campos por mensaje es 63. Todos los campos están precedidos por el "," como un delimitador de campo y terminado o por el siguiente ";" o por el "CR". El carácter siguiente a cada ";" es un identificador de campo y toda la definición de formato posterior del campo se especifica individualmente por el identificador de campo. La longitud máxima de un campo individual es de 50 caracteres, incluyendo el ";".

Los caracteres válidos para los identificadores de campo son "A-Z" y "a-z". Los caracteres válidos para los datos de campo son los caracteres ASCII Hex 20 a Hex 7E, exceptuando el separador de campo ";", Hex 3B. Los campos que contienen un "valor" se refieren a valores numéricos representados como una cadena. El valor tiene dos formatos. El primer formato de campo es un número entero que tiene un intervalo desde -99999999 a 99.999.999. El segundo formato del campo es un número real que tiene un intervalo desde 1e+99 a 1e-99 con siete dígitos significativos. Para un valor de campo se permiten decimales, se permiten negativos, se supone un valor positivo a menos que se indique lo contrario. Los campos exponenciales tendrán un máximo de siete dígitos significativos. El campo exponencial estará representado por una "e" minúscula. Los caracteres válidos para los valores son: "0-9", ".", "-", "+", "e". Los caracteres de definición de campo que se han reservado para otros usos son: C, D, E, Q, T, F, H, P, S, T, B. Como mínimo, todos los registradores deben transmitir el campo I como en el ejemplo siguiente: V; Iiiiiii <CR>.

La figura 22 define los campos para los datos de formato variable que incluyen varios subcampos opcionales que van entre corchetes "[,]". Si se define más de subcampo para un campo, los subcampos deben aparecer en el orden presentado para este aspecto de la invención.

Los campos de unidades y de tiempo se definen usando los caracteres de las figuras 23 y 24. El formato para su uso es: u[:s] donde u representa las unidades de medida tal como se define en la figura 23 y s representa las unidades de tiempo como se define en la figura 24. El campo "s" es opcional. Si el campo "s" está presente, la representación es u por s. Ejemplo 1: Un campo de lectura que representa 123456 galones estadounidenses aparecería como: ;RB123456,0,4. Ejemplo 2: Un campo de caudal que representa el caudal actual de 300 galones por minuto aparecería como: ;GC0300,0,4:2

La transmisión de los datos recopilados es a través de una antena capaz de una transmisión a través de una distancia de al menos 60,96 m (200 pies) y capaz de penetrar al menos seis paredes residenciales convencionales. La antena de transmisión está diseñada como una parte interna del medidor. Sin embargo, la antena interna está configurada de tal manera que puede añadirse fácil y opcionalmente una antena externa al transmisor de RF mediante una conexión de acoplamiento cerrado que evita la necesidad de una conexión metálica a través de la carcasa del medidor.

La descripción funcional del registrador de RF de agua y el índice de RF de gas incluye la acumulación de los pulsos totalizados de la rotación de los imanes del medidor, el cálculo y la visualización del flujo totalizado, la transmisión de datos de AMR, el almacenamiento de datos en el almacenamiento de datos no volátil, la monitorización del nivel de batería, la programación de la interfaz y las configuraciones. El procesador registra el número de pulsos de rotaciones hacia adelante del imán del medidor como un contador de pulsos, totaliza el flujo usando el contador de pulsos y la constante de cámara de medidor. El flujo totalizado se visualiza a continuación en la pantalla LCD y se retiene en la memoria no volátil en el caso de pérdida de potencia. El flujo totalizado se muestra adicionalmente en las unidades y las resoluciones especificadas por el usuario donde se usan los ceros "muertos" en la pantalla LCD

para indicar la resolución (es decir, si la resolución es de 100 entonces se usarán dos ceros muertos). El flujo totalizado también se almacena y se actualiza de acuerdo con las configuraciones programadas por el usuario, tal como, pero no limitado a, una vez por hora.

5 La interfaz de programación controla las funciones generales y, en concreto, las funciones de transmisión de datos del medidor que transmite a un dispositivo de interfaz datos de consumo usando un salto de frecuencia de espectro extendido a través de una antena de transmisión interna. Toda la programación o interrogación se hace a través de la interfaz de programación usando los protocolos de comunicación descritos en el presente documento, o protocolos sustancialmente equivalentes, como se conoce por los expertos en la materia.

10 El puerto de programación está acoplado inductivamente y tiene una bobina interna a la caja de medidor que se comunica a través de sus paredes. El puerto funciona conforme al protocolo de comunicaciones bidireccionales tratado anteriormente. El puerto de programación también puede usarse para leer los datos de medidor, como en un sistema TouchRead™. Por ejemplo, en el sistema TouchRead™, una pistola de programación o de captura de datos se coloca próxima al medidor y una bobina en el interior del registrador, tal como se proporciona en el sistema de 2 hilos de acuerdo con la invención, se acopla inductivamente a continuación a una bobina correspondiente dispuesta dentro de la pistola, permitiendo de este modo la comunicación entre los dispositivos. Convencionalmente, el registrador se conectaba por cables a una bobina proporcionada externamente a la carcasa.

15 Además, las lecturas locales están incluidas en la programación que incluye el ID de registrador, total, estado de batería y el ID de fábrica.

20 Los parámetros programables que se programan a través de la interfaz proporcionan información adicional relacionada con el medidor y su pantalla. Una orden de ID de fábrica se usa para establecer el número de identificación en el medidor y su procesador. Este número se asigna de fábrica y no puede cambiarse durante la programación. Una orden de ID programable se usa para asignar un número de identificación programable por el usuario al medidor. El número programable por defecto será el mismo que el número de identificación de fábrica. Los clientes pueden o bien solicitar o establecer este número de identificación a su valor deseado. Además, una orden de resolución establece la resolución del medidor incluyendo el uso de ceros muertos en la pantalla. Una orden preestablecida de flujo total permite que el procesador se preestablezca a un flujo total dado que se aplica al flujo total mostrado solo en el modo normal. Una orden de unidades de flujo total establece las unidades de flujo que se mostrarán en la pantalla LCD y se transmitirán en la cadena de lectura. Además, una orden de modo de lectura se usa para configurar la cadena de lectura codificada. La cadena de lectura puede personalizarse para contener solo la información necesaria a las necesidades del cliente.

35 Aunque la presente invención se ha descrito e ilustrado en detalle, se entiende claramente que la misma es a modo de ilustración y ejemplo solamente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema para recopilar y comunicar datos de flujo para un producto que incluye un líquido, un gas o electricidad transportados a través de un sistema de medida, usando una transferencia de datos inalámbrica, comprendiendo el sistema:
- 10 al menos un medidor colocado en el sistema de medida y que comprende una primera carcasa que encierra un dispositivo interno rotatorio para detectar el flujo del producto;
una segunda carcasa montada en el exterior de la primera carcasa del medidor y que encierra:
- 15 un sensor colocado en la carcasa y configurado para detectar la rotación del dispositivo interno y emitir una señal representativa de un caudal de recursos;
un registrador colocado en la segunda carcasa y que incluye un procesador configurado para recibir dicha señal emitida por dicho sensor, calcular el flujo de producto totalizado, visualizar el flujo totalizado en una pantalla contenida dentro de la segunda carcasa, procesar dicha señal de acuerdo con una instrucción de protocolo de comunicación establecida para adaptar dicha señal para una transmisión y almacenar la señal procesada en un dispositivo de almacenamiento de datos;
un puerto de programación colocado en la segunda carcasa y acoplado al procesador, de tal manera que las instrucciones de programación y la información registrada pueden comunicarse a y desde el procesador desde el exterior a la segunda carcasa a través del puerto de programación; y
- 20 un transmisor inalámbrico acoplado al procesador, estando el transmisor configurado para recibir la señal procesada desde el procesador y emitir dicha señal procesada desde el medidor, en donde la señal procesada puede recibirse desde el registrador a través tanto del puerto de programación como del transmisor inalámbrico;
y
- 25 comprendiendo además el sistema un dispositivo de interfaz dispuesto externamente al medidor y configurado para realizar al menos una de entre recibir los datos emitidos desde el medidor y emitir la información de instrucción al medidor.
- 30 2. Un sistema para recopilar y comunicar datos de flujo para un producto que incluye un líquido, un gas o electricidad transportados a través de un sistema de medida, usando una transferencia de datos inalámbrica, de acuerdo con la reivindicación 1,
en el que dicho transmisor inalámbrico comprende una antena y al menos uno de entre un transmisor de RF y un transceptor de RF, y
- 35 en el que dicho sensor comprende un sensor de rotación magnética que utiliza el efecto Barkhausen para detectar el flujo de productos.
- 40 3. Un sistema para recopilar y comunicar datos de flujo para un producto que incluye un líquido, un gas o electricidad transportados a través de un sistema de medida, usando una transferencia de datos inalámbrica, de acuerdo con la reivindicación 2,
en el que dicho dispositivo de interfaz comprende una antena externa,
en el que dicho registrador es un dispositivo de estado sólido programable, y
en el que dicho medidor está configurado para emitir dicha señal procesada desde el medidor usando el salto de frecuencias de espectro extendido de RF.
- 45 4. Un sistema para recopilar y comunicar datos de flujo para un producto que incluye un líquido, un gas o electricidad transportados a través de un sistema de medida, usando una transferencia de datos inalámbrica, de acuerdo con la reivindicación 1,
en el que dichos registrador y procesador adaptan dicha señal para la transmisión de RF mediante un transmisor de RF,
- 50 en el que dicho transmisor inalámbrico es un transmisor de RF acoplado inductivamente a través de la segunda carcasa a una antena externa.
- 55 5. Un sistema para recopilar y comunicar datos de flujo para un producto que incluye un líquido, un gas o electricidad transportados a través de un sistema de medida, usando una transferencia de datos inalámbrica, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el dispositivo de interfaz, el transmisor inalámbrico y el registrador incluyen un conjunto de instrucciones de software que tienen unas instrucciones para realizar al menos una de entre transmitir y recibir datos a través de la antena y el transmisor inalámbrico y usar al menos uno de entre un protocolo de comunicación unidireccional o bidireccional.
- 60 6. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el puerto de programación incluye una bobina inductiva acoplada al procesador para recibir instrucciones de programación desde una localización externa a la carcasa y adyacente al puerto de programación.
- 65 7. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema incluye una pluralidad de medidores de agua y gas colocados en el sistema de medida.

8. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las instrucciones de programación y la información registrada pueden comunicarse a y desde el procesador independientemente del transmisor inalámbrico de tal manera que la señal procesada puede recibirse desde cada registrador a través tanto del puerto de programación como del transmisor inalámbrico.
- 5
9. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de interfaz está colocado en el sistema de medida y funciona para detectar el flujo de electricidad a través del dispositivo de interfaz de tal manera que el dispositivo de interfaz funciona como un medidor de electricidad.
- 10
10. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el dispositivo de interfaz comprende:
- una carcasa de interfaz cerrada;
 - un sensor de interfaz contenido dentro de la carcasa de interfaz cerrada y configurado para emitir una señal representativa del uso de la electricidad;
 - 15 un procesador contenido dentro de la carcasa de interfaz y configurado para recibir la señal emitida por el sensor de interfaz, procesar la señal, adaptar la señal para la transmisión y almacenar la señal procesada en un dispositivo de almacenamiento de datos; y
 - un transmisor inalámbrico contenido dentro de la carcasa de interfaz y conectado al procesador de tal manera que el procesador emite los datos almacenados desde el dispositivo de interfaz a través del transmisor.
- 20
11. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el dispositivo de interfaz comprende además un puerto de programación contenido dentro de la carcasa de dispositivo de interfaz y acoplado al procesador de tal manera que las instrucciones de programación pueden comunicarse al procesador desde el exterior a la carcasa de interfaz.
- 25
12. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que los puertos de programación en el dispositivo de interfaz y en la segunda carcasa están configurados de tal manera que las instrucciones de programación y la información registrada pueden comunicarse a y desde el procesador en cada uno de los dispositivos de interfaz y la segunda carcasa desde el exterior a la carcasa respectiva independientemente del transmisor inalámbrico de tal manera que la señal procesada puede recibirse desde cada registrador a través tanto del puerto de programación
- 30
- como del transmisor inalámbrico.
13. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el dispositivo de interfaz incluye un dispositivo de almacenamiento de datos para registrar y almacenar las señales procesadas recibidas desde la pluralidad de medidores.
- 35
14. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el transmisor inalámbrico incluye una antena y al menos uno de entre un transmisor de RF y un transceptor de RF.

EPO - DG 1

16. 12. 2003

94

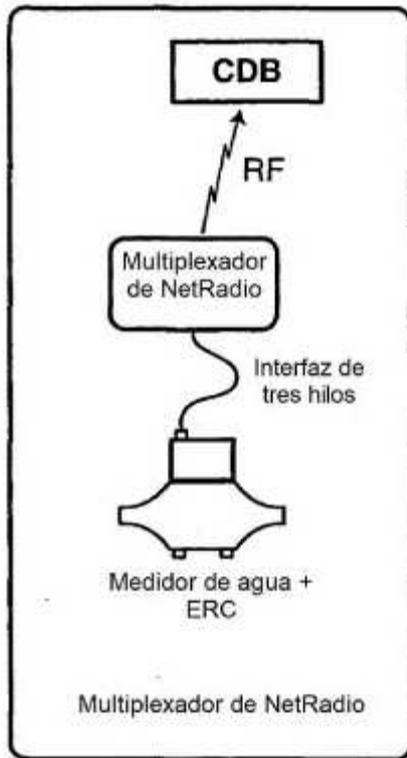


FIG. 1

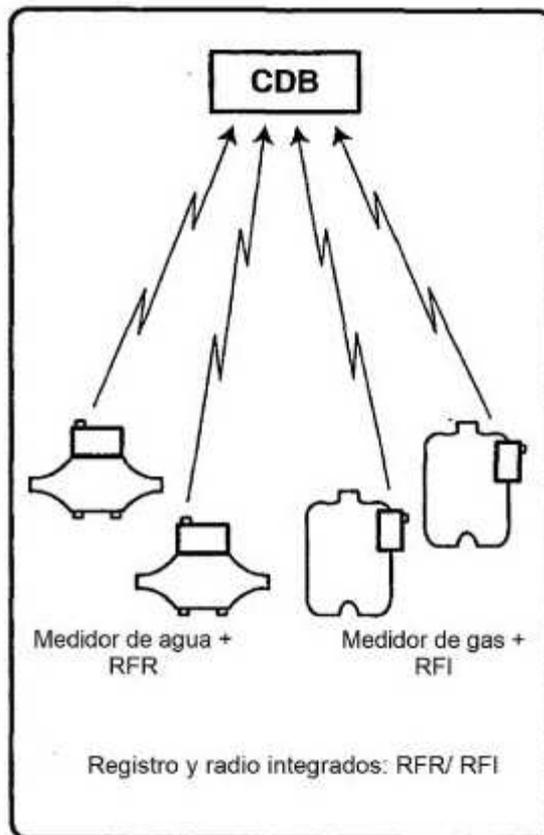


FIG. 2

Solución integrada – Proyecto Netmeter

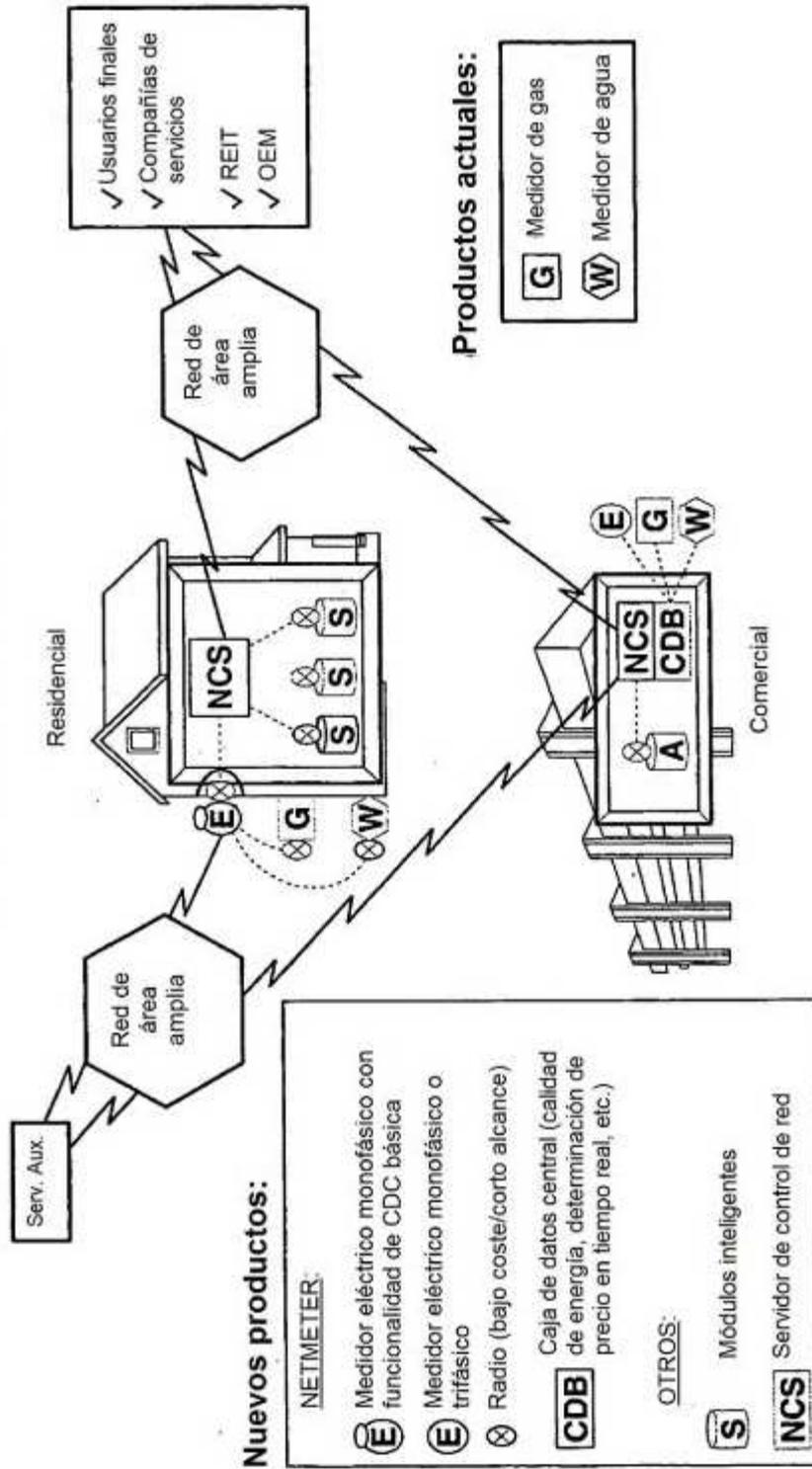


FIG. 3 - Diagrama de bloques funcional de RFR / RFI

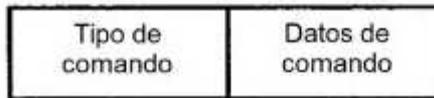


FIG. 4 - Formato de información (unidad de datos de comando)

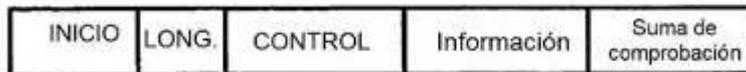


FIG. 5 - Formato de trama de modo sin red

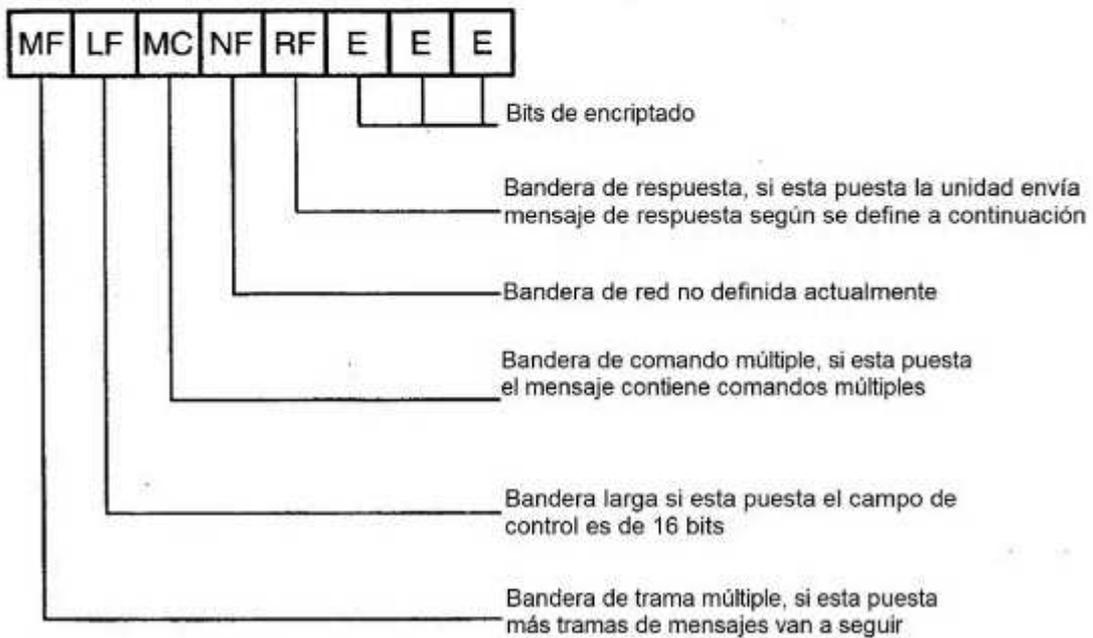


FIG. 6 - Formato de campo de control

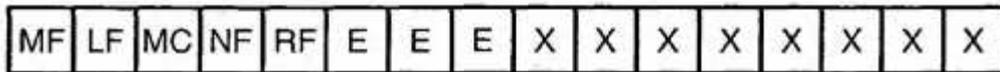


FIG. 7 - Formato de campo de control de 16 bits

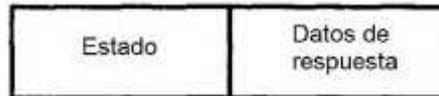


FIG. 8 - Formato de respuesta

Campo de estado	Definición
0x01	Comando completo, sin errores
0x02	Error, imposibilitado para ejecutar el comando
0x03	Error, comando desconocido
0x04	Error, patrón de bits de control no soportado
0xFC	Trama recibida, sin error
0xFD	Mensaje corrupto
0xFE	Estado de espera

FIG. 9 - Campo de estado

Nombre de orden	Byte orden	Descripción
Ver ID de fábrica	0x01	El esclavo enviará un mensaje de respuesta que contiene el id programado de fábrica
Establecer ID de fábrica	0x02	El esclavo programará el ID de fábrica contenido en el mensaje
Ver ID programable	0x03	El esclavo enviará la respuesta que contiene ID de cliente
Establecer ID programable	0x04	El esclavo programará el ID contenido en el mensaje
# Ver versión y tipo (Orden requerida)	0x05	El esclavo enviará el mensaje de respuesta que contiene la versión de protocolo, el tipo de dispositivo y la versión de software
Sin orden	0x06	No hay orden número seis
Ver texto programable	0x07	El esclavo enviará el mensaje de respuesta que contiene el texto programable
Establecer texto programable	0x08	El esclavo programará el texto contenido en el mensaje
Ver número de dígitos de lectura	0x09	El esclavo enviará el mensaje de respuesta que contiene el número actual de dígitos de lectura
Establecer número de dígitos de lectura	0x0A	El esclavo programará el número de dígitos de lectura enviados en el mensaje
Ver unidades de lectura	0x0B	El esclavo enviará un mensaje de respuesta que contiene el número que representa las unidades de registro actuales
Establecer unidades de lectura	0x0C	El esclavo programará las unidades de registro al valor contenido en el mensaje
Ver unidades de tasa	0x0D	El esclavo enviará un mensaje de respuesta que contiene un número que representa las unidades de tasa actuales
Establecer unidades de tasa	0x0E	El esclavo programará las unidades de tasa al valor contenido en el mensaje
Ver resolución de lectura (multiplicador)	0x0F	El esclavo enviará un mensaje de respuesta que contiene un número que representa la resolución de lectura actual
Establecer resolución de lectura (multiplicador)	0x10	El esclavo programará la resolución de lectura al valor contenido en el mensaje
Ver resolución de tasa (multiplicador)	0x11	El esclavo enviará un mensaje de respuesta que contiene un número que representa la resolución de tasa actual
Establecer resolución de tasa (multiplicador)	0x12	El esclavo programará la resolución de tasa al valor contenido en el mensaje
Ver restablecido total	0x13	El esclavo enviará un mensaje que contiene el valor preestablecido total
Establecer restablecido total	0x14	El esclavo programará el preestablecido total al valor contenido en el mensaje
Ver modo de lectura	0x15	El esclavo enviará un mensaje que contiene un número binario de un byte que representa la configuración del modo de lectura unidireccional
Establecer modo de lectura	0x16	El esclavo establecerá el modo de lectura al valor contenido en el mensaje
Orden específica de dispositivo	0xFD	El byte de orden se sigue por uno o más bytes.
Acuse de recibo de trama	0xFE	La orden es específica para el dispositivo esclavo. Esta orden se envía por el maestro para acusar recibo de una trama en un mensaje de respuesta de multitrama
Orden extendida	0xFF	Órdenes extendidas, TBD

FIG. 10 - Definiciones de tipos de orden

Orden (hexadecimal)	Descripción
0x01	Ver ID de fábrica
0x02	Establecer ID de fábrica - (solo programable en fábrica)
0x03	Ver ID programable
0x04	Establecer ID programable
0x05	Ver versión y tipo
0x07	Ver texto programable
0x08	Establecer texto programable
0x09	Ver número de dígitos de lectura
0x0A	Establecer número de dígitos de lectura
0x0B	Ver unidades de lectura
0x0C	Establecer unidades de lectura
0x0F	Ver resolución de lectura (multiplicador)
0x10	Establecer resolución de lectura (multiplicador)
0x15	Ver modo de lectura
0x16	Establecer modo de lectura
0xFD 0x01	Ver constante de cámara
0xFD 0x02	Establecer constante de cámara
0xFD 0x03	Ver byte de estado
0xFD 0x04	Establecer byte de estado
0xFD 0x05	Ver secuencia de salto
0xFD 0x06	Establecer secuencia de salto
0xFD 0x07	Ver próxima frecuencia
0xFD 0x08	Establecer próxima frecuencia
0xFD 0x09	Ver intervalo de transmisión
0xFD 0x0A	Establecer intervalo de transmisión
0xFD 0x0B	Ver variación de transmisión
0xFD 0x0C	Establecer variación de transmisión
0xFD 0x0D	Ver habilitación de comprobación de batería
0xFD 0x0E	Establecer habilitación de comprobación de batería
0xFD 0x0F	Ver tipo de protocolo de RF
0xFd 0x10	Establecer tipo de protocolo de RF
0xFD 0x11	Ver nivel de potencia de RF
0xFD 0x12	Establecer nivel de potencia de RF
0xFD 0x13	Ver valor de frecuencia de RF
0xFD 0x14	Establecer valor de frecuencia de RF

FIG. 11 - Órdenes de RFR comunes y específicos de dispositivo

Símbolo	Descripción	Mín	Máx	Unidades
T _{SO}	Tiempo bajo de reloj de alimentación, Datos 0	200	300	μs
			50	%TREF
T _{SI}	Tiempo bajo de reloj de alimentación, Datos 1	500	600	μs
T _{DLY}	Retardo inter caracteres	0	100	ms
T _{ICD}	Retardo intra caracteres	0	100	ms

FIG. 12

Símbolo	Descripción	Mín	Máx	Unidades
T _{SO}	Tiempo bajo de reloj de alimentación, Datos 0	200	300	ms
			50	%TREF
T _{SI}	Tiempo bajo de reloj de alimentación, Datos 1	500	600	μs
T _{SO}	Tiempo bajo de reloj de alimentación, Datos 0	200	300	μs
T _{SI}	Tiempo bajo de reloj de alimentación, Datos 1	500	600	μs

FIG. 13

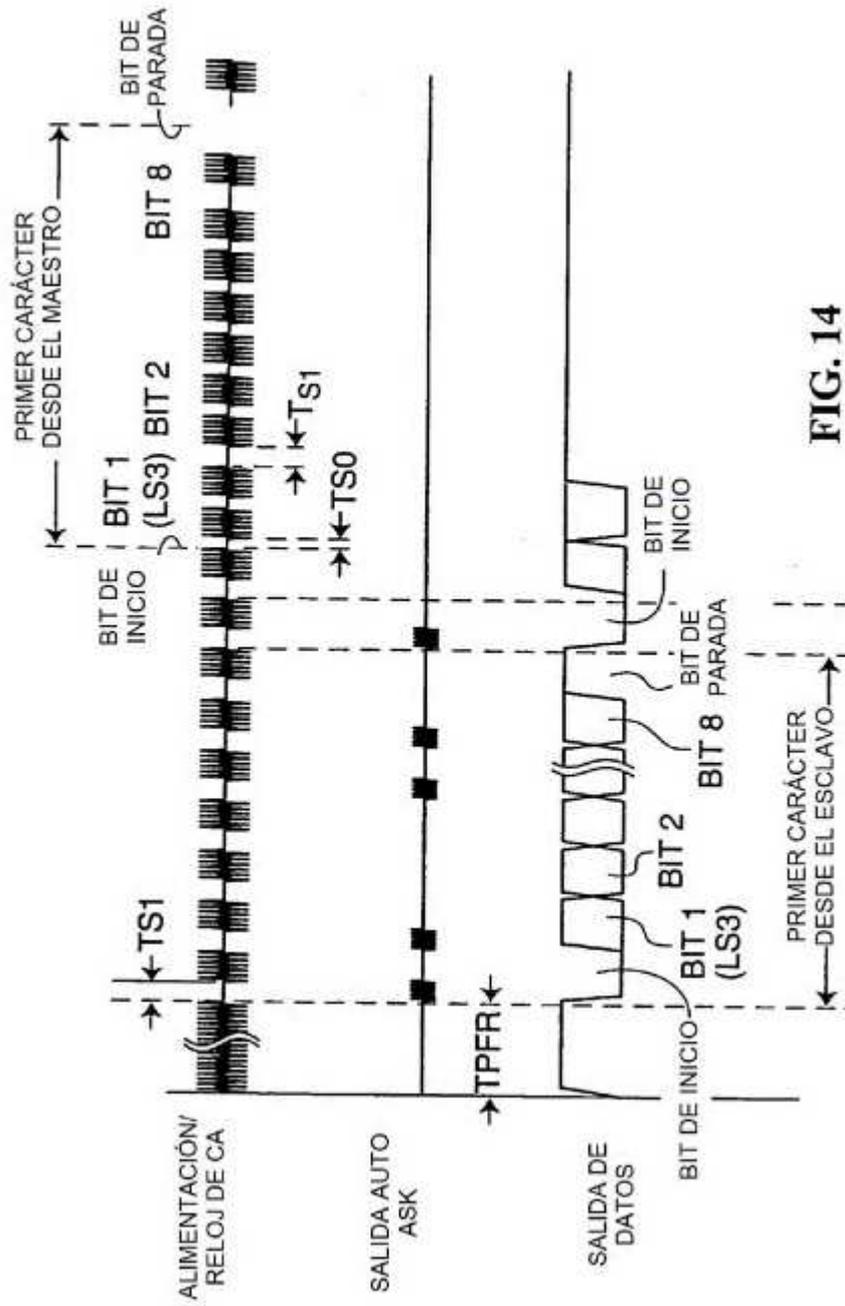


FIG. 14

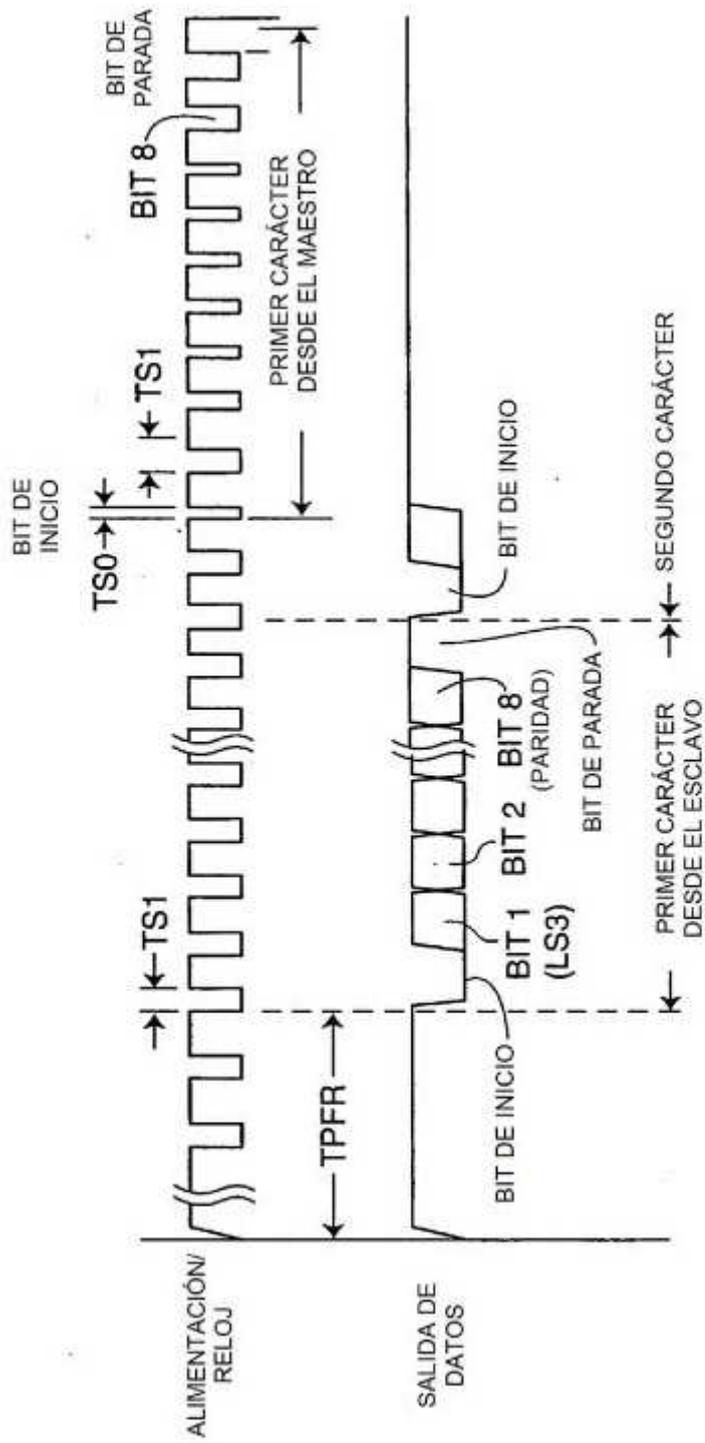


FIG. 15

UNIDAD	GALONES POR LITRO	RESOLUCION DIGITO LS =	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
15.8 mm SR II Rev/Gal: 57.778										
GALONES	1		n/a	n/a	464.598.040	46.459.804	4.645.980	464.598	46.459	4.645
IGAL	1,20095		n/a	3.868.587.707	386.858.770	38.685.877	3.868.587	386.858	38.685	3.868
PIES CUBICOS	7,480519		n/a	621.077.281	62.107.728	6.210.772	621.077	62.107	6.210	621
m ³	264,1721		175.869.458	17.586.945	1.758.694	175.869	17.586	1.758	175	17
19.5 mm SR II Rev/Gal: 32.4593										
GALONES	1		n/a	n/a	826.990.896	82.699.089	8.269.908	826.990	82.699	8.264
IGAL	1,20095		n/a	n/a	688.613.927	68.861.392	6.886.139	688.613	68.861	6.886
PIES CUBICOS	7,480519		n/a	1.105.526.095	110.552.609	11.055.260	1.105.526	110.552	11.055	1.105
m ³	264,1721		313.050.051	31.305.005	3.130.500	313.050	31.305	3.130	313	31
25.4 mm SR II Rev/Gal: 15.2972										
GALONES	1		n/a	n/a	1.754.801.244	175.480.124	17.548.012	1.754.801	175.480	17.548
IGAL	1,20095		n/a	n/a	1.461.177.604	146.117.760	14.611.776	1.461.177	146.117	14.611
PIES CUBICOS	7,480519		n/a	2,345.828.203	234.582.820	23.458.282	2.345.828	234.582	23.458	2.345
m ³	264,1721		664.264.411	66.426.441	6.642.644	664.264	66.426	6.642	664	66

FIG. 16

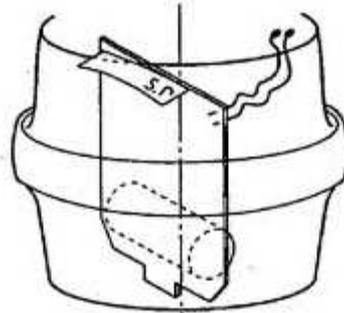


FIG. 17a

PCB vertical

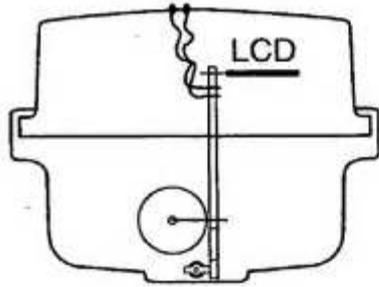


FIG. 17b

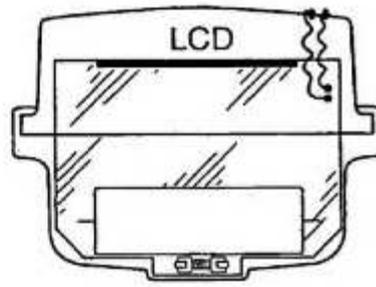


FIG. 17d

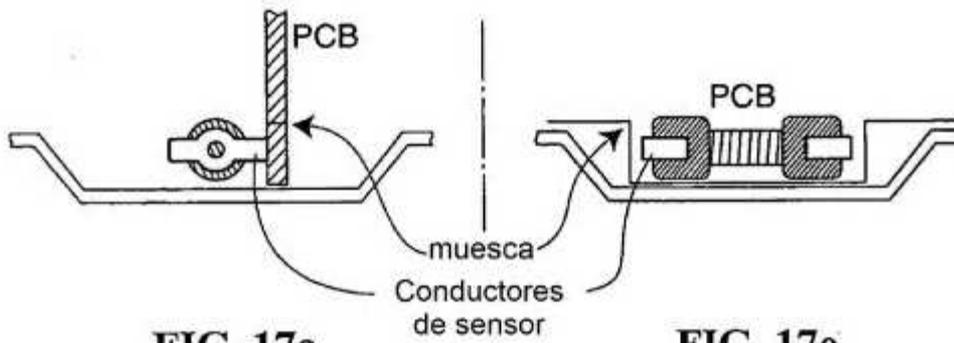


FIG. 17c

FIG. 17e

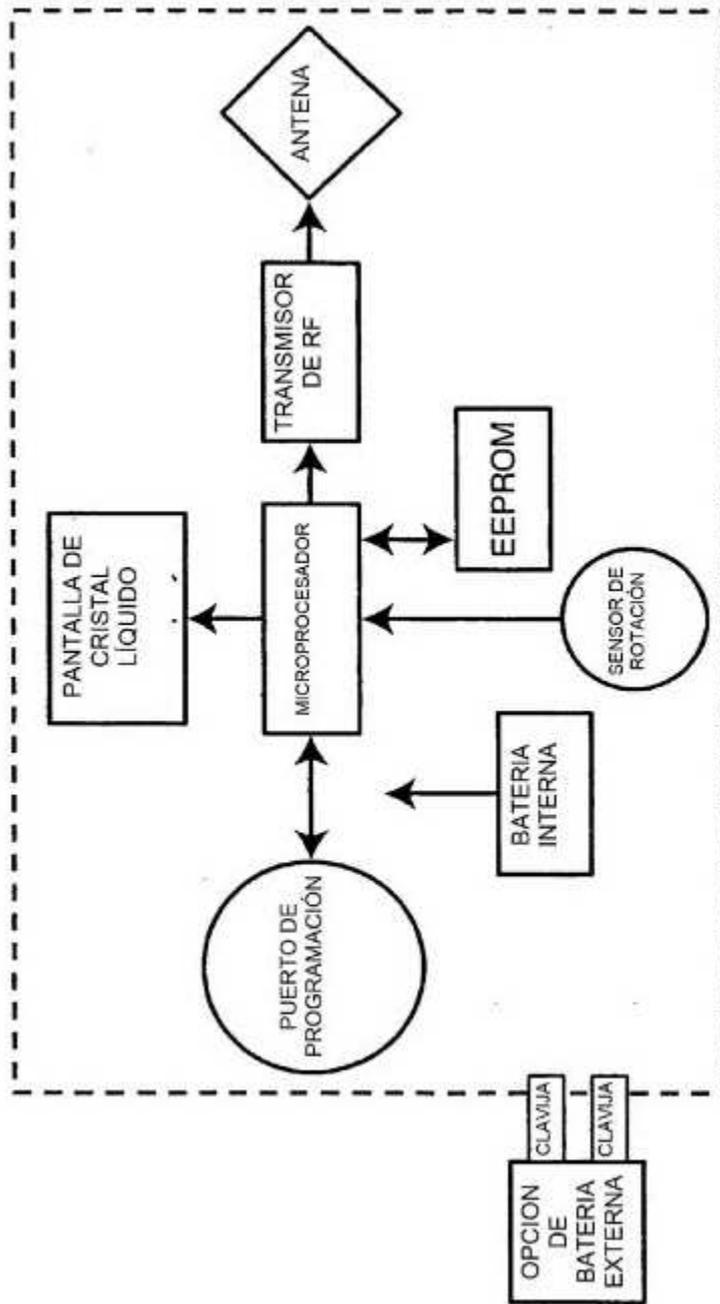


FIG. 18 - Diagrama de bloques funcional de RFR / IRF

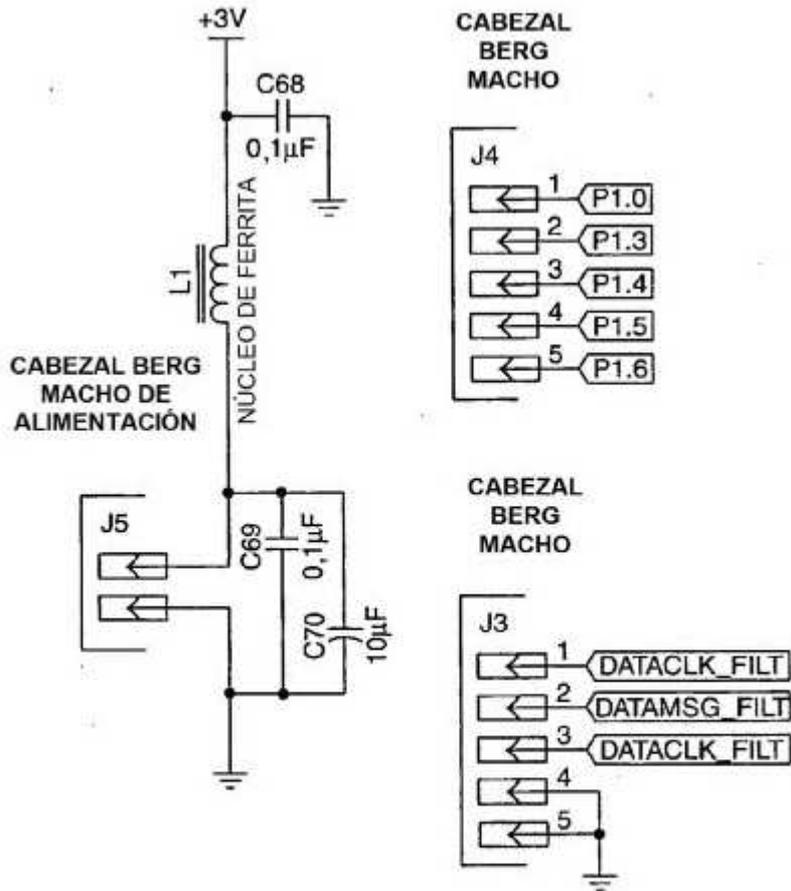


FIG. 19a

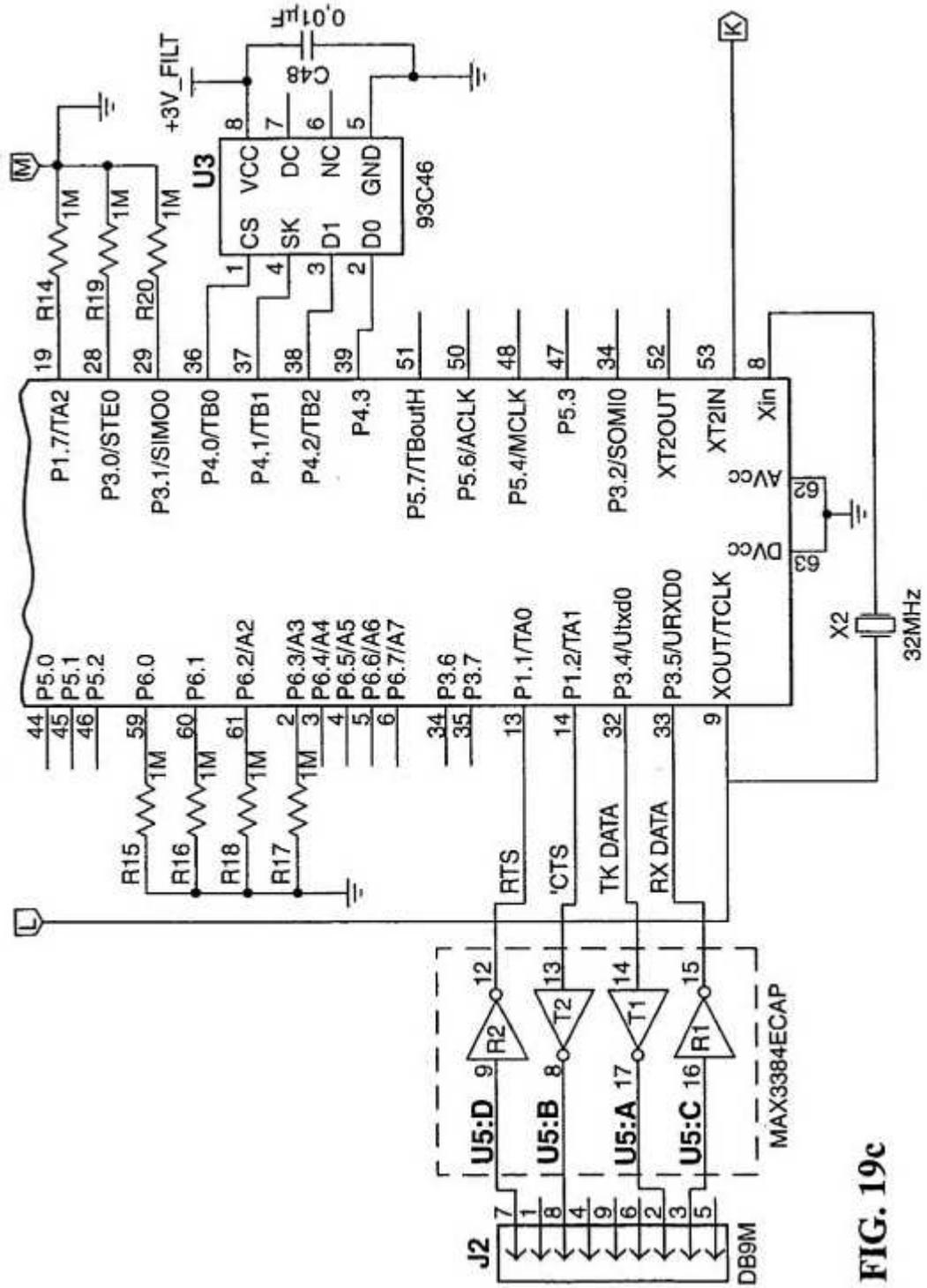


FIG. 19c

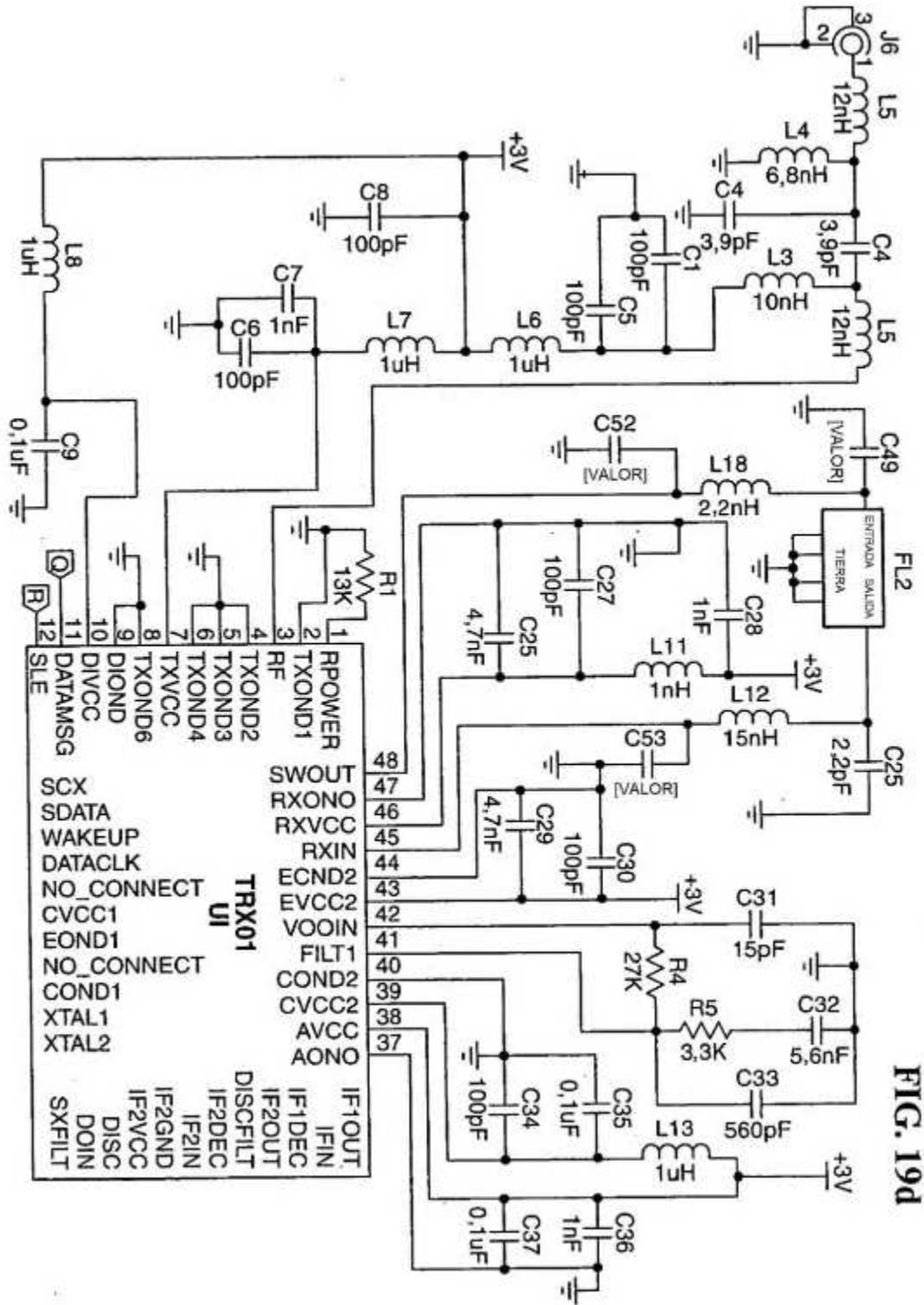


FIG. 19d

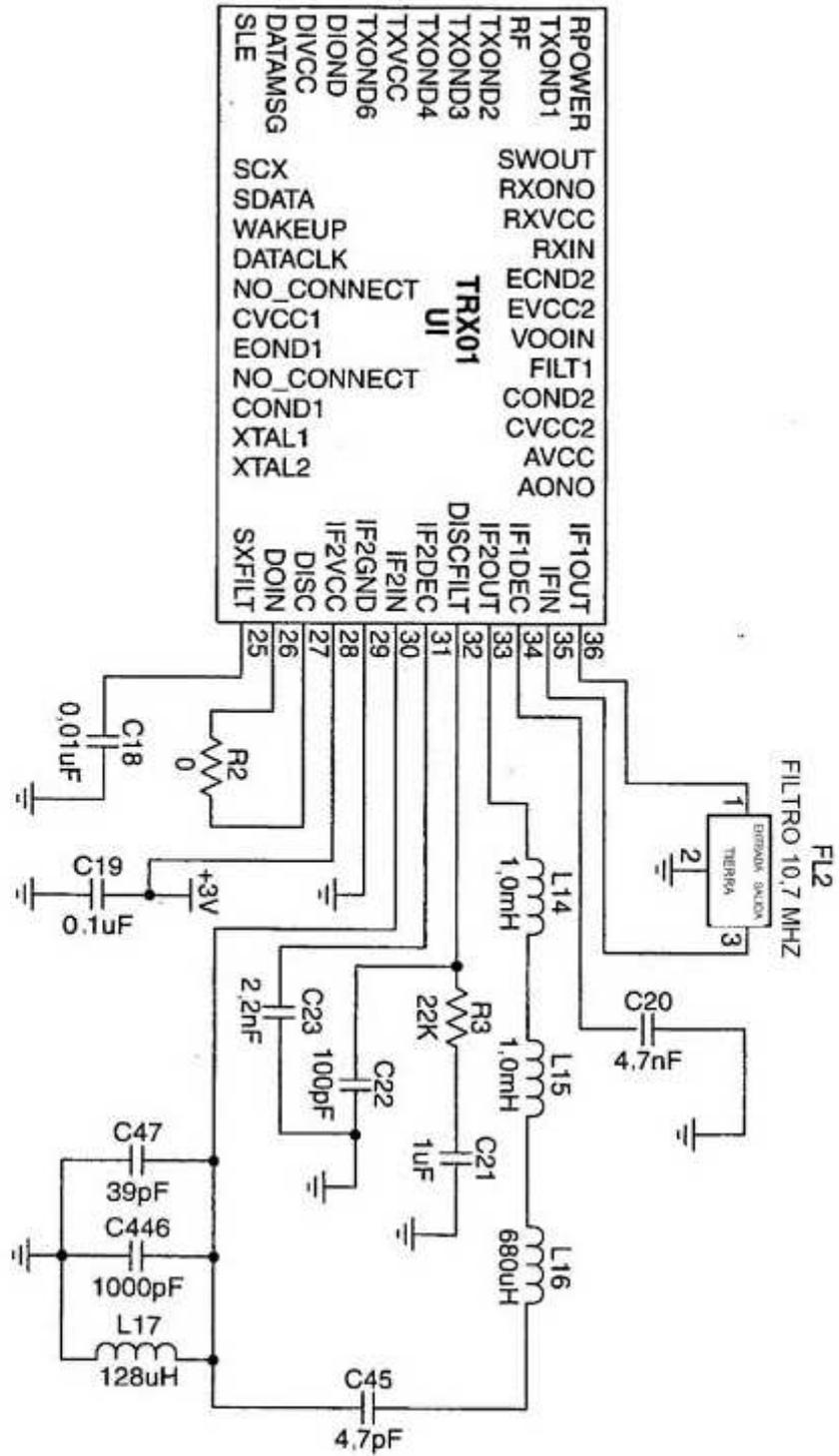


FIG. 19f

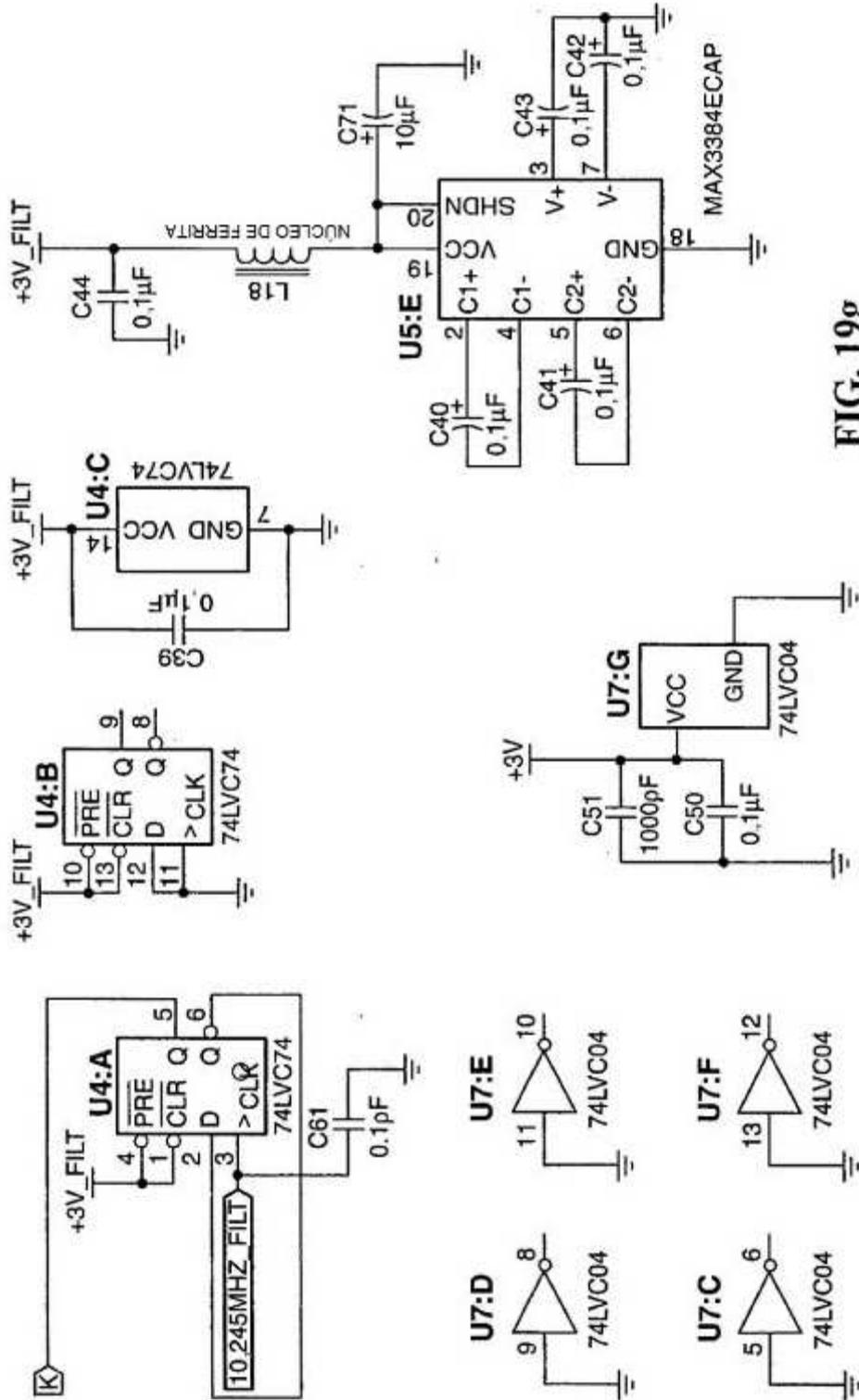


FIG. 19g

Símbolo	Descripción	Mín.	Máx.	Unidades
	Tensión de alimentación/reloj alta	4.5	15	V
	Tensión de alimentación/reloj baja	0	0.5	V
	Corriente de alimentación/reloj 15 V 0 V		5 15 -0.2	mA
	Tensión de salida de datos alta (nota 3)		5.5	V
	Tensión de salida de datos baja (1 = 3,2 mA)		0.4	V
	Corriente de salida de datos		5	mA
TPOR	Encender para registrador listo (nota 3)		500	ms
TCL	Tiempo bajo de alimentación/reloj Tensión de alimentación/reloj = 10 V Tensión de alimentación/reloj = 4,5 V	250 250	2000 1000	μ s μ s
	Fluctuación de tiempo de alimentación/reloj baja (nota 4)		25	%
TCH	Tiempo alto de alimentación/reloj (nota 5) Tensión de alimentación/reloj = 10 V Tensión de alimentación/reloj = 4,5 V	250 500	Nota 6	μ s μ s
	Ciclo de servicio de alimentación/reloj = $\frac{TCH}{TCH+TCL}$	50		%
TDC	Retardo, reloj a la salida de datos		250	μ s
TRR	Tiempo de relectura de registrador (nota 3)		500	ms
TRC	Orden de restablecimiento. Tiempo para que la alimentación/reloj baja fuerce el restablecimiento del registrador		200	ms

FIG. 20

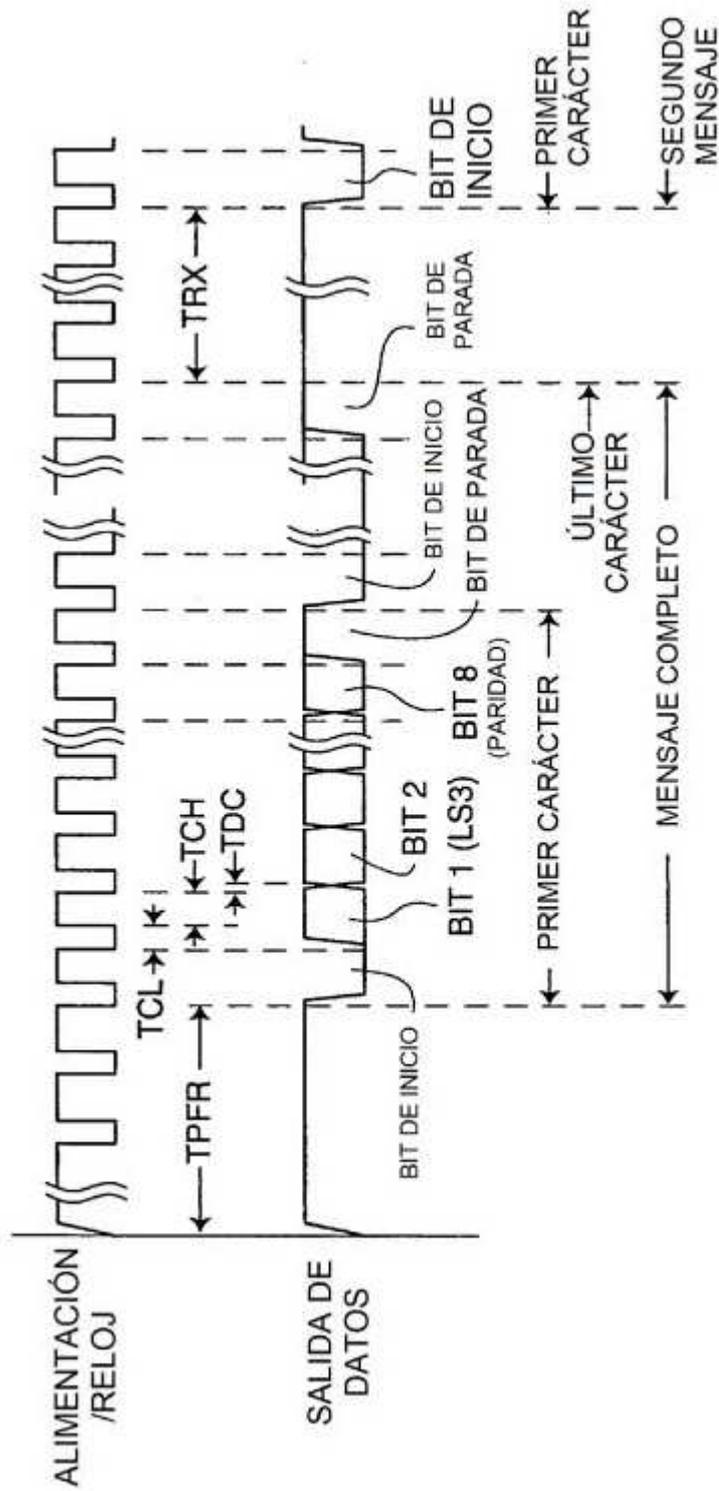


FIG. 21

Carácter de campo principal	Carácter de subcampo	Descripción
R	B	Campo de lectura. El formato para su uso es: ;Rtn [m[,u:s]] donde "t" es un tipo de subcampo de código definido a continuación. La "n" es la lectura de medidor real y consiste en una cadena de mantisa de 0 a 8 caracteres y una fracción de cero a cuatro caracteres. Los caracteres válidos son: "0-9", "c", "?", "-" y "." Una potencia decimal con el intervalo -99 a +99. La "u" es el campo de unidades y la "s" es el campo de tiempo como se define en la sección 5.1 y en las tablas 3 y 4 a continuación.
	A	Lectura actual
	B	Lectura fechada
	A,M,N,P,Q	Reservado
I		Campo de identificación. El formato para su uso es: ;Itn donde "t" es un tipo de subcampo de código definido en UI-1223. La "n" es un código de identificación representado como una cadena de hasta 12 caracteres. Los caracteres válidos son: "0-9", "a-z", "A-Z", "?". "?" es válido como un indicador de error. El campo de identificación puede programarse en algunos productos Sensus. Consultar la especificación de productos individuales para determinar si el campo puede programarse.
A		Campo de alarma. El formato para su uso es: ;An, n, n donde "n" es un código numérico que representa una condición de alarma. Se permiten hasta 8 subcampos de códigos de alarma. La definición del código de alarma está determinada por el proveedor del medidor, y se referencia al código de tipo del campo de ID. El formato se especifica en una especificación adjunta del fabricante. No se pretende que la presencia del campo de alarma indique una condición de error, en cambio debe hacerse la interpretación de los códigos para determinar si existe algún error.

FIG. 22a

Carácter de campo principal	Carácter de subcampo	Descripción
G		Caudal. El formato para su uso es: ;Gtn [, m[, u:s]] donde "t" es un tipo de subcampo de código definido a continuación. La "n" es la lectura de medidor real y consiste en una cadena de 0 a 8 caracteres. Los caracteres validos son: "0-9", "e", "?", "-" y "." Se permite un decimal. La "m" es el multiplicador/divisor y se especifica como una potencia decimal con el intervalo -99 a +99. La "u" es el campo de unidades y la "s" es el campo de tiempo como se define en la sección 5.1 y en las tablas 3 y 4 a continuación
	C	Caudal actual
	X	Caudal máximo
	N	Caudal mínimo
X		Campo de medición de transductor. El formato para su uso es: ;Xtvalue[m[u]] donde "t" indica el tipo de medición y se define a continuación. Los valores son dependientes del tipo de medición. La "m" es el multiplicador/divisor y es una potencia decimal. La "u" es el campo de unidades como se define en la sección 5.1 y en las tablas 3 y 4 a continuación
	P	Presión
	T	Temperatura
	V	Tensión
	R	Reactivo
Z		Campo de fecha y hora. El formato para su uso es: ";Zddmm[yy], hhmm [ss]" donde: dd - Día del mes (01-31) mm - Mes del año (01-12) yy - Año (00-99), opcional hh - hora (00-23) mm - minuto (00-59) ss - segundo (00-59), opcional
J		Campo de texto programable. Contiene de cero a veinte caracteres ASCII

FIG. 22b

Carácter de campo principal	Carácter de subcampo	Descripción
M		<p>Campo de fabricante. Datos específicos para los productos individuales de un fabricante. El primer subcampo debe referirse al tipo de medidor. El formato del resto del campo se especifica en una especificación adjunta del fabricante. El formato para su uso es: ;Mt,r,...f. Se permiten múltiples campos de fabricante en un único mensaje</p>
K		<p>Campo de ID de fábrica. El formato para su uso es: ;Kn donde "n" es una cadena de uno a doce caracteres alfanuméricos ASCII. Los caracteres válidos son: "0-9", "A-Z", "a-z", "0?", "1?", "2?", "3?", "4?", "5?", "6?", "7?", "8?", "9?". El campo no está presente en todos los productos Sensus. La especificación de producto individual debería consultarse para determinar si se soporta este campo</p>

FIG. 22b (cont.)

Unidades de medición	
Carácter	Unidades
0	Metros cúbicos
1	Pies cúbicos
2	Pulgadas cubicas
3	Yardas cúbicas
4	Galones US
5	Galones imperiales
6	Acre pies
7	Kilolitros
8	Litros
9	Vatios hora
10	Kilovatios hora

FIG. 23

Unidades de tiempo	
Carácter	Unidades
0	Milisegundos
1	Segundos
2	Minutos
3	Horas
4	Días
5	Años

FIG. 24