

RED DE MONITOREO Y CONTROL DE BOMBA

ANTECEDENTES

5 Un ambiente de producción de fluidos puede incluir múltiples instalaciones de pozo, cada una configurada con uno o más sistemas de bombeo que se usan para recolectar fluidos, por ejemplo, petróleo, para procesamiento y distribución adicionales. Los sistemas de
10 bombeo pueden incluir una variedad de maquinaria usada en el proceso de producción. La maquinaria puede configurarse para incluir sensores capaces de transmitir datos de sensores que pueden usarse para monitorear y controlar la maquinaria.

15 Los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA, por sus siglas en inglés) pueden incluir sistemas de monitoreo y control que usan computadoras, dispositivos de comunicación y comunicaciones de datos en red para monitorear y controlar la maquinaria o
20 los sistemas de la maquinaria basados en los datos de sensor recibidos. A medida que cambian los dispositivos informáticos, los equipos de telecomunicaciones y tecnologías de conexión en red, las porciones heredadas del sistema de monitoreo y control pueden requerir adaptaciones
25 o mejoras necesarias para asegurar la operación continua

del sistema diseñado originalmente en los costos y niveles de desempeño deseados.

SUMARIO

5

En un aspecto, la presente descripción también proporciona métodos para implementar una red paralela para el monitoreo y el control de la bomba en un ambiente de producción de fluidos. En una modalidad, el método
10 puede incluir la configuración de una primera red entre un primer dispositivo informático y un segundo dispositivo informático. El método puede incluir, además, la recepción de datos del sensor de la bomba mediante un primer dispositivo informático que incluye un procesador
15 de datos y un primer transceptor inalámbrico. Los datos del sensor de la bomba pueden generarse mediante uno o más sensores fijados en una bomba dentro de un ambiente de producción de fluidos. El uno o más sensores pueden acoplarse al primer dispositivo informático. El método
20 también puede incluir la transmisión de los datos del sensor de la bomba a un segundo dispositivo informático por medio de la primera red mediante el primer transceptor inalámbrico del primer dispositivo informático. El segundo dispositivo informático puede
25 incluir un procesador de datos, un controlador de campo remoto, un segundo transceptor inalámbrico y un tercer

transceptor inalámbrico. El método puede incluir, además, la transmisión, mediante el tercer transceptor inalámbrico del segundo dispositivo informático, de los datos del sensor de la bomba recibidos mediante el
5 segundo transceptor inalámbrico del segundo dispositivo informático a un servidor por medio de una segunda red diferente de la primera red. El servidor puede incluir un procesador de datos, un controlador de campo central y una memoria. El método también puede incluir el
10 procesamiento, mediante el controlador de campo central, de los datos recibidos del sensor de la bomba desde el tercer transceptor inalámbrico del segundo dispositivo inalámbrico. El método puede incluir, además, proporcionar los datos del sensor de la bomba procesados.

15 También se describen productos de programas informáticos no transitorios (es decir, productos de programas informáticos incorporados físicamente) que almacenan instrucciones, que cuando uno o más procesadores de datos de uno o más sistemas informáticos
20 los ejecutan, ocasiona que al menos un procesador de datos realice las operaciones de la presente descripción. Similarmente, también se describen programas informáticos que pueden incluir uno o más procesadores de datos y memoria acoplados al uno o más procesadores de
25 datos. La memoria puede almacenar instrucciones temporal o permanentemente, lo que ocasiona que al menos un

procesador realice una o más de las operaciones descritas en la presente descripción. Además, uno o más procesadores de datos pueden implementar métodos ya sea dentro de un único sistema informático o distribuidos 5 entre dos o más sistemas informáticos. Tales sistemas informáticos pueden conectarse y puedan intercambiar datos y/o comandos u otras instrucciones o lo similar por medio de una o más conexiones, que incluye una conexión a través de una red (p. ej., el internet, una red de área 10 amplia inalámbrica, una red de área local, una red de área amplia, una red cableada, o lo similar) por medio de una conexión directa entre uno o más de los sistemas informáticos múltiples, etc.

15

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Estas y otras características se comprenderán más fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con las figuras adjuntas, en las cuales:

20

la Figura 1 es un diagrama que ilustra una arquitectura ilustrativa de una red paralela para un sistema de monitoreo y control de bomba configurado con respecto a un ambiente de producción de fluidos;

la Figura 2 es un diagrama que ilustra una 25 modalidad ilustrativa de un sistema de monitoreo y control

de bomba en funcionamiento con respecto a una bomba configurada dentro del ambiente de producción de fluidos;

la Figura 3 es un diagrama que ilustra una modalidad ilustrativa de un método para operar un sistema de monitoreo y control de bomba configurado en un ambiente de producción de fluidos que usa la red paralela ilustrativa de la Figura 1; y

la Figura 4 es un diagrama en bloque de un sistema informático ilustrativo de acuerdo con una implementación ilustrativa del sistema de reinicio del sensor de la Figura 1.

Se observa que las figuras no están necesariamente a escala. Las figuras solo pretenden ilustrar aspectos típicos de la materia descrita en la presente descripción y, por lo tanto, no deben considerarse como limitantes del alcance de la descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Un campo de producción de fluidos puede incluir diferentes tipos de unidades de bombeo dispuestas en diferentes instalaciones de pozos. Las unidades de bombeo en las instalaciones de pozos pueden usar varios métodos de bombeo para extraer fluidos, por ejemplo, el petróleo de fracturas subterráneas. Cada unidad de bombeo puede accionarse y controlarse mediante varios dispositivos. Por ejemplo, la unidad de bombeo puede incluir un accionamiento de velocidad variable, un sensor de fondo de pozo y manómetros. Estos dispositivos leen diferentes tipos de datos y pueden suministrar los datos respectivos a una unidad terminal remota (p. ej., una RTU (por sus siglas en inglés)). La RTU puede configurarse para reunir datos de los dispositivos en cada ubicación de las instalaciones de pozos. La RTU puede proporcionar los datos reunidos mediante redes de comunicación inalámbrica a dispositivos informáticos, tales como servidores, que pueden configurarse para procesar los datos. Los dispositivos informáticos pueden ubicarse remotamente de la RTU y, en algunas configuraciones, pueden estar a muchos kilómetros de la RTU. Los dispositivos informáticos remotos pueden incluir un software controlador de campo, que puede ser el punto de procesamiento inicial de los datos para los datos proporcionados por las RTU.

Las RTU y los dispositivos informáticos remotos pueden configurarse como o dentro de un sistema SCADA. El protocolo de comunicación inalámbrica usado dentro de un sistema SCADA puede variar entre diferentes entidades o
5 clientes asociados con el sistema SCADA. Por ejemplo, en algunas configuraciones, el sistema SCADA puede configurarse con protocolos de comunicación inalámbrica que pueden incluir, pero no se limitan a, WiMAX, AirMAX, evolución a largo plazo (LTE, por sus siglas en inglés),
10 tasas de datos mejoradas para la evolución (EDGE, por sus siglas en inglés), frecuencia de radio (RF, por sus siglas en inglés), o lo similar. Estos protocolos de comunicación inalámbrica pueden configurarse para soportar diferentes rangos de cobertura que pueden
15 extenderse desde pocos metros hasta varios kilómetros.

Cuando el sistema SCADA se configura inicialmente, la red inalámbrica y los protocolos pueden implementarse para soportar el rango de distancias entre los pozos y una torre de comunicación. Durante la
20 configuración inicial, los puntos de acceso y/o equipo local del cliente (CPE, por sus siglas en inglés) que implementan un protocolo de comunicación inalámbrica pueden instalarse y conectarse a un puerto ethernet en cada RTU. Cada CPE puede configurarse con una dirección IP
25 que puede proporcionarse y controlarse mediante un sistema de gestión de red (NMS, por sus siglas en inglés). El CPE

puede proporcionar una primera red de punto a punto entre la RTU y la torre de comunicación. Sin embargo, cuando los pozos recientemente perforados se construyen fuera del rango de cobertura de la primera red puede ser difícil o
5 imposible transferir datos al software del controlador de campo del SCADA usando la primera red.

Para abordar esto, una segunda red extendida puede configurarse mediante la instalación de los CPE con conexión a red de terceros que soportan cualquier
10 protocolo de comunicación inalámbrica. Los CPE de la segunda red se instalarán en cada RTU que se ubica fuera del rango de cobertura. Un CPE de la segunda red puede conectarse a un puerto ethernet libre de una RTU y puede configurarse con una dirección IP personalizada para que
15 la RTU actúe como una estación base. Los CPE en la segunda red pueden acoplarse a la RTU que se configura dentro del área de cobertura del cliente por medio de un segundo puerto ethernet. Los CPE en la segunda red pueden configurarse dentro del rango de comunicación de la
20 primera red, aunque incluyen direcciones IP diferentes a la de los CPE de la primera red. Después, el punto de acceso puede configurarse como un concentrador para recolectar datos de todas las estaciones. Una versión del software del controlador de campo puede configurarse en
25 la RTU configurada como el punto de acceso. Esta RTU puede conectarse a la primera red, la red privada del

cliente, y también a la segunda red, que puede ser la red extendida y personalizada. De esta manera, la RTU puede recolectar datos y enviarlos a través de la primera red y la RTU también puede actuar como un controlador de campo para las otras estaciones para reunir datos de las RTU en la segunda red y proporcionar los datos a un software del controlador de campo por medio de la primera red.

En la presente descripción se proporciona un sistema de monitoreo y control de bomba mejorado que incluye sistemas, métodos y medios legibles por computadora para monitorear y controlar bombas en un ambiente de producción de fluidos mediante el uso de una o más redes. Los datos del sensor que identifican los datos operacionales asociados con la maquinaria a los cuales se acoplan los sensores pueden recibirse mediante un primer dispositivo informático que incluye un primer transceptor inalámbrico. El primer transceptor inalámbrico puede permitir que el primer dispositivo informático transmita los datos del sensor a través de una primera red a un segundo dispositivo informático que puede configurarse similarmente con un correspondiente primer transceptor inalámbrico. El segundo dispositivo informático también puede incluir un segundo transceptor inalámbrico diferente que puede configurarse para transmitir los datos del sensor al servidor de monitoreo y control de bomba por medio de una segunda red que es diferente de la primera red. El

segundo dispositivo informático puede, además, incluir un controlador de campo remoto (RFC, por sus siglas en inglés) que puede acoplarse al servidor de monitoreo y control de bomba para formar una red paralela o de respaldo con un programador que ya está instalado en el servidor de monitoreo y control de bomba y configurado para procesar los datos recibidos directamente del RFC. Al configurar el RFC dentro del segundo dispositivo informático, el servidor de monitoreo y control de bomba puede comunicarse directamente con el primer dispositivo informático por medio de la primera red establecida mediante los transceptores inalámbricos configurados en los primer y segundo dispositivos informáticos. De cualquier otra manera, la comunicación con el primer dispositivo informático no sería posible debido a cambios en la configuración de red o el equipo de telecomunicaciones y/o interfaces asociadas con el primer dispositivo informático.

De esta manera, el sistema de monitoreo y control de bomba mejorado descrito en la presente descripción puede proporcionar una red de respaldo para dispositivos informáticos configurados heterogéneamente dentro de un ambiente de producción de fluidos. Al configurar los dispositivos informáticos con los transceptores inalámbricos, como se describe en la presente descripción, para formar una primera red, así como configurar dispositivos informáticos selectos con instanciaciones

remotas de funcionalidades del controlador de campo, puede conseguirse una red resistente, asequible y escalable de dispositivos informáticos asociados con sensores desplegados en un arreglo geográficamente diverso. Esta red
5 puede implementar un modelo de red de esclavo-anfitrión para asegurar que un despliegue heredado de los dispositivos informáticos y de los equipos de telecomunicación pueda permanecer funcional dentro de un ambiente de producción de fluidos sin requerir
10 actualizaciones costosas y personalizadas para cada dispositivo informático individual.

En la presente descripción se analizan modalidades de los sistemas y los métodos correspondientes para proporcionar una red para el
15 control y monitoreo de bombas. Sin embargo, las modalidades de la descripción pueden usarse para monitorear y controlar otros tipos de maquinaria en un ambiente de producción de petróleo sin límites.

La Figura 1 es un diagrama que ilustra una
20 arquitectura ilustrativa de una red paralela para un sistema de monitoreo y control de bomba 100 configurado con respecto a un ambiente de producción de fluidos. En algunas modalidades, el ambiente de producción de fluidos 105 puede ser un ambiente de producción de petróleo 105 y el fluido
25 que se produce puede incluir petróleo. La arquitectura incluye un ambiente de producción de fluidos 105, una

pluralidad de estaciones base de telecomunicación 135, una estación principal de telecomunicación 140, un servidor de monitoreo y control de bomba 145 y un dispositivo cliente 170. Los componentes del ambiente de producción de petróleo 105 y el servidor de monitoreo y control de bomba 145 pueden incluirse en un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) que pueden configurar los operadores del ambiente de producción de petróleo 105.

El ambiente de producción de petróleo 105 incluye una pluralidad de pozos 110, tales como los pozos 110A-110D. Los pozos pueden configurarse para generar petróleo y pueden configurarse con una o más bombas que son operables para bombear petróleo de formaciones subterráneas en sistemas de procesamiento configurados para recolectar, procesar y distribuir el petróleo. Cada uno de los pozos 110 y la maquinaria asociada con estos puede configurarse con uno o más sensores para monitorear varios aspectos de la operación de la maquinaria y el pozo como un todo. Los sensores pueden acoplarse por medio de una red al servidor de monitoreo y control de bomba 145.

Los sensores que se configuran en relación con cada pozo 110 pueden acoplarse a una unidad terminal remota (RTU) 115. La RTU 115 puede configurarse como una interfaz que conecta la maquinaria acoplada al sensor al servidor de monitoreo y control de bomba 145. En algunas modalidades, la RTU 115 puede configurarse para aplicar configuraciones

de parámetros para controlar la maquinaria, tal como la bomba en una o más instalaciones de pozos. La RTU 115 es un módulo de comunicación de datos que se configura para realizar comunicaciones en serie usando el protocolo MODBUS. La RTU 115 lee los datos de múltiples sensores fijados en la bomba o configurados en la instalación del pozo en tiempo real o casi en tiempo real y escribe a algunos parámetros si la RTU 115 recibe un comando desde el RFC 120 y/o el controlador de campo central 150.

10 Como se muestra en la Figura 1, el sistema de monitoreo y control de bomba 100 puede incluir diferentes configuraciones de las RTU 115. En una primera configuración, como se muestra mediante la RTU 115A, la RTU puede incluir un primer transceptor inalámbrico 125 y un segundo transceptor inalámbrico 130. En esta primera configuración, la RTU 115 también puede incluir un RFC 120. En una segunda configuración, como se muestra mediante la RTU 115B, la RTU 115 puede incluir un primer transceptor inalámbrico, tal como un transceptor inalámbrico 125 y puede excluir un RFC, tal como el RFC 120. Estas diferentes configuraciones pueden permitir que las RTU 115 se comuniquen en un modelo de comunicación de esclavo-anfitrión y pueden operar para proporcionar una red paralela o de respaldo para transmitir y recibir datos de control o del sensor de la bomba en situaciones en donde una RTU 115 particular puede no incluir un

dispositivo de telecomunicación adecuado para comunicar los datos del sensor de la bomba a una RTU 115 que incluye un RFC 120. Como se muestra en líneas discontinuas, la RTU 115B o la RTU 115D puede ser una RTU esclava que puede
5 configurarse para transmitir datos de control o del sensor de la bomba por medio de un primer transceptor inalámbrico 125 a una RTU anfitrión, tal como la RTU 115A o la RTU 115C.

En algunas modalidades, una RTU 115 puede
10 incluir un RFC 120. El RFC 120 es similar al controlador de campo central 150 que puede configurarse en el servidor de monitoreo y control de bomba 145. Cuando se implementa dentro de una RTU 115 que se configura con un primer transceptor inalámbrico 125 y un segundo
15 transceptor inalámbrico 130, el RFC 120 puede operar para recolectar datos de las RTU 115 a las cuales se acopla, ya sea localmente, tal como la RTU 115A, o remotamente, tal como la RTU 115B, y transmite los datos por medio del segundo transceptor inalámbrico 130 al servidor de
20 monitoreo y control de bomba 145. Por ejemplo, como se muestra en líneas discontinuas, los datos del sensor de la bomba o los datos de control recibidos en una RTU anfitrión (p. ej., RTU 115A o RTU 115C) por medio del primer transceptor inalámbrico 125 se procesa mediante el
25 RFC 120 que puede configurarse dentro de las RTU 115A o RTU 115C anfitrión. Después, los datos de control y/o del

sensor de la bomba pueden proporcionarse desde el RFC 120 al segundo transceptor inalámbrico 130. Como se muestra por medio de las líneas discontinuas, los datos de control y/o del sensor de la bomba después pueden transmitirse directamente al programador 155 por medio de las estaciones base 135 y/o estaciones principales 140. El RFC 120 actúa para dirigir los datos del sensor y/o instrucciones de comando entre el servidor de monitoreo y control de bomba 145 y una RTU 115 particular. El desplegar el RFC 120 en las RTU 115 con un primer transceptor inalámbrico 125 y un segundo transceptor inalámbrico 130 permite que el controlador de campo central 150 dirija las transmisiones de datos o reciba datos para/desde una RTU 115 particular, aunque de cualquier otra manera la RTU 115 es inalcanzable desde el controlador de campo central 150. Por ejemplo, como se muestra por medio de las líneas discontinuadas en la Figura 1, la RTU 115B puede configurarse para comunicar los datos de control de la bomba y/o del sensor con el RFC 120 que puede instalarse en una RTU 115C en caso de que el RFC 120 configurado en la RTU 115A no pueda establecer comunicación directa con la RTU 115B. Como se muestra, además, con líneas discontinuas, después la RTU 115C puede transmitir los datos de control de la bomba y/o del sensor directamente al programador 155 que se configura en el programador del servidor de monitoreo y

control de bomba 14. Debido a que los datos de control y/o del sensor de la bomba asociados con la RTU 115B o la RTU 115D ya se han procesado mediante un RFC 120 configurado en una RTU 115, tal como la RTU 115A o la RTU 115D, respectivamente, los datos de control y/o del sensor de la bomba pueden reenviarse directamente al programador 155 sin el procesamiento inicial mediante el controlador de campo central 150.

Las RTU 115 pueden incluir un primer transceptor inalámbrico 125 y/o un segundo transceptor inalámbrico 130. Las RTU 115 también pueden conectarse entre sí por medio de una red paralela o de respaldo formada entre los primeros transceptores inalámbricos 125. La red paralela puede ser una red privada que facilita compartir datos de redes locales o campo cercano. La red paralela puede implementarse usando los primeros transceptores inalámbricos 125 y uno de los puertos ethernet existentes disponibles en la RTU 115 que está separada de los puertos usados para la configuración del segundo transceptor inalámbrico 130. Por lo tanto, los segundos transceptores inalámbricos 130 pueden actuar como un concentrador o un anfitrión para las RTU 115 que no incluye un RFC 120. Por ejemplo, la RTU 115A puede servir como anfitrión o concentrador a la RTU 115B. Cuando se despliega, el primer transceptor inalámbrico 125 de una RTU 115, tal como la RTU 115D, puede comunicar información de control y/o los datos

del sensor de la bomba con un primer transceptor inalámbrico 125 configurado en una segunda RTU 115, tal como la RTU 115C. Después, la segunda RTU 115 (p. ej., RTU 115C) puede transmitir, además, la información de control y/o los datos del sensor de la bomba por medio del RFC 120 y usar el segundo transceptor inalámbrico 130 que se configura en el servidor de monitoreo y control de bomba 145. En algunas modalidades, la RTU 115C puede transmitir directamente la información de control y/o los datos del sensor de la bomba al programador 155 por medio del segundo transceptor inalámbrico 130. En este ejemplo, la RTU 115D puede configurarse como un dispositivo esclavo para comunicar datos con la RTU 115C que puede configurarse como un dispositivo anfitrión e incluye un RFC 120.

El sistema de monitoreo y control de bomba 100 también incluye un segundo dispositivo informático, tal como el servidor de monitoreo y control de bomba 145 conectado a las RTU 115 anfitrión a través de una red implementada en una o más estaciones base 135 (p. ej., tales como las estaciones base 135A y 135) y una o más estaciones principales, tal como la estación principal 140. La red puede incluir, por ejemplo, cualquiera de una o más de una red de área de campus (CAN, por sus siglas en inglés), una red de área amplia (WAN, por sus siglas en inglés), una red de banda ancha (BBN, por sus siglas en inglés), el internet, una red WiMAX, o lo similar.

Además, la red puede incluir, pero no se limita a, cualquiera de una o más de las siguientes topologías de red, que incluye una red de buses, una red en estrella, una red en anillo, una red de malla, una red de estrella-bus, una red de árbol o jerárquica, y lo similar.

En ciertos aspectos, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 puede ser un servidor informático en la nube de servicios de una infraestructura como servicio (IaaS, por sus siglas en inglés) y puede soportar una plataforma como servicio (PaaS, por sus siglas en inglés) y software como servicio (SaaS, por sus siglas). El servidor de monitoreo y control de bomba 145 puede implementarse remotamente desde las RTU 115 y puede configurarse mediante el dispositivo cliente 170. Como se muestra en la Figura 1, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 incluye un controlador de campo central 150, un programador 155, una puerta de enlace 160 y una memoria 165. En términos generales, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 puede configurarse para recibir los datos del sensor desde las RTU 115 y para procesar los datos del sensor recibidos. El controlador de campo central 150 puede recolectar los datos desde las RTU 115 y verificar la validez de los datos recolectados. Después, el controlador de campo central 150 transmite el programador 155. El programador 155 organiza los datos en secuencias de datos, paquetes o tareas que pueden

proporcionarse como entradas a la puerta de enlace 160. La puerta de enlace 160 puede escribir los datos en una memoria o base de datos, tal como la memoria 165. Además, el controlador de campo central 150 puede recibir

5 comandos de control del sensor que pueden transmitirse desde el dispositivo cliente 170. El controlador de campo 150 puede ejecutar, además, instrucciones para transmitir los comandos de control del sensor a una RTU 115 particular que, posteriormente, puede transmitir los

10 comandos de control del sensor al correspondiente dispositivo (p. ej., el accionador de control de la bomba o cualquiera de las válvulas de motor asociadas con una bomba en un pozo específico 110 para el cual la RTU 115 particular tiene una ubicación conjunta).

15 Como se muestra en la Figura 1, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 incluye una memoria 165. La memoria 165 puede incluir una base de datos o estructura de datos similar que puede configurarse para almacenar condiciones operativas, informes de advertencia, planes de

20 acción de optimización, comandos de control de los sensores, datos del sensor recibidos, datos de la configuración de la RTU 115, transceptor inalámbrico 125 o 130, datos de configuración, así como datos de la red de telecomunicación asociada con las estaciones base de

25 telecomunicación 135 y estaciones principales de telecomunicación 140. La memoria 150 puede incluir

instrucciones ejecutables que ocasionan que el controlador de campo central 150 determine la aplicación de una configuración esclavo-anfitrión a una RTU 115 (p. ej., RTU 115B como un dispositivo esclavo) y una RTU 115 configurada con un RFC 120 (p. ej., RTU 115A como un dispositivo anfitrión). De esta manera, el controlador de campo central 150 puede determinar e implementar una red de respaldo o paralela para los datos de monitoreo y control de bomba generados y gestionados dentro del sistema 100.

Además, como se muestra en la Figura 1, el sistema de monitoreo y control de bomba 100 incluye un dispositivo cliente 170. El dispositivo cliente 170 al cual el servidor de monitoreo y control de bomba 145 se conecta a través de una red, puede ser, por ejemplo, computadoras de escritorio, computadoras portátiles, tabletas, dispositivos móviles (p. ej., un teléfono inteligente o PDA), o cualquier otro dispositivo que tiene las capacidades adecuadas de comunicación, memoria y procesador. El dispositivo cliente 170 incluye una pantalla 175. El dispositivo cliente 170 puede incluir un dispositivo cliente que se usa para configurar uno o más aspectos del sistema SCADA que incluye la funcionalidad asociada con las RTU 115, los RFC 120, el controlador de campo central 150, así como el servidor de monitoreo y control de bomba 145. El dispositivo cliente 170 puede ser cualquier dispositivo informático que se configure

adecuadamente para recibir entradas de usuario y para mostrar datos o contenido ejecutable asociado al sistema de monitoreo y control de bomba 100. Por ejemplo, el dispositivo cliente 170 puede usarse para ingresar datos de configuración asociados con un RFC 120 que puede desplegarse en una RTU 115 particular en un modo anfitrión para permitir comunicaciones con una RTU 115 que se ha configurado en un modo esclavo, tal como la RTU 115A que sirve como anfitrión de comunicación a una RTU 115B. En algunas modalidades, el dispositivo cliente 170 puede usarse para recibir entradas asociadas con la configuración de uno o más de los transceptores inalámbricos que pueden configurarse en una RTU 115 particular, tal como un primer transceptor inalámbrico 125 que puede configurarse en la RTU 115A o 115B, así como un segundo transceptor inalámbrico 130 que puede configurarse en una RTU 115 que se configura como un anfitrión y puede incluir un RFC 120, tal como la RTU 115B. En algunas modalidades, el dispositivo cliente 170 puede usarse para ingresar las condiciones operativas deseadas para un pozo petrolero o maquinaria de producción de petróleo que se configura dentro del ambiente de producción de petróleo 105.

Adicionalmente, el dispositivo cliente 170 puede mostrar, por medio de la pantalla 175, las condiciones operativas actuales, las tendencias históricas asociadas con las condiciones operativas, así como los informes de

advertencia, los planes de acción de optimización, los datos del sensor, los datos de configuración asociados con los transceptores inalámbricos 125 y/o 130, así como los comandos o instrucciones de control del sensor. El dispositivo cliente 170 puede proporcionar datos del sistema SCADA y/o datos asociados con la red de dispositivos transceptores inalámbricos que se configuran dentro del sistema de monitoreo y control de bomba 100 por medio de la pantalla 175. Los datos del sistema SCADA y los datos del sistema de monitoreo y control de bomba pueden proporcionarse en formatos gráficos y de texto. Los formatos gráficos pueden incluir una variedad de gráficos basados en el tiempo que miden las condiciones operativas y los intervalos de aplicación usados para un plan de acción de optimización particular para que los datos sean más fáciles de interpretar para el usuario. Los formatos gráficos también pueden incluir diagramas de red y/o mapas basados en el terreno de los dispositivos de comunicación desplegados que incluyen transceptores inalámbricos 125 y 130, estaciones base de telecomunicación 135 y estaciones principales de telecomunicación 140. En algunas modalidades, el dispositivo cliente 170 puede incluir un dispositivo informático móvil, tal como un teléfono inteligente, tableta o laptop que se conecta al servidor de monitoreo y control de bomba 145 por medio de los medios de comunicación inalámbricos o cableados.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra una modalidad ilustrativa de un sistema de monitoreo y control de bomba 200 en funcionamiento con respecto a una bomba configurada dentro del ambiente de producción de fluidos. La RTU 115, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 y el dispositivo cliente 170 son similares en estructura y función, como se muestra y describe en relación con la Figura 1, excepto donde se indique de cualquier otra manera.

Como se muestra en la Figura 2, el servidor de monitoreo y control de bomba ilustrativo 200 incluye un pozo 205. El pozo 205 puede ser un pozo que se configura para la producción de petróleo. El pozo 205 incluye una bomba 210. La bomba 210 puede incluir una bomba sumergible eléctrica, una bomba de cavidad progresiva, una bomba con varilla de succión y/o lo similar. Un número de componentes de la bomba también se incluyen en el sistema de monitoreo y control de bomba 200. Por ejemplo, el sistema incluye un número de sensores que se configuran para recolectar y proporcionar datos del sensor sobre uno o más aspectos de la bomba o del sistema de distribución de la bomba, tal como un sensor de presión del cabezal del pozo (WHPS, por sus siglas en inglés) 215, un sensor de presión de la línea de flujo (FLPS, por sus siglas en inglés) 220, un sensor de presión de entubado (CPS, por sus siglas en inglés) 225, y un sensor de fondo de pozo (DHS, por sus siglas en inglés)

230. Adicionalmente, el sistema de monitoreo y control de bomba 200 puede incluir un accionamiento de velocidad variable que controla la velocidad del motor de la bomba y el motor de la bomba de operación, por ejemplo, encendiendo o apagando el motor de la bomba. Los sensores adicionales también pueden configurarse en relación con el pozo o la bomba y pueden configurarse para funcionar con el sistema de monitoreo y control de bomba 200. Por ejemplo, el sensor de fondo de pozo 230 puede incluir sensores configurados para medir la temperatura y presión de toma, la temperatura y presión de descarga, así como las características de vibración de la bomba 210 mientras opera en el pozo 205.

Además, como se muestra en la Figura 2, el sistema de monitoreo y control de bomba 200 incluye un número de motores de bomba y una o más válvulas de motor. Por ejemplo, una válvula de motor de presión del cabezal del pozo (WHP-MV, por sus siglas en inglés) 235 se configura encima del pozo, por ejemplo, como parte de la configuración del cabezal del pozo. La válvula del motor de presión del cabezal del pozo 235 puede controlarse para ajustar la cantidad de presión en el cabezal del pozo. La configuración del cabezal del pozo mostrado en la Figura 2 también incluye un accionador de velocidad variable (VSD, por sus siglas en inglés) 240. El accionador de velocidad variable 240 es un dispositivo de accionamiento físico que puede configurarse para operar

la bomba en una variedad de diferentes velocidades o frecuencias, tales como 50 o 3600 revoluciones por minuto. El sistema de monitoreo y control de bomba 200 también puede incluir una válvula de motor de presión de línea de flujo (FLP-MV, por sus siglas en inglés) 245, una válvula de motor de presión de entubado (CPMV, por sus siglas en inglés) 250 y un distribuidor de distribución (DMV, por sus siglas en inglés) 255. El sistema de monitoreo y control de bomba 200 incluye, además, una RTU 115 que se acopla por medio de una red 260 al servidor de monitoreo y control de bomba 145. La RTU 115 incluye un primer transceptor inalámbrico 125 y en algunas modalidades, también puede incluir un segundo transceptor inalámbrico 130 mostrado en líneas discontinuas. En algunas modalidades, la RTU 115 también puede incluir un RFC 120 mostrado en líneas discontinuas. El servidor de monitoreo y control de bomba 145 se acopla al dispositivo cliente 170 por medio de una red 265.

En funcionamiento, el sistema de monitoreo y control de bomba 200 mostrado en la Figura 2, genera datos del sensor desde uno o más sensores, tal como el sensor de presión del cabezal del pozo 215, el sensor de presión de la línea de flujo 220, el sensor de presión de entubado 225 y el sensor de fondo de pozo 230. Adicionalmente, los datos del sensor pueden proporcionarse mediante el accionamiento de velocidad

variable 240 para indicar la velocidad de rotación actual del motor de la bomba, el amperaje del motor de la bomba y las tasas de voltaje aplicadas al motor de la bomba. En algunas modalidades, los datos del sensor pueden 5 recibirse mediante una RTU 115 que excluye un RFC 120. Una vez recibidos, los datos del sensor pueden transmitirse 260 al controlador de campo central 150 configurado en el servidor de monitoreo y control de bomba 145 que usa el segundo transceptor inalámbrico 130.

10 Los datos del sensor se reciben mediante el sistema de monitoreo y control de bomba 145, donde se procesan mediante el controlador de campo central 150 antes de pasar al programador 155 y la puerta de enlace 160 que se escribirá en la memoria 165 o se almacenará en una base 15 de datos del sensor configurada dentro de la memoria 165.

Adicional, o alternativamente, el sistema de monitoreo y control de bomba 200 mostrado en la Figura 2 puede operar para recibir los datos de control y/o del sensor de la bomba por medio de una RTU 115 esclava por 20 medio de un primer transceptor inalámbrico 125 que se configura en una RTU 115 anfitrión, que puede incluir un RFC 120 (mostrado en líneas discontinuas) y un segundo transceptor inalámbrico 130 (mostrado en líneas discontinuas en una RTU 115). Una vez que el RFC 120 25 procesa los datos recibidos y pueden transmitirse 265 por medio del segundo transceptor inalámbrico 130 directamente

al programador 155. Los datos de control y/o del sensor de la bomba recibidos mediante el programador 155 y proporcionados a la puerta de enlace 160 se escribirán en la memoria 165 o se almacenarán en una base de datos de los
5 datos del sensor configurados dentro de la memoria 165.

El servidor de monitoreo y control de bomba 145 recibe los datos del sensor desde el RFC 120 configurado dentro de una RTU 115 y procesa los datos del sensor recibidos. Los datos del sensor recibidos pueden
10 formatearse mediante el RFC 120 en un formato que puede archivarse comprimido, tal como un archivo ZIP. Los archivos ZIP recibidos del RFC 120 pueden tener aproximadamente 2 kB cada uno y pueden recibirse a una velocidad de un archivo ZIP por minuto. El archivo ZIP
15 contiene datos del sensor después de haberse sondeado o recibido desde varios sensores descritos en relación con la Figura 2, tales como la VSD 240, el WHPS 215, el DHS 230 o lo similar.

Los datos del sensor recibidos se procesan,
20 además, mediante el controlador de campo central 150. El controlador de campo central 150 coordina la recepción de los datos del sensor y la transmisión de las instrucciones de control para y desde los RFC 120. El controlador de campo central tiene comunicación directa con los RFC
25 configurados dentro de las RTU 115 por medio de la conexión de red permitida mediante los transceptores inalámbricos

130. Los datos del sensor pueden escribirse a una base de datos de los datos del sensor que se configura dentro de la memoria 165. En algunas modalidades, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 pueden transmitir 270 los datos de control y/o del sensor de bomba al dispositivo cliente 170, para la salida, tal como proporcionar los datos para mostrarlos por medio de la pantalla 175.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra una modalidad ilustrativa de un método para implementar una red de respaldo para monitorear y controlar la bomba dentro de un ambiente de producción de petróleo 105 usando el sistema de monitoreo y control de bomba ilustrativo 100 mostrado y descrito en relación con las Figuras 1 y 2. En ciertos aspectos, las modalidades del método 300 pueden incluir más o menos operaciones que las ilustradas en la Figura 3 y las operaciones pueden realizarse en un orden diferente al ilustrado en la Figura 3.

Por ejemplo, en la operación 305, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 configura una primera red entre una o más de las RTU 115. La primera red puede implementarse como una red de respaldo para usarse cuando una o más de las RTU 115 no se configuran con un RFC 120 y falta un segundo transceptor inalámbrico 130. La red puede implementarse configurando los primeros transceptores inalámbricos 125 de una RTU 115, tal como la RTU 115B, para intercambiar datos con un primer transceptor

inalámbrico 125 de una RTU 115 que se configura con un RFC 120, tal como la RTU 115D. La primera red puede configurarse para identificar cada una de las RTU 115 como dispositivos esclavos o dispositivos anfitriones. En 5 algunas modalidades, los pares de las RTU 115 esclavas y sus correspondientes RTU 115 anfitriones pueden configurarse como grupos RTU. Los grupos RTU pueden gestionarse basados en diferentes atributos o políticas mediante el controlador de campo central 150. 10 Adicionalmente, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 puede configurar la primera red basada en una o más de las aplicaciones de gestión de red configuradas en el servidor de monitoreo y control 145 y/o el dispositivo cliente 170.

15 En la operación 310, el primer dispositivo informático, tal como la RTU 115B o la RTU 115D, recibe los datos del sensor de la bomba. Los datos del sensor de la bomba pueden incluir datos del sensor desde un sensor de presión del cabezal del pozo, un sensor de presión de la 20 línea de flujo, un sensor de presión de entubado, un sensor de fondo de pozo y un sensor de velocidad de motor de la bomba, tal como un sensor de accionamiento de velocidad variable como se describe en relación con la Figura 2.

 En la operación 315, el primer dispositivo 25 informático, p. ej., la RTU 115B, transmite los datos del sensor de la bomba a un segundo dispositivo informático,

tal como la RTU 115A como se muestra en la Figura 1. Alternativamente, como se muestra con líneas discontinuas en la Figura 1, la RTU 115A puede transmitir alternativamente los datos del sensor de la bomba a una
5 RTU 115 diferente, tal como la RTU 115C. La RTU 115 puede transmitir los datos del sensor de la bomba como un dispositivo esclavo a cualquiera RTU 115 anfitrión que incluye un segundo transceptor inalámbrico 130 y para el cual se configura la RTU 115 esclava dentro del RFC 120
10 de la segunda RTU 115.

En la operación 320, el segundo dispositivo informático, p. ej., la segunda RTU 115, tal como la RTU 115A, transmite los datos del sensor de la bomba recibidos de la primera RTU 115, p. ej., la RTU 115B por medio de una
15 segunda red. La segunda red puede ser una red proporcionada por el cliente que es diferente de la primera red establecida entre las RTU 115 detectoras y las RTU 115 que se configuran con un RFC 120 y un segundo transceptor inalámbrico 130. La segunda red puede incluir una o más
20 estaciones base 135 y una o más estaciones principales 140 que son operables para proporcionar transmisiones de datos entre la RTU 115 configurada con el RFC 120 y el servidor de monitoreo y de control de la bomba 145.

En la operación 325, el servidor de monitoreo y
25 control de bomba 145 puede procesar los datos del sensor de la bomba recibidos. El servidor de monitoreo y control

de bomba 145 puede realizar una variedad de procesamiento
en los datos del sensor, que incluye monitorear los datos
del sensor para condiciones operativas anómalas, generar
reportes, alarmas o notificaciones con respecto a los
5 datos del sensor de la bomba, así como procesar los datos
de control de la bomba o del sensor de procesamiento.
Adicionalmente, el servidor de monitoreo y control de
bomba 145 puede procesar los datos del sensor de acuerdo
con una o más aplicaciones de gestión del sensor
10 configuradas en el servidor de monitoreo y control 145 y/o
dispositivo cliente 170.

En la operación 330, el servidor de monitoreo y
control de bomba 145 genera los datos del sensor de la
bomba procesados. En algunas modalidades, la generación de
15 datos puede incluir proporcionar datos del sensor de la
bomba a un dispositivo informático cliente que se acopla al
servidor 145, tal como el dispositivo cliente 170 donde los
datos del sensor de la bomba pueden mostrarse por medio de
una pantalla 175. En algunas modalidades, el servidor 145
20 puede generar los datos del sensor de la bomba procesados a
una memoria o a una base de datos, tal como una base de
datos que se configura dentro de la memoria 165. En algunas
modalidades, los datos del sensor de la bomba procesados
pueden incluir los datos ejecutables que requieren entradas
25 subsecuentes o adicionales para ejecutar la funcionalidad
asociada con los datos del sensor.

En la operación 335, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 puede realizar operaciones 305-330 repetitivamente basadas en un evento predeterminado, tal como un cambio en una o más RTU disponibles, o de cualquier otra manera configuradas dentro de la primera red. Por ejemplo, basados en la pérdida de energía de la RTU 115A o a una falla del segundo transceptor inalámbrico 130 de la RTU 115A, el monitoreo y control de bomba 145 puede reiniciar las operaciones 305-330, de tal manera que los datos del sensor de la RTU 115B no se transmitan más por medio de la primera red a la RTU 115A, pero en su lugar se transmitan a la RTU 115C como resultado de la reconfiguración de la primera red. En algunas modalidades, el servidor de monitoreo y control de bomba 145 puede reiniciar las operaciones 305-330 basadas en un intervalo de tiempo configurado por el usuario desde que ejecutó anteriormente la operación 305. Los intervalos de tiempo pueden incluir intervalos de minutos, tales intervalos que son de 5-15, 15-30, 30-60 o 60-180 minutos de duración. Los intervalos de tiempo pueden incluir, además, intervalos de días, tales como los intervalos que son de 5-1, 1-3, o 3-5 días de duración o más.

La Figura 4 es un diagrama en bloque 400 de un sistema informático 410 adecuado para usar en la implementación de componentes informáticos descritos en la presente descripción. En el panorama general, el

sistema informático 410 incluye al menos un procesador 450 para realizar acciones de acuerdo con las instrucciones, y uno o más dispositivos de memoria 460 y/o 470 para almacenar instrucciones y datos. El sistema informático ilustrativo ilustrado 410 incluye uno o más procesadores 450 en comunicación por medio de un bus 415 con memoria 470 y con al menos un controlador de interfaz de red 420 con una interfaz de red 425 para conectar a los dispositivos externos 430, p. ej., un dispositivo informático (tal como un sensor WHPS 215, una RTU 115 configurada con o sin un RFC 120, un dispositivo cliente 170, o un servidor de monitoreo y control de bomba 145). El uno o más procesadores 450 también están en comunicación, por medio del bus 415, entre sí y con cualquier dispositivo de E/S (I/O por sus siglas en inglés) en una o más interfaces de E/S 440, y cualquier otro dispositivo 480. El procesador 450 ilustrado incluye, o está directamente conectado a, una memoria caché 460. Generalmente, un procesador ejecutará las instrucciones recibidas de la memoria. En algunas modalidades, el sistema informático 410 puede configurarse dentro de un ambiente de informático en la nube, un ambiente informático virtual o en contenedores, y/o un ambiente de microservicios basado en la web.

En mayor detalle, el procesador 450 puede ser cualquier circuito lógico que procesa instrucciones, p.

ej., instrucciones traídas de la memoria 470 o caché 460. En muchas modalidades, el procesador 450 es un procesador incorporado, una unidad de microprocesador o un procesador de propósito especial. El sistema informático 5 410 puede basarse en cualquier procesador, p. ej., un procesador de señal digital (DSP, por sus siglas en inglés) adecuado, o un conjunto de procesadores capaces de operar como se describe en la presente descripción. En algunas modalidades, el procesador 450 puede ser un 10 procesador de un único núcleo o de múltiples núcleos. En algunas modalidades, el procesador 450 puede estar compuesto de múltiples procesadores.

La memoria 470 puede ser cualquier dispositivo adecuado para almacenar datos legibles por computadora. 15 La memoria 470 puede ser un dispositivo con almacenamiento fijo o un dispositivo para leer medios de almacenamiento removibles. Los ejemplos incluyen todas las formas de dispositivos de memoria, medios y memorias no volátiles, dispositivos de memoria semiconductores (p. 20 ej., EPROM, EEPROM, SDRAM, dispositivos de memoria flash y todos los tipos de memoria de estado sólido), discos magnéticos y discos magneto-ópticos. Un dispositivo informático 410 puede tener cualquier número de dispositivos de memoria 470.

25 Generalmente, la memoria caché 460 tiene una forma de memoria informática de alta velocidad colocada

muy cerca del procesador 450 para tiempos de escritura/lectura rápida. En algunas implementaciones, la memoria caché 460 es parte del procesador o está en el mismo chip que el procesador 450.

5 El controlador de interfaz de red 420 gestiona los intercambios de datos por medio de la interfaz de red 425. El controlador de interfaz de red 420 maneja el control de acceso de medios físicos y las capas de enlace de datos del modelo de la interconexión de sistemas
10 abiertos (OSI, por sus siglas en inglés) para la comunicación de la red. En algunas implementaciones, algunas de las tareas del controlador de la interfaz de red se manejan mediante el procesador 450. En algunas implementaciones, el controlador de la interfaz de red 420
15 es parte del procesador 450. En algunas implementaciones, un dispositivo informático 410 tiene múltiples controladores de la interfaz de red 420. En algunas implementaciones, la interfaz de red 425 es un punto de conexión para un enlace de red físico, p. ej., un conector
20 RJ 45. En algunas implementaciones, el controlador de la interfaz de red 420 soporta las conexiones de red inalámbrica y un puerto de interfaz 425 es un transceptor inalámbrico, tal como un transceptor inalámbrico 125 y 130. En algunas implementaciones, el transceptor inalámbrico 125
25 puede ser un nanodispositivo configurado para soportar las comunicaciones de datos en los múltiples rangos de anchos

de banda 5-50 Hz para dispositivos posicionados hasta 5 km de distancia. El transceptor inalámbrico del nanodispositivo 125 puede transmitir datos a 2,4 GHz hasta 150 MB/s. En algunas implementaciones, el transceptor inalámbrico 130 puede incluir un transceptor inalámbrico configurado para transmitir y recibir datos mediante el uso del estándar de comunicación de banda ancha WiMAX. Generalmente, un dispositivo informático 410 intercambia datos con otros dispositivos de red 430, tal como el dispositivo informático 430 por medio de enlaces inalámbricos o físicos a una interfaz de red 425. En algunas implementaciones, el controlador de la interfaz de red 420 implementa un protocolo de red, tal como LTE, TCP/IP ethernet, IEEE 802.11, IEEE 802.16 o lo similar.

Los otros dispositivos informáticos 430 se conectan al dispositivo informático 410 por medio de un puerto de interfaz de red 425. El otro dispositivo informático 430 puede ser un dispositivo informático entre pares, un dispositivo de red o cualquier otro dispositivo informático con funcionalidad de red. Por ejemplo, un dispositivo informático 430 puede ser un sensor WHPS 215, una RTU 115, un dispositivo cliente 170 y/o un sistema de monitoreo y control de bomba que puede configurarse dentro del servidor de monitoreo y control de bomba 145 ilustrado en la Figura 1. En algunas modalidades, el dispositivo informático 430 puede ser un

dispositivo de red, tal como un concentrador, un puente, un interruptor o un enrutador, que conecta el dispositivo informático 410 a una red de datos tal como la Internet.

En algunos usos, la interfaz de E/S 440 soporta
5 un dispositivo de entrada y/o un dispositivo de salida (no se muestra). En algunos usos, el dispositivo de entrada y el dispositivo de salida se integran en el mismo hardware, p. ej., como en una pantalla táctil. En algunos usos, tal como en un contexto del servidor, no
10 existe interfaz de E/S 440 o la interfaz de E/S 440 no se usa. En algunos usos, otros componentes adicionales 480 están en comunicación con el sistema informático 410, p. ej., dispositivos externos conectados por medio de un bus universal en serie (USB, por sus siglas en inglés).

15 Los otros dispositivos 480 pueden incluir una interfaz de E/S 440, puertos externos de dispositivos en serie y cualquier coprocesador adicional. Por ejemplo, un sistema informático 410 puede incluir una interfaz (p. ej., una interfaz de bus universal en serie (USB), o lo
20 similar) para conectar dispositivos de entrada (p. ej., un teclado, micrófono, ratón u otro dispositivo señalador), dispositivos de salida (p. ej., pantalla de video, altavoz, terminal de Braille actualizable o impresora), o dispositivos de memoria adicionales (p. ej., unidad flash
25 portátil o unidad de medios externa). En algunas implementaciones, un dispositivo de E/S se incorpora en el

sistema informático 410, p. ej., una pantalla táctil en una tableta. En algunas implementaciones, un dispositivo informático 410 incluye un dispositivo adicional 480 tal como un coprocesador, p. ej., un coprocesador de matemáticas que puede ayudar al procesador 450 con cálculos de alta precisión o complejos.

Los efectos técnicos ilustrativos de los métodos, sistemas y medios de almacenamiento legibles por computadora no transitorios descritos en la presente descripción incluyen, a manera de ejemplo no limitante, la configuración de una red para transmitir datos del sensor y datos de control dentro de un ambiente de producción de petróleo. Al configurar una pluralidad de dispositivos informáticos con uno o más transceptores inalámbricos, un modelo de conexión de red esclavo-anfitrión puede implementarse para permitir que un controlador de campo central reciba datos del sensor y transmita datos de control a la RTU 115 que no tiene conexión directa con el controlador de campo central. De esta manera, el controlador de campo central puede recibir y procesar los datos recibidos de un número mayor de las RTU que no tienen conexiones directas al servidor en el que se configura el controlador de campo central. Esto proporciona un sistema de monitoreo y control de bomba 100 que puede soportar eficientemente las operaciones de actualización o adaptación de dispositivos informáticos heredados que ya no

pueden transmitir o recibir datos del sensor o datos de control a través de la red heredada usada previamente para acoplar los dispositivos informáticos heredados. Por lo tanto, el sistema representa una mejora de la funcionalidad informática dentro de un sistema SCADA que monitorea y controla la maquinaria del pozo basado en los datos del sensor. De esta manera, el sistema de monitoreo y control de bomba mejorado 100 puede proporcionar instrucciones más fiables y más rápido a un número mayor de dispositivos informáticos acoplados para mantener la operación de la maquinaria y/o producción de la bomba lo más cercana posible a las condiciones operativas deseadas.

Se han descrito ciertas modalidades ilustrativas para proporcionar una comprensión general de los principios de la estructura, función, fabricación y uso de los sistemas, dispositivos y métodos descritos en la presente descripción. En las figuras adjuntas se han ilustrado uno o más ejemplos de estas modalidades. Los expertos en la técnica comprenderán que los sistemas, dispositivos y métodos específicamente descritos en la presente descripción e ilustrados en las figuras adjuntas son modalidades ilustrativas no limitantes y que el alcance de la presente invención se define únicamente por las reivindicaciones. Las características ilustradas o descritas en conexión con una modalidad ilustrativa pueden combinarse con las características de otras

modalidades. Se prevé que tales modificaciones y variaciones se incluyan dentro del alcance de la presente invención. Además, en la presente descripción, los componentes homónimos de las modalidades generalmente
5 tienen características similares y, por lo tanto, dentro de una modalidad particular cada característica de cada componente homónimo no está necesariamente elaborada.

La materia descrita en la presente descripción puede implementarse en circuitos electrónicos analógicos,
10 circuitos electrónicos digitales, y/o en software informático, firmware o hardware, que incluyen los medios estructurales descritos en esta especificación y sus equivalentes estructurales de los mismos, o en combinaciones de estos. La materia descrita en la
15 presente descripción puede implementarse como uno o más productos de programas informáticos, tales como uno o más programas informáticos incorporados de manera tangible en un portador de información (p. ej., en un dispositivo de almacenamiento legible por computadora), o incorporados
20 en una señal propagada, para la ejecución, o para controlar la operación del aparato de procesamiento de datos (p. ej., un procesador programable, una computadora, o múltiples computadoras). Un programa informático (también conocido como un programa, software,
25 aplicación de software o código) puede escribirse en cualquier forma de lenguaje de programación, que incluye

lenguajes compilados o interpretados, y puede desplegarse en cualquier forma, incluso como un programa independiente o como un módulo, componente, subrutina u otra unidad adecuada para usar en un ambiente informático. Un programa informático no corresponde necesariamente a un archivo. Un programa puede almacenarse en una porción de un archivo que contiene otros programas o datos en un único archivo dedicado al programa en cuestión, o en múltiples archivos coordinados (p. ej., archivos que almacenan uno o más módulos, subprogramas o porciones de código). Un programa informático puede desplegarse para ser ejecutado en una computadora o en múltiples computadoras en un sitio o distribuirse en múltiples sitios e interconectarse mediante una red de comunicaciones.

Los procesos y flujos lógicos descritos en esta especificación, que incluyen las etapas del método de la materia descrita en la presente descripción, pueden realizarse mediante uno o más procesadores programables que ejecutan uno o más programas informáticos para realizar las funciones de la materia descrita en la presente descripción mediante la operación de datos de entrada y la generación de salidas. Los procesos y flujos de lógica también pueden realizarse y el aparato de la materia descrita en la presente descripción pueden implementarse como circuitos lógicos de propósito especial, p. ej., una FPGA (por sus

siglas en inglés de matriz de puerta programable campo) o un ASIC (por sus siglas en inglés de circuito integrado específico de aplicación).

Los procesadores adecuados para la ejecución de un programa informático incluyen, a manera de ejemplo, tantos microprocesadores de propósito general y especial, y uno o más procesadores de cualquier tipo de computadora digital. Generalmente, un procesador recibirá instrucciones y datos de una memoria de solo lectura o de una memoria de acceso aleatorio o de ambos. Los elementos esenciales de una computadora son un procesador para ejecutar instrucciones y uno o más dispositivos de memoria para almacenar instrucciones y datos. Generalmente, una computadora incluirá también o se acoplará operativamente para recibir datos o transferir datos a, o ambos, uno o más dispositivos de almacenamiento masivo para almacenar datos, p. ej., discos magneto-ópticos o discos ópticos. Los portadores de información adecuados para incorporar datos e instrucciones del programa informático incluyen todas las formas de memorias no volátiles, que incluyen, a manera de ejemplo, dispositivos de memoria semiconductores (p. ej., EPROM, EEPROM y dispositivos de memoria flash); discos magnéticos (p. ej., discos duros internos o discos extraíbles), discos magneto-ópticos y discos ópticos (p. ej., discos CD y DVD). El procesador y la memoria pueden

complementarse con, o incorporarse en, un sistema de circuito lógico de propósito especial.

Para proporcionar la interacción con un usuario, la materia descrita en la presente descripción puede implementarse en una computadora que tiene un dispositivo de visualización, p. ej., un monitor de CRT, por sus siglas en inglés (tubo de rayos catódicos) o LCD, por sus siglas en inglés (pantalla de cristal líquido) para mostrar información al usuario, un teclado y un dispositivo señalador (p. ej., un ratón o un ratón de bola), por el cual el usuario puede proporcionar datos de entrada a la computadora. Otros tipos de dispositivos pueden usarse para proporcionar interacción con el usuario. Por ejemplo, la retroalimentación proporcionada al usuario puede ser cualquier forma de realimentación sensorial (p. ej., retroalimentación visual, retroalimentación auditiva o retroalimentación táctil) y la entrada del usuario puede recibirse en cualquier forma, que incluye la entrada táctil, hablada o acústica.

Las técnicas descritas en la presente descripción pueden implementarse usando uno o más módulos. Como se usa en la presente descripción, el término “módulo” se refiere a software informático firmware, hardware y/o varias combinaciones de estos. Sin embargo, como mínimo los módulos no deben interpretarse como un software que no se implementa en hardware, firmware o se registra en un medio

de almacenamiento de grabación legible por procesador no transitorio (es decir, los módulos no son software en sí). De hecho, “módulo” debe interpretarse como que siempre incluye al menos algunos hardware físicos no transitorios, tal como una parte de una computadora o procesador. Dos módulos diferentes pueden compartir el mismo hardware físico (p. ej., dos módulos diferentes pueden usar el mismo procesador e interfaz de red). Los módulos descritos en la presente descripción pueden combinarse, integrarse, separarse y/o duplicarse para soportar varias aplicaciones. También, una función descrita en la presente descripción que se realiza en un módulo particular puede realizarse en uno o más de otros módulos y/o por uno o más dispositivos en lugar de o en adición de la función realizada en el módulo específico. Además, los módulos pueden implementarse a través de múltiples dispositivos y/u otros componentes locales o remotos entre sí. Adicionalmente, los módulos pueden moverse desde un dispositivo y añadirse a otro dispositivo, y/o pueden incluirse en ambos dispositivos.

La materia descrita en la presente descripción puede implementarse en un sistema informático que incluye un componente de back-end (p. ej., un servidor de datos), un componente middleware (p. ej., un servidor de aplicaciones) o un componente de front-end (p. ej., una computadora cliente que tiene una interfaz gráfica de usuario o un navegador web a través de la cual un usuario

puede interactuar con una implementación de la materia descrita en la presente descripción), o cualquier combinación de tales componentes front-end, middleware y back-end. Los componentes del sistema pueden conectarse
5 mediante cualquier forma o medio de comunicación digital de datos, p. ej., una red de comunicación. Los ejemplos de redes de comunicación incluyen una red de área local (“LAN”) y una red de área amplia (“WAN”), p. ej., la Internet.

El lenguaje de aproximación, como se usa en la
10 presente descripción en toda la especificación y las reivindicaciones, puede aplicarse para modificar cualquier representación cuantitativa que legítimamente podría variar sin resultar en un cambio en la función básica a la que está relacionada. Por consiguiente, un valor
15 modificado mediante un término o términos, tales como “aproximadamente”, “alrededor de” y “sustancialmente” no se limita al valor exacto especificado. En al menos algunos casos, el lenguaje de aproximación puede corresponder a la precisión de un instrumento para medir el valor. Aquí y a
20 lo largo de la especificación y las reivindicaciones, las limitaciones de rango pueden combinarse y/o intercambiarse, tales rangos se identifican e incluyen todos los subrangos contenidos en estos, a menos que de cualquier otra manera lo indique el contexto o lenguaje.

25 Un experto en la técnica apreciará características y ventajas adicionales de la invención

basadas en las modalidades descritas anteriormente. Por consiguiente, la presente solicitud no debe limitarse a lo que se muestra y describe particularmente, excepto que se indica en las reivindicaciones anexas. Todas las
5 publicaciones y referencias citadas en la presente descripción se incorporan expresamente como referencia en su totalidad.