

SISTEMA DE MEDICIÓN

Campo de la Invención

[001] La presente descripción se inscribe en el campo de los sistemas de medición, tales como los sistemas de medición destinados a medir el consumo de energía eléctrica, y se refiere en particular a sistemas de medición configurados para comunicarse en una red, como una red en malla.

Fundamentos de la Invención

[002] Los medidores de electricidad centralizados pueden implementarse para combatir el robo de energía en zonas de alto riesgo. En un medidor de electricidad centralizado, uno o más medidores de electricidad para medir el consumo de energía eléctrica en un lugar pueden disponerse dentro de un gabinete seguro, que puede estar ubicado fuera del lugar.

[003] En un ejemplo, dicho gabinete seguro puede montarse en un poste y quedar, por lo general, fuera del alcance conveniente de vándalos o ladrones, lo que puede minimizar la probabilidad de violación y/o robo. En otros ejemplos, un gabinete seguro puede estar dispuesto a nivel del suelo.

[004] Los medidores de electricidad dentro del gabinete pueden estar en comunicación inalámbrica con los módulos de visualización remotos correspondientes ubicados

en los lugares a los que se suministra la energía eléctrica. Como tal, la información de consumo de energía eléctrica puede retransmitirse a los módulos de visualización remota de los medidores de electricidad correspondientes.

[005] De este modo, el medidor de electricidad en sí no necesita instalarse en los lugares, lo que minimiza la probabilidad de adulteración del medidor de electricidad.

[006] En algunos ejemplos, puede implementarse una cantidad sustancial de medidores eléctricos dentro de un único gabinete seguro. Estos medidores pueden gestionarse de forma remota en una red. Por ejemplo, los medidores pueden configurarse para transmitir datos correspondientes al consumo de un recurso a un dispositivo remoto, como un sistema central de recepción en una red.

[007] Para implementar dicha comunicación, es conocido el uso de una tarjeta de interfaz de red (NIC) conectada a cada medidor, lo que permite que cada medidor sea responsable de manera independiente de enviar su información de lectura a la red.

[008] Estas soluciones pueden ser complejas, costosas de implementar y mantener, y pueden requerir una sobrecarga sustancial de hardware y software.

[009] Además, las lecturas de medidores, como las lecturas de datos metrológicos, pueden necesitar

programarse de acuerdo con requisitos o regulaciones de uso. Dichas lecturas deben gestionarse de manera eficiente y optimizada para el tráfico de la red, sin sobrecargarla. Cuando varios módulos medidores están conectados mediante un único radio, por ejemplo, una sola NIC, la complejidad de gestión del envío de datos puede volverse excesivamente alta.

[0010] Por lo tanto, es deseable proporcionar un medio eficiente, de bajo costo, de baja complejidad y altamente confiable para permitir la comunicación entre una pluralidad de medidores, como los medidores dentro de un gabinete seguro y otros nodos en una red, como otros medidores o un sistema central de recepción. Además, es deseable proporcionar un medio eficiente, optimizado para el tráfico de la red y de baja complejidad para gestionar el envío de datos de una pluralidad de módulos medidores a través de un único radio.

[0011] Es, por lo tanto, un objetivo de al menos una modalidad de al menos un aspecto de la presente descripción evitar o, al menos, mitigar al menos una de las deficiencias identificadas anteriormente de la técnica anterior.

Sumario de la Invención

[0012] La presente descripción se inscribe en el campo de los sistemas de medición, tales como los sistemas de

medición destinados a medir el consumo de energía eléctrica, y se refiere en particular a sistemas de medición configurados para comunicarse en una red, como una red en malla. De acuerdo con un primer aspecto de la descripción, se proporciona un sistema de medición, el sistema comprendiendo: un módulo de comunicación configurado para comunicarse en una red; una pluralidad de receptáculos, cada receptáculo destinado a recibir un módulo medidor; y un circuito de procesamiento configurado para acoplar comunicativamente un módulo medidor recibido en cada receptáculo con el módulo de comunicación. El circuito de procesamiento está configurado para adaptar, con base en al menos una cantidad de módulos medidores recibidos, un programador para programar la ejecución de uno o más comandos para transmitir datos en la red.

[0013] Ventajosamente, dicho sistema de medición puede permitir la programación eficiente de comandos para la transmisión de datos desde un único módulo de comunicación acoplado a una pluralidad de módulos medidores. Tal solución puede exigir un cambio mínimo o ningún cambio en la perspectiva de un sistema de central de recepción en la red, en relación con las soluciones del estado de la técnica que pueden tener una programación dedicada para cada módulo medidor.

[0014] El término receptáculo se entenderá como que

incluye slots, por ejemplo, slots de módulo medidor, aunque se reconoce que los receptáculos no están limitados a una forma particular, por ejemplo, no están limitados a una forma de slot.

[0015] El circuito de procesamiento puede comprender uno o más procesadores. El circuito de procesamiento puede comprender una o más memorias, tales como memorias para el almacenamiento de datos y/o instrucciones. El circuito de procesamiento puede ser referido en la técnica como una "CPU". Como se describe con mayor detalle a continuación, el circuito de procesamiento puede estar configurado para ejecutar software/firmware y, en particular, puede comprender una pila de firmware, tal como una pila de firmware que comprende software de capa de aplicación y software de capa de enlace de datos.

[0016] En ejemplos, el circuito de procesamiento puede comprender el firmware RF Mesh IP/Wi-SUN para permitir que el sistema de medición se comuniquen en una red en malla, como se describe con mayor detalle a continuación.

[0017] En modalidades, el firmware RF Mesh IP/Wi-SUN puede comprender dos módulos: un módulo de firmware de plataforma y un módulo de Lectura Automatizada de Medidores (AMR). El módulo de firmware de la plataforma puede, por ejemplo, contener implementaciones relacionadas con la operación general de una radio, tales como mantenimiento de

red, responsabilidad, registro, gestión de energía y similares. El módulo AMR puede contener implementaciones que son específicas para un tipo de módulo medidor del cual deben realizarse las lecturas. En algunas modalidades, el programador está implementado en el AMR.

[0018] Los comandos pueden ser para transmitir paquetes basados en datos de al menos un módulo medidor y/o del circuito de procesamiento.

[0019] En ejemplos no limitativos, los comandos pueden comprender uno o más de los siguientes: comandos de paso genéricos; comandos para enviar datos de metrología; comandos para enviar perfiles de carga; comandos para enviar información de eventos; comandos para enviar datos de inicialización; y/o comandos para enviar datos de metrología instantáneos. Ejemplos de comandos se describen con mayor detalle en la descripción detallada a continuación.

[0020] El sistema de medición puede ser provisto en combinación con uno o más módulos medidores para medir el consumo de un recurso. Opcionalmente, el circuito de procesamiento puede estar configurado para mantener una lista de módulos medidores recibidos.

[0021] Por ejemplo, dicha lista puede almacenarse en una o más memorias descritas anteriormente.

[0022] El programador puede comprender una pluralidad

de slots de programación, estando cada slot de programación asociado con uno de uno o más comandos.

[0023] El programador puede comprender un contador y/o uno o más campos de bits asociados a cada slot de programación.

[0024] Para cada slot de programación, el circuito de procesamiento puede estar configurado para determinar, en una primera etapa, si un receptáculo seleccionado de la pluralidad de receptáculos tiene un módulo medidor recibido y, si se realiza una determinación positiva, ejecutar el comando asociado, en donde el receptáculo seleccionado está definido por un valor del contador.

[0025] Para cada slot de programación, el circuito de procesamiento puede estar configurado para, en una segunda etapa, incrementar el valor del contador.

[0026] Para cada slot de programación, el circuito de procesamiento puede estar configurado para repetir la primera y la segunda etapa al menos hasta que el contador haya sido incrementado por una cantidad correspondiente a la pluralidad de receptáculos.

[0027] Es decir, en modalidades ejemplificativas, para cada comando programado posible existe un contador que indica a qué módulo medidor se debe aplicar el comando programado en la próxima ejecución. Los receptáculos vacíos (por ejemplo, slots) y los receptáculos (por ejemplo,

slots) ocupados por un mismo módulo medidor se ignoran, de modo que el programador solo puede ejecutar el comando una vez en cada ciclo de período para cada medidor.

[0028] Para cada slot de programación, el circuito de procesamiento puede estar configurado además para determinar si un receptáculo seleccionado está recibiendo un módulo medidor polifásico.

[0029] Ventajosamente, dado que un módulo medidor polifásico puede ocupar más de un receptáculo (por ejemplo, más de un slot), el programador puede ventajosamente omitir los receptáculos utilizados por el mismo módulo medidor.

[0030] El circuito de procesamiento puede estar configurado para direccionar directamente un comando a un módulo medidor y/o al propio circuito de procesamiento.

[0031] Uno o más comandos pueden comprender un comando de inicialización para la transmisión de datos correspondientes a una configuración inicial del módulo medidor y/o del circuito de procesamiento en la red.

[0032] Ventajosamente, el comando de inicialización puede usarse para transmitir datos en una puesta en marcha inicial o después del mantenimiento o la modificación de un módulo medidor.

[0033] El sistema de medición puede comprender campos de bits configurados para indicar al menos uno de los siguientes: uno o más receptáculos para los cuales los

comandos de inicialización están habilitados; uno o más receptáculos para los cuales se han ejecutado comandos de inicialización; uno o más receptáculos para los cuales se ha sustituido un módulo medidor. Opcionalmente, una configuración de los campos de bits puede depender de la lista de módulos medidores recibidos.

[0034] En un ejemplo no limitativo, cada campo de bit de una pluralidad de campos de bits puede controlar para qué módulos medidores se activa un comando de inicialización (conocido como "Push Init Push", como se describe con mayor detalle a continuación.

[0035] Por ejemplo, una rutina puede enmascarar campos de bits de Dispositivos Lógicos, por ejemplo, módulos medidores o incluso el propio circuito de procesamiento, cuyo "Init Push" ya ha sido recibido

[0036] En un ejemplo, en una inicialización inicial, el circuito de procesamiento puede comenzar con todos los campos de bits establecidos, señalizando que todos los módulos medidores deben tener enviado su "Init Push" de dispositivo lógico. Tras la primera adquisición de una tabla de módulos medidores conectados, por ejemplo, la lista descrita anteriormente, el circuito de procesamiento puede entonces enmascarar cualesquiera campos de bits relacionados con receptáculos vacíos y con las fases inferiores en cualesquiera módulos medidores polifásicos.

[0037] El circuito de procesamiento puede ser configurable para programar la ejecución de uno o más comandos con base en un parámetro periódico y un parámetro aleatorio.

[0038] Cuando el parámetro periódico y el parámetro aleatorio están definidos, el programador puede estar configurado para dividir un período de tiempo predefinido entre los módulos medidores recibidos y distribuir la transmisión de paquetes para cada módulo medidor en un tiempo asignado a dicho módulo medidor.

[0039] Cuando el parámetro periódico está definido y el parámetro aleatorio está desactivado, el programador puede estar configurado para transmitir paquetes de cada módulo medidor recibido de manera secuencial a la red en intervalos periódicos.

[0040] Cuando el parámetro periódico y el parámetro aleatorio están desactivados, el programador puede estar configurado para ejecutar los comandos programados para todos los módulos medidores recibidos una vez y, a continuación, transmitir todos los paquetes.

[0041] Al modificar selectivamente una dirección de servidor objetivo en un driver cliente DLMS, el módulo de comunicación puede estar configurado para usar el direccionamiento HDLC para direccionar cada uno de los circuitos de procesamiento y cada al menos un módulo

medidor; y opcionalmente, en donde la dirección del servidor objetivo comprende: una dirección de dispositivo físico; y una dirección de dispositivo lógico correspondiente a, o basada en, una dirección lógica o identificador de cada módulo medidor.

[0042] La red puede ser una red en malla inalámbrica con salto de frecuencia y, opcionalmente, basada en un estándar IEEE 802.15.4g/e.

[0043] Cada módulo medidor puede ser un módulo medidor eléctrico para medir el consumo de energía eléctrica monofásica, bifásica o trifásica.

[0044] El sistema de medición puede comprender una carcasa, en la que la pluralidad de receptáculos y cada módulo medidor recibido, el circuito de procesamiento y al menos una parte del módulo de comunicación están dispuestos dentro de la carcasa.

[0045] La carcasa puede ser conocida en la técnica como gabinete y puede impedir o inhibir violaciones o actos de vandalismo, además de proporcionar protección ambiental al sistema de medición.

[0046] En un ejemplo no limitativo, el sistema de medición puede comprender doce módulos de medición acoplados a un único módulo de comunicación. En algunos ejemplos, el sistema de medición puede comprender varios grupos de módulos medidores, por ejemplo, cuatro grupos de

hasta doce medidores. En tales ejemplos, cada grupo puede tener un circuito de procesamiento asociado para acoplarse a uno o más módulos de comunicación.

[0047] El módulo de comunicación puede estar configurado para transmitir de manera inalámbrica paquetes basados en datos de al menos un módulo medidor a al menos un módulo de visualización remota asociado, en el que cada módulo de visualización remota se encuentra dispuesto fuera de la carcasa.

[0048] De acuerdo con un segundo aspecto de la descripción, se proporciona una red de sistema de medición que comprende: al menos un sistema de medición según el primer aspecto; uno o más módulos medidores recibidos en el sistema de medición, cada uno o más módulos medidores para medir el consumo de un recurso; y un sistema de central de recepción configurado para comunicarse con al menos un sistema de medición. El circuito de procesamiento de cada sistema de medición está configurado para adaptar, en función de al menos una cantidad de módulos medidores recibidos, un programador para programar la ejecución de uno o más comandos para transmitir datos al sistema de central de recepción.

[0049] El resumen anterior tiene carácter meramente ejemplificativo y no limitativo. La descripción incluye uno o más aspectos, modalidades de realización o

características correspondientes, ya sea de manera individual o en diversas combinaciones, estén o no específicamente declarados (incluyendo reclamados) en dicha combinación o individualmente. Debe entenderse que las características definidas anteriormente de acuerdo con cualquier aspecto de la presente descripción, o las relacionadas a continuación con cualquier modalidad específica de la descripción, pueden utilizarse solas o en combinación con cualquier otra característica definida, en cualquier otro aspecto o modalidad, o para formar otro aspecto o modalidad de la descripción.

Breve Descripción de los Dibujos

[0050] Estos y otros aspectos de la presente descripción se describen a continuación únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la **Figura 1** representa un diagrama de bloques de un sistema de medición ejemplificativo, de acuerdo con una modalidad de la descripción;

la **Figura 2** representa un ejemplo de diagrama de flujo para la ejecución de un slot de programación de un comando genérico, según una modalidad de la descripción;

la **Figura 3** representa un ejemplo de diagrama de flujo para la ejecución de un slot de programación de un comando de inicialización, según una modalidad de la descripción;

la **Figura 4** representa un ejemplo de diagrama de secuencia para la ejecución de comandos direccionados secuenciales, según una modalidad de la descripción;

la **Figura 5** representa otro ejemplo de diagrama de secuencia para la ejecución de comandos direccionados secuenciales, según una modalidad de la descripción; y

la **Figura 6** representa otro ejemplo de diagrama de secuencia para la ejecución de comandos direccionados secuenciales, según una modalidad de la descripción.

Descripción Detallada de los Dibujos

[0051] La Figura 1 representa un diagrama de bloques de un sistema de medición 100, según una modalidad de la presente descripción. El sistema de medición 100 comprende un módulo de comunicación 105 (por ejemplo, un radio, que puede implementarse como una NIC) y una pluralidad de receptáculos (por ejemplo, slots), cada receptáculo destinado a recibir un módulo medidor 110 (también referido como medidor, por ejemplo, un medidor de electricidad o un medidor para supervisar el consumo de otro recurso, como gas o agua). A modo de ejemplo no limitativo, el sistema de medición 100, en el ejemplo representado en la Figura 1, comprende doce receptáculos, cada uno ocupado por un módulo medidor monofásico de dos hilos (1P2W) 110 (etiquetado como "MM"). Sin embargo, se reconoce que un sistema de medición 100 puede comprender cualquier número de receptáculos (por

ejemplo, 2, 4, 6, 8 o 10 receptáculos) y que la presente descripción también es compatible con módulos medidores 110 adecuados para otras fuentes de alimentación (por ejemplo, fuentes bifásicas de tres hilos (2P3W) o trifásicas de cuatro hilos (3P4W)).

[0052] El sistema de medición 100 comprende adicionalmente un circuito de procesamiento 115 (también referido como CPU) configurado para acoplar comunicativamente cada módulo medidor 110 recibido en cada receptáculo al módulo de comunicación 105. El módulo de comunicación 105 está configurado para comunicarse en una red 120, por ejemplo, una red en malla.

[0053] En los ejemplos, el sistema de medición 100 representado en la Figura 1 puede estar ubicado en un gabinete (por ejemplo, un gabinete seguro o carcasa, según se describió anteriormente), por ejemplo, como parte de un sistema de medición centralizado, y cada módulo medidor 110 recibido puede estar asociado con diferentes ubicaciones donde se consume electricidad. Se reconoce que los módulos medidores 110 pueden añadirse y retirarse del sistema de medición 100 según sea necesario (por ejemplo, insertando y retirando los módulos medidores 110 de los receptáculos correspondientes), por ejemplo, cuando una ubicación se conecta o desconecta de la fuente de electricidad. Se entenderá que el término "sistema de medición", según se

utiliza en este documento, puede referirse a un sistema de medición 100 del tipo representado en la Figura 1, en el cual todos los receptáculos pueden, en principio, estar vacíos. En otras palabras, el sistema de medición 100 puede utilizarse en combinación con uno o más módulos medidores 110 (es decir, cuando los módulos medidores 110 son recibidos por los receptáculos del sistema de medición 100).

[0054] Dado que la cantidad de módulos medidores 110 recibidos es, por lo tanto, variable, resulta deseable que los comandos para transmitir datos se programen de manera eficiente de acuerdo con la cantidad de módulos medidores 110 presentes en el sistema de medición 100 en un momento determinado. Por lo tanto, según se describe aquí, el circuito de procesamiento 115 está configurado para adaptar, en función de al menos una cantidad de módulos medidores 110 recibidos, un programador para programar la ejecución de uno o más comandos para transmitir datos en la red 120.

[0055] La red 120 puede comprender un sistema de central de recepción configurado para comunicarse con el sistema de medición 100. En algunos ejemplos, la red 120 puede, por ejemplo, estar conectada a más de un sistema de medición 100 del tipo representado en la Figura 1. Cada circuito de procesamiento 115 en cada sistema de medición

100 de la red 120 puede estar configurado para adaptar, basándose al menos en la cantidad de módulos medidores 110 recibidos, un programador para programar la ejecución de uno o más comandos para transmitir datos al sistema de central de recepción.

[0056] En los ejemplos aquí descritos, la red 120 es una red en malla y el sistema de medición 100 se comunica con la red 120 mediante RF Mesh IP/Wi-Sun. El circuito de procesamiento 115 comprende una memoria en la que se almacena el firmware RF Mesh IP/Wi-Sun para permitir que el sistema de medición 100 se comuniquen en la red 120. Según se describe aquí, el firmware RF Mesh IP/Wi-Sun puede comprender dos módulos: un módulo de firmware de plataforma (que puede contener implementaciones relacionadas con las operaciones generales de un radio, como mantenimiento de red, responsabilidad, registro, gestión de energía y similares), y un módulo de Lectura de Medidor Automatizado (AMR) que contiene implementaciones específicas para el tipo de medidor del cual deben realizarse las lecturas. En los ejemplos que continúan, el programador se implementa en la AMR.

[0057] Una lista de los módulos medidores recibidos también puede almacenarse en la memoria del circuito de procesamiento 115. La lista puede mantenerse y actualizarse cuando un módulo medidor 110 es recibido y/o retirado de un

receptáculo del sistema de medición 100.

[0058] Para programar los comandos para varios dispositivos (por ejemplo, cada módulo medidor 110 y el circuito de procesamiento 115), el programador puede comprender una pluralidad de slots de programación, cada slot de programación asociado a un comando. En algunos ejemplos, cada módulo medidor 110 y el circuito de procesamiento 115 pueden denominarse "dispositivos lógicos".

[0059] La Figura 2 representa un ejemplo de diagrama de flujo 200, o diagrama de actividades, para la ejecución de un intervalo de programación de un comando genérico. Por ejemplo, el diagrama de flujo 200 puede representar un algoritmo implementado por el programador. Como se muestra en la Figura 2 y se describe con más detalle a continuación, el programador puede configurarse para ejecutar los procesos de la Figura 2 como un enlace 202. Por ejemplo, el programador puede iterar el enlace 202 una vez por cada receptáculo con un módulo medidor 110 recibido y puede omitir iteraciones asociadas a receptáculos vacíos o receptáculos ocupados por un módulo medidor 110 que también ocupa un receptáculo para el cual ya se realizó una iteración (por ejemplo, un módulo medidor polifásico, que puede ocupar más de un receptáculo), iterando únicamente un número de veces igual al número total de módulos medidores

110.

[0060] Por ejemplo, según se ilustra en la Figura 2, el programador puede comprender un contador, representado por NextMMSlot, donde uno o más campos de bits del contador están asociados a cada slot de programación. Un determinado slot de programación puede estar asociado a un receptáculo específico o al circuito de procesamiento 115. Al inicio del diagrama de flujo 200 (o algoritmo), el contador se establece, por ejemplo, en 0 o 1, en un paso 205.

[0061] Posteriormente, el programador puede iterar un enlace 210 para esperar hasta que el comando se haya ejecutado para el slot de programación actual (es decir, esperando a que transcurra el tiempo de ejecución del comando).

[0062] A continuación, el programador recorre un enlace 215 para determinar si el slot de programación actual está ocupado. Por ejemplo, el programador puede determinar si el slot de programación está ocupado basándose en una lista de módulos medidores recibidos, almacenada por el circuito de procesamiento 115, en la que cada módulo medidor de la lista puede asociarse con el respectivo campo de bits o valor de contador asociado al slot de programación. Si el slot de programación no está ocupado, el contador se incrementará en 1 (NextMMSlot++) hasta que se alcance un slot de programación ocupado.

[0063] En otro enlace 220, el programador puede determinar si el slot de programación actual está ocupado por un medidor polifásico. Por ejemplo, el programador puede determinar si una dirección lógica o identificador ("LanID") del módulo medidor asociado al slot de programación actual (NextMMSlot) es el mismo que la dirección lógica o identificador del módulo medidor asociado al siguiente slot de programación (NextMMSlot+1). Esto se debe a que un módulo medidor polifásico puede ocupar más de un receptáculo (por ejemplo, receptáculos adyacentes). Si la dirección lógica o identificador del módulo medidor asociado a los slots de programación actual y siguiente es la misma (es decir, si el receptáculo asociado al slot de programación actual está ocupado por un medidor polifásico), el contador se incrementará en 1 (NextMMSlot++) hasta que las direcciones lógicas o identificadores del módulo medidor asociado a los slots de programación actual y siguiente sean diferentes (es decir, hasta que el receptáculo asociado al slot de programación actual no esté ocupado por un medidor polifásico).

[0064] Al iterar los enlaces 215 y 210 descritos anteriormente, el programador es capaz de "saltar" slots de programación asociados a receptáculos vacíos y slots de programación asociados a receptáculos polifásicos a los cuales el comando ya se ha aplicado.

[0065] Los datos del dispositivo lógico (por ejemplo, el módulo medidor 110) que ocupa el slot de programación actual (ocupando el receptáculo) pueden luego recopilarse en un paso 232 y enviarse (por ejemplo, al sistema central) en un paso 234.

[0066] En ejemplos, los comandos aplicados a un dispositivo lógico por el algoritmo representado en el diagrama de flujo 200 pueden incluir: un "comando de paso genérico", un comando "enviar perfil de carga", un comando "enviar datos instantáneos (diariamente)", un comando "enviar eventos de asesoramiento", un comando "push init push", un comando "leer eventos del medidor" y/o un comando "enviar valores instantáneos". Se proporcionan más detalles sobre estos comandos en el Apéndice, más abajo.

[0067] Finalmente, en un paso 225, el programador incrementa el contador, por ejemplo, en 1 (NextMMSlot++), y el enlace 202, que comprende los enlaces 210, 215, 220 y el paso 225, se itera nuevamente para el siguiente slot de programación, con el fin de aplicar el comando al siguiente módulo medidor 110 o al circuito de procesamiento 115.

[0068] En un ejemplo, el contador puede funcionar de 0 a 12 (es decir, contando un total de 13 dispositivos lógicos) en un caso donde un sistema de medición 100 comprende 12 receptáculos y un circuito de procesamiento 115.

[0069] Para simplificar, en algunos ejemplos se puede suponer que la operación "NextMMSlot++" también aplica un módulo para contabilizar el número máximo de slots de programación (por ejemplo, $\text{NextMMSlot} = (\text{NextMMSlot} + 1 \% 13)$).

[0070] La Figura 3 representa un ejemplo de un diagrama de flujo 300 para la ejecución de un slot de programación correspondiente a un comando de inicialización. Por ejemplo, el diagrama de flujo 300 puede representar un algoritmo implementado por el programador. El diagrama de flujo 300 (o algoritmo) representado en la Figura 3 es similar al diagrama de flujo 200 (o algoritmo) representado en la Figura 2, pero el diagrama de flujo 300 de la Figura 3 comprende etapas adicionales, que se describen a continuación.

[0071] El comando de inicialización ilustrado en el diagrama de flujo 300 puede utilizarse en una puesta en marcha inicial del sistema de medición 100 o después del mantenimiento o la modificación de un módulo medidor 110 (por ejemplo, la inserción de un módulo medidor 110 en un receptáculo y/o la retirada de un módulo medidor 110 de un receptáculo). Como se muestra en el diagrama de flujo 300 y se describe a continuación, el programador puede aplicar un comando de inicialización ("Init Push") únicamente a aquellos dispositivos lógicos (por ejemplo, módulos

medidores 110 y/o el propio circuito de procesamiento 115) para los cuales el comando de inicialización esté habilitado en los slots de programación asociados. El programador puede enmascarar los dispositivos lógicos (los campos de bits asociados a dichos dispositivos lógicos) cuyo comando de inicialización ya haya sido recibido. Si la programación del comando de inicialización alcanza un determinado slot de programación y se determina que no hay ningún campo de bits activado para dicho slot, el comando de inicialización puede considerarse inútil y eliminarse de ese slot de programación.

[0072] Con referencia al diagrama de flujo 300 de la Figura 3, y de forma similar al diagrama de flujo 200 de la Figura 2, el programador puede comprender un contador, representado por NextMMSlot, en el que uno o más campos de bits del contador están asociados a cada slot de programación. Un determinado slot de programación puede estar asociado a un receptáculo específico o al circuito de procesamiento 115. Al inicio del diagrama de flujo 300 (o algoritmo), por ejemplo, durante la inicialización del algoritmo, el contador se fija, por ejemplo, en 0 o en 1 en una etapa 305.

[0073] Asimismo, al inicio del algoritmo, en una etapa 330, el programador define un argumento que indica que a todos los slots de programación debe aplicarse (por

ejemplo, enviarse) su comando de inicialización ("Init Push"). En otras palabras, el comando de inicialización queda habilitado para todos los slots de programación. En el ejemplo ilustrado en la Figura 3, el argumento de la etapa 330 es un argumento de 2 bytes, y un argumento con los bytes "FF FF" indica que el comando de inicialización está habilitado para todos los slots de programación.

[0074] En una etapa 335, el programador adquiere una tabla o lista de los módulos medidores recibidos 110 (es decir, de los receptáculos ocupados). Por ejemplo, la tabla o lista adquirida en la etapa 335 puede corresponder a la lista de módulos medidores recibidos que está almacenada en el circuito de procesamiento 115.

[0075] En un enlace 340, el programador determina, con base en la tabla o lista adquirida en la etapa 335, si el receptáculo (slot) asociado a cada slot de programación está ocupado. Si un receptáculo (slot) no está ocupado, el campo de bit asociado al slot de programación se borra. También en el enlace 340, el programador determina, verificando si una dirección lógica o identificador ("LanID") del módulo medidor asociado a cada slot de programación ("slot") es el mismo que la dirección lógica o identificador del módulo medidor asociado al siguiente slot de programación ("slot+1"), si el módulo medidor asociado al slot de programación actual es un medidor polifásico

(véase más arriba). Si el módulo medidor asociado a un slot de programación es un medidor polifásico, el campo de bit asociado a ese slot de programación se borra. El enlace 340, por lo tanto, borra cualesquiera campos de bit correspondientes a slots de programación vacíos o a slots de programación ocupados por medidores polifásicos, para evitar que el comando de inicialización se aplique a dichos slots de programación.

[0076] Posteriormente, en un enlace 350, el programador obtiene datos de inicialización (por ejemplo, datos de configuración, datos de programación, número de canales) para el dispositivo lógico (por ejemplo, el módulo medidor 110) que ocupa cada receptáculo (slot de programación) para el cual el comando de inicialización ha sido habilitado.

[0077] En el enlace 350, el programador puede iterar un enlace 310 para esperar hasta que el comando de inicialización haya sido ejecutado para el slot de programación actual (es decir, esperando que transcurra el tiempo de ejecución del comando de inicialización).

[0078] En un enlace subsecuente 302, similar al enlace 202 del fluxograma 200 representado en la Figura 2, el programador itera los enlaces 315 y 320 para determinar si el slot de programación actual está ocupado (enlace 315) y si el slot de programación actual está ocupado por un

medidor polifásico (enlace 320).

[0079] En una etapa 360, el programador determina si el comando de inicialización está habilitado para el slot de programación actual ("InitPushEnabled[NextMMSlot]?"). Si el comando de inicialización está activado, los datos de inicialización para ese slot de programación se obtienen (etapa 332) y se envían (por ejemplo, al sistema de central de recepción) (etapa 334) y, a continuación, en una etapa 325, el programador incrementa el contador ("NextMMSlot++") y el enlace 350 avanza al siguiente slot de programación. Si el comando de inicialización no está activado, el programador incrementa el contador ("NextMMSlot++") y el enlace 302 se itera para el siguiente slot de programación.

[0080] El campo "habilitar Init Push" (es decir, el campo que determina si el comando de inicialización está habilitado para un determinado slot de programación) se actualizará en cada inserción o retirada de medidor para reflejar dichos cambios, mientras que el campo de bits "habilitar Init Push" está habilitado para el circuito de procesamiento 115.

[0081] En algunos ejemplos, cuando se emite un comando "Confirmar registro" al circuito de procesamiento (y el campo de bit de habilitación se limpia), los cambios en la asignación de slots pueden no afectar al campo de bit de habilitación y la nueva asignación de slots debe

recuperarse mediante un comando Get Endpoint Configuration, identificándose los nuevos medidores mediante un MM Get Endpoint Configuration.

[0082] Con referencia a las Figuras 2 y 3, en algunos ejemplos, el tiempo de ejecución puede adaptarse para que un ciclo completo de ejecución (por ejemplo, una ejecución completa de comandos representada por el diagrama de flujo 200) quepa dentro de un período de tiempo especificado. Por ejemplo, si se especifica un período de tiempo de 1 hora para un determinado comando en un sistema con 6 módulos medidores 110, el programador puede espaciar los tiempos de ejecución en intervalos de 10 minutos dentro de ese período, de modo que el comando se ejecute para cada módulo medidor 110 durante dicho período.

[0083] Puede existir una programación específica para un determinado tipo de comando.

[0084] Las Figuras 4, 5 y 6 representan ejemplos de diagramas de secuencia para la ejecución de comandos direccionados secuencialmente. Los ejemplos de las Figuras 4, 5 y 6 pueden corresponder a un comando de "Paso Genérico". Un comando de Paso Genérico puede utilizarse para proporcionar datos de lectura arbitrarios de acuerdo con las necesidades de una empresa de servicios públicos (por ejemplo, electricidad, gas, agua, etc.). El comando Paso Genérico tiene los siguientes modos de

direccionamiento para un sistema de medición 100:

direccionamiento secuencial, en el que se interroga a todos los módulos medidores conectados 110 (el circuito de procesamiento 115 puede ignorarse); este modo puede utilizarse para lecturas periódicas o para una redefinición única de la demanda en todos los módulos medidores 110 de un sistema de medición 100; y

direccionamiento directo, en el que uno de los elementos disponibles (el circuito de procesamiento 115 o un módulo medidor 110) se selecciona explícitamente pasando su dirección lógica o identificador ("LanID") en el campo de argumentos.

[0085] La programación ejemplificativa representada en la Figura 4 puede ser útil en el caso de lecturas generales (usos de envío) de un módulo medidor.

[0086] La programación ejemplificativa representada en la Figura 5 puede ser útil en el caso de una lectura instantánea en un horario especificado con poco tiempo intermedio.

[0087] La programación ejemplificativa representada en la Figura 6 puede ser útil en un caso de uso de redefinición de facturación.

[0088] Tal como se describió anteriormente, un sistema de medición 100 descrito en este documento puede disponerse en una envolvente (por ejemplo, un gabinete) inaccesible

para posibles vándalos. El módulo de comunicación 110 del sistema de medición 100 puede configurarse para transmitir de forma inalámbrica los datos de cada módulo medidor 110 a un módulo de visualización remoto asociado, situado fuera de la envolvente, por ejemplo, en las instalaciones del consumidor.

[0089] Como se describió anteriormente, cada módulo medidor 110 y el circuito de procesamiento 115 del sistema de medición 100 pueden considerarse como un dispositivo lógico. Cada dispositivo lógico puede asociarse a una dirección o identificador lógico diferente (por ejemplo, "LanID" o ID LAN), que puede denominarse un "identificador de dispositivo" (por ejemplo, un número de identificación). Cuando el sistema de medición 100 está conectado a una red 120, el módulo de comunicación 105 puede ser direccionable por su ID LAN o por su dirección IPv6 asociada, ya que el módulo de comunicación 105 es un dispositivo de red RF Mesh IP/Wi-Sun. Sin embargo, el direccionamiento individual del circuito de procesamiento 115 y de los módulos medidores 110, de modo que la comunicación con estos dispositivos lógicos pueda efectuarse a través de un único módulo de comunicación 105, puede gestionarse en una capa de aplicación del firmware, tal como se describe en este documento.

[0090] Cuando un sistema de medición 100 (por ejemplo,

un nuevo gabinete, que puede equivaler al sistema de medición 100 de la Figura 1) se conecta a la fuente del proveedor de servicios (por ejemplo, electricidad), utilizando las direcciones lógicas del servidor de control de enlace de datos de alto nivel (HDLC), el módulo de comunicación 105 puede configurarse para direccionar el circuito de procesamiento 115 y los módulos medidores en un sistema de medición 100 simplemente cambiando la dirección del servidor objetivo en un controlador cliente de la Especificación de Mensajes en el Lenguaje de Dispositivos (DLMS). Un comando para direccionar los módulos medidores 110 puede ser emitido por el módulo AMR del firmware RF Mesh IP/Wi-Sun en el circuito de procesamiento 115. La respuesta, que comprende las direcciones de los módulos medidores 110, puede enviarse directamente al sistema central de recepción.

[0091] En general, las referencias a "memoria" aquí pueden referirse a una o más memorias no volátiles, por ejemplo, una EEPROM (por ejemplo, una memoria flash), un disco, CD o DVD-ROM, memoria programada, como memoria de solo lectura (por ejemplo, para firmware), una o más memorias volátiles (por ejemplo, RAM) y/o soportes de datos, como un soporte de señal óptico o eléctrico.

[0092] Las instrucciones (también denominadas código y/o datos) para implementar modalidades de la presente

descripción pueden comprender código fuente, objeto o ejecutable en un lenguaje de programación convencional (interpretado o compilado), como C, o código ensamblador, código para configurar o controlar un ASIC (Circuito Integrado de Aplicación Específica) o un FPGA (Arreglo de Puertas Programable en Campo), o código para un lenguaje de descripción de hardware.

[0093] Aunque la descripción se haya presentado en términos de modalidades particulares tal como se expuso anteriormente, debe entenderse que dichas modalidades son únicamente ilustrativas y que las reivindicaciones no se limitan a estas modalidades. Los expertos en la técnica serán capaces de realizar modificaciones y alternativas a la luz de la descripción, las cuales se consideran comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Cada característica descrita o ilustrada en el presente informe descriptivo puede incorporarse en cualquiera de las modalidades, ya sea de forma individual o en cualquier combinación adecuada con cualquier otra característica descrita o ilustrada en este documento.

Lista de los Números de Referencia

[0094]	100	Sistema de medición
	105	Módulo de comunicación
	110	Módulo medidor
	115	Circuito de procesamiento

120 Red

200 Diagrama de flujo para la ejecución de un slot de programación de un comando genérico

202 Enlace para ejecutar el comando agendado

205 Etapa para definir el contador como 0

210 Enlace para esperar hasta que se ejecute el comando

215 Enlace para determinar si el slot de programación está ocupado

220 Enlace para determinar si el slot de programación está ocupado por un medidor polifásico

225 Etapa para incrementar el contador

232 Etapa para reunir datos

234 Etapa para enviar datos

300 Diagrama de flujo para la ejecución de un slot de programación de un comando de inicialización

302 Enlace para ejecutar el comando agendado

305 Etapa para definir el contador como 0

310 Enlace para esperar hasta que se ejecute el comando

315 Enlace para determinar si el slot de programación está ocupado

320 Enlace para determinar si el slot de programación está ocupado por un medidor polifásico

325 Etapa para incrementar el contador

330 Etapa para habilitar el comando de inicialización para todos los slots de programación

332 Etapa para reunir datos de inicialización

334 Etapa para enviar datos de inicialización

335 Etapa para adquirir la tabla o lista de módulos medidores recibidos

340 Enlace para limpiar los campos de bits correspondientes a los slots de programación vacíos y a los slots de programación ocupados por medidores polifásicos

350 Enlace para obtener datos de inicialización

APÉNDICE

[0095] Los ejemplos de comandos programados disponibles aplicados al sistema de medición 100 aquí descritos se describirán brevemente a continuación:

[0096] Comando de Paso Genérico (código de ejemplo 01):

Puede programarse dirigido a un único módulo medidor 110 (como en un caso de uso de redefinición de demanda programada), o solo al circuito de procesamiento 115, o a todos los módulos medidores conectados 110 (como en una configuración de paquete de lectura);

Enviar perfil de carga (código de ejemplo 02):

Envía el perfil de carga relacionado con el siguiente módulo medidor conectado pendiente 110 (por ejemplo, un perfil de carga puede corresponder a un perfil histórico

obtenido mediante la lectura a intervalos regulares de las distintas cargas en el suministro, por ejemplo, paneles solares, cargadores de vehículos eléctricos, etc.);

Enviar Datos Snap (diariamente) (código de ejemplo 03):

Envía el perfil diario relacionado con el siguiente módulo medidor conectado pendiente 110 (el perfil diario puede ser similar al perfil de carga, pero obtenido únicamente durante un período de un día);

Enviar eventos de asesoramiento (código de ejemplo 04):

Ninguna modificación al sistema de medición 100, ya que se trata de un comando "solo radio" (envía el buffer interno del Registro de eventos universal);

Push Init Push (código de ejemplo 05):

Envía el "Init Push" (comando de inicialización) relacionado con el siguiente dispositivo lógico pendiente;

Leer Eventos del Medidor (código de ejemplo 06):

Leer los eventos relacionados con todos los Dispositivos Lógicos conectados. La identificación del dispositivo lógico puede presentarse como los primeros 4 bytes de argumento en un evento. Puede dar lugar al envío del registro de eventos universal de nuevos eventos de clase de alarma;

Enviar valores instantáneos (código de ejemplo 0B):

Envía los valores instantáneos (por ejemplo, tensiones, corrientes, etc.) relacionados con el siguiente módulo medidor conectado pendiente.

[0097] En relación con los comandos "Enviar perfil de carga", "Enviar datos snap (diariamente)" y "Enviar valores instantáneos", estos comandos pueden contar con la opción de direccionamiento secuencial; es decir, un comando programado de este tipo se aplicará siempre a todos los medidores. El tiempo de ejecución puede depender del indicador de aleatorización, al igual que en el caso del Paso Genérico. La opción de direccionamiento puede ser implícita, lo que significa que no se requiere ningún argumento adicional para especificar el direccionamiento secuencial.

[0098] En relación con el comando "Enviar eventos de asesoramiento", este comando puede no involucrar a los módulos medidores 110 ni al circuito de procesamiento 115; el comando puede enviar eventos desde el registro de eventos de radio. Este comando puede seguir el comando programado estándar de Enviar eventos de asesoramiento. El envío puede realizarse con el encabezado AMR refiriéndose al Elemento Lógico del circuito de procesamiento.

[0099] Con respecto al comando "Leer eventos del medidor", este comando puede activar la secuencia de lectura de eventos, en la cual el radio consulta el

circuito de procesamiento 115 y todos los módulos medidores 110 de manera triangular, y puede copiar cualquier nuevo evento encontrado a su Registro de eventos universal interno. Los nuevos eventos pueden activar el envío de un evento en función de la máscara de eventos aplicada en ese momento. Los eventos de asesoramiento o informativos pueden recuperarse mediante un mensaje Obtener eventos (0x0B00).