

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 450 121**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2011 E 11706102 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2537001**

54 Título: **Sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público**

30 Prioridad:

19.02.2010 US 709081

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

24.03.2014

73 Titular/es:

**ACCENTURE GLOBAL SERVICES LIMITED
(100.0%)**

**3 Grand Canal Plaza Grand Canal Street Upper
Dublin 4, IE**

72 Inventor/es:

TAFT, JEFFREY DAVID

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 450 121 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público

Antecedentes**Campo de la invención**

- 5 La presente invención está relacionada en general con un sistema y un método para gestionar una red de energía eléctrica, y más particularmente con un sistema para filtrar órdenes de dispositivos de red eléctrica de servicio público basándose en unos criterios predeterminados.

Técnica relacionada

- 10 Una red de energía eléctrica puede incluir algo o todo lo que se indica a continuación: generación de electricidad, transmisión de energía eléctrica y distribución de electricidad. La electricidad puede generarse utilizando estaciones generadoras, tales como una central eléctrica de carbón, una planta de energía nuclear, etc. Por motivos de eficiencia, la energía eléctrica generada se transforma hasta muy alta tensión (tal como 345 kV) y se transmite por unas líneas de transporte. Las líneas de transporte pueden transportar la energía eléctrica a largas distancias, tal como a través de fronteras estatales o a través de fronteras internacionales, hasta que llega al cliente mayorista, que puede ser una empresa que posee la red de distribución local. Las líneas de transporte pueden terminar en una subestación de transporte, que puede transformar la tensión muy alta en una tensión intermedia (tal como 138 kV). Desde una subestación de transporte, unas líneas de transporte más pequeñas (tal como sub-líneas de transporte) transportan la tensión intermedia a subestaciones de distribución. En las subestaciones de distribución, la tensión intermedia puede transformarse otra vez a una "media tensión" (tal como de 4 kV a 23 kV). Desde las subestaciones de distribución puede emanar uno o más circuitos alimentadores. Por ejemplo, de las subestaciones de distribución pueden emanar de cuatro a decenas de circuitos alimentadores. El circuito alimentador es un circuito trifásico que comprende 4 cables (tres cables para cada una de las 3 fases y un cable para el neutro). Los circuitos alimentadores pueden colocarse por encima del suelo (en postes) o ser subterráneos. La tensión en los circuitos alimentadores puede tomarse de forma periódica utilizando transformadores de distribución, que transforman la tensión desde "media tensión" a la tensión de consumo (tal como 240/120 V). La tensión de consumo puede entonces ser utilizada por el consumidor.

- Una o más compañías eléctricas pueden gestionar la red de energía eléctrica, incluido la gestión de fallos, el mantenimiento y las mejoras relacionadas con la red de energía eléctrica. Sin embargo, la gestión de la red de energía eléctrica es a menudo ineficaz y costosa. Por ejemplo, una compañía eléctrica que gestiona la red de distribución local puede gestionar los fallos que puedan producirse en los circuitos alimentadores o en los circuitos de encendido, llamados circuitos laterales, que se ramifican desde los circuitos alimentadores. La gestión de la red de distribución local se basa a menudo en llamadas telefónicas de los consumidores cuando se produce un corte o se basa en los trabajadores sobre el terreno que analizan la red de distribución local.

- 35 Las compañías eléctricas han intentado mejorar la red de energía eléctrica utilizando tecnología digital, a veces llamada "red eléctrica inteligente". Por ejemplo, los contadores inteligentes son un tipo de contador avanzado que identifica el consumo con más detalle que un contador convencional. El contador inteligente puede comunicar luego esa información a través de alguna red de nuevo a los servicios públicos locales con fines de monitorización y de facturación (telemedición). Otros dispositivos dentro de una red eléctrica inteligente también pueden controlarse mediante terminales remotos. Al permitir dispositivos dentro de una red eléctrica inteligente, se permite el control electrónico en los dispositivos mediante órdenes a una escala muy determinada, tal como un aparato importante en un hogar de cliente residencial o grandes equipos industriales de un cliente industrial. Si bien las órdenes de esta índole por sí mismas no son peligrosas para la salud general de una red eléctrica inteligente, muchas de estas órdenes ejecutadas en un período de tiempo relativamente corto pueden provocar efectos adversos en la red eléctrica inteligente.

- 45 El documento US-A1-2009/034419 está relacionado con una red inalámbrica de servicios públicos que contiene una pluralidad de nodos de servicio público que se comunican dentro de una red inalámbrica de servicio público. El portal a la red inalámbrica de servicio público se comunica con los nodos de servicio público en la red inalámbrica de servicio público y conecta la red inalámbrica de servicio público a por lo menos otra red. Un paquete se transmite desde un nodo del servicio público a otro nodo de servicio público según una ruta incluida en el paquete transmitido. La ruta incluida en el paquete transmitido se actualiza con información recibida de red para determinar el coste actualizado de ruta de la ruta incluida y se compara con rutas alternativas para seleccionar una ruta preferida en función del coste del recorrido. En el paquete se incluye la ruta preferida seleccionada y el paquete se transmite a otro nodo según la ruta preferida seleccionada.

- 55 El documento US-A 1-2004/139134 está relacionado con un filtro que comprende un primer dispositivo, un segundo dispositivo, un filtro dinámico y un monitor de dispositivos. El filtro dinámico se acopla con el primer dispositivo y el segundo dispositivo, y dirige de forma selectiva las órdenes al primer dispositivo y al segundo dispositivo sobre la

base del estado dinámico del primer dispositivo. El monitor de dispositivos se acopla al filtro dinámico y al primer dispositivo y es capaz de determinar el estado dinámico del primer dispositivo.

Breve compendio

5 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público como se expone en la reivindicación 1. Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un soporte legible por ordenador como se expone en la reivindicación 9.

10 Se proporciona un sistema de filtro de órdenes para filtrar órdenes de dispositivo dentro de una red eléctrica de servicio público. El sistema de filtro de órdenes puede implementarse en una red eléctrica inteligente para mejorar la gestión de una red eléctrica de servicio público. La red eléctrica inteligente, tal como se describe actualmente, incluye el uso de sensores en diversas partes de la red eléctrica de servicio público, utilizando comunicaciones y tecnología informática para mejorar la actual red de energía eléctrica de modo que pueda funcionar de manera más eficiente y fiable y soporte servicios adicionales para los consumidores. La red eléctrica inteligente, tal como se describe actualmente, puede mejorar una red eléctrica (*grid*) tradicional de distribución y de transmisión de electricidad, por ejemplo utilizando sólidas comunicaciones de dos vías, sensores avanzados y ordenadores distribuidos (incluyendo información adicional en la transmisión de energía eléctrica y/o distribución de electricidad). La red eléctrica inteligente puede incluir además una funcionalidad en las instalaciones de gestión central con el fin de gestionar las operaciones, detectar y corregir fallos, gestionar los recursos, etc.

20 Las órdenes que se utilizan para controlar diversos dispositivos dentro de la red eléctrica inteligente pueden generarse automática o manualmente. El sistema de filtro de órdenes se puede implementar en la red eléctrica inteligente para analizar cada una de las órdenes de dispositivos y autorizar a que las órdenes de dispositivos sean ejecutadas por un dispositivo en particular. El sistema de filtro de órdenes puede recibir cada orden de dispositivo dentro de la red eléctrica inteligente. El sistema de filtro de órdenes puede aplicar un conjunto de reglas a las órdenes de dispositivos. Basándose en la aplicación del conjunto de reglas, el sistema de filtro de órdenes puede autorizar la ejecución de las órdenes por parte de dispositivos en particular. El sistema de filtro de órdenes también puede impedir que las órdenes sean ejecutadas por los dispositivos en particular. El sistema de filtro de órdenes puede generar un mensaje de rechazo para cada orden que tiene impedida su ejecución. Cada mensaje de rechazo puede transmitirse a una fuente de origen de la orden de rechazo a una ubicación de supervisión para una intervención posterior.

30 El sistema de filtro de órdenes puede implementar diversas reglas predeterminadas para determinar si se debe dar la autorización para diversas órdenes. El sistema de filtro de órdenes puede analizar las órdenes recibidas simultáneamente o en intervalos de tiempo predeterminados. Las reglas predeterminadas pueden dirigirse hacia el número o tipo de órdenes recibidas. El sistema de filtro de órdenes puede recuperar datos históricos asociados con la red eléctrica inteligente, así como las condiciones de funcionamiento actuales para el uso en un análisis. Sobre la base de los datos históricos, el sistema de filtro de órdenes puede realizar una decisión de autorización sobre una orden o un grupo de órdenes en particular. Utilizando las condiciones de funcionamiento actuales junto con los datos históricos, el sistema de filtro de órdenes puede predecir un efecto en la red eléctrica inteligente debido a la ejecución de una o más órdenes que se consideran para la autorización. Las reglas predeterminadas se pueden aplicar para el efecto predicho para determinar si las órdenes deben ser autorizadas o no.

40 El sistema de filtro de órdenes puede implementarse en redes inteligentes que tienen diversas configuraciones. El filtro de órdenes puede ser implementado por buses de software dentro de la red eléctrica inteligente, tales como buses de redes de comunicación o buses de reconocimiento de sucesos de red eléctrica. El filtro de órdenes puede transmitir órdenes autorizadas directamente a los dispositivos o transmitir las órdenes a través de redes y sub-redes de comunicación. El sistema de filtro de órdenes puede ser un solo sistema configurado para recibir sustancialmente todas las órdenes de dispositivos dirigidas a través de la red eléctrica inteligente. En otras configuraciones, el sistema de filtro de órdenes puede distribuirse dentro de la red eléctrica inteligente, de modo que cada sistema de filtro de órdenes distribuido es responsable de analizar las órdenes asociadas a tipos específicos de dispositivos.

45 Otros sistemas, métodos, características y ventajas serán o se harán evidentes para un experto en la técnica tras el examen de las siguientes figuras y de la descripción detallada. Se pretende que todos esos sistemas, métodos, características y ventajas adicionales se incluyan en esta descripción, dentro del alcance de la invención y que estén protegidos por las siguientes reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un ejemplo de la arquitectura general de una red de energía eléctrica.

La Figura 2 es un diagrama de bloques del NÚCLEO INDE representado en la Figura 1.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de otro ejemplo de la arquitectura general de una red de energía eléctrica.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de la SUBESTACIÓN INDE representada en las Figuras 1 y 3.

La Figura 5 es un diagrama de bloques del DISPOSITIVO INDE representado en las Figuras 1 y 3.

La Figura 6 es un diagrama de bloques de todavía otro ejemplo de la arquitectura general de una red de energía eléctrica.

5 La Figura 7 es un diagrama de bloques de todavía otro ejemplo de la arquitectura general de una red de energía eléctrica.

La Figura 8 es un diagrama de bloques que incluye una lista de algunos ejemplos de los procesos de observabilidad.

La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo de los Procesos de Operaciones y Medición de Estado de Red Eléctrica.

La Figura 10 ilustra un diagrama de flujo de los procesos de Datos no de Funcionamiento.

10 La Figura 11 ilustra un diagrama de flujo de los procesos de Gestión de Sucesos.

La Figura 12 ilustra un diagrama de flujo de los procesos de Señalización de Respuesta a la Demanda (DR).

La Figura 13 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de módulo de filtro de órdenes.

La Figura 14 ilustra el ejemplo de módulo de filtro de órdenes de la Figura 13 implementado en una red eléctrica de servicio público.

15 La Figura 15 ilustra el ejemplo de módulo de filtro de órdenes de la Figura 13 implementado en otra red eléctrica de servicio público.

La Figura 16 ilustra el ejemplo de módulo de filtro de órdenes de la Figura 13 implementado en otra red eléctrica de servicio público.

20 La Figura 17 ilustra el ejemplo de módulo de filtro de órdenes de la Figura 13 implementado en otra red eléctrica de servicio público.

La Figura 18 ilustra un ejemplo de diagrama de flujo de funcionamiento del ejemplo de módulo de filtro de órdenes de la Figura 13.

Descripción detallada de los dibujos y de las realizaciones actualmente preferidas

25 A modo de resumen, las realizaciones preferidas que se describen más adelante están relacionadas con un sistema de filtro de órdenes. El sistema de filtro de órdenes puede recibir una orden destinada a controlar el funcionamiento de diversos dispositivos dentro de una red de energía eléctrica. El filtro de órdenes puede aplicar una o más reglas a las órdenes para determinar si las órdenes deben ser autorizadas para la ejecución por parte de los dispositivos destinados a su recepción.

Descripción de Arquitectura de Alto Nivel INDE

30 **Arquitectura General**

35 Cambiando a los dibujos, en donde los números de referencia similares hacen referencia a elementos similares, la Figura 1 ilustra un ejemplo de la arquitectura general para INDE. Esta arquitectura puede servir como un modelo de referencia que permite, de un extremo a otro, la recopilación, el transporte, el almacenamiento y la gestión de datos de red eléctrica inteligente; también puede proporcionar análisis y gestión analítica, así como la integración de todo lo anterior en los procesos y sistemas de servicios públicos. Por tanto, se puede considerar como una arquitectura por toda la empresa. Algunos elementos, tales como la gestión funcional y los aspectos de la propia red eléctrica, se mencionan con más detalle a continuación.

40 La arquitectura representada en la Figura 1 puede incluir hasta cuatro buses de datos y de integración: (1) un bus de datos de sensor de alta velocidad 146 (que puede incluir datos de funcionamiento y no de funcionamiento); (2) un bus exclusivo de procesamiento de sucesos 147 (que puede incluir datos de sucesos); (3) un bus de servicio de operaciones 130 (que puede servir para proporcionar información acerca de la red eléctrica inteligente a las aplicaciones de la parte administrativa del servicio público); y (4) un bus de servicios de empresa para los sistemas de la parte administrativa de TI (se muestra en la Figura 1 como el bus de entorno de integración de empresa 114 para dar servicio a la TI de empresa 115). Los buses de datos independientes se pueden conseguir de una o más maneras. Por ejemplo, dos o más de los buses de datos, tales como el bus de datos 146 de sensor de alta velocidad y el bus de procesamiento de sucesos 147, pueden ser segmentos diferentes en un único bus de datos. Específicamente, los buses pueden tener una estructura o plataforma segmentadas. Como se menciona con mayor

detalle más adelante, puede utilizarse hardware y/o software, tal como uno o más conmutadores, para encaminar los datos en los diferentes segmentos del bus de datos.

5 Como otro ejemplo, dos o más de los buses de datos pueden estar en buses independientes, tales como buses físicos independientes en términos de equipo físico necesario para transportar los datos en los buses independientes. Específicamente, cada uno de los buses puede incluir cables independientes entre sí. Además, algunos o todos los buses independientes pueden ser del mismo tipo. Por ejemplo, uno o más de los buses puede comprender una red de área local (LAN), tal como Ethernet® por cableado de par trenzado no blindado y Wi-Fi. Como se menciona con mayor detalle más adelante, puede utilizarse hardware y/o software, tal como un encaminador (*router*), para encaminar los datos sobre datos en un bus entre los diferentes buses físicos.

10 Como incluso otro ejemplo, dos o más de los buses pueden estar en diferentes segmentos en una sola estructura de bus y uno o más buses pueden estar en buses físicos independientes. Específicamente, el bus de datos 146 de sensor de alta velocidad y el bus de procesamiento de sucesos 147 pueden ser diferentes segmentos en un solo bus de datos, mientras que el bus de entorno de integración de empresa 114 puede estar en un bus físicamente independiente.

15 Aunque la Figura 1 representa cuatro buses, pueden utilizarse menor o mayor número de buses para transportar los cuatro tipos de datos enumerados. Por ejemplo, puede utilizarse un solo bus no segmentado para comunicar los datos de sensor y los datos de procesamiento de sucesos (con lo que lleva el número total de buses a tres), como se menciona más adelante. Y, el sistema puede funcionar sin el bus de servicio de operaciones 130 y/o el bus de entorno de integración de empresa 114.

20 El entorno de TI puede ser compatible con SOA. Una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA, *Service Oriented Architecture*) es un estilo arquitectónico de sistemas informáticos para la creación y uso de procesos de negocio, empaquetados como servicios, a lo largo de su ciclo de vida. SOA también define y abastece a la infraestructura de TI para permitir que diferentes aplicaciones intercambien datos y participen en los procesos del negocio. Aunque, el uso de SOA y del bus de servicios de empresa son opcionales.

25 Las figuras ilustran los diferentes elementos dentro de la arquitectura general, tal como los siguientes: (1) NÚCLEO INDE 120; (2) SUBESTACIÓN INDE 180; y (3) DISPOSITIVO INDE 188. Esta división de los elementos dentro de la arquitectura general es con fines ilustrativos. Puede utilizarse otra división de los elementos. La arquitectura INDE puede utilizarse para apoyar planteamientos centralizados y distribuidos de inteligencia de red eléctrica, y para proporcionar unos mecanismos para tratar con la escala en implementaciones grandes.

30 La arquitectura de referencia INDE es un ejemplo de la arquitectura técnica que puede implementarse. Por ejemplo, puede ser un ejemplo de una meta-arquitectura, que se utiliza para proporcionar un punto de partida para desarrollar cualquier número de arquitecturas técnicas específicas, una para cada solución de servicio público, como se menciona a continuación. De este modo, la solución específica para un servicio público en particular puede incluir uno, algunos o todos los elementos de la arquitectura de Referencia INDE. Y, la Arquitectura de Referencia INDE puede proporcionar un punto de partida estandarizado para desarrollo de soluciones. Más adelante se menciona la metodología para determinar la arquitectura técnica específica para una red de energía eléctrica en particular.

35 La Arquitectura de Referencia INDE puede ser una arquitectura por toda la empresa. Su finalidad puede ser la de proporcionar la estructura para la gestión de un extremo a otro del análisis y los datos de red eléctrica y la integración de estos en sistemas y procesos de servicio público. Dado que la tecnología de red eléctrica inteligente afecta a todos los aspectos de los procesos de negocio del servicio público, se debe ser consciente de los efectos no sólo en la red, operaciones y a nivel de instalaciones de los clientes, sino también a nivel de empresa y de la parte administrativa. En consecuencia, la Arquitectura de Referencia INDE puede, como de hecho lo hace, usar de referencia SOA a nivel de empresa, por ejemplo, con el fin de apoyar al entorno SOA para por motivos de interfaz. Esto no debe tomarse como una exigencia de que el servicio público debe convertir a SOA su entorno existente de TI antes de que pueda construirse y utilizarse una red eléctrica inteligente. Un bus de servicios de empresa es un mecanismo útil para facilitar la integración de la TI, pero no es necesario con el fin de implementar el resto de la solución de red eléctrica inteligente. El análisis que sigue se centra en los componentes diferentes de los elementos de la red eléctrica inteligente INDE.

Grupos de Componentes de INDE

50 Como se ha mencionado anteriormente, los diferentes componentes de la Arquitectura de Referencia INDE pueden incluir, por ejemplo: (1) NÚCLEO INDE 120; (2) SUBESTACIÓN INDE 180; y (3) DISPOSITIVO INDE 188. Las siguientes secciones explican estos tres grupos de elementos de ejemplo de la Arquitectura de Referencia INDE y proporcionan descripciones de los componentes de cada grupo.

NÚCLEO INDE

La Figura 2 ilustra el NÚCLEO INDE 120, que es la parte de la Arquitectura de Referencia INDE que puede residir en un centro de control de operaciones, como se muestra en la Figura 1. El NÚCLEO INDE 120 puede contener una arquitectura de datos unificada para el almacenamiento de datos de la red y un esquema de integración para el análisis de los datos. Esta arquitectura de datos puede usar como esquema de nivel superior el Modelo de Información Común (CIM, *Common Information Model*) de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, *International Electrotechnical Commission*). El CIM de IEC es un estándar desarrollado por la industria de la energía eléctrica que ha sido adoptado oficialmente por la IEC, con el objetivo de permitir la aplicación de software para el intercambio de información acerca de la configuración y el estado de una red eléctrica.

Además, esta arquitectura de datos puede hacer uso de software intermedio de federación 134 para conectar otros tipos de datos de servicio público (tal como, por ejemplo, datos de contador, datos de funcionamiento e históricos, archivos de registros y de sucesos), y archivos de conectividad de metadatos en una sola arquitectura de datos que puede tener un solo punto de entrada para el acceso de aplicaciones de alto nivel, incluyendo las aplicaciones de empresas. Los sistemas en tiempo real también pueden acceder a almacenes clave de datos a través del bus de datos de alta velocidad y varios almacenes de datos pueden recibir datos en tiempo real. Los diferentes tipos de datos pueden ser transportados dentro de uno o más buses en la red eléctrica inteligente. Como se explica más adelante en la sección de SUBESTACIÓN INDE 180, los datos de subestación pueden ser recopilados y almacenados localmente en la subestación. Específicamente, una base de datos, que puede asociarse y estar próxima a la subestación, puede almacenar los datos de subestación. El análisis perteneciente al nivel de subestación también se puede realizar en los ordenadores de la subestación y ser almacenados en la base de datos de la subestación y todos o parte de los datos pueden ser transportados al centro de control.

Los tipos de los datos transportados pueden incluir datos de funcionamiento y no de funcionamiento, sucesos, datos de conectividad de red eléctrica y datos de ubicación de red. Los datos de funcionamiento pueden incluir, pero no se limitan a, estado de conmutación, estado de alimentador, estado de condensador, estado de sección, estado de contador, estado de FCI, estado de sensor de línea, tensión, corriente, potencia real, potencia reactiva, etc. Los datos no de funcionamiento pueden incluir, pero no se limitan a, calidad de la energía, fiabilidad de la energía, salud de activos, datos de estrés, etc. Los datos de funcionamiento y los que no son de funcionamiento pueden ser transportados utilizando un bus de datos de funcionamiento/no de funcionamiento 146. Las aplicaciones de recopilación de datos en la transmisión de energía eléctrica y/o distribución de electricidad de la red de energía eléctrica pueden ser responsables de enviar parte o todos los datos al bus de datos de funcionamiento/no de funcionamiento 146. De este modo, las aplicaciones que necesitan esta información pueden ser capaces de obtener los datos mediante la suscripción a la información o mediante servicios de invocación que pueden hacer que estos datos estén disponibles.

Los sucesos pueden incluir mensajes y/o alarmas provenientes de los diversos dispositivos y sensores que son parte de la red eléctrica inteligente, como se menciona más adelante. Los sucesos pueden ser generados directamente desde los dispositivos y los sensores de la red eléctrica inteligente, así como ser generados desde las diversas aplicaciones de análisis basándose en los datos de medición de estos sensores y dispositivos. Unos ejemplos de sucesos pueden incluir el corte de contadores, alarma de contadores, corte de transformadores, etc. Los componentes de la Red como los dispositivos de red (sensores inteligentes de potencia (tal como un sensor con un procesador incorporado que puede programarse para tener capacidad de procesamiento digital) sensores de temperatura, etc.), componentes de sistema de energía eléctrica que incluye procesamiento integrado adicional (RTU, etc.), redes de contadores inteligentes (estado de contador, lecturas de contador, etc.), y los dispositivos móviles, la mano de obra en el terreno (sucesos de cortes, finalización de órdenes de trabajo, etc.) pueden generar datos de sucesos, datos de funcionamiento y no de funcionamiento. Los datos de suceso generados en el interior de la red eléctrica inteligente pueden transmitirse a través de un bus de sucesos 147.

Los datos de conectividad de red eléctrica pueden definir la disposición de la red eléctrica de servicio público. Puede haber una disposición base que define la disposición física de los componentes de la red eléctrica (subestaciones, segmentos, alimentadores, transformadores, conmutadores, reconectores, contadores, sensores, postes de servicio público, etc.) y de su interconexión en el momento de la instalación. Basándose en los sucesos dentro de la red eléctrica (fallos de componentes, actividades de mantenimiento, etc.), la conectividad de la red eléctrica puede cambiar de manera continua. Como se menciona con mayor detalle más adelante, la estructura de cómo se almacenan los datos, así como la combinación de los datos, permite la recreación histórica de la disposición de la red eléctrica en diversos tiempos pasados. Los datos de conectividad de red eléctrica pueden extraerse del Sistema de Información Geográfica (SIG) de manera periódica a medida que se hacen las modificaciones en la red eléctrica de servicio público y esta información se actualiza en la aplicación del SIG.

Los datos de ubicación de la red pueden incluir información acerca del componente de red eléctrica en la red de comunicación. Esta información puede utilizarse para enviar mensajes e información al componente de la red eléctrica en particular. Los datos de ubicación de la red pueden introducirse manualmente en la base de datos de la Red Eléctrica Inteligente a medida que en un Sistema de Gestión de Activos se instalan o extraen nuevos componentes de la Red Eléctrica Inteligente si esta información se mantiene electrónicamente.

Como se menciona con mayor detalle más adelante, es posible enviar los datos desde diversos componentes de la red eléctrica (tal como la SUBESTACIÓN INDE 180 y/o el DISPOSITIVO INDE 188). Los datos se pueden enviar al NÚCLEO INDE 120, de manera inalámbrica, cableada o una combinación de ambas. Los datos pueden ser recibidos por las redes de comunicación 160 de servicios públicos, que pueden enviar los datos al dispositivo de encaminamiento 190. El dispositivo de encaminamiento 190 puede incluir software y/o equipo físico para gestionar el encaminamiento de los datos por un segmento de un bus (cuando el bus comprende una estructura segmentada de bus) o por un bus diferente. El dispositivo de encaminamiento puede comprender uno o más conmutadores o un encaminador (*router*). El dispositivo de encaminamiento 190 puede comprender un dispositivo de red cuyo software y equipo físico encaminan y/o reenvían los datos a uno o más de los buses. Por ejemplo, el dispositivo de encaminamiento 190 puede encaminar los datos de funcionamiento/no de funcionamiento al bus 146 de datos de funcionamiento/no de funcionamiento. El encaminador también puede encaminar los datos de suceso al bus de sucesos 147.

El dispositivo de encaminamiento 190 puede determinar cómo encaminar los datos basándose en uno o más métodos. Por ejemplo, el dispositivo de encaminamiento 190 puede examinar una o más cabeceras en los datos de transmisión para determinar si encaminar los datos al segmento para el bus 146 de datos de funcionamiento/no de funcionamiento o al segmento del bus de sucesos 147. Específicamente, una o más cabeceras en los datos pueden indicar si los datos son datos de funcionamiento/no de funcionamiento (de modo que el dispositivo de encaminamiento 190 encamina los datos al bus 146 de datos de funcionamiento/no de funcionamiento) o si los datos son datos de suceso (de modo que el dispositivo de encaminamiento 190 encamina al bus de sucesos 147). Como alternativa, el dispositivo de encaminamiento 190 puede examinar el origen de los datos o la carga útil de los datos para determinar el tipo de datos (p. ej., el dispositivo de encaminamiento 190 puede examinar el formato de los datos para determinar si los datos son datos de funcionamiento/no de funcionamiento o datos de suceso).

Uno de los depósitos, tal como el almacén de datos de funcionamiento 137 que almacena los datos de funcionamiento, puede implementarse como una verdadera base de datos distribuida. Otro de los almacenes, el historiador (identificado como datos históricos 136 en las Figuras 1 y 2), pueden implementarse como una base de datos distribuida. Los otros “extremos” de estas dos bases de datos pueden ubicarse en el grupo de SUBESTACIONES INDE 180 (que se menciona más adelante). Además, los sucesos pueden almacenarse directamente en cualquiera de los diversos almacenes de datos a través del bus de procesamiento de sucesos. Específicamente, los sucesos pueden almacenarse en registros de sucesos 135, que puede ser un repositorio para todos los sucesos que se han publicado hacia el bus de sucesos 147. El registro de sucesos puede almacenar uno, algunos o todo de lo que se indica a continuación: id de suceso; tipo de suceso; fuente de sucesos; prioridad de sucesos; y momento de generación de sucesos. No es necesario que el bus de sucesos 147 almacene los sucesos a largo plazo, proporcionando la persistencia de todos los sucesos.

El almacenamiento de los datos puede ser de tal manera que los datos puedan estar lo más cerca posible o practicable del origen. En una implementación, esto puede incluir, por ejemplo, los datos de subestación almacenados en la SUBESTACIÓN INDE 180. Pero estos datos también pueden ser necesarios a nivel del centro de control de operaciones 116 para tomar diferentes tipos de decisiones que consideran la red eléctrica a un nivel muy granular. Junto con un planteamiento de inteligencia distribuida, para facilitar la disponibilidad de datos en todos los niveles de la solución puede adoptarse un planteamiento de datos distribuidos mediante el uso de enlaces entre las bases de datos y servicios de datos según sea aplicable. De esta manera, la solución para el almacén de datos históricos (que puede ser accesible en el nivel del centro de control de operaciones 116) puede ser similar al del almacén de datos de funcionamiento. Los datos pueden almacenarse localmente en la subestación y unos enlaces de base de datos configurados en el ejemplo de repositorio en el centro de control, proporcionan acceso a los datos en las subestaciones individuales. Los análisis de subestación pueden realizarse de forma local en la subestación utilizando el almacén local de datos. El análisis histórico/colectivo puede realizarse a nivel de centro de control de operaciones 116, accediendo a los datos de los casos de subestación local utilizando los enlaces de la base de datos. Como alternativa, los datos se pueden almacenar de forma centralizada en el NÚCLEO INDE 120. Sin embargo, dada la cantidad de datos que puede ser necesario transmitir desde los DISPOSITIVOS INDE 188, puede ser preferible el almacenamiento de los datos en los DISPOSITIVOS INDE 188. Específicamente, si hay miles o decenas de miles de subestaciones (lo que puede ocurrir en una red de energía eléctrica), la cantidad de datos que se necesita transmitir al NÚCLEO INDE 120 puede crear un cuello de botella en la comunicación.

Por último, el NÚCLEO INDE 120 puede programar y controlar una, algunas o todas las SUBESTACIONES INDE 180 o DISPOSITIVOS INDE 188 en la red eléctrica (se menciona más adelante). Por ejemplo, el NÚCLEO INDE 120 puede modificar la programación (tal como descargar un programa actualizado) o proporcionar una orden de control para controlar cualquier aspecto de la SUBESTACIÓN INDE 180 o del DISPOSITIVO INDE 188 (tal como el control de los sensores o el análisis). Otros elementos, no se muestran en la Figura 2, pueden incluir diversos elementos de integración para apoyar a esta arquitectura lógica.

La Tabla 1 describe ciertos elementos del NÚCLEO INDE 120 como se representa en la Figura 2.

ES 2 450 121 T3

Elemento de NÚCLEO INDE	Descripción
Servicios CEP 144	Proporcionan un procesamiento de secuencias de sucesos a alta velocidad y baja latencia, filtrado de sucesos y correlación de sucesos multi-flujo
Aplicaciones Analíticas Centralizadas 139 de Red Eléctrica	Puede consistir en cualquier número de aplicaciones analíticas comerciales o hechas a medida que se utilizan de una manera que no es en tiempo real, que funcionan sobre todo desde los almacenes locales de datos en el NÚCLEO
Servicios de Notificación/Visualización 140	Soporte para la visualización de datos, estados y secuencias de sucesos y notificaciones automáticas basadas en desencadenantes de sucesos
Servicios 141 de Gestión de Aplicaciones	Servicios (tales como Servicios de Soporte de Aplicaciones 142 y Soporte Informático Distribuido 143) que apoya al arranque y ejecución de aplicaciones, los servicios web y soporte para la informática distribuida y descarga remota automatizada de programas (p. ej., OSGi)
Servicios de Gestión de Red 145	Monitorización automática de las redes de comunicaciones, aplicaciones y bases de datos; monitorización de la salud del sistema, análisis de causas originales de fallos (no de red eléctrica)
Servicios de Metadatos de Red 126	Servicios (tales como Servicios de Conectividad 127, Traducción de Nombre 128 y Servicio TEDS 129) para almacenamiento, recuperación y actualización de metadatos del sistema, incluida la conectividad de red de sensores/comunicación y red eléctrica, listas de puntos, calibración de sensores, protocolos, puntos de consigan de dispositivos, etc.
Servicios 123 de Análisis/Datos de Red	Servicios (tales como Servicios 124 de Datos de Sensores y Servicios 125 de Gestión de Análisis) para apoyar el acceso a datos de la red eléctrica y al análisis de la red eléctrica; gestión de análisis
Sistema 121 de Gestión de Datos de Contador	Funciones de sistema de gestión de datos de contador (p. ej., Lodestar)
Servicios de Datos de Contador AMOS	Véase la explicación más adelante
Bus de Procesamiento de Sucesos Complejos en Tiempo Real 147	<p>El bus de mensajes dedicado a manejar secuencias de mensajes de sucesos - la finalidad de un bus exclusivo es proporcionar un gran ancho de banda y baja latencia para inundaciones con mensajes de sucesos con grandes altibajos. El mensaje de suceso puede ser en forma de mensaje XML. Pueden utilizarse otros tipos de mensajes.</p> <p>Los sucesos pueden separarse de los datos de funcionamiento/no de funcionamiento y pueden transmitirse en un bus independiente o exclusivo. Típicamente, los sucesos tienen una prioridad más alta ya que usualmente requieren alguna acción inmediata desde una perspectiva operacional del servicio público (mensajes desde contadores defectuosos, transformadores, etc.)</p> <p>El bus de procesamiento de sucesos (y el servicio asociado de procesamiento de correlación de sucesos representado en la Figura 1) puede filtrar las inundaciones de sucesos hasta una interpretación sobre la que pueden actuar mejor otros dispositivos. Además, el bus de procesamiento de sucesos puede coger varias secuencias de sucesos, encontrar diversos patrones que se producen a través de las múltiples secuencias de sucesos, y proporcionar una interpretación de las múltiples secuencias de sucesos.</p> <p>De esta manera, el bus de procesamiento de sucesos no puede simplemente examinar los datos de suceso desde un solo dispositivo,</p>

	<p>en lugar de mirar a múltiples dispositivos (incluidas múltiples clases de dispositivos que aparentemente pueden no estar relacionados entre sí) con el fin de encontrar correlaciones. El análisis de una o múltiples secuencias de sucesos puede basarse en reglas.</p>
<p>Bus 146 de Datos de Funcionamiento/no Funcionamiento en Tiempo Real</p>	<p>Los datos de funcionamiento pueden incluir datos que reflejan el estado actual del estado eléctrico de la red eléctrica que puede utilizarse en el control de la red eléctrica (p. ej., corrientes, tensiones, potencia verdadera, potencia reactiva, etc.). Los datos no de funcionamiento pueden incluir datos que reflejan la “salud” o estado de un dispositivo.</p> <p>Los datos de funcionamiento se han transmitido directamente a un dispositivo específico (creando de ese modo un potencial problema de “silo” de no poner los datos a disposición de otros dispositivos u otras aplicaciones). Por ejemplo, los datos de funcionamiento previamente se transmitieron al sistema SCADA (<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>, Adquisición de Datos y Control de Supervisión) para la gestión de la red eléctrica (monitorizar y controlar la red eléctrica). Sin embargo, utilizando la estructura de bus, los datos de funcionamiento también pueden utilizarse para el equilibrio de carga, utilización/optimización de activos, planificación del sistema, etc., como se menciona por ejemplo en las Figuras 10-19.</p> <p>Los datos no de funcionamiento se obtuvieron previamente mediante el envío de una persona sobre el terreno para recopilar los datos de funcionamiento (en lugar de enviar automáticamente los datos no de funcionamiento a un repositorio central).</p> <p>Típicamente, los datos de funcionamiento y no de funcionamiento se generan en los diversos dispositivos de la red eléctrica en unos momentos predeterminados. Esto es diferente a los datos de suceso, que típicamente se generan a ráfagas, como se menciona más adelante.</p> <p>Un bus de mensajes puede estar dedicado al manejo de secuencias de datos de funcionamiento y no de funcionamiento desde las subestaciones y dispositivos de red.</p> <p>El propósito de un bus exclusivo puede ser proporcionar una producción constante con baja latencia para que coincida con los flujos de datos; como se menciona en otra parte, puede utilizarse un solo bus para la transmisión de los datos de funcionamiento y no de funcionamiento y los datos de procesamiento de sucesos en algunas circunstancias (combinando eficazmente el bus de datos de funcionamiento/no de funcionamiento con el bus de procesamiento de sucesos).</p>
<p>Bus de Servicio de Operaciones 130</p>	<p>El bus de mensajes que admite la integración de las aplicaciones típicas de operaciones de servicio público (EMS (<i>energy management system</i>, sistema de gestión de energía), DMS (<i>distribution management system</i>, sistema de gestión de distribución), OMS (<i>outage management system</i>, sistema de gestión de cortes), SIG (sistema de información geográfica, o en inglés GIS, <i>geographic information system</i>), despacho) con las nuevas funciones y sistemas de redes inteligentes (DRMS (<i>demand response management system</i>, sistema de gestión de respuesta a la demanda), análisis externos, CEP, visualización). Los diversos buses, incluido el bus 146 de Datos de Funcionamiento/no de Funcionamiento, el bus 147 de datos de Sucesos y el bus 130 de Servicio de Operaciones pueden obtener información meteorológica, etc. a través de una infraestructura de seguridad 117.</p> <p>El bus de servicio de operaciones 130 puede servir como proveedor de información acerca de la red eléctrica inteligente para las</p>

	<p>aplicaciones de la parte administrativa del servicio público, como se muestra en la Figura 1. Las aplicaciones analíticas pueden convertir los datos en bruto de los sensores y los dispositivos de la red eléctrica en información procesable que se pondrá a disposición de las aplicaciones del servicio público para realizar acciones para controlar la red eléctrica. Aunque se espera que la mayoría de las interacciones entre las aplicaciones de la parte administrativa del servicio público y el NÚCLEO INDE 120 se produzcan a través de este bus, las aplicaciones del servicio público tendrán acceso a los otros dos buses y también consumirán datos de esos buses (por ejemplo, lecturas de contadores desde el bus de datos de funcionamiento/de no funcionamiento 146, sucesos de cortes desde el bus de cortes 147)</p>
Base de datos de los Datos CIM 132	<p>Almacén de datos de nivel superior para la organización de datos de la red eléctrica; utiliza el esquema de datos CIM de IEC, proporciona el punto de contacto principal para el acceso a los datos de la red eléctrica desde los sistemas operacionales y los sistemas de la empresa. El Software Intermedio de Federación permite la comunicación a las diversas bases de datos.</p>
Pequeño Almacén de Datos de Conectividad 131	<p>El pequeño almacén de datos (<i>damamart</i>) de conectividad 131 puede contener la información de conectividad eléctrica de los componentes de la red eléctrica. Esta información puede derivarse del Sistemas de Información Geográfica (SIG) del servicio público que posee la ubicación geográfica según se construyó de los componentes que componen la red eléctrica. Los datos del almacén de conectividad 131 pueden describir la información jerárquica de todos los elementos de la red (subestación, alimentador, sección, segmento, rama, t-sección, disyuntor, reconectador, conmutador, etc. - básicamente todos los activos). El pequeño almacén de datos de conectividad 131 puede tener la información de conectividad y activos según se construyó. De este modo, el pequeño almacén de datos de conectividad 131 puede comprender la base de datos de activos que incluye todos los dispositivos y los sensores conectados a los componentes de la red eléctrica.</p>
Repositorio 133 de Datos de Contador	<p>El repositorio 133 de datos de contador puede proporcionar un rápido acceso a datos de uso de contador para análisis. Este repositorio puede contener toda la información de lecturas de contadores de los contadores en las instalaciones de clientes. Los datos recopilados por los contadores pueden ser almacenados en un repositorio 133 de datos de contador y se proporcionan a otras aplicaciones del servicio público para la facturación (u otras operaciones de la parte administrativa) así como otros análisis.</p>
Registros de Sucesos 135	<p>Colección de archivos de registro relacionados con el funcionamiento de los diversos sistemas de servicios públicos. Los registros de sucesos 135 pueden utilizarse para el análisis posterior de los sucesos y para la minería de datos</p>
Datos Históricos 136	<p>Archivo de datos de telemetría en forma de un historiador de datos estándar. Los datos históricos 136 pueden contener los datos no de funcionamiento en series temporales, así como los datos de funcionamiento históricos. El análisis que atañe a los asuntos como la calidad de la potencia, la fiabilidad, la salud de activos, etc. se puede realizar utilizando los datos que hay en los datos históricos 136. Además, como se menciona a continuación, los datos históricos 136 pueden utilizarse para derivar la topología de la red eléctrica en cualquier momento mediante el uso de los datos históricos de funcionamiento en este repositorio junto con la topología de red, según se construyó, almacenada en el pequeño almacén (<i>datamart</i>) de datos de conectividad.</p> <p>Además, los datos pueden almacenarse en un registro plano, como</p>

	se menciona a continuación.
Datos de Funcionamiento 137	Los datos de funcionamiento 137 pueden comprender una base de datos de funcionamiento de red eléctrica en tiempo real. Los Datos de Funcionamiento 137 pueden construirse de una forma distribuida de verdad con los elementos en las subestaciones (con enlaces en los Datos de Funcionamiento 137) así como el centro de Operaciones. Específicamente, los Datos de Funcionamiento 137 pueden contener las mediciones de datos obtenidas de los sensores y de los dispositivos conectados a los componentes de la red. Las mediciones de datos históricos no están contenidas en este almacén de datos, en cambio se mantienen en los datos históricos 136. Las tablas de base de datos de los Datos de Funcionamiento 137 pueden actualizarse con las últimas mediciones obtenidas de estos sensores y dispositivos.
Archivos DFR/SER 138	La grabadora digital de datos y los archivos de grabadora de sucesos en serie; utilizados para el análisis de sucesos y la minería de datos; son unos archivos que generalmente son creados en las subestaciones por los sistemas y equipos de servicios públicos

Tabla 1: Elementos del NÚCLEO INDE

Como se menciona en la Tabla 1, el bus de datos en tiempo real 146 (que comunica los datos de funcionamiento y no de funcionamiento) y el bus de procesamiento de sucesos complejos en tiempo real 147 (que comunica los datos de procesamiento de sucesos) en un solo bus 346. Un ejemplo de esto se ilustra en el diagrama de bloques 300 de la Figura 3.

Como se muestra en la Figura 1, los buses están separados por motivos de prestaciones. Para el procesamiento de CEP, la baja latencia puede ser importante en ciertas aplicaciones que están sometidas a grandes ráfagas de mensajes. La mayoría de los flujos de datos de la red eléctrica, por otro lado, son más o menos constantes, con la excepción de los archivos de la grabadora digital de datos, pero estos usualmente se pueden recuperar de forma controlada, mientras que las ráfagas de sucesos son asincrónicas y aleatorias.

La Figura 1 muestra además unos elementos adicionales en el centro de control de operaciones 116 aparte del NÚCLEO INDE 120. Específicamente, la Figura 1 muestra además una Central(es) de Recopilación de Datos de Contador 153, un sistema que es responsable de comunicarse con los contadores (tal como recopilar los datos desde ellos y proporcionar los datos recopilados al servicio público). El Sistema de Gestión de Respuesta a la Demanda 154 es un sistema que se comunica con el equipo en una o más instalaciones del cliente que pueden ser controlados por el servicio público. El Sistema Gestión de Cortes 155 es un sistema que asiste a un servicio público en la gestión de cortes mediante el seguimiento de la ubicación los cortes, mediante la gestión de lo que se despacha y por cómo se reparan. El Sistema de Gestión de Energía 156 es un sistema de control de nivel de sistema de transmisión que controla los dispositivos de las subestaciones (por ejemplo) en la red eléctrica de transmisión. El sistema de gestión de distribución 157 es un sistema de control de nivel de sistema de distribución que controla los dispositivos de las subestaciones y de los dispositivos alimentadores (por ejemplo) para las redes de distribución. Los Servicios de Red IP 158 son un conjunto de servicios que funcionan en uno o más servidores que soportan comunicaciones de tipo IP (tal como, TCP/IP, SNMP, DHCP y FTP). El Sistema 159 de Datos Móviles de Despacho es un sistema que transmite/recibe mensajes a terminales móviles de datos sobre el terreno. Las Herramientas 152 de Simulación de Red, Análisis de Iluminación, Planificación y Análisis de Flujo de Carga y de Circuitos son una colección de herramientas utilizada por un servicio público para el diseño, análisis y planificación de las redes eléctricas. La Gestión de IVR (respuesta de voz integrada) y de Llamadas 151 son sistemas para manejar las llamadas de los clientes (de forma automatizada o por asistentes). Las llamadas telefónicas entrantes relativas a cortes pueden introducirse automática o manualmente y transmitirse al Sistema de Gestión de Cortes 155. El Sistema de Gestión Trabajo 150 es un sistema que monitoriza y gestiona órdenes de trabajo. El Sistema de Información Geográfica 149 es una base de datos que contiene información acerca de dónde están ubicados geográficamente los activos y cómo se conectan entre sí los activos. Si el entorno tiene una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA), el Apoyo de Operaciones SOA 148 es una colección de servicios de apoyo al entorno SOA.

Uno o más de los sistemas en el Centro de Control de Operaciones 116 que se encuentran fuera del NÚCLEO INDE 120 son sistemas de productos heredados que pueden tener un servicio público. Unos ejemplos de estos antiguos sistemas de productos incluyen el Apoyo de Operaciones SOA 148, el Sistema de Información Geográfica 149, el Sistema de Gestión del Trabajo 150, la Gestión de Llamadas 151, Herramientas 152 de Simulación de Red, Análisis de Iluminación, Planificación y Análisis de Flujo de Carga y de Circuito, Central(es) de Recopilación de Datos de

5 Contador 153, Sistema de Gestión de Respuesta a la Demanda 154, Sistema de Gestión de Cortes 155, Sistema de Gestión de Energía 156, Sistema de Gestión de Distribución 157, Servicios de Red IP 158 y Sistema de Datos Móviles de Despacho 159. Sin embargo, estos sistemas de productos heredados pueden no ser capaces de procesar o manejar los datos que se reciben desde una red eléctrica inteligente. El NÚCLEO INDE 120 puede ser capaz de recibir los datos de la red eléctrica inteligente, procesar los datos de la red eléctrica inteligente, y transferir los datos procesados a uno o más de los sistemas de productos heredados de una manera que pueden utilizar los sistemas de productos heredados (tal como dar un formato en particular para el sistema de producto heredado). De esta manera, el NÚCLEO INDE 120 se puede ver como un software intermedio.

10 El centro de control de operaciones 116, incluido el NÚCLEO INDE 120, puede comunicarse con la TI de Empresa 115. En general, la funcionalidad de la TI de Empresa 115 comprende las operaciones de la parte administrativa. Específicamente, la TI de Empresa 115 puede utilizar el bus de entorno de integración de empresa 114 para enviar datos a los diversos sistemas dentro de la TI de Empresa 115, incluyendo el Almacén de Datos de Negocio 104, las Aplicaciones de Inteligencia de Negocio 105, la Planificación de Recursos de Negocio 106, diversos Sistemas financieros 107, Sistema de Información de Cliente 108, Sistema de Recursos Humanos 109, Sistema de Gestión de Activos 110, Apoyo SOA a Empresas 111, Sistema de Gestión de Redes 112, y Servicios de Mensajería Empresarial 113. La TI de Empresa 115 puede incluir además un portal 103 para comunicarse con internet 101 a través de un cortafuegos 102.

SUBESTACIÓN INDE

20 La Figura 4 ilustra un ejemplo de la arquitectura de alto nivel para el grupo de SUBESTACIONES INDE 180. Este grupo puede comprender elementos que están alojados en la subestación 170 en una casa de control de subestación en uno o más servidores ubicados con la electrónica y los sistemas de la subestación.

La Tabla 2 a continuación enumera y describe algunos elementos del grupo de SUBESTACIONES INDE 180. Los servicios 171 de seguridad de datos pueden ser una parte del entorno de la subestación; como alternativa, pueden integrarse en el grupo de SUBESTACIONES INDE 180.

ELEMENTOS DE SUBESTACIÓN INDE	Descripción
Almacén de Datos no de Funcionamiento 181	Datos relativos a la salud y a las prestaciones; esto es un componente de historiadore datos distribuidos
Almacén de Datos de Funcionamiento 182	Datos de estado de red eléctrica en tiempo real; esto es parte de una verdadera base de datos distribuida
Pila de Comunicaciones/Interfaz 187	Apoyo para las comunicaciones, incluidas TCP/IP, SNMP, DHCP, SFTP, IGMP, ICMP, DNP3, IEC 61850, etc.
Soporte informático remoto/distribuido 186	Apoyo para la distribución de programas a distancia, comunicación entre procesos, etc. (por ejemplo DCE, JINI, OSGi)
Procesamiento de Formas de onda/Señales 185	Soporte para los componentes de procesamiento en tiempo real de señales digitales; normalización de datos; conversiones de unidades de ingeniería
Procesamiento de Clasificación/Detección 184	Soporte para procesamiento de secuencias de sucesos en tiempo real, detectores y clasificadores de sucesos/formas de onda (ESP, ANN, SVM, etc.)
Análisis de Subestación 183	Soporte para aplicaciones analíticas programables en tiempo real; Scanmaster DNP3. Los análisis de subestación pueden permitir el análisis de los datos de funcionamiento/no de funcionamiento en tiempo real con el fin de determinar si se ha producido un "suceso". La determinación de "suceso" puede basarse en reglas, las reglas determinan si uno de una pluralidad de posibles sucesos se producen basándose en los datos. El análisis de subestación también puede permitir la modificación automática del funcionamiento de la subestación basándose en un determinado suceso. De esta manera, la red eléctrica (incluidas diversas partes de la red eléctrica) puede ser "auto-sanadora". Este aspecto de "auto-sanación" evita la exigencia de que los datos sean transmitidos a una autoridad central, que los datos sean analizados en la autoridad central y que se envíe una orden

	<p>desde la autoridad central a la red eléctrica antes de que se corrija el problema de la red eléctrica.</p> <p>Además de la determinación del “suceso”, el análisis de subestación también puede generar una orden de trabajo para la transmisión de una autoridad central. La orden de trabajo puede utilizarse, por ejemplo, para programar una reparación de un dispositivo, tal como una subestación.</p>
LAN de Subestación 172	<p>Las redes locales dentro de la subestación hacia diversas partes de la subestación, tal como relés 173 de microprocesador, la instrumentación 174 de subestación, grabadoras 175 de archivos de sucesos y las RTU 176 de estación.</p>
Servicios de Seguridad 171	<p>La subestación puede comunicarse con el exterior con varias redes de comunicaciones de servicio público a través de la capa de servicios de seguridad.</p>

Tabla 2 Elementos de SUBESTACIÓN INDE

5 Tal como se ha mencionado anteriormente, los diferentes elementos de la red eléctrica inteligente pueden incluir una funcionalidad adicional, incluida la capacidad adicional analítica y de procesamiento y recursos de base de datos. El uso de esta funcionalidad adicional dentro de los diversos elementos de la red eléctrica inteligente permite arquitecturas distribuidas con una gestión y administración centralizadas de las aplicaciones y las prestaciones de la red. Por razones funcionales, de prestaciones y de capacidad de expansión, una red eléctrica inteligente, de miles a decenas de miles de SUBESTACIONES INDE 180 y de decenas de miles a millones de dispositivos de red eléctrica, puede incluir procesamiento distribuido, gestión de datos y comunicaciones de procesos.

10 La SUBESTACIÓN INDE 180 puede incluir uno o más procesadores y uno o más dispositivos de memoria (tal como datos no de funcionamiento 181 de subestación y datos de operaciones 182 de subestación). Los datos no de funcionamiento 181 y los datos de funcionamiento 182 de subestación pueden asociarse y aproximarse a la subestación, tal como ubicándose en la SUBESTACIÓN INDE 180. La SUBESTACIÓN INDE 180 puede incluir además unos componentes de red eléctrica inteligente que son los responsables de la observabilidad de la red eléctrica inteligente a nivel de subestación. Los componentes de la SUBESTACIÓN INDE 180 pueden proporcionar tres funciones principales: adquisición y almacenamiento de datos de funcionamiento en el almacén de datos de funcionamiento distribuidos; adquisición de los datos no de funcionamiento y almacenamiento en el historial; y procesamiento de análisis local en tiempo real (tal como sub-segundo). El procesamiento puede incluir procesamiento de señales digitales de las formas de onda de tensión y de corriente, procesamiento de clasificación y detección, incluido el procesamiento de secuencias de sucesos; y las comunicaciones de los resultados del procesamiento a los sistemas y dispositivos locales, así como a los sistemas del centro de control de operaciones 116. La comunicación entre la SUBESTACIÓN INDE 180 y otros dispositivos en la red eléctrica puede ser cableada, inalámbrica o una combinación de conexión cableada e inalámbrica. Por ejemplo, la transmisión de los datos desde la SUBESTACIÓN INDE 180 al centro de control de operaciones 116 puede ser cableada. La SUBESTACIÓN INDE 180 puede transmitir datos, tales como los datos de funcionamiento/no de funcionamiento o los datos de suceso, al centro de control de operaciones 116. El dispositivo de encaminamiento 190 puede encaminar los datos transmitidos al bus de datos de funcionamiento/no de funcionamiento 146 o al bus de sucesos 147.

30 Aquí también se puede realizar la optimización de la respuesta a la demanda para la gestión de pérdida de distribución. Esta arquitectura es según el principio de arquitectura de aplicaciones distribuidas mencionado anteriormente.

35 Por ejemplo, los datos de conectividad se pueden duplicar en la subestación 170 y en el centro de control de operaciones 116, permitiendo de ese modo a una subestación 170 funcionar de forma independiente incluso si la red de comunicación de datos para el centro de control de operaciones 116 no es funcional. Con esta información (conectividad) almacenada de forma local, el análisis de subestación puede realizarse localmente incluso si no funciona el enlace de comunicación con el centro de control de operaciones.

40 Similarmente, los datos de funcionamiento pueden duplicarse en el centro de control de operaciones 116 y en las subestaciones 170. Pueden recopilarse los datos desde los sensores y los dispositivos asociados con una subestación en particular y la medición más reciente puede almacenarse en el almacén de datos en la subestación. Las estructuras de datos del almacén de datos de funcionamiento pueden ser iguales y, por tanto, puede utilizarse enlaces de base de datos para proporcionar un acceso uniforme a los datos que residen en las subestaciones a través del caso de del almacén de datos de funcionamiento en el centro de control. Esto proporciona varias ventajas, incluida la reducción de duplicación de datos y permitir el análisis de datos de subestación, que es más sensible al

tiempo, que se produzca localmente y sin depender de la disponibilidad de comunicación más allá de la subestación. El análisis de datos a nivel del centro de control de operaciones 116 puede ser menos sensible al tiempo (ya que el centro de control de operaciones 116 típicamente puede examinar datos históricos para discernir los patrones que son más predictivos, en lugar de reactivos) y puede ser capaz de evitar problemas en la red, si los hay.

5 Finalmente, los datos históricos pueden almacenarse de forma local en la subestación y una copia de los datos puede almacenarse en el centro de control. O, los enlaces de base de datos pueden configurarse en el caso de repositorio en el centro de control de operaciones 116, que proporciona el acceso de centro de control de operaciones a los datos en las subestaciones individuales. Los análisis de subestación pueden realizarse de forma local en la subestación 170 utilizando el almacén local de datos. Específicamente, el uso de la inteligencia y la capacidad de almacenamiento adicionales en la subestación permite a la subestación analizarse y corregirse por sí misma sin el aporte de una autoridad central. Como alternativa, el análisis histórico/colectivo también puede realizarse a nivel de centro de control de operaciones 116, accediendo a los datos de los casos de subestación local utilizando los enlaces de la base de datos.

DISPOSITIVO INDE

15 El grupo de DISPOSITIVOS INDE 188 puede comprender cualquier variedad de dispositivos dentro de la red eléctrica inteligente, incluso varios sensores dentro de la red eléctrica inteligente, tales como los diversos dispositivos 189 de red eléctrica de distribución (p. ej., sensores de línea en las líneas de potencia), contadores 163 en las instalaciones del cliente, etc. El grupo de DISPOSITIVOS INDE 188 puede comprender un dispositivo añadido a la red eléctrica con funcionalidad particular (tal como una Unidad Terminal Remota (RTU, *Remote Terminal Unit*) inteligente que incluye una programación exclusiva), o puede comprender un dispositivo existente dentro de la red eléctrica con funciones añadidas (tal como una RTU (*pole top*) de parte superior de poste de arquitectura abierta existente que ya está en un lugar en la red eléctrica que se puede programar para crear un sensor de línea inteligente o dispositivo de red eléctrica inteligente). El DISPOSITIVO INDE 188 puede incluir además uno o más procesadores y uno o más dispositivos de memoria.

25 Los dispositivos existentes de red eléctrica pueden no abrirse desde el punto de vista de software, y pueden no ser capaces de soportar mucho en el sentido de redes de modem o servicios de software. Los dispositivos existentes de red eléctrica pueden haber sido diseñados para adquirir y almacenar los datos para una descarga ocasional a otro dispositivo tal como un ordenador portátil, o para transferir archivos por lotes a través de una línea PSTN a un alojamiento (*host*) remoto bajo demanda. Estos dispositivos no pueden diseñarse para funcionar en un entorno de red digital en tiempo real. En estos casos, los datos del dispositivo de red eléctrica pueden obtenerse a nivel 170 de subestación, o en el nivel de centro de control de operaciones 116, dependiendo de cómo se haya diseñado la red de comunicaciones existente. En el caso de redes de contadores, normalmente será el caso de que los datos se obtienen desde el motor de recopilación de datos de contador, ya que las redes de contadores usualmente son cerradas y los contadores no pueden abordarse directamente. A medida que estas redes evolucionan, los contadores y otros dispositivos de red eléctrica puede ser abordados individualmente, de modo que los datos pueden ser transportados directamente a donde sea necesario, que no necesariamente es el centro de control de operaciones 116, sino que puede ser en cualquier lugar de la red eléctrica.

40 Los dispositivos tales como los indicadores de circuito averiado pueden emparejarse con tarjetas de interfaz de red inalámbrica, para la conexión por redes inalámbricas de velocidad moderada (tal como a 100 kbps). Estos dispositivos pueden informar del estado por una excepción y llevar a cabo funciones fijas preprogramadas. La inteligencia de muchos dispositivos de red eléctrica se puede aumentar utilizando RTU inteligentes locales. En lugar de tener unas RTU en la parte superior de postes (*poletop*) que han sido diseñadas como dispositivos de arquitectura cerrada, de función fija, las RTU se pueden utilizar como dispositivos de arquitectura abierta que pueden ser programados por terceros y que pueden servir como un DISPOSITIVO INDE 188 en la Arquitectura de Referencia INDE. También, los contadores de las instalaciones de los clientes pueden utilizarse como sensores. Por ejemplo, los contadores pueden medir el consumo (tal como la cantidad de energía que se consume con la finalidad de facturación) y puede medir la tensión (para el uso en optimización Voltios/VAr).

50 La Figura 5 ilustra un ejemplo de arquitectura para el grupo de DISPOSITIVOS INDE 188. La Tabla 3 describe los determinados elementos de DISPOSITIVOS INDE 188. El dispositivo de red eléctrica inteligente puede incluir un procesador incorporado, por lo que los elementos de procesamiento se parecen menos a servicios de SOA y más a rutinas de la biblioteca de programa en tiempo real, ya que el grupo de DISPOSITIVOS se implementa en microprocesador o en DSP exclusivo en tiempo real.

ELEMENTOS DE DISPOSITIVO INDE	Descripción
Memorias intermedias (<i>buffer</i>) circular 502	El almacenamiento local en memoria intermedia circular para las formas de onda digitales muestreadas en los transductores analógicos (por ejemplo formas de onda de tensión y de corriente), que se pueden utilizar, contienen los datos para las

	formas de onda en diferentes períodos de tiempo de modo que si se detecta un suceso, los datos de la forma de onda en cabeza hacia el suceso también pueden almacenarse
Memorias intermedias (<i>buffer</i>) 504 de estado del dispositivo	Almacenamiento en memoria intermedia para datos de estado de dispositivo y de transición de estado
Seguidor de frecuencia trifásico 506	Computa una estimación en ejecución de la frecuencia de la energía eléctrica a partir de las tres fases; se utiliza para la corrección de frecuencia para otros datos, así como en mediciones de estabilidad y de calidad de la energía de la red eléctrica (especialmente en lo que se refiere a DG)
Bloque de transformada de Fourier 508	Conversión de formas de onda desde el dominio de tiempo al dominio de frecuencia para permitir el análisis en el dominio de frecuencia
Análisis 510 de señal en el dominio del tiempo	Procesamiento de las señales en el dominio del tiempo; extracción de transitorios y medidas de comportamiento de envolventes
Análisis 512 de señal en el dominio de la frecuencia	Procesamiento de las señales en el dominio de la frecuencia; extracción de RMS y parámetros de potencia
Análisis 514 de señal secundaria	Cálculo y compensación de fasores; cálculo de mediciones seleccionadas de error/fallo
Análisis de señal terciaria 516	El cálculo de unidades de medición de fasor (<i>synchrophasors</i>) basado en sincronización de GPS y un ángulo de sistema de referencia
Desencadenantes y análisis de sucesos 518	El procesamiento de todos los análisis para la detección de sucesos y el desencadenante de captura de archivos. Diferentes tipos de DISPOSITIVOS INDE pueden incluir diferente capacidad analítica de sucesos. Por ejemplo, un sensor de línea puede examinar sucesos ITIC, examinando los picos de la forma de onda. Si se produce un pico (o si se produce una serie de picos), el sensor de línea, con la capacidad de análisis de sucesos, puede determinar que se ha producido un "suceso" y también puede proporcionar una recomendación en cuanto a la causa del suceso. La capacidad analítica de sucesos puede basarse en reglas, se utilizan diferentes reglas para diferentes DISPOSITIVOS INDE y diferentes aplicaciones.
Almacenamiento de archivos captura/formato/transmisión 520	Captura de datos desde las memorias intermedias circulares basándose en desencadenantes de sucesos
Servicio 522 de secuencias de formas de onda	Soporte para la transmisión de secuencias de formas de onda a un cliente de display remoto
Pila de comunicaciones	Soporte para comunicaciones de red y carga remota de programa
Sincronización GPS 524	Proporciona sincronización de alta resolución para coordinar aplicaciones y sincronizar la recopilación de datos en una amplia zona geográfica. Los datos generados pueden incluir una marca de tiempo 526 de trama de datos de GPS.
Análisis de estado 528	Captura de datos para los mensajes de estado

Tabla 3 Elementos de DISPOSITIVO INDE

La Figura 1 representa además las instalaciones 179 de cliente, que pueden incluir uno o más Contadores Inteligentes 163, un display 165 en el hogar, uno o más sensores 166 y uno o más controles 167. En la práctica, los sensores 166 pueden registrar datos en uno o más dispositivos en las instalaciones 179 de cliente. Por ejemplo, un sensor 166 puede registrar datos en diversos aparatos grandes dentro de las instalaciones 179 de cliente, tal como el horno, el calentador de agua caliente, el aire acondicionado, etc. Los datos de uno o más sensores 166 pueden ser enviados al Contador Inteligente 163, que puede empaquetar los datos para su transmisión al centro de control de operaciones 116 a través de la red de comunicación 160 del servicio público. El display 165 en el hogar puede proporcionar al cliente en las instalaciones de cliente un dispositivo de salida para ver, en tiempo real, los datos recopilados desde el Contador Inteligente 163 y de uno o más sensores 166. Además, puede asociarse un dispositivo de entrada (tal como un teclado) con el display 165 en el hogar, de modo que el cliente puede comunicarse con el centro de control de operaciones 116. En una realización, el display 165 en el hogar puede comprender un ordenador residente en las instalaciones del cliente.

Las instalaciones 165 del cliente pueden incluir además unos controles 167 que pueden controlar uno o más dispositivos en las instalaciones 179 de cliente. Pueden controlarse los diversos aparatos en las instalaciones 179 de cliente, tal como la calefacción, el aire acondicionado, etc., dependiendo de las órdenes desde el centro de control de operaciones 116.

Tal como se representa en la Figura 1, las instalaciones 179 de cliente pueden comunicarse de diversas maneras, tal como a través de internet 168, la red pública de telefonía conmutada (PSTN, *public-switched telephone network*) 169, o a través de una línea exclusiva (como a través del colector 164). A través de cualquiera de los canales de comunicación enumerados, pueden enviarse los datos de una o más instalaciones 179 de cliente. Como se muestra en la Figura 1, una o más instalaciones 179 de cliente pueden comprender una Red de Contadores Inteligentes 178 (que comprende una pluralidad de contadores inteligentes 163), que envía datos a un colector 164 para la transmisión al centro de control de operaciones 116 a través de la red 160 de gestión de servicios públicos. Además, diversas fuentes de almacenamiento/generación de energía distribuida 162 (tal como los paneles solares, etc.) pueden enviar datos a un control de monitorización 161 para la comunicación con el centro de control de operaciones 116 a través de la red 160 de gestión de servicios públicos.

Como se ha mencionado anteriormente, los dispositivos en la red de energía eléctrica fuera del centro de control de operaciones 116 pueden incluir capacidad de almacenamiento y/o de procesamiento. Los dispositivos pueden incluir la SUBESTACIÓN INDE 180 y el DISPOSITIVO INDE 188. Además de los dispositivos individuales en la red de energía eléctrica que incluyen inteligencia adicional, los dispositivos individuales pueden comunicarse con otros dispositivos en la red de energía eléctrica, con el fin de intercambiar información (incluso datos de sensores y/o datos analíticos (tales como datos de suceso) con el fin de analizar el estado de la red de energía eléctrica (tal como determinar los fallos)) y con el fin de cambiar el estado de la red de energía eléctrica (por ejemplo, corregir los fallos). Específicamente, los dispositivos individuales pueden utilizar algo de lo que se indica a continuación: (1) inteligencia (tal como capacidad de procesamiento); (2) almacenamiento (tal como el almacenamiento distribuido mencionado antes); y (3) comunicación (tal como el uso de uno o más de los buses mencionados antes). De esta manera, los dispositivos individuales en la red de energía eléctrica pueden comunicarse y cooperar entre sí sin supervisión del centro de control de operaciones 116.

Por ejemplo, la arquitectura INDE descrita antes puede incluir un dispositivo que percibe por lo menos un parámetro en el circuito alimentador. El dispositivo puede incluir además un procesador que monitoriza el parámetro percibido en el circuito alimentador y que analiza el parámetro percibido para determinar el estado del circuito alimentador. Por ejemplo, el análisis del parámetro percibido puede comprender una comparación del parámetro percibido con un umbral predeterminado y/o puede comprender un análisis de tendencia. Uno de esos parámetros percibidos puede incluir percibir las formas de onda y uno de esos análisis puede comprender determinar si las formas de ondas percibidas indican un fallo en el circuito alimentador. El dispositivo puede comunicarse además con una o más subestaciones. Por ejemplo, una subestación particular puede suministrar energía eléctrica a un circuito alimentador particular. El dispositivo puede percibir el estado del circuito alimentador particular y determinar si hay un fallo en el circuito alimentador particular. El dispositivo puede comunicarse con la subestación. La subestación puede analizar el fallo determinado por el dispositivo y puede adoptar medidas correctivas dependiendo del fallo (tal como la reducción de la energía eléctrica suministrada al circuito alimentador). En el ejemplo del dispositivo que envía los datos que indican un fallo (sobre la base del análisis de las formas de onda), la subestación puede alterar la potencia suministrada al circuito alimentador sin el aporte desde el centro de control de operaciones 116. O, la subestación puede combinar los datos que indican el fallo con la información de otros sensores para refinar aún más el análisis del fallo. La subestación puede comunicarse además con el centro de control de operaciones 116, tal como la aplicación de inteligencia de cortes y/o la aplicación de inteligencia de fallos. De este modo, el centro de control de operaciones 116 puede determinar el fallo y puede determinar la amplitud del corte (tal como el número de hogares afectados por el fallo). De este modo, el dispositivo que detecta el estado del circuito alimentador puede trabajar cooperativamente con la subestación con el fin de corregir un fallo potencial con o sin necesidad de que intervenga el centro de control de operaciones 116.

5 Como otro ejemplo, un sensor de línea, que incluye inteligencia adicional que utiliza capacidad de memoria y/o procesamiento, puede producir datos de estado de red eléctrica en una parte de la red eléctrica (tal como un circuito alimentador). Los datos de estado de red eléctrica pueden compartirse con el sistema 155 de gestión de respuesta a la demanda en el centro de control de operaciones 116. El sistema 155 de gestión de respuesta a la demanda puede controlar uno o más dispositivos en los lugares de cliente en el circuito alimentador como respuesta a los datos de estado de red eléctrica desde el sensor de línea. En particular, el sistema de gestión de respuesta a la demanda 155 puede ordenar al sistema de gestión de energía 156 y/o al sistema de gestión de distribución 157 que reduzcan la carga en el circuito alimentador mediante el apagado de aparatos en las instalaciones del cliente que reciben energía eléctrica desde el circuito alimentador en respuesta al sensor de línea que indica un corte en el circuito alimentador. De esta manera, el sensor de línea en combinación con el sistema de gestión de respuesta a la demanda 155 puede cambiar automáticamente la carga de un circuito alimentador defectuoso y luego aislar el fallo.

10 Como todavía otro ejemplo, uno o varios relés en la red de energía eléctrica pueden tener un microprocesador asociado con ellos. Estos relés pueden comunicarse con otros dispositivos y/o bases de datos residentes en la red de energía eléctrica con el fin de determinar un fallo y/o controlar la red de energía eléctrica.

15 **Concepto y Arquitectura INDS**

Modelo de Servicios Subcontratados de Análisis/Datos de Red Eléctrica Inteligente

20 Una aplicación para la arquitectura de red eléctrica inteligente permite que el servicio público se suscriba a servicios de análisis y gestión de datos de red eléctrica mientras mantiene los tradicionales sistemas de control y sistemas relacionados de funcionamiento en sus instalaciones. En este modelo, el servicio público puede instalar y poseer sensores y dispositivos de red eléctrica (como se ha descrito anteriormente), y puede poseer y hacer funcionar el sistema de comunicación de transporte de datos de red eléctrica, o puede subcontratarlos. Los datos de la red eléctrica fluyen desde el servicio público a un lugar remoto de alojamiento de Servicios de Datos de Red Inteligente (ISDN, *Intelligent Network Data Services*), en el que se pueden gestionar, almacenar y analizar los datos. El servicio público puede suscribirse a servicios analíticos y de datos bajo un modelo financiero apropiado de servicios. El servicio público puede evitar las inversiones iniciales de gasto de capital y los costes sobre la marcha de gestión, soporte y de mejora de la infraestructura de análisis/datos de red eléctrica inteligente, a cambio de tarifas. La Arquitectura de Referencia INDE, tal como se describe anteriormente, se presta a la disposición de subcontratación descrita antes en esta memoria.

25 **Arquitectura para Servicios de Red Eléctrica Inteligente INDS**

30 Con el fin de implementar el modelo de servicios ISDN, la Arquitectura de Referencia INDE puede dividirse en un grupo de elementos que pueden alojarse de forma remota, y los que pueden permanecer en el servicio público. La Figura 6 ilustra cómo puede asemejarse la arquitectura del servicio público una vez que el NÚCLEO INDE 120 se ha hecho remoto. Puede incluirse un servidor como parte del NÚCLEO INDE 120 que puede actuar como la interfaz para los sistemas remotos. A los sistemas de servicios públicos, esto puede aparecerles como un NÚCLEO INDE 602.

35 Como muestra el diagrama de bloques general 600 en la figura 6, la SUBESTACIÓN INDE 180 y los grupos de DISPOSITIVOS INDE 188 no han cambiado de los que se muestran en la Figura 1. En el servicio público puede emplearse la estructura de bus múltiple también.

40 El NÚCLEO INDE 120 puede alojarse de forma remota, como ilustra el diagrama de bloques 700 en la Figura 7. En el lugar de alojamiento, los NÚCLEOS INDE 120 puede instalarse según se necesite dar soporte a los abonados de INDS del servicio público (se muestra como Centro de Hospedaje 702 norteamericano INDS). Cada NÚCLEO 120 puede ser un sistema modular, de modo que añadir un nuevo abonado es una operación de rutina. Una parte separada del servicio público de electricidad puede gestionar y dar soporte al software para uno, algunos o todos los NÚCLEOS INDE 120, así como a las aplicaciones que se descargan desde el lugar de alojamiento de ISDN para cada SUBESTACIÓN INDE 180 y DISPOSITIVOS INDE 188 del servicio público.

45 Con el fin de facilitar las comunicaciones, se pueden utilizar servicios de comunicaciones de baja latencia y gran ancho de banda, tal como a través de la red 704 (p. ej., un MPLS un otra WAN) que pueden llegar a los centros de operaciones de servicio público de abonados, así como a los lugares de alojamiento de INDS. Como se muestra en la Figura 7, se puede dar servicio a diversas zonas, tal como California, Florida y Ohio. Esta naturaleza modular de las operaciones no sólo permite una eficiente gestión de las diversas diferentes redes eléctricas. También permite una mejor gestión entre las redes eléctricas. Hay casos en los que un fallo en una red eléctrica puede afectar a las operaciones de una red eléctrica vecina. Por ejemplo, un fallo en la red eléctrica de Ohio puede tener un efecto en cascada sobre las operaciones en una red eléctrica vecina, tal como la red eléctrica del Atlántico Medio. Al utilizar la estructura modular, como se ilustra en la Figura 7, se permite la gestión de las redes eléctricas individuales y la gestión de las operaciones entre las redes eléctricas. Específicamente, un sistema ISDN general (que incluye un procesador y memoria) puede gestionar la interacción entre los diversos NÚCLEOS INDE 120. Esto puede reducir la posibilidad de un fallo catastrófico que se propaga en cascada desde una red eléctrica a otra. Por ejemplo, un fallo

en la red eléctrica de Ohio puede propagarse en cascada a una red eléctrica vecina, tal como la red eléctrica del Atlántico Medio. El NÚCLEO INDE 120 dedicado a la gestión de la red eléctrica de Ohio puede intentar corregir el fallo en la red eléctrica de Ohio. Y el sistema ISDN general puede intentar reducir la posibilidad de que se produzca un fallo en cascada en las redes eléctricas vecinas.

5 Ejemplos específicos de funcionalidad en NÚCLEO INDE

Tal como se muestra en las Figuras 1, 6 y 7, en el NÚCLEO INDE 120 se incluyen diversas funcionalidades (representadas por bloques), dos de las representadas son servicios de gestión de datos de medidor (MDMS, *meter data management services*) 121 y análisis y servicios de medición 122. Gracias a la naturaleza modular de la arquitectura, se pueden incorporar diversas funcionalidades, tales como MDMS 121 y análisis y servicios de medición 122.

Observabilidad de Procesos

Como se ha mencionado anteriormente, una funcionalidad de la aplicación servicios puede incluir procesos de observabilidad. Los procesos de observabilidad pueden permitir que el servicio público “observe” la red eléctrica. Estos procesos pueden ser responsables de interpretar los datos en bruto recibidos desde todos los sensores y dispositivos de la red eléctrica y convertirlos en información procesable. La Figura 8 incluye una lista de algunos ejemplos de procesos de observabilidad.

La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo 900 de los Procesos de Operaciones y Medición de Estado de Red Eléctrica. Como se muestra, el escáner de datos puede solicitar datos de contador, como se muestra en el bloque 902. La solicitud se puede enviar a uno o más dispositivos de la red eléctrica, ordenadores de subestación y a unas RTU de sensor de línea. En respuesta a la solicitud, los dispositivos pueden recopilar datos de operaciones, como se muestra en los bloques 904, 908, 912, y pueden enviar datos (tales como, uno, algunos o todos los datos de funcionamiento, tales como datos de tensión, corriente, potencia real y potencia reactiva), como se muestra en los bloques 906, 910, 914. El escáner de datos puede recopilar los datos de funcionamiento, como se muestra en el bloque 926, y puede enviar los datos al almacén de datos de funcionamiento, como se muestra en el bloque 928. El almacén de datos de funcionamiento puede almacenar los datos de funcionamiento, como se muestra en el bloque 938. El almacén de datos de funcionamiento pueden enviar además una instantánea de los datos al historiador, como se muestra en el bloque 940, y el historiador puede almacenar la instantánea de los datos, como se muestra en el bloque 942.

La aplicación de estado de contador puede enviar una solicitud de datos de contador al contador DCE, como se muestra en el bloque 924, que a su vez envía una solicitud a uno o más contadores para recopilar datos de contador, como se muestra en el bloque 920. En respuesta a la solicitud, uno o más contadores recopilan datos de contador, como se muestra en el bloque 916, y envían los datos de tensión al Contador DCE, como se muestra en el bloque 918. El contador DCE puede recopilar los datos de tensión, como se muestra en el bloque 922, y enviar los datos al solicitante de los datos, como se muestra en el bloque 928. La aplicación de estado de contador puede recibir los datos de contador, como se muestra en el bloque 930, y determinar si son para un solo proceso de valor o un estado de red eléctrica de perfil de tensión, como se muestra en el bloque 932. Si es para un único proceso de valor, los datos de contador se envían al proceso solicitante, como se muestra en el bloque 936. Si los datos de contador son para el almacenamiento con el fin de determinar el estado de la red eléctrica en un tiempo futuro, los datos de contador se almacenan en el almacén de datos de funcionamiento, como se muestra en el bloque 938. El almacén de datos de funcionamiento envía además una instantánea de los datos al historiador, como se muestra en el bloque 940, y el historiador almacena la instantánea de los datos, como se muestra en el bloque 942.

La Figura 9 ilustra además las acciones relacionadas con respuesta a la demanda (DR). La respuesta a la demanda se refiere a los mecanismos de demanda dinámica para gestionar el consumo de electricidad de los clientes en respuesta a las condiciones de suministro, por ejemplo, el hecho de tener clientes de electricidad que reducen su consumo en momentos críticos o en respuesta a los precios de mercado. Esto puede implicar en realidad restringir el uso de energía o bien iniciar en el lugar la generación que puede o no estar conectada en paralelo con la red eléctrica. Esto puede ser diferente de la eficiencia energética, que significa utilizar menos energía para realizar las mismas tareas, de forma continua o en el momento en que se realiza la tarea. En respuesta a la demanda, los clientes, que utilizan uno o más sistemas de control, pueden desconectar cargas en respuesta a una solicitud de un servicio público o a las condiciones del precio de mercado. Los servicios (luces, máquinas, aire acondicionado) pueden reducirse según un esquema de prioridad de carga previamente planeado durante periodos de tiempo críticos. Una alternativa a la desconexión de cargas es la generación in situ de electricidad para complementar la red de energía eléctrica. En condiciones de suministro ajustado de electricidad, la respuesta a la demanda puede reducir significativamente el precio máximo y, en general, la volatilidad de los precios de la electricidad.

La respuesta a la demanda se puede utilizar generalmente para hacer referencia a los mecanismos utilizados para alentar a los consumidores a reducir la demanda, reduciendo de ese modo el pico de demanda de electricidad. Dado que los sistemas eléctricos tienen generalmente un tamaño para corresponder al pico de demanda (más un margen

para errores y sucesos imprevistos), si se bajan los picos de demanda se pueden disminuir los requisitos generales de planta y de coste de capital. Dependiendo de la configuración de la capacidad de generación, sin embargo, la respuesta a la demanda también se puede utilizar para aumentar la demanda (carga) en los momentos de alta producción y baja demanda. Algunos sistemas pueden de ese modo alentar al almacenamiento de energía para el arbitraje entre los periodos de baja y de alta demanda (o precios bajos y elevados). Ya que en un sistema crece la proporción de fuentes de energía intermitente, tal como la energía eólica, la respuesta a la demanda puede ser cada vez más importante para la gestión eficaz de la red eléctrica.

La aplicación de estado de DR puede solicitar la capacidad disponible de DR, como se muestra en el bloque 954. El sistema de gestión de DR puede entonces solicitar la capacidad disponible de uno o más dispositivos de hogar de DR, como se muestra en el bloque 948. Uno o más de los dispositivos de hogar pueden recopilar la capacidad de DR disponible en respuesta a la solicitud, como se muestra en el bloque 944, y enviar la capacidad de DR y los datos de respuesta al sistema de gestión de DR, como se muestra en el bloque 946. El sistema de gestión de DR puede recopilar la capacidad de DR y datos de respuesta, como se muestra en el bloque 950, y enviar la capacidad de DR y los datos de respuesta a la aplicación de estado de DR, como se muestra en el bloque 952. La aplicación de estado de DR puede recibir la capacidad de DR y datos de respuesta, como se muestra en el bloque 956, y enviar la capacidad y los datos de respuesta al almacén de datos de funcionamiento, como se muestra en el bloque 958. El almacén de datos de funcionamiento puede almacenar la capacidad de DR y los datos de respuesta, como se muestra en el bloque 938. El almacén de datos de funcionamiento pueden enviar además una instantánea de los datos al historiador, como se muestra en el bloque 940, y el historiador puede almacenar la instantánea de los datos, como se muestra en el bloque 942.

El ordenador de subestación puede solicitar datos de aplicación a la aplicación de subestación, tal y como se muestra en el bloque 974. En respuesta, la aplicación de subestación puede solicitar la aplicación del dispositivo de subestación, como se muestra en el bloque 964. El dispositivo de subestación puede recopilar los datos de aplicación, como se muestra en el bloque 960, y enviar los datos de aplicación al dispositivo de subestación (que puede incluir uno, alguno o todos los datos de tensión, corriente, potencia real y potencia reactiva), como se muestra en el bloque 962. La aplicación de subestación puede recopilar los datos de aplicación, como se muestra en el bloque 966, y enviar los datos de aplicación al solicitante (que puede ser el ordenador de subestación), como se muestra en el bloque 968. El ordenador de subestación puede recibir los datos de aplicación, como se muestra en el bloque 970, y enviar los datos de aplicación al almacén de datos de funcionamiento, como se muestra en el bloque 972.

El proceso de datos de funcionamiento y de medición de estado de red eléctrica puede comprender la derivación de la topología de la red eléctrica y el estado de la red eléctrica en un momento dado, así como proporcionar esta información a otro sistema y almacenes de datos. Los sub-procesos pueden incluir: (1) medir y capturar información de estado de red eléctrica (esto está relacionado con los datos de funcionamiento que atañen a la red que se ha mencionado anteriormente); (2) enviar información de estado de red eléctrica a otras aplicaciones analíticas (esto permite a otras aplicaciones, tal como las aplicaciones analíticas, el acceso a los datos de estado de red eléctrica); (3) hacer persistir la instantánea de estado de red eléctrica para el almacén de datos de funcionamiento / conectividad (esto permite actualizar la información de estado de red eléctrica para el almacén de datos de conectividad/funcionamiento en el formato apropiado, así como el reenvío de esta información al historiador para la persistencia de modo que la topología de red eléctrica en un momento pueda derivarse en un momento posterior); (4) derivar la topología de red eléctrica en un momento basándose en la conectividad predefinida y en el estado de la red eléctrica en ese momento (esto proporciona la topología de la red eléctrica en un momento dado mediante la aplicación de la instantánea en ese momento del estado de la red eléctrica en el historiador para la conectividad de la base de datos en el almacén de datos de conectividad, como se menciona con mayor detalle más adelante); y (5) proporcionar información de topología de la red eléctrica a las aplicaciones que lo soliciten.

En lo que respecta al sub-proceso (4), la topología de la red eléctrica puede derivarse para un momento determinado, tal como en tiempo real, hace 30 segundos, hace 1 mes, etc. Con el fin de recrear la topología de la red eléctrica, se pueden utilizar múltiples bases de datos, y un programa para acceder a los datos de las múltiples bases de datos múltiples para recrear la topología de la red eléctrica. Una base de datos puede comprender una base de datos relacional que almacena los datos de conectividad de la base (la "base de datos de conectividad"). La conectividad de base de datos puede contener la información de la topología de la red eléctrica tal como se construyó con el fin de determinar el modelo de conectividad de referencia. La información de topología y de activos puede actualizarse en esta base de datos de manera periódica, dependiendo de las mejoras de la red de energía eléctrica, tal como la adición o modificación de circuitos en la red de energía eléctrica (p. ej., circuitos alimentadores adicionales que se añaden a la red de energía eléctrica). La base de datos de conectividad puede considerarse "estática" en el sentido de que no cambia. La base de datos de conectividad puede cambiar si se han producido cambios en la estructura de la red de energía eléctrica. Por ejemplo, si hay una modificación en el circuito alimentador, tal como la adición de un circuito alimentador, la base de datos de conectividad puede cambiar.

Para almacenar los datos "dinámicos" puede utilizarse una segunda base de datos. La segunda base de datos puede comprender una base de datos no relacional. Un ejemplo de una base de datos no relacional puede

comprender una base de datos de historiador, que almacena los datos no de funcionamiento en series temporales, así como los datos históricos de funcionamiento. La base de datos de historiador puede almacenar una serie de “registros” planos tales como: (1) marca de tiempo; (2) ID de dispositivo; (3) un valor de datos; y (4) el estado de dispositivo. Por otra parte, los datos almacenados pueden comprimirse. Debido a esto, los datos de funcionamiento/no de funcionamiento de la red de energía eléctrica pueden almacenarse fácilmente, y pueden ser manejables aunque pueda haber disponible una cantidad considerable de datos. Por ejemplo, en cualquier momento puede haber datos en línea (*online*) del orden de 5 Terabytes para su uso con el fin de recrear la topología de red eléctrica. Como los datos se almacenan en el simple registro plano (tal como un planteamiento no organizativo), se permite la eficiencia en el almacenamiento de datos. Como se menciona con mayor detalle más adelante, se puede acceder a los datos mediante una etiqueta específica, tal como identificadores de elementos de datos.

Diversos análisis de la red eléctrica pueden desear recibir, como aporte, la topología de red eléctrica en un determinado momento. Por ejemplo, el análisis relacionado con la calidad de potencia, fiabilidad, salud de activos, etc. puede utilizar la topología de red eléctrica como aporte. Con el fin de determinar la topología de red eléctrica, se puede acceder al modelo de conectividad de referencia, tal como se define en los datos de la base de datos de conectividad. Por ejemplo, si se desea la topología de un circuito alimentador en particular, el modelo de conectividad de referencia puede definir los diversos conmutadores en el circuito alimentador en particular de la red de energía eléctrica. Después de eso, se puede acceder a la base de datos de historiador (basándose en el momento en particular) con el fin de determinar los valores de los conmutadores en el circuito alimentador en particular. Luego, un programa puede combinar los datos desde el modelo de conectividad de referencia y la base de datos de historiador con el fin de generar una representación del circuito alimentador en particular en ese momento en particular.

Un ejemplo más complicado para determinar la topología de la red eléctrica puede incluir múltiples circuitos alimentadores (p. ej., circuito alimentador A y circuito alimentador B) que tienen un interruptor de acometida e interruptores de seccionadores. Dependiendo de los estados de conmutación de ciertos conmutadores (tales como el conmutador de acometida y/o los conmutadores de seccionadores), las secciones de los circuitos alimentadores puede pertenecer a un circuito alimentador A o a un circuito alimentador B. El programa que determina la topología de la red puede acceder a los datos desde el modelo de conectividad de referencia y desde la base de datos de historiador con el fin de determinar la conectividad en un determinado momento (p. ej., qué circuitos pertenecen al circuito alimentador A o al circuito alimentador B).

La Figura 10 ilustra un diagrama de flujo 1000 de los procesos de Datos no de Funcionamiento. La aplicación de extracto no de funcionamiento puede solicitar datos no de funcionamiento, como se muestra en el bloque 1002. Como respuesta, el escáner de datos puede reunir datos no de funcionamiento, como se muestra en el bloque 1004, en el que mediante diversos dispositivos en la red de energía eléctrica, tales como dispositivos de red eléctrica, ordenadores de subestación, y RTU de sensor de línea, puede recopilar datos no de funcionamiento, como se muestra en los bloques 1006, 1008, 1110. Como se ha mencionado anteriormente, los datos no de funcionamiento pueden incluir temperatura, calidad de la energía, etc. Los diversos dispositivos en la red de energía eléctrica, tal como dispositivos de red eléctrica, ordenadores de subestación y RTU de sensor de línea, pueden enviar los datos no de funcionamiento al escáner de datos, como se muestra en los bloques 1012, 1014, 1116. El escáner de datos puede recopilar datos no de funcionamiento, como se muestra en el bloque 1018, y enviar los datos no de funcionamiento a la aplicación de extracto no de funcionamiento, como se muestra en el bloque 1020. La aplicación de extracto no de funcionamiento puede recopilar los datos no de funcionamiento, como se muestra en el bloque 1022 y enviar los datos no de funcionamiento al historiador, como se muestra en el bloque 1024. El historiador puede recibir los datos no de funcionamiento, como se muestra en el bloque 1026, almacenar los datos no de funcionamiento, como se muestra en el bloque 1028, y enviar los datos no de funcionamiento a una o más aplicaciones de análisis, como se muestra en el bloque 1030.

La Figura 11 ilustra un diagrama de flujo 1100 de los procesos de Gestión de Sucesos. Los datos pueden generarse desde diversos dispositivos basados en distintos sucesos en la red de energía eléctrica y enviarse a través del bus de sucesos 147. Por ejemplo, el motor de recopilación de datos de contadores puede enviar información de notificación de corte/restablecimiento de alimentación al bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1102. Las RTU de sensores de línea generan un mensaje de fallo y pueden enviar el mensaje de fallo al bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1104. La subestación puede realizar análisis para generar un fallo y/o un mensaje de corte, y puede enviar el mensaje de fallo y/o corte al bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1106. El historiador puede enviar el comportamiento de señal al bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1108. Y diversos procesos pueden enviar datos a través del bus de sucesos 147. Por ejemplo, el proceso de inteligencia de fallos puede enviar un suceso de análisis de fallos a través del bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1110. El bus de sucesos puede recopilar los diversos sucesos, como se muestra en el bloque 1114. Y, los servicios de Procesamiento de Sucesos Complejos (CEP, *Complex Event Processing*) pueden procesar los sucesos enviados a través del bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1120. Los servicios CEP pueden procesar consultas frente a múltiples secuencias concurrentes de mensajes de sucesos en tiempo real a alta velocidad. Después del procesamiento por los servicios de CEP, los datos de suceso pueden ser enviados a través del bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1118. Y el historiador puede recibir a través del bus de sucesos uno o más registros

de sucesos para su almacenamiento, como se muestra en el bloque 1116. Además, los datos de suceso pueden ser recibidos por una o más aplicaciones, tal como el sistema de gestión de cortes (OMS), inteligencia de cortes, análisis de fallos, etc., como se muestra en el bloque 1122. De esta manera, el bus de sucesos puede enviar los datos de suceso a una aplicación, evitando de ese modo el problema de "silo" de no poner los datos a disposición de otros dispositivos u otras aplicaciones.

La Figura 12 ilustra un diagrama de flujo 1200 de los procesos de Señalización de Respuesta a la Demanda (DR). La aplicación de funcionamiento de distribución puede solicitar la DR, como se muestra en el bloque 1244. En respuesta, la conectividad/estado de red eléctrica puede recopilar datos de disponibilidad de DR, como se muestra en el bloque 1202, y puede enviar los datos, como se muestra en el bloque 1204. La aplicación de operación de distribución puede distribuir la optimización de disponibilidad de DR, como se muestra en el bloque 1246, a través del bus de sucesos (bloque 1254), a uno o más Sistemas de Gestión de DR. El Sistema de Gestión de DR puede enviar señales e información de DR a una o más instalaciones del cliente, como se muestra en el bloque 1272. Una o más de las instalaciones del cliente pueden recibir las señales de DR, como se muestra en el bloque 1266, y enviar la respuesta de DR, como se muestra en el bloque 1268. La Gestión DR puede recibir la respuesta DR, como se muestra en el bloque 1274, y puede enviar respuestas de DR a uno, alguno o todos los buses de datos de operaciones 146, la base de datos de facturación y la base de datos de marketing, como se muestra en el bloque 1276. La base de datos de facturación y la base de datos de marketing pueden recibir las respuestas, como se muestra en los bloques 1284, 1288. El bus 146 de datos de operaciones también puede recibir las respuestas, como se muestra en el bloque 1226, y enviar las respuestas y la capacidad disponible de DR a la recopilación de datos de DR, como se muestra en el bloque 1228. La recopilación de datos de DR puede procesar las respuestas y la capacidad disponible de DR, como se muestra en el bloque 1291 y enviar los datos al bus de datos de operaciones, como se muestra en el bloque 1294. El bus de datos de operaciones puede recibir la disponibilidad y la respuesta de DR, como se muestra en el bloque 1230, y enviarlas a la conectividad/estado de red eléctrica. La conectividad/estado de red eléctrica puede recibir los datos, como se muestra en el bloque 1208. Los datos recibidos pueden utilizarse para determinar los datos de estado de red eléctrica, que pueden enviarse (bloque 1206) a través del bus de datos de operaciones (bloque 1220). La aplicación de operación de distribución puede recibir datos de estado de red eléctrica (como un mensaje de sucesos para la optimización DR), como se muestra en el bloque 1248. Al utilizar los datos de estado de red eléctrica y la disponibilidad y respuesta DR, la aplicación de operación de distribución puede ejecutar una optimización de distribución para generar datos de distribución, como se muestra en el bloque 1250. Los datos de distribución pueden ser recuperados por el bus de datos de operaciones, como se muestra en el bloque 1222, y se pueden enviar a la aplicación de extracto de conectividad, como se muestra en el bloque 1240. El bus de datos de funcionamiento puede enviar datos (bloque 1224) a la aplicación de operación de distribución, que a su vez puede enviar una o más señales de DR a uno o más Sistemas de Gestión de DR (bloque 1252). El bus de sucesos puede recopilar las señales de cada uno de uno o más Sistemas de Gestión de DR (bloque 1260) y enviar las señales de DR a cada uno de los Sistemas de Gestión de DR (bloque 1262). El Sistema de Gestión de DR puede procesar entonces las señales de DR como se ha mencionado anteriormente.

El historial de operaciones de comunicación puede enviar datos al bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1214. El historial de operaciones de comunicación también puede enviar datos de cartera de generación, como se muestra en el bloque 1212. O, una aplicación, como por ejemplo Yentyx®, puede solicitar información de central eléctrica virtual (VPP, *virtual power plant*), como se muestra en el bloque 1232. El bus de datos de operaciones puede recopilar los datos de VPP, como se muestra en el bloque 1216, y enviar los datos a la aplicación, como se muestra en el bloque 1218. La aplicación puede recopilar los datos de VPP, como se muestra en el bloque 1234, ejecutar una optimización del sistema, como se muestra en el bloque 1236, y enviar señales de VPP al bus de sucesos, como se muestra en el bloque 1238. El bus de sucesos puede recibir las señales de VPP, como se muestra en el bloque 1256, y enviar las señales de VPP a la aplicación de operación de distribución, como se muestra en el bloque 1258. La aplicación de operación de distribución puede entonces recibir y procesar los mensajes de sucesos, como se ha mencionado anteriormente.

La aplicación de extracto de conexión puede extraer datos de nuevos clientes, como se muestra en el bloque 1278, para enviarlos a la Base de Datos de Marketing, como se muestra en el bloque 1290. Los datos de nuevos clientes pueden enviarse a la conectividad/estado de red eléctrica, como se muestra en el bloque 1280, de modo que la conectividad de estado de red eléctrica puede recibir nuevos datos de conectividad de DR, como se muestra en el bloque 1210.

El operario puede enviar una o más señales de anulación cuando sea aplicable, como se muestra en el bloque 1242. Las señales de anulación pueden enviarse a la aplicación de operación de distribución. La señal de anulación puede enviarse al sistema de gestión de la energía, como se muestra en el bloque 1264, a la base de datos de facturación, como se muestra en el bloque 1282, y/o la base de datos de marketing, como se muestra en el bloque 1286.

Tal como se describió anteriormente, diversos dispositivos dentro de una red eléctrica de servicio público pueden ser controlados por medio de órdenes generadas a partir del NÚCLEO INDE 120 o algún otro lugar de órdenes. Las órdenes pueden generarse a través de un aporte manual o pueden suceder mediante generación automática. Uno, alguno o todos los dispositivos dentro de la red eléctrica de servicio público pueden recibir una o más órdenes

individuales para su funcionamiento de una manera particular. Por ejemplo, los contadores inteligentes 163 que monitorizan las instalaciones 179 de los clientes pueden recibir órdenes respectivas para desconectar, conectar o ajustar la potencia que se suministra a las instalaciones asociadas del cliente. Los dispositivos de instalaciones de cliente, tales como los sensores 166 y los controles 167, pueden recibir órdenes para reducir la potencia a un dispositivo en particular, tal como un aparato grande. Los clientes de servicios públicos pueden convenir que se reduzca la potencia con respecto a los grandes aparatos en particular u otros dispositivos eléctricos por diversas razones, tales como, por ejemplo, razones financieras o como parte de una estrategia de control de carga que ayude al medio ambiente. Típicamente, el ajuste de cada dispositivo que se desconecta y se conecta, o se controla que consume más o menos potencia individualmente no tendrá como resultado una gran efecto sobre el funcionamiento de una red eléctrica de servicio público. Sin embargo, si se controlan suficientes dispositivos de esa manera en un pequeño margen de tiempo suficiente, el efecto combinado de todos los dispositivos que funcionan simultáneamente, o relativamente cerca en el tiempo, podría tener efectos no deseados en la red eléctrica de servicio público, tal como provocar o añadir inestabilidad de la red eléctrica. Por ejemplo, si se ordena a suficientes dispositivos de instalaciones de los clientes que se apaguen en una serie de instalaciones 179 de cliente en un intervalo de tiempo relativamente pequeño, la reducción en potencia puede provocar una amplia zona de apagón eléctrico. Los problemas de esta naturaleza podrían surgir por una entrada de órdenes accidental o coincidente o por actividades maliciosas.

La Figura 13 es un ejemplo de un sistema de filtro de órdenes que incluye un módulo 1300 de filtro de órdenes configurado para filtrar las órdenes generadas para controlar diversos dispositivos dentro de una red eléctrica de servicio público. El módulo 1300 de filtro de órdenes puede recibir algunas o todas las órdenes para la recepción por parte de los dispositivos en una red eléctrica de servicio público y determinar, antes de la recepción en los dispositivos, si la ejecución de las órdenes tendría como resultado un efecto no deseado en la red eléctrica de servicio público. El módulo 1300 de filtro de órdenes puede autorizar todas o algunas de las órdenes para la ejecución y transmitir las órdenes autorizadas para que sean recibidas por los respectivos dispositivos para su ejecución o impedir que las órdenes no autorizadas sean recibidas por los respectivos dispositivos para su ejecución.

Por ejemplo, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede ser ejecutado en uno o más dispositivos informáticos 1301 que tienen un procesador 1302 en comunicación con una memoria 1304. El término "módulo" puede definirse para incluir un módulo o una pluralidad de módulos ejecutables. Tal como se describe en la presente memoria, los módulos se definen para incluir software, equipo físico o una combinación de los mismos ejecutable por el procesador 1302. Los módulos de software pueden incluir instrucciones almacenadas en la memoria 1304, o en otro dispositivo de memoria, que son ejecutables por el procesador 1302 u otro procesador. Los módulos de equipo físico pueden incluir diversos dispositivos, componentes, circuitos, puertas, tableros de circuitos y similares que son ejecutables, dirigidos y/o controlados por el procesador 1302 para obtener las prestaciones. La memoria 1304 puede incluir una o más memorias y pueden ser memorias o soportes de almacenamiento legibles por ordenador, tal como una memoria caché, memoria intermedia, RAM, medios extraíbles, unidad de disco duro u otros medios de almacenamiento legibles por ordenador. Un soporte de almacenamiento legible por ordenador puede incluir varios tipos de soportes de almacenamiento volátil y no volátil. El procesador 1302 puede implementar diversas técnicas de procesamiento tal como, por ejemplo, multiprocesamiento, multitarea, procesamiento paralelo y similares. El procesador 1302 puede incluir uno o más procesadores.

Por ejemplo, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede ser uno o más módulos de software almacenados en la memoria 1304 y ejecutados por el procesador 1302. El módulo 1300 de filtro de órdenes puede incluir diversos submódulos que serán ejecutados por el procesador 1302. El procesador 1302 puede estar ubicado en NÚCLEO INDE 120 o algún otro sitio de la red eléctrica de servicio público. En un ejemplo, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede ser ejecutado para hacer funcionar el bus de sucesos 147.

El módulo 1300 de filtro de órdenes puede recibir órdenes 1306 destinadas a controlar el funcionamiento de los dispositivos de la red eléctrica de servicio público. Las órdenes 1306 pueden representar órdenes destinadas a ser ejecutadas por los respectivos dispositivos simultáneamente o dentro de un predeterminado intervalo de tiempo. Por ejemplo, las órdenes 1306 pueden destinarse a la recepción por parte de los dispositivos dentro de unas instalaciones 179 de cliente conectados a los sensores 166, los controles 167 o a un display 165 en el hogar.

Con referencia ahora a la Figura 14, se muestra un ejemplo del módulo 1300 de filtro de órdenes configurado para que se ejecute en el bus de procesamiento de sucesos complejos en tiempo real 147. El ejemplo de la Figura 14 puede implementarse en la arquitectura INDE que se describe con respecto a las Figuras 1-6. Tal como se muestra en la Figura 14, los diversos dispositivos dentro de la red eléctrica de servicio público se pueden implementar mediante control manual. Por ejemplo, un operario puede utilizar una interfaz gráfica de usuario (GUI, *graphical user interface*) 1402 para transmitir las órdenes de contador ("MC", *meter commands*) 1404, tal como órdenes de contador de conexión/desconexión, para que sean recibidas por diversos contadores inteligentes 163 dentro de la red de contadores inteligentes 178. Las órdenes 1404 de contador pueden comunicarse a través de dispositivos capaces de transmitir datos de contador 1405 recibidos desde los contadores inteligentes 163. La GUI 1402 puede transmitir las órdenes 1404 de contador al sistema 121 de gestión de datos de contador. Las órdenes 1404 de

- contador pueden ser recibidas luego por un motor 1406 de recopilación de datos de contador, que pueden ser módulos de software, módulos de equipo físico, o una combinación configurada para recopilar datos, órdenes, sucesos y cualquier otro tipo de datos relativos a contadores inteligentes 163 dentro del sistema de servicio público. En un ejemplo, el motor 1406 de recopilación de datos de contador puede residir en la central(es) de recopilación de datos de contador 153. En un ejemplo alternativo, el motor 1406 de recopilación de datos de contador puede distribuirse de tal manera que en la red eléctrica de servicio público exista una pluralidad de motores 1406 de recopilación de datos de contador. Los datos recopilados por el motor 1406 de recopilación de datos de contador pueden ser transmitidos a uno o más repositorios 133 de datos de contador, y ser almacenados por ese, por el bus 146 de funcionamiento/no de funcionamiento.
- Las órdenes 1404 de contador pueden ser recibidas por el bus de sucesos 147 y el módulo 1300 de filtro de órdenes. El módulo 1300 de filtro de órdenes puede analizar las órdenes 1404 de contador para determinar si, tras la ejecución, las órdenes pueden provocar un efecto no deseado en la red eléctrica de servicio público. El módulo 1300 de filtro de órdenes puede transmitir órdenes autorizadas 1407 de contador (“AMC”, *authorized meter commands*) para la recepción y la ejecución por parte de los respectivos contadores inteligentes 163. Las órdenes autorizadas 1407 de contador pueden transmitirse a un procesador 1408 de órdenes de contador. El procesador 1408 de órdenes de contador puede determinar el contenido y el destinatario pretendido de las órdenes autorizadas 1407 de contador. El procesador 1408 de órdenes de contador puede transmitir las órdenes a una red de comunicaciones 1410 de contador. La red 1410 de comunicaciones de contador puede configurarse para transmitir datos de contador, sucesos de contador y órdenes de contador a todos o algunos de los contadores inteligentes 163 acoplados a la red de contadores inteligentes 178 dentro de la red eléctrica de servicio público. Las órdenes autorizadas 1407 de contador en última instancia pueden ser recibidas por los contadores inteligentes 163 en las instalaciones 179 de cliente para la conexión o desconexión de la red eléctrica de servicio público. Una GUI 1411 puede recibir órdenes 1404 de contador que se transmiten directamente al motor 1406 de recopilación de datos de contador.
- Los diversos dispositivos de instalaciones de los clientes pueden recibir órdenes de DR (“DRC”) 1412 que están autorizadas por el módulo 1300 de filtro de órdenes. Por ejemplo, la GUI 1414 puede ser utilizada por un operario que introducir manualmente las órdenes de DR 1412. Las órdenes de DR 1412 pueden ser recibidas desde la GUI 1414 por un sistema despachador de VPP 1416. Las órdenes de DR 1412 pueden basarse en diversas configuraciones tales como los precios, los factores ambientales y el control de carga. El sistema despachador de VPP 1416 puede configurarse para recibir las órdenes de DR 1412 y determinar los dispositivos de instalaciones de clientes que se deben controlarse basándose en las órdenes de DR 1412. Las órdenes de DR 1412 pueden ser recibidas por el bus 146 de datos de funcionamiento/no de funcionamiento. En otros ejemplos, las órdenes de DR 1412 pueden transmitirse desde el sistema despachador de VPP 1416 al bus de sucesos 147.
- Las órdenes de DR 1412 pueden ser recibidas desde el bus 146 de datos de funcionamiento/de no funcionamiento por un sistema 1418 de motor (DCE) de recopilación de datos y de respuesta de DR y de distribución de señal de DR. La distribución de señales DR y el motor 1418 de recopilación de datos de respuesta DR se pueden configurar para funcionar en el NÚCLEO INDE 120, tal como dentro del sistema de gestión DR 154, o en algún otro sitio dentro o a distancia de la red eléctrica de servicio público. Las órdenes de DR 1412 pueden ser analizadas por la distribución de señales de DR y la respuesta de DR y el sistema DCE 1418 para determinar cómo debe realizarse la respuesta a la demanda deseada, tal como determinando los dispositivos particulares que recibirán las órdenes. La distribución de señales de DR y la respuesta de DR y el sistema DCE 1418 pueden dividir las órdenes de DR 1412 para dispositivos individuales o grupos de dispositivos dependientes.
- Las órdenes de DR 1412 pueden ser recibidas por el bus de sucesos 147 y el módulo 1300 de filtro de órdenes para determinar si las órdenes de DR 1412 están autorizadas para ser ejecutadas por los dispositivos de las instalaciones 179 de cliente. Si las órdenes de DR 1412 van a ser ejecutadas por los dispositivos dentro de las instalaciones 179 de cliente, las órdenes autorizadas de DR (“ADRC”) 1417 pueden ser transmitidas por el módulo 1300 de filtro de órdenes a un procesador de órdenes de DR 1420. El procesador de órdenes de DR 1420 puede determinar el contenido de las órdenes autorizadas de DR 1417 e identificar la instalación particular 179 de cliente y los dispositivos en la instalación particular 179 de cliente para recibir las órdenes autorizadas de DR 1417. Las órdenes autorizadas de DR 1417 pueden ser transmitidas por el procesador 1420 de órdenes de DR a una red de comunicación de DR 1422 que puede interconectarse con todas o algunas de las instalaciones 179 de cliente dentro de una red eléctrica de servicio público. Las órdenes autorizadas de DR 1417 pueden ser recibidas por los dispositivos previstos dentro de cada una de las instalaciones 179 de cliente y pueden distribuirse mediante un portal DR de 1421 de hogar.
- A la red eléctrica de servicio público pueden aportarse manualmente otros tipos de órdenes, tales como órdenes de conmutación. Por ejemplo, las órdenes de conmutación (“SC”, *switching commands*) 1424 pueden ser introducidas por un operario a través de una GUI 1425. Por ejemplo, las órdenes de conmutación 1424 pueden destinarse a conectar o desconectar dispositivos de conmutación 1436 dentro de una red eléctrica de servicio público, tal como seccionadores, reconectores y acometidas, por ejemplo. Las órdenes de conmutación 1424 pueden ser recibidas por unos controles 1426 de seccionador que se pueden configurar para procesar las órdenes de conmutación 1424 y

determinar los dispositivos particulares de la red eléctrica de servicio público que pueden funcionar con el fin de ejecutar las órdenes de conmutación. Las órdenes de conmutación 1424 pueden ser recibidas por el bus de sucesos 147 y ser procesadas por el módulo 1300 de filtro de órdenes. Los órdenes autorizadas de conmutación (“ASC”, *authorized switching commands*) 1430 pueden transmitirse a uno o más procesadores de órdenes de control 1434. Los procesadores 1434 de órdenes de control pueden transmitir las órdenes autorizadas de conmutación 1430 a los respectivos dispositivos de conmutación 1436 destinados a recibir una orden autorizada particular de conmutación 1430.

Las órdenes de compensador (“CC”, *compensator commands*) 1427 pueden ser introducidas por un operario a través de la GUI 1429. Las órdenes 1427 de compensador pueden destinarse a la recepción por parte de los dispositivos utilizados para compensar las condiciones de red eléctrica de servicio público, tal como, por ejemplo, condensadores, compensadores de caídas de tensión en las líneas, cambiadores de tomas de carga (LTC), y reguladores de tensión. Las órdenes 1427 de compensador pueden ser recibidas por los controles 1431 de compensador configurados para determinar el contenido de las órdenes 1427 de compensador y dar formato a las órdenes 1427 de compensador para la recepción por parte de los dispositivos particulares de compensador para recibir las órdenes 1427 de compensador. Las órdenes 1427 de compensador pueden ser transmitidas por los controles de compensador 1431 al bus de sucesos 147 para ser procesadas por el módulo 1300 de filtro de órdenes. Las órdenes autorizadas de compensador (“ACC”, *authorized compensator commands*) 1432 pueden transmitirse a los procesadores de órdenes de control 1434. Los procesadores 1434 de órdenes de control pueden proporcionar las órdenes autorizadas 1432 de compensador a los dispositivos 1438 de compensador.

Volviendo a hacer referencia a la Figura 13, se puede explicar aún más el funcionamiento detallado del módulo 1300 de filtro de órdenes. Las órdenes 1306 pueden incluir órdenes de dispositivo, tales como las órdenes 1404 de contador, las órdenes de DR 1416, las órdenes de conmutación 1424 y las órdenes de compensador 1427. En el momento de la recepción por parte del módulo 1300 de filtro de órdenes, las órdenes 1306 pueden ser recibidas por un módulo 1308 de recepción de órdenes. El módulo 1308 de recepción de órdenes puede procesar las órdenes 1306 para determinar el contenido del destinatario deseado de cada una de las órdenes 1306. El módulo 1308 de recepción de órdenes puede proporcionar órdenes procesadas 1310 al módulo 1312 de aplicación de reglas. Las órdenes procesadas 1310 pueden incluir datos adicionales relacionados con el procesamiento realizado por el módulo 1308 de recepción de órdenes, un nuevo formato de las órdenes 1306, o ambos.

En el momento de la recepción de las órdenes procesadas 1310, el módulo de aplicación de reglas 1312 puede aplicar un conjunto de reglas predeterminadas a las órdenes procesadas 1310 para autorizar, si las hubiera, las órdenes 1306 para su ejecución. El módulo de aplicación de reglas 1312 puede recuperar un conjunto de datos de reglas 1314 que contiene una o más reglas para la aplicación a las órdenes procesadas 1310. Basándose en la aplicación de las reglas, el módulo 1312 de aplicación de reglas puede determinar qué órdenes 1306 de las órdenes procesadas 1310 están autorizadas para su ejecución. El módulo 1312 de aplicación de reglas puede autorizar a algunas de las órdenes procesadas 1310 para la ejecución o puede autorizar las órdenes procesadas 1310 a bulto, de tal manera que todas las órdenes que están siendo analizadas por el módulo de aplicación de reglas 1312 se autorizan o rechazan juntas.

Con la autorización, el módulo 1312 de aplicación de reglas puede generar un conjunto 1316 de datos de autorización que contiene las órdenes 1306 junto con la decisión de autorización del módulo 1312 de aplicación de reglas. El conjunto de datos de autorización 1316 puede ser recibido por un módulo 1318 de transmisión de órdenes. El módulo 1318 de transmisión de órdenes puede identificar una, alguna o todas las órdenes autorizadas para la ejecución por parte de un respectivo dispositivo. Con la identificación, el módulo 1318 de transmisión de órdenes puede transmitir las órdenes autorizadas 1320 para que sean recibidas en última instancia por el dispositivo pretendido. Para las órdenes no autorizadas para su ejecución, el módulo 1318 de transmisión de órdenes puede generar un mensaje de rechazo 1321 para que cada orden no autorizada se vuelva a transmitir para notificar a donde se originó la orden no autorizada, tal como una de las GUI 1402, 1411, 1414 y 1425. Por ejemplo, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede ser ejecutado en el bus de sucesos 147, lo que permite que el módulo 1300 de filtro de órdenes transmita las órdenes autorizadas 1320 o permite que el bus de sucesos 147 realice la transmisión.

Las reglas contenidas en el conjunto 1314 de datos de reglas pueden ser de naturaleza estática o pueden ser dinámicas basándose en condiciones de tiempo real en la red eléctrica de servicio público. Las reglas estáticas pueden ser invariables independientemente del ejemplo actual de red eléctrica de servicio público. Por ejemplo, puede existir una regla estática que limita el número de dispositivos que pueden conectarse o desconectarse dentro de un predeterminado intervalo de tiempo, tal como los contadores inteligentes 163, los dispositivos en las instalaciones 179 de cliente, los dispositivos de conmutación 1436 o los dispositivos de compensador 1438, o cualquier combinación. Por ejemplo, una regla puede dirigirse a limitar el número de casos de dispositivos de instalaciones de clientes (p. ej., bombas industriales) que pueden arrancarse, tal como seis arranques por hora. En otro ejemplo, una regla puede dirigirse a limitar el número de contadores inteligentes 163 que se pueden activar o desactivar en un periodo de tiempo predeterminado. Se pueden aplicar otras reglas con relación a la duración en el que se puede ordenar a un dispositivo que se conecte o se desconecte.

El módulo 1312 de aplicación de reglas también puede configurarse para aplicar las reglas del conjunto 1314 de datos de reglas con consideración hacia la naturaleza dinámica de una red eléctrica de servicio público. El módulo 1312 de aplicación las reglas puede configurarse para buscar en los datos históricos de funcionamiento de la red eléctrica de servicio público. Por ejemplo, el módulo de aplicación de reglas 1312 puede configurarse para recuperar información a partir de los datos históricos 136. El módulo 1312 de aplicación de reglas puede aplicar una regla a partir del conjunto 1314 de datos de reglas para las órdenes procesadas 1310 mientras se hacen referencias cruzadas de los datos históricos 136. Por ejemplo, el conjunto 1314 de datos de reglas puede incluir una regla basada en el número de desconexiones/conexiones de dispositivo con independencia de un dispositivo en particular. Por ejemplo, sólo un número predeterminado de dispositivos puede tener permitido desconectarse o conectarse en un periodo de tiempo predeterminado independientemente de los dispositivos involucrados. Si las órdenes 1306 están dirigidas a desconectar o conectar más dispositivos que el umbral de número de dispositivos, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede analizar los datos históricos 136 para determinar si los anteriores patrones de órdenes, tal como los de las órdenes 1306, tuvieron como resultado efectos no deseados en la red eléctrica de servicio público. Si, sobre la base de los datos históricos, la conexión o desconexión de los dispositivos en particular a los que corresponden las órdenes, no ocasionaron previamente asuntos adversos en la red eléctrica de servicio público, las órdenes pueden ser autorizadas para su ejecución.

En una configuración de aplicación de reglas que utiliza condiciones dinámicas, el módulo de aplicación de reglas 1312 también puede recuperar los datos de conectividad 1313 del pequeño almacén de datos de conectividad 131 durante la aplicación de las reglas. Basándose en los datos históricos 136, los datos de conectividad 131 y el conjunto 1314 de datos de reglas, el módulo 1312 de aplicación de reglas puede determinar si las condiciones en ese momento de la red eléctrica de servicio público se verán afectadas en un grado tal que las órdenes 1306 no deberían autorizarse para su ejecución. En un ejemplo, el módulo de aplicación de reglas 1312 puede incluir un módulo de predicción 1322 para determinar una autorización de órdenes basándose en los datos históricos 136, datos de conectividad 1313 y el conjunto de reglas de datos 1314. El módulo de predicción 1322 puede predecir el efecto que tendrá en la red eléctrica de servicio público la autorización de algunas o todas las órdenes. El módulo de predicción 1322 puede generar efectos predichos relativos al comportamiento de la red eléctrica de servicio público en varias permutaciones de combinaciones de las órdenes 1306. En un ejemplo, el módulo de predicción 1322 puede seleccionar una combinación de órdenes 1306 para la autorización identificada como el mayor número de órdenes 1306 a ejecutar. En otros ejemplos, el módulo de predicción 1306 puede identificar las órdenes 1306 basándose en otras consideraciones tales como más cercano e inferior a un umbral de perturbación de red eléctrica. El umbral de perturbación de red puede representar la perturbación mínima permitida en la red eléctrica de servicio público al ejecutar órdenes de dispositivo, tal como las órdenes 1306. En unas configuraciones alternativas, se pueden monitorizar diversas condiciones, estáticas o dinámicas, que toman las decisiones de autorización relativas a las órdenes 1306. Por ejemplo, en unas partes estratégicas de la red eléctrica de servicio público se pueden monitorizar situaciones de tensión, situaciones de corriente, o ambas. También pueden monitorizarse las condiciones ambientales, tales como la temperatura ambiente.

Las redes eléctricas pre-configuradas de servicio público pueden tener diferentes puntos de acceso cuando en ellas se montan dispositivos inteligentes. Las redes eléctricas preconfiguradas de servicio público también pueden incluir redes de comunicación establecidas diferentes de las descritas con respecto a la Figura 14. Las Figuras 15-17 ilustran unos ejemplos de redes eléctricas de servicio público que tienen unas configuraciones alternativas de redes de comunicación. En las Figuras 15-17, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede ejecutarse en diferentes partes de la red eléctrica de servicio público con respecto a los dispositivos configurados para recibir órdenes de conexión/desconexión, por ejemplo. En la Figura 15, una red eléctrica 1500 de servicio público similar a la configuración de la Figura 1 puede configurarse con un solo bus 1502 de red de comunicación en lugar de redes de comunicación distribuidas, tal como la red de comunicaciones DR y la red de comunicaciones de contador. En la Figura 15, puede ejecutarse el módulo 1300 de filtro de órdenes para funcionar en el bus de red de comunicación 1502. La configuración de la Figura 15 es similar a la de la Figura 13, en la que las órdenes iniciales pueden procesarse de manera similar a antes de llegar al módulo 1300 de filtro de órdenes. Sin embargo, al proporcionar determinaciones de autorización, el módulo 1300 de órdenes pueden transmitir las órdenes autorizadas 1407 de contador directamente a los contadores inteligentes particulares 163, las órdenes autorizadas DR 1417 a los dispositivos de las instalaciones 179 de clientes, las órdenes autorizadas de conmutación 1430 a los dispositivos de conmutación 1436 y las órdenes autorizadas 1432 de compensador a los dispositivos 1438 de compensador. El bus de red de comunicación 1502 puede configurarse para interactuar con el módulo 1300 de filtro de órdenes no sólo para ejecutar el módulo 1300 de filtro de órdenes sino para dirigir las órdenes autorizadas al respectivo dispositivo para su ejecución.

La Figura 16 es un diagrama esquemático de la red eléctrica 1600 de servicio público. En la red eléctrica 1600 de servicio público puede implementarse un solo bus de red de comunicación 1602. El bus de red de comunicación 1602 puede ser implementado por un tercer proveedor o puede incluirse en la red eléctrica 1600 de servicio público. El bus de sucesos 147 puede comunicarse con el bus de red de comunicación 1602. El bus de sucesos 147 puede ejecutar el módulo 1300 de filtro de órdenes y recibir las órdenes 1404, 1412, 1424 y 1427. Los órdenes 1407, 1417, 1430 y 1432 pueden ser distribuidas por el bus de red de comunicación 1602 a los diversos dispositivos destinados

a recibir las diversas órdenes de dispositivo. El bus de red de comunicación 1602 puede reconocer el destinatario previsto de las órdenes autorizadas y por consiguiente transmitir las órdenes autorizadas.

La Figura 17 es un diagrama esquemático de la red eléctrica 1700 de servicio público. En la red eléctrica 1700 de servicio público se utiliza un bus de sucesos distribuido. El bus de sucesos distribuidos puede incluir unos buses de sucesos 1702, 1704 y 1706, que se pueden comportar de una manera similar a la descrita en relación con el bus de sucesos 147. Una diferencia es que los buses de sucesos distribuidos 1702, 1704 y 1706 no se comunican entre sí. En la Figura 17, el bus de sucesos 1702 se configura para ejecutar el módulo 1300 de filtro de órdenes para las órdenes 1404 de contador y las órdenes de DR 1412. Las órdenes 1404 de contador pueden ser procesadas por el módulo 1300 de filtro de órdenes de una manera igual a la que se ha descrito con respecto a la de la Figura 13. Las órdenes autorizadas 1407 de contador pueden ser transmitidas al motor 1406 de recopilación de datos de contador, que puede transmitir las órdenes a la red de comunicación 1410 de contador. Las órdenes autorizadas 1407 de contador pueden ser transmitidas por la red de comunicación 1410 de contador al contador inteligente pretendido 163. Similarmente, el bus de sucesos 1704 también puede recibir las órdenes 1404 de contador desde la GUI 1411. El módulo 1300 de filtro de órdenes del bus de sucesos 1704 puede autorizar las órdenes 1404 de contador y transmitir el órdenes autorizadas 1407 de contador al motor 1406 de recopilación de datos de contador.

Los órdenes autorizadas de DR 1417 pueden transmitirse a la distribución de señal de DR y a la respuesta DCE 1418. La distribución de señal de DR y la respuesta de DR DCE 1418 puede transmitir las órdenes autorizadas de DR 1417 a la red de comunicación de DR 1422 para su posterior transmisión al dispositivo relevante en las instalaciones de clientes a través del portal de DR 1421 de hogar. Las órdenes de conmutación 1424 y las órdenes 1427 de compensador pueden ser recibidas por el bus de sucesos 1706 y ser filtradas por el módulo 1300 de filtro de órdenes. Las órdenes autorizadas de conmutación 1430 y las órdenes autorizadas 1432 de compensador pueden ser transmitidas a los procesadores de órdenes de control 1427 y posteriormente ser encaminarlas a los dispositivos pertinentes.

La Figura 18 es un ejemplo de flujo de operaciones del módulo 1300 de filtro de órdenes. El módulo 1300 de filtro de órdenes puede recibir órdenes de dispositivo (bloque 1800), tal como las órdenes 1306. El módulo 1300 de filtro de órdenes puede determinar si las órdenes recibidas son inválidas (bloque 1802). Si una o más de las órdenes 1306 es inválida, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede monitorizar la recepción de las siguientes órdenes de dispositivo. En unos ejemplos alternativos, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede generar un mensaje de invalidez para cada orden de las órdenes 1306 consideradas inválidas. El módulo 1300 de filtro de órdenes puede transmitir un mensaje de invalidez al origen de la orden, tal como una GUI utilizada para aportar órdenes. Un submódulo del módulo 1300 de filtro de órdenes puede generar un mensaje de invalidez, tal como el módulo 1308 de recepción de órdenes.

El módulo 1300 de filtro de órdenes puede determinar el contenido de cada orden válida 1306 (bloque 1804). La determinación puede ser realizada por el módulo 1308 de recepción de órdenes. Con la determinación del contenido de las órdenes válidas 1306, el módulo 1300 de filtro de órdenes puede recuperar datos históricos pertinentes a partir de los datos históricos 136 (bloque 1806). El módulo 1300 de filtro de órdenes también puede recuperar los datos pertinentes de conectividad 1313 del pequeño almacén 131 de datos de conectividad (bloque 1808). En el momento de la recepción de los datos de conectividad 1313, el módulo 1312 de aplicación de reglas puede implementar el módulo de predicción 1322 (bloque 1810) para determinar el posible efecto de la ejecución de las órdenes 1306.

El módulo 1312 de aplicación las reglas puede aplicar las reglas pertinentes a partir del conjunto 1314 de datos de reglas (bloque 1812) para determinar si los resultados predichos infringen alguna de las reglas. La decisión de autorizar todas las órdenes 1306 (bloque 1814) puede ser realizada por el módulo 1312 de aplicación de reglas. Si se autorizan todas las órdenes 1306, las órdenes 1306 pueden ser transmitidas por el módulo 1318 de transmisión de órdenes para ser recibidas por los respectivos dispositivos (bloque 1816). Si no se autoriza ninguna orden 1306, se tomará una decisión para determinar si se autorizada alguna de las órdenes (bloque 1818). Si no se autoriza ninguna de las órdenes 1306, el módulo 1320 de transmisión de órdenes puede generar mensajes de rechazo 1321 (bloque 1820) y transmitirlos a un origen de sus respectivas órdenes 1306. Si se va a autorizar alguna de las órdenes 1306, el módulo 1318 de transmisión de órdenes puede transmitir los mensajes de rechazo 1321 para las órdenes no autorizadas 1306 (bloque 1822) y pueden transmitirse las órdenes no autorizadas para ser recibidas por el respectivo dispositivo.

Mientras que esta invención se ha mostrado y descrito en relación con las realizaciones preferidas, es evidente que pueden hacerse ciertos cambios y modificaciones además de los ya mencionados a partir de las características básicas de esta invención. Además, hay muchos tipos diferentes de equipo físico y software informático que pueden utilizarse para poner en práctica la invención, y la invención no se limita a los ejemplos descritos anteriormente. La invención se ha descrito haciendo referencia a los actos y las representaciones simbólicas de las operaciones que son realizadas por uno o más dispositivos electrónicos. Como tal, se entenderá que tales actos y operaciones incluyen la manipulación por parte de la unidad de procesamiento del dispositivo electrónico de las señales eléctricas que representan los datos de una forma estructurada. Esta manipulación transforma los datos o los

5 mantiene en unas ubicaciones en el sistema de memoria del dispositivo electrónico, que reconfigura o altera de otro modo el funcionamiento del dispositivo electrónico de una manera bien entendida por los expertos en la técnica. Las estructuras de datos, cuando se mantienen los datos, son unas ubicaciones físicas de la memoria que tienen unas propiedades particulares definidas por el formato de los datos. Si bien la invención se describe en el contexto anterior, no se pretende que sea limitativo, ya que los expertos en la técnica apreciarán que los actos y operaciones que se describen también pueden implementarse en equipos físicos. Por consiguiente, la intención del solicitante es proteger todas las variantes y modificaciones dentro del alcance válido de la presente invención, tal como se definen en las reivindicaciones adjuntas.

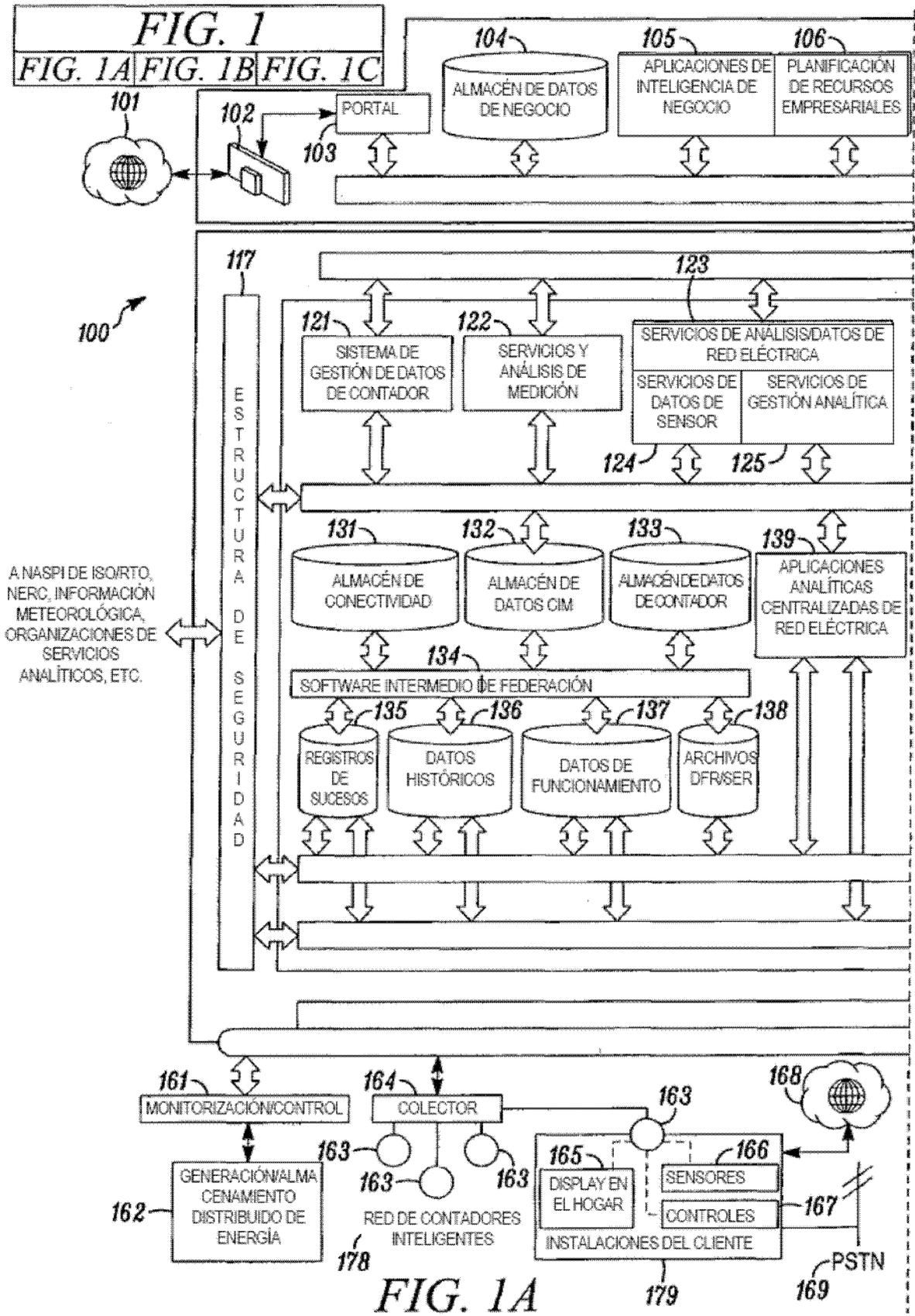
REIVINDICACIONES

1. Un sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público que comprende:
una memoria configurada para almacenar una pluralidad de reglas de órdenes de dispositivo; y
un módulo de filtro de órdenes almacenado en la memoria y ejecutable por un procesador configurado para:
 - 5 recibir una pluralidad de órdenes, en donde cada una de la pluralidad de órdenes se recibe de un respectivo dispositivo de origen, y donde cada una de la pluralidad de órdenes se configura para proporcionar una orden para la ejecución por parte de un respectivo dispositivo acoplado eléctricamente a una red eléctrica de servicio público en las instalaciones de un cliente, donde la orden comprende una orden de respuesta a la demanda que impacta en el consumo de energía del respectivo dispositivo;
 - 10 recuperar por lo menos una regla de órdenes de dispositivos a partir de la pluralidad de reglas de órdenes dispositivos;
recuperar datos históricos de red eléctrica de servicio público correspondientes al funcionamiento del respectivo dispositivo según la pasada ejecución de la pluralidad de órdenes;
 - 15 determinar cuándo por lo menos una orden de la pluralidad de órdenes está autorizada para la ejecución por parte del respectivo dispositivo, que comprende;
analizar la por lo menos una regla de orden de dispositivo y los datos históricos de red eléctrica de servicio público;
determinar si la ejecución de la por lo menos una orden por parte del respectivo dispositivo tendría como resultado un efecto no deseado en la red eléctrica de servicio público; y
 - 20 transmitir la por lo menos una orden para que sea recibida por el respectivo dispositivo sólo cuando se determina que la por lo menos una orden está autorizada para la ejecución por parte del respectivo dispositivo.
2. El sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público de la reivindicación 1, donde el módulo de filtro de órdenes es ejecutable además para generar un mensaje de rechazo configurado para ser recibido por el respectivo dispositivo de origen cuando se determina que la por lo menos una orden no está autorizada para la ejecución por parte del respectivo dispositivo, en donde el mensaje de rechazo es indicativo de que la por lo menos una orden no está autorizada para su ejecución por parte del respectivo dispositivo.
- 25 3. El sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público de la reivindicación 1, en donde el módulo de filtro de órdenes es ejecutable además para:
recuperar datos de conectividad de red eléctrica de servicio público correspondientes a las condiciones de funcionamiento en ese momento de la red eléctrica de servicio público; y
- 30 4. determinar cuándo se autoriza por lo menos una orden de la pluralidad de órdenes para la ejecución por parte del dispositivo sobre la base de los datos de conectividad de red eléctrica de servicio público.
4. El sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público de la reivindicación 3, en donde el módulo de filtro de órdenes es ejecutable además para:
determinar por lo menos un efecto predicho de red eléctrica de servicio público a partir de la autorización de la por lo menos una orden sobre la base de los datos históricos de red eléctrica de servicio público y de datos de conectividad de la red eléctrica de servicio público; y
- 35 5. determinar cuándo se autoriza por lo menos una orden de la pluralidad de órdenes para la ejecución por parte del dispositivo sobre la base del por lo menos un efecto predicho.
5. El sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público de la reivindicación 4, en donde la por lo menos una regla de orden de dispositivo es un umbral mínimo de perturbación de red eléctrica de servicio público, donde el módulo de filtro de órdenes es ejecutable además para determinar cuándo se autoriza a la por lo menos una orden de la pluralidad de órdenes para la ejecución por parte del dispositivo cuando el efecto predicho es inferior al umbral mínimo de perturbación de red eléctrica de servicio público.
- 40 6. El sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público de la reivindicación 1, en donde la por lo menos una regla de orden de dispositivo comprende limitar la conexión del dispositivo a un número predeterminado de dispositivos en un periodo de tiempo predeterminado.
- 45

7. El sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público de la reivindicación 1, en donde la por lo menos una regla de orden de dispositivo comprende limitar el reinicio de un dispositivo a un número predeterminado de veces en un periodo de tiempo predeterminado.
- 5 8. El sistema de filtro de órdenes de red eléctrica de servicio público de la reivindicación 1, en donde la orden de respuesta a la demanda se basa en por lo menos lo que se selecciona del grupo que consiste en una consideración de precio, un factor ambiental y un control de carga.
9. Un soporte legible por ordenador que comprende una pluralidad de instrucciones ejecutables por un procesador de un dispositivo informático, el soporte legible por ordenador comprende:
- 10 instrucciones para dirigir al procesador para que reciba una pluralidad de órdenes de dispositivo, donde cada orden de dispositivo se recibe de un respectivo dispositivo de origen, y donde cada una de la pluralidad de órdenes se configura para proporcionar una orden para un respectivo dispositivo acoplado eléctricamente a una red eléctrica de servicio público en las instalaciones de un cliente, donde cada orden comprende una orden de respuesta a la demanda que impacta en el consumo de energía del respectivo dispositivo;
- instrucciones para dirigir al procesador para que recupere, de una memoria, un conjunto de reglas de órdenes;
- 15 instrucciones para dirigir al procesador para que recupere los datos históricos de red eléctrica de servicio público correspondientes al funcionamiento del respectivo dispositivo según la pasada ejecución de la pluralidad de órdenes;
- instrucciones para dirigir el procesador para aplicar el conjunto de reglas de órdenes y los datos históricos de red eléctrica de servicio público a la pluralidad de órdenes de dispositivo para determinar cuándo la pluralidad de órdenes de dispositivo están autorizadas para su ejecución por parte del respectivo dispositivo, donde las
- 20 instrucciones incluyen instrucciones para dirigir al procesador para determinar si la ejecución de la pluralidad de órdenes de dispositivo tendría como resultado un efecto no deseado en la red eléctrica de servicio público;
- instrucciones para dirigir al procesador para que transmita cada una de la pluralidad de órdenes de dispositivo para su ejecución por parte del respectivo dispositivo sólo cuando la pluralidad de órdenes de dispositivo cumplen con el conjunto de reglas de órdenes; y
- 25 instrucciones para dirigir al procesador para que impida que cada una de la pluralidad de órdenes de dispositivo sea ejecutada por el respectivo dispositivo cuando la pluralidad de órdenes de dispositivo no cumple por lo menos una regla de orden del conjunto de reglas de órdenes.
10. El soporte legible por ordenador de la reivindicación 9, que comprende además:
- 30 instrucciones para dirigir al procesador para que transmita una primera parte de la pluralidad de órdenes de dispositivo para su ejecución por parte del respectivo dispositivo, cuando la parte de la pluralidad de órdenes de dispositivo cumplen con el conjunto de reglas de órdenes; y
- instrucciones para dirigir al procesador para que impida que una segunda parte de la pluralidad de órdenes de dispositivo sean ejecutadas por parte del respectivo dispositivo, cuando la segunda parte de la pluralidad de órdenes de dispositivo no cumple con el conjunto de reglas de órdenes.
- 35 11. El soporte legible por ordenador de la reivindicación 9, que comprende además:
- instrucciones para dirigir al procesador para que transmita una primera parte de la pluralidad de órdenes de dispositivo para su ejecución por parte del respectivo dispositivo, cuando la primera parte de la pluralidad de órdenes de dispositivo es inferior a un predeterminado umbral de número de órdenes.
12. El soporte legible por ordenador de la reivindicación 9, que comprende además:
- 40 instrucciones para dirigir al procesador para que prediga un efecto sobre la red eléctrica de servicio público debido a la autorización de la pluralidad de órdenes; e
- instrucciones para dirigir al procesador para que transmita cada una de la pluralidad de órdenes de dispositivo para su ejecución por parte del respectivo dispositivo basándose en el efecto predicho.
- 45 13. El soporte legible por ordenador de la reivindicación 9, que comprende además instrucciones para dirigir al procesador para que reciba la pluralidad de órdenes de dispositivo desde una o más interfaces gráficas de usuario configuradas para recibir órdenes aportadas manualmente.
14. El soporte legible por ordenador de la reivindicación 9, en donde las instrucciones para recibir una pluralidad de órdenes de dispositivo comprenden instrucciones para recibir la pluralidad de órdenes de dispositivo, donde por lo

menos una de la pluralidad de órdenes de dispositivo se configura para ser ejecutada por un contador inteligente, un dispositivo de instalaciones del cliente, un dispositivo de conmutación o un dispositivo de compensación.

15. Un soporte legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en un procesador, hace que se ejecute el módulo de filtro de órdenes de cualquiera de las reivindicaciones 1-8.



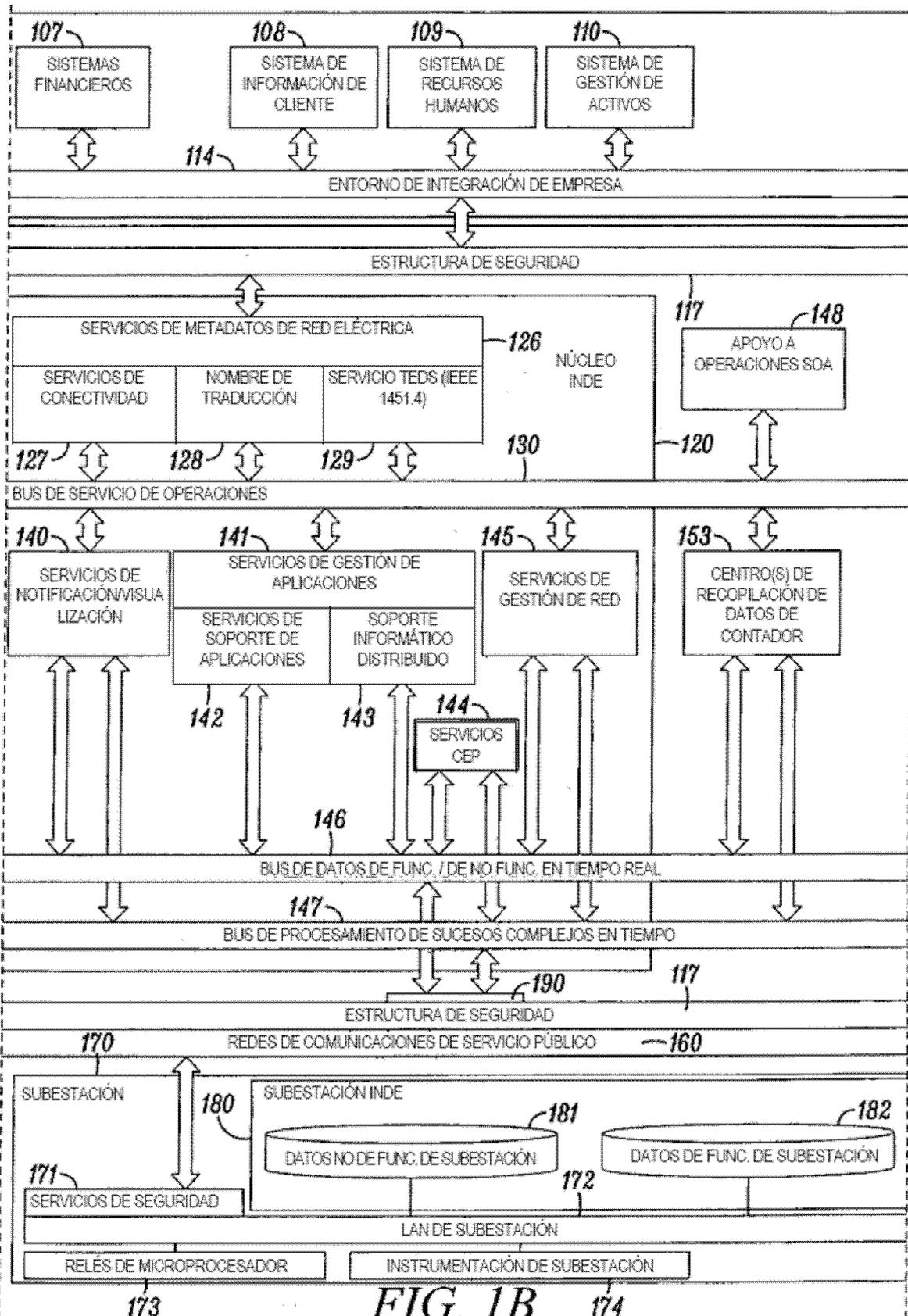
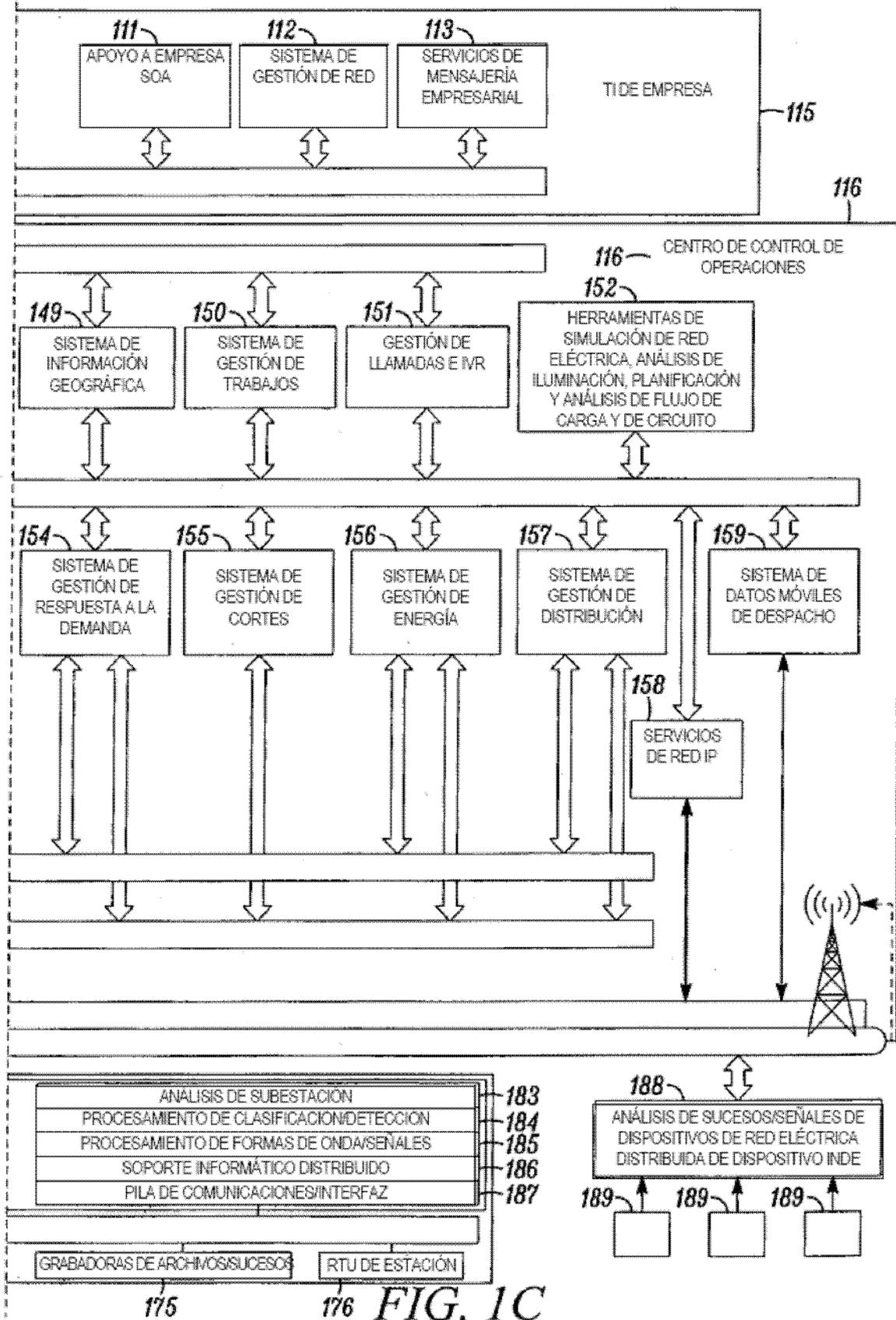


FIG. 1B



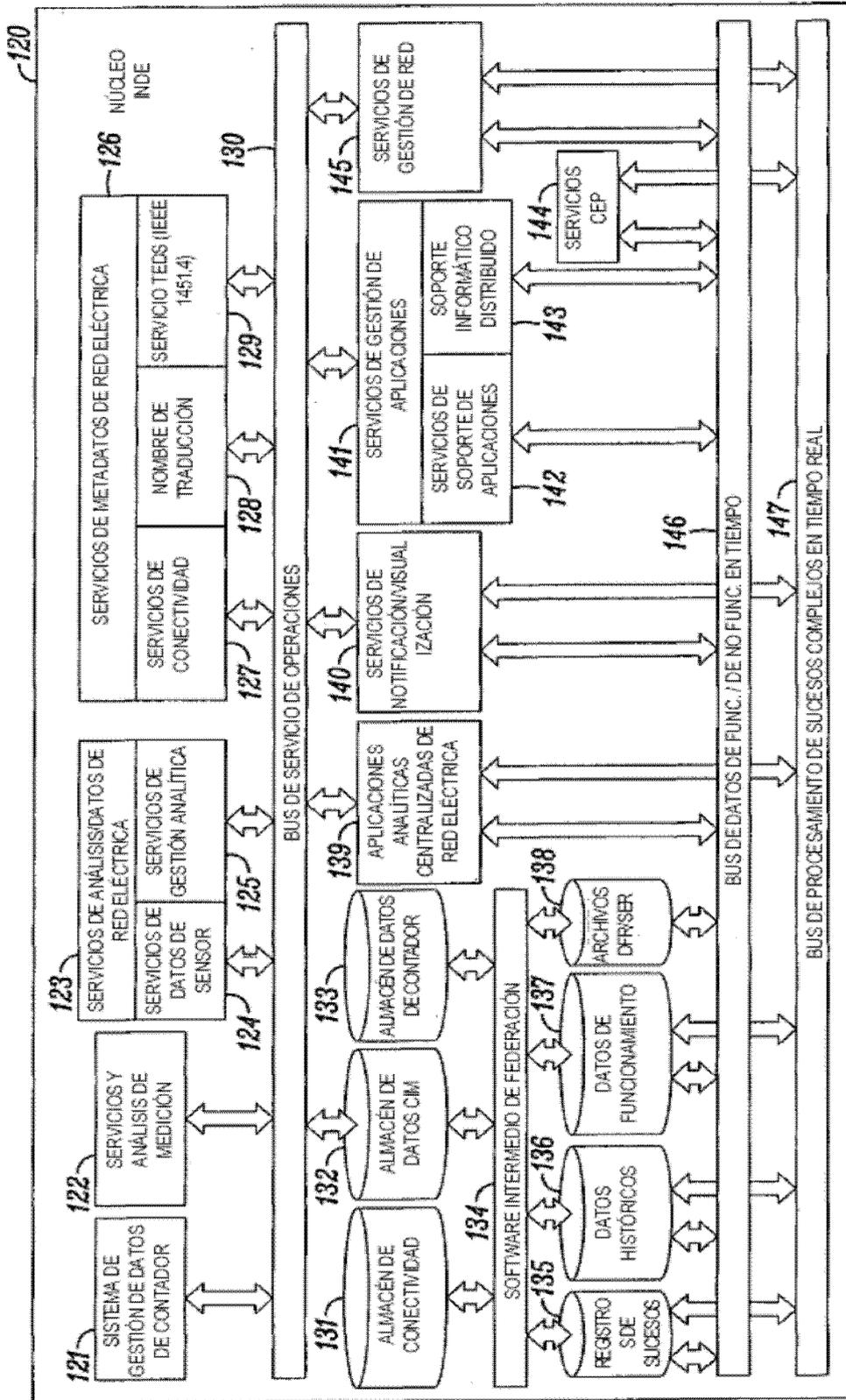


FIG. 2

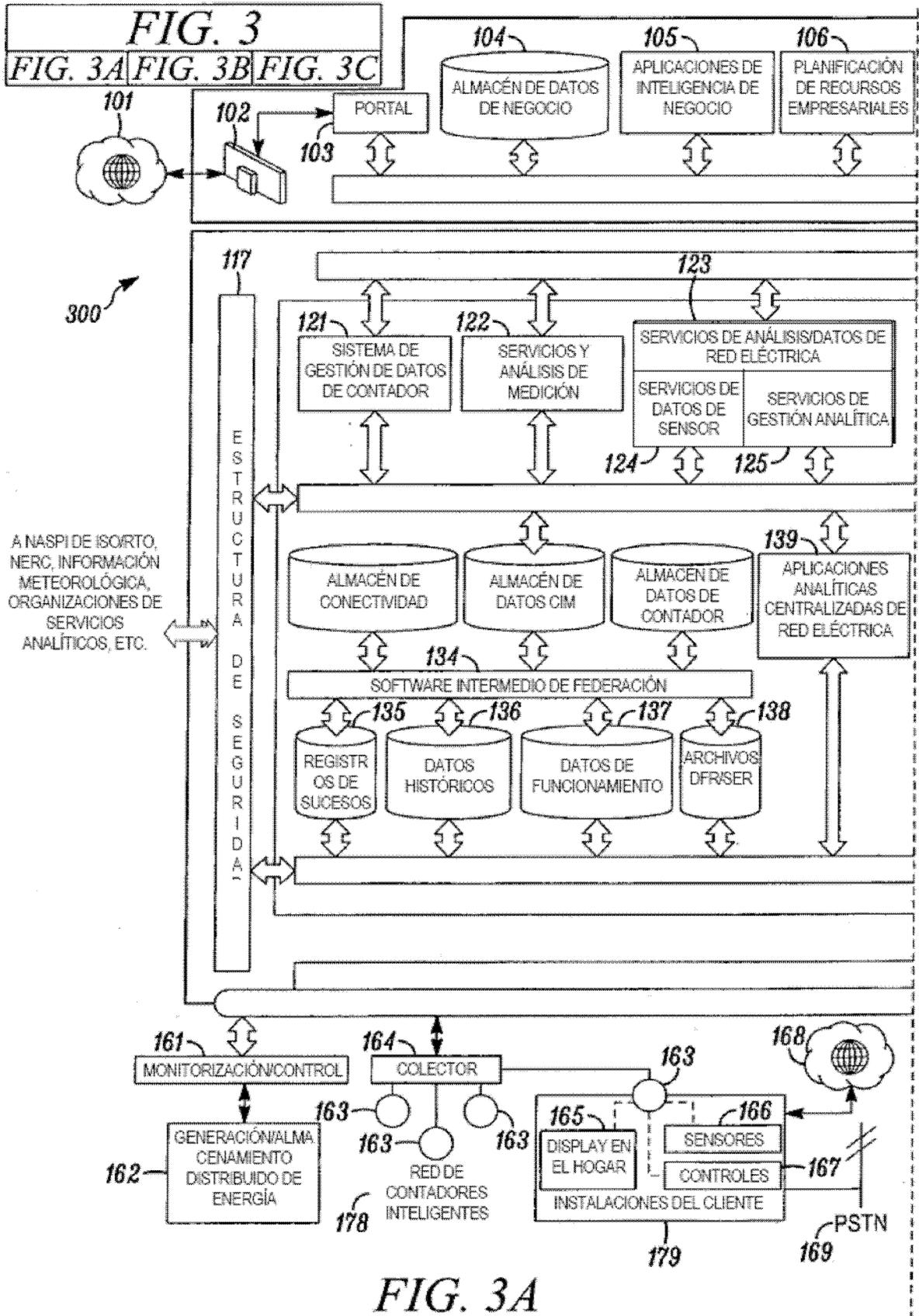
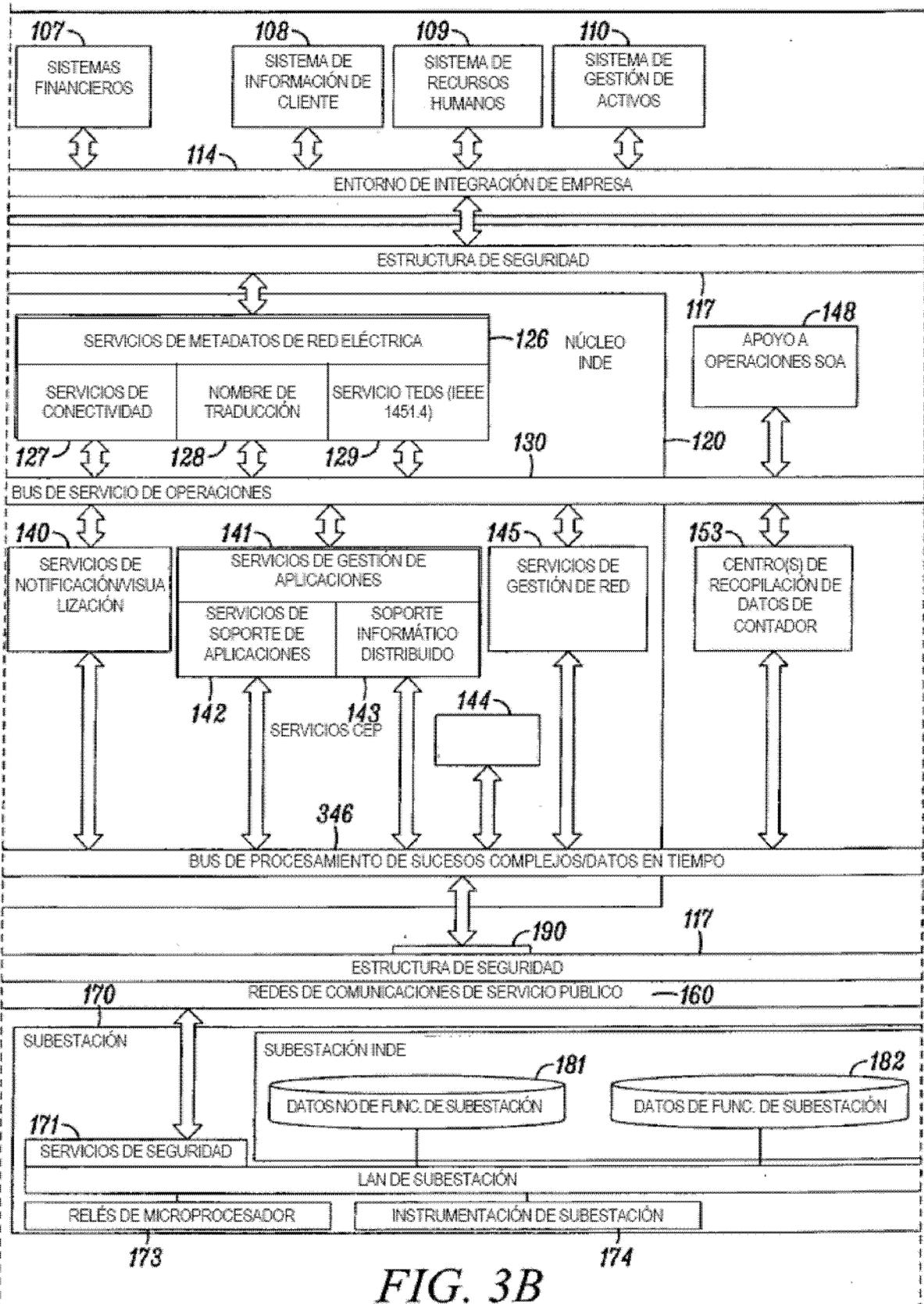


FIG. 3A



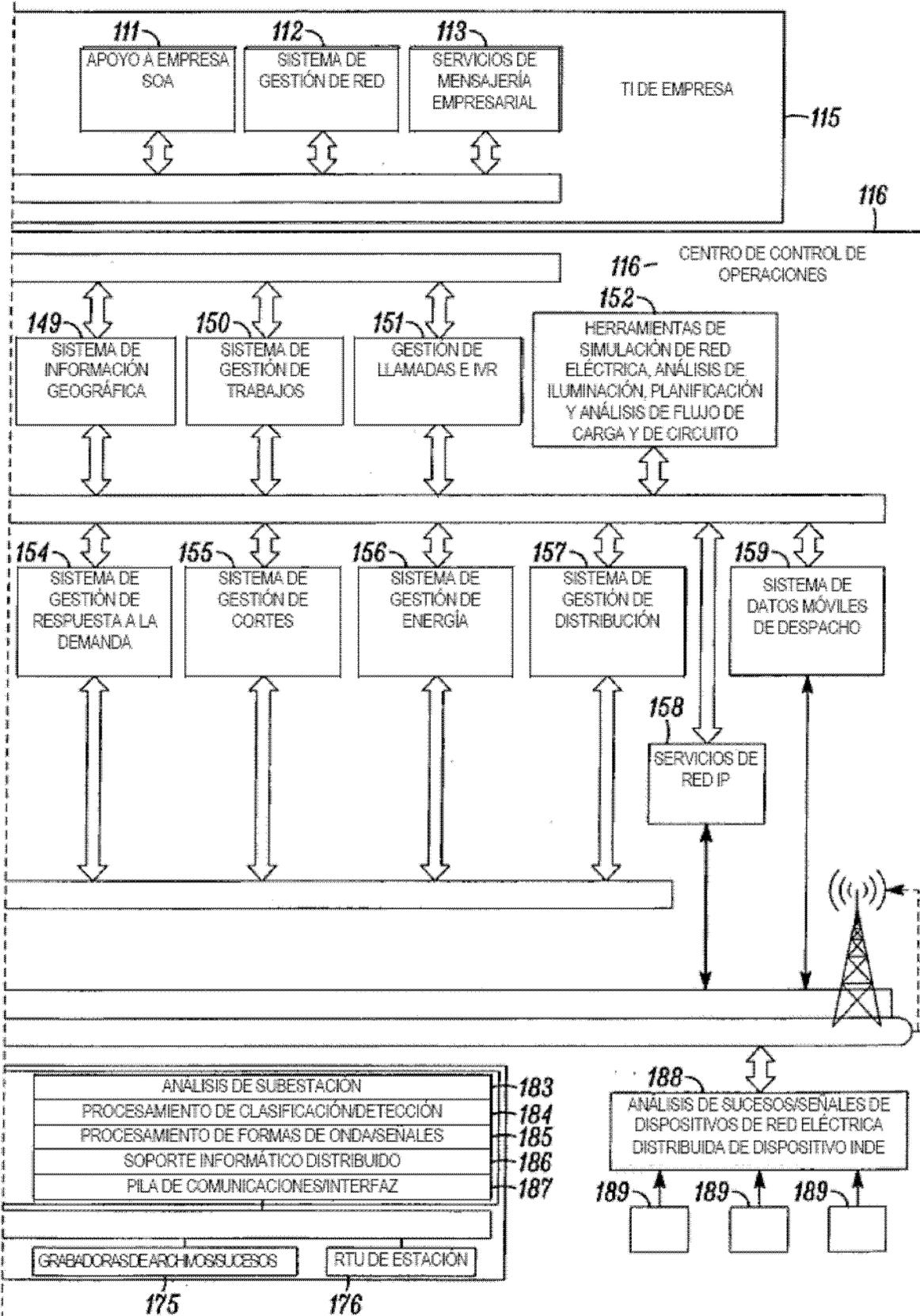


FIG. 3C

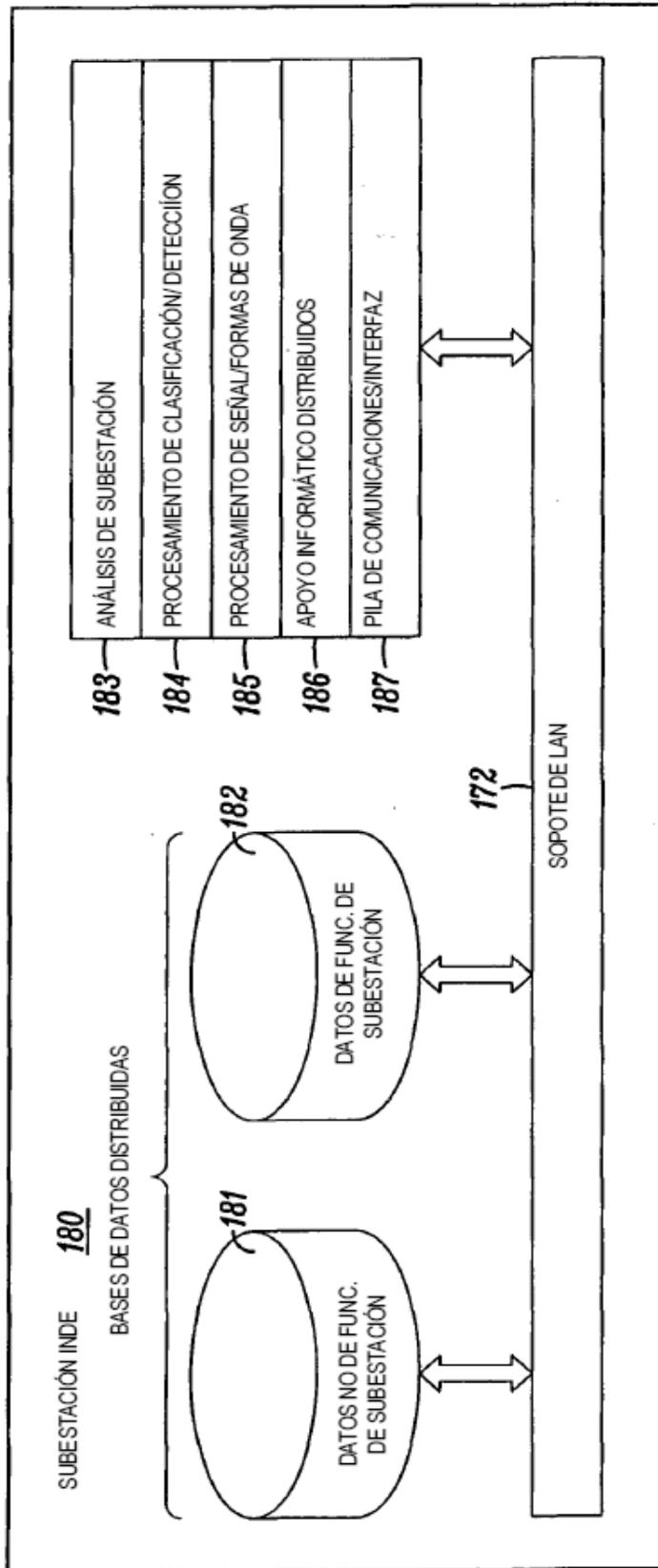


FIG. 4

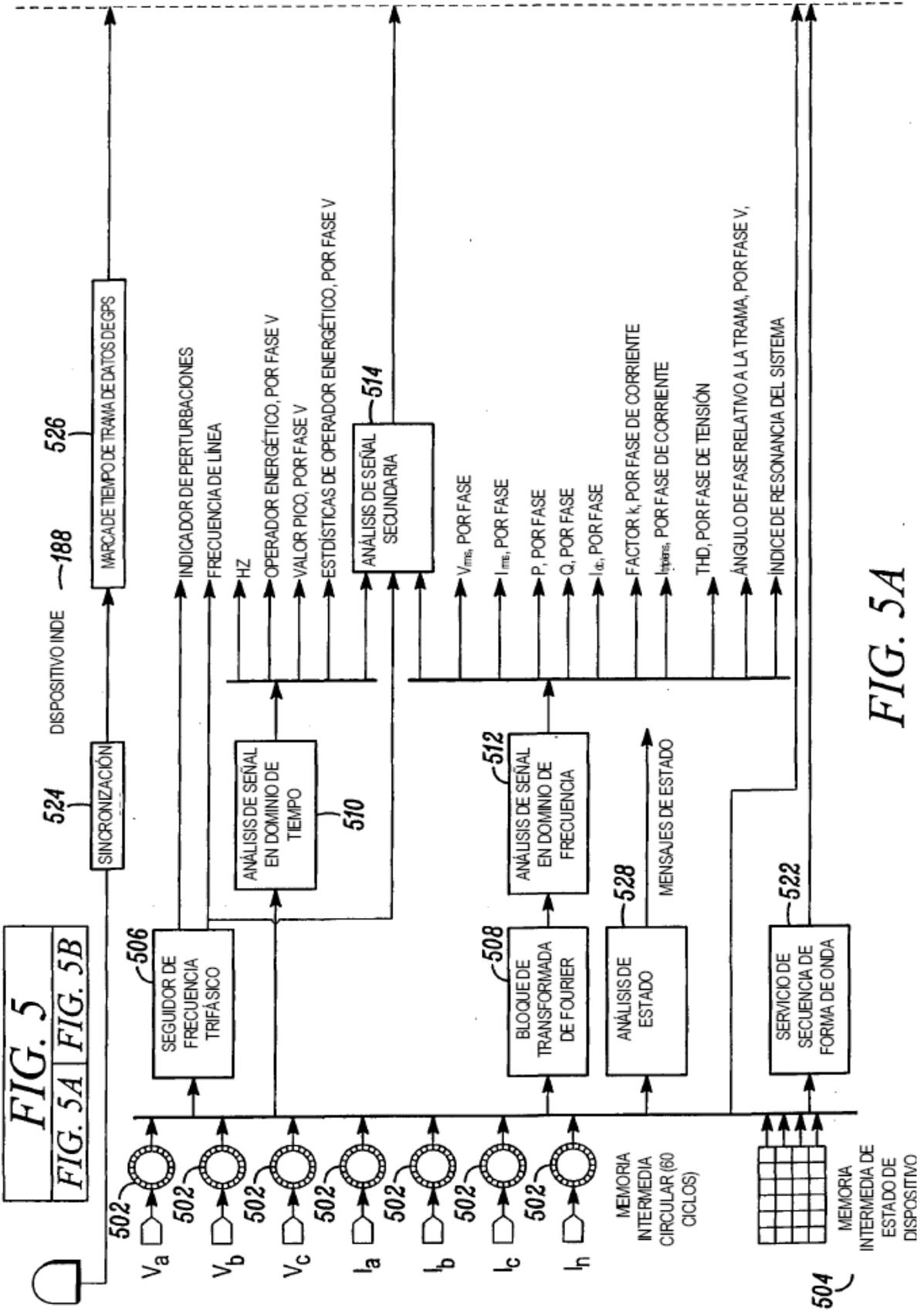


FIG. 5A

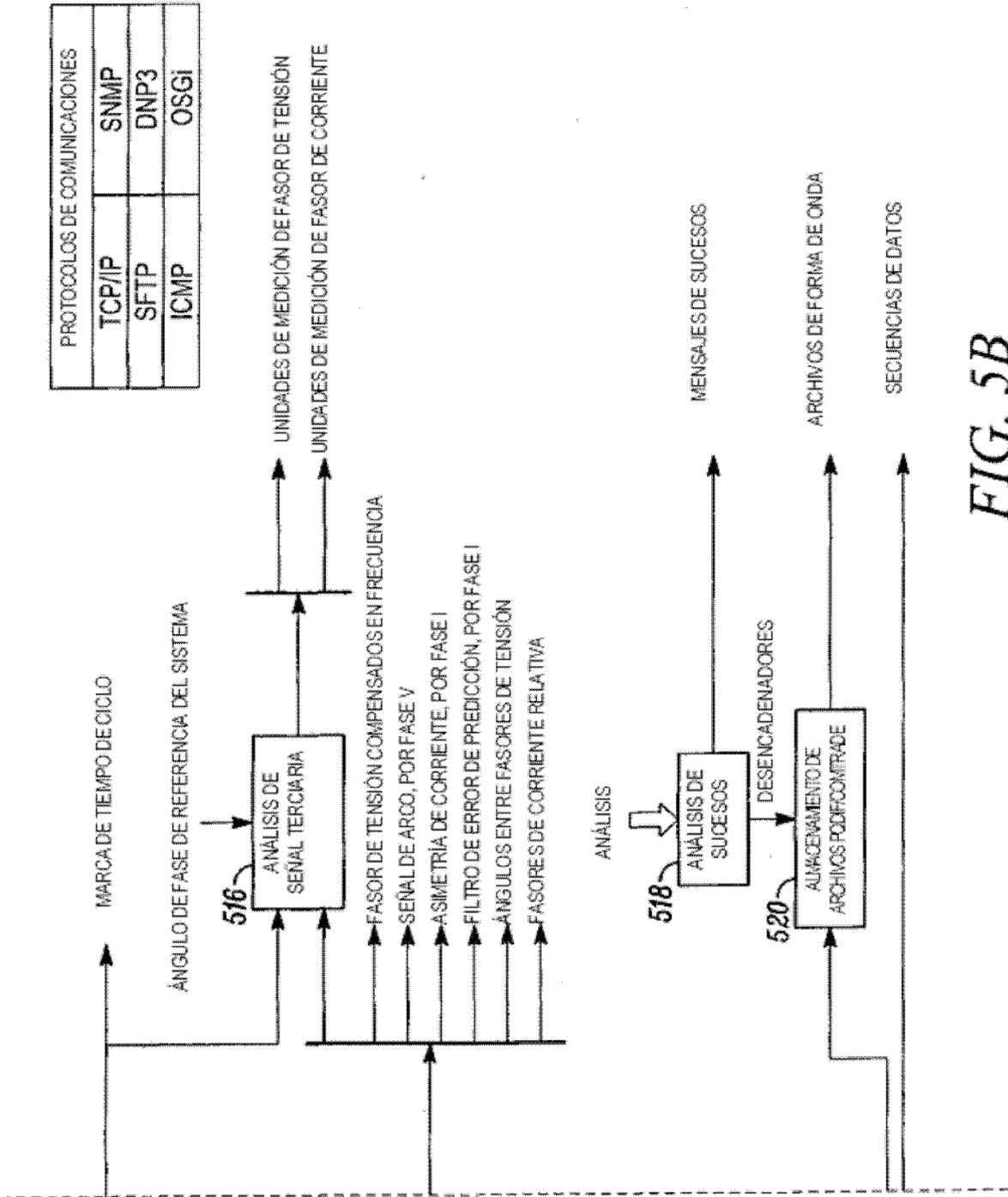


FIG. 5B

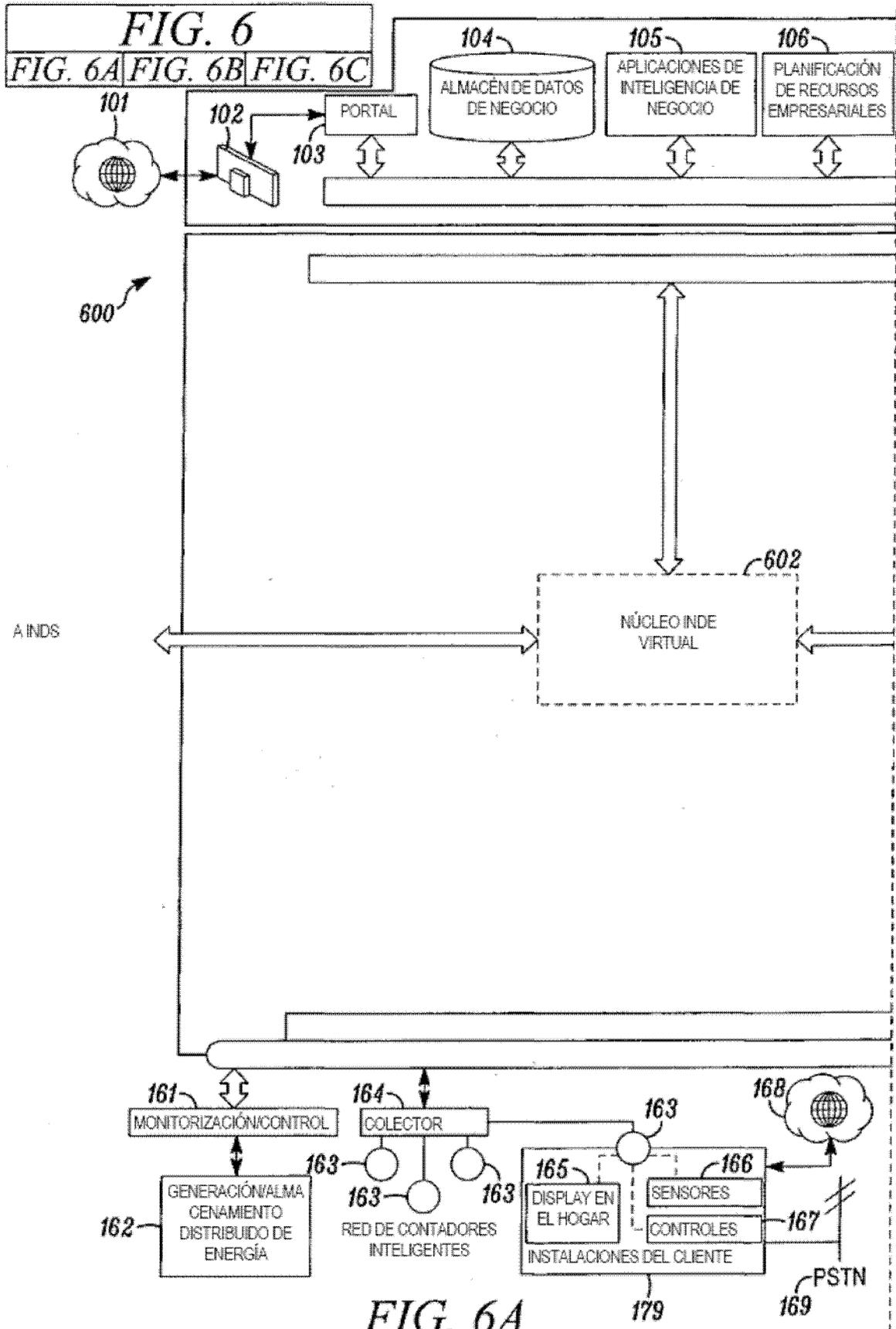
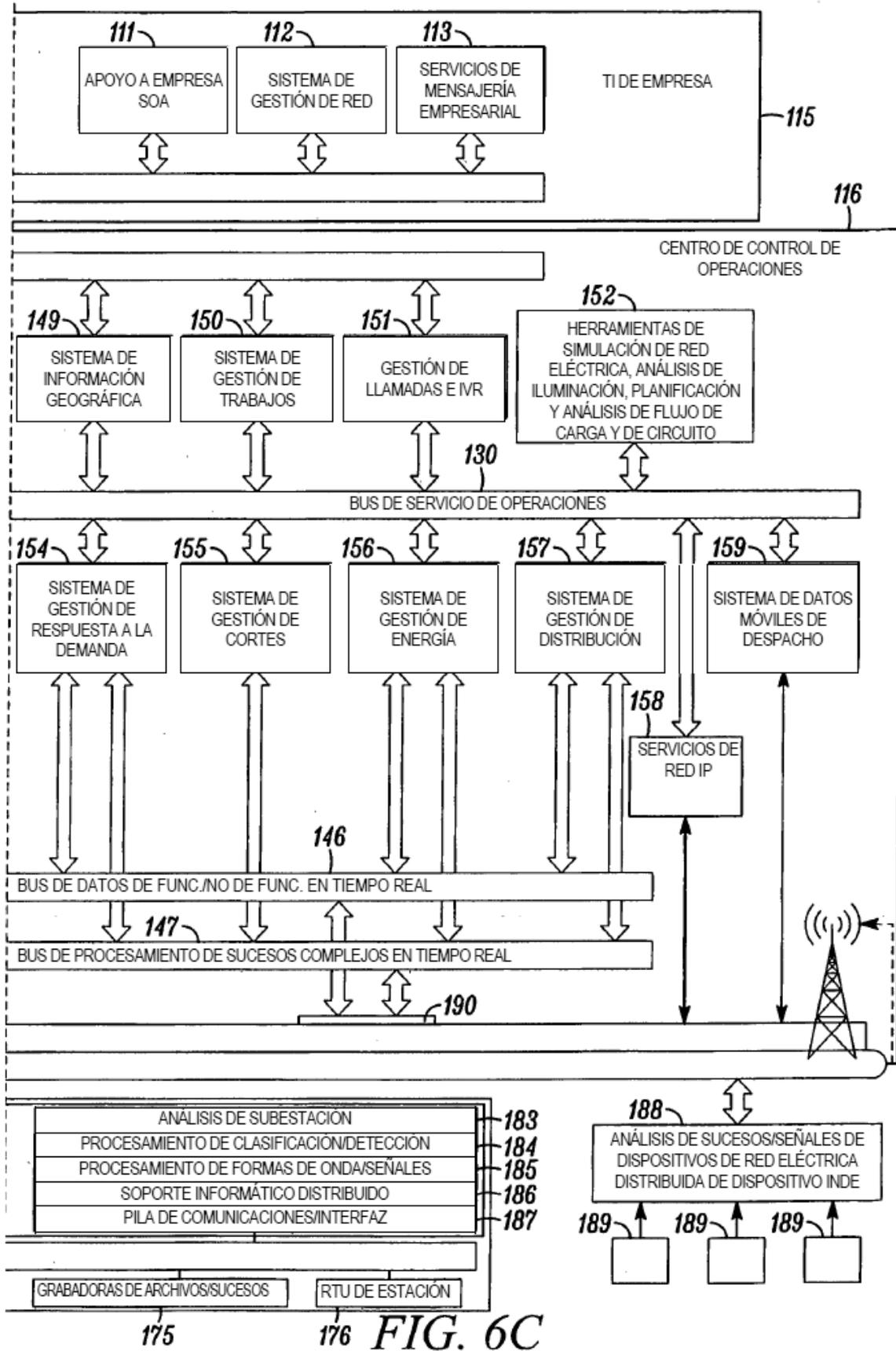


FIG. 6A



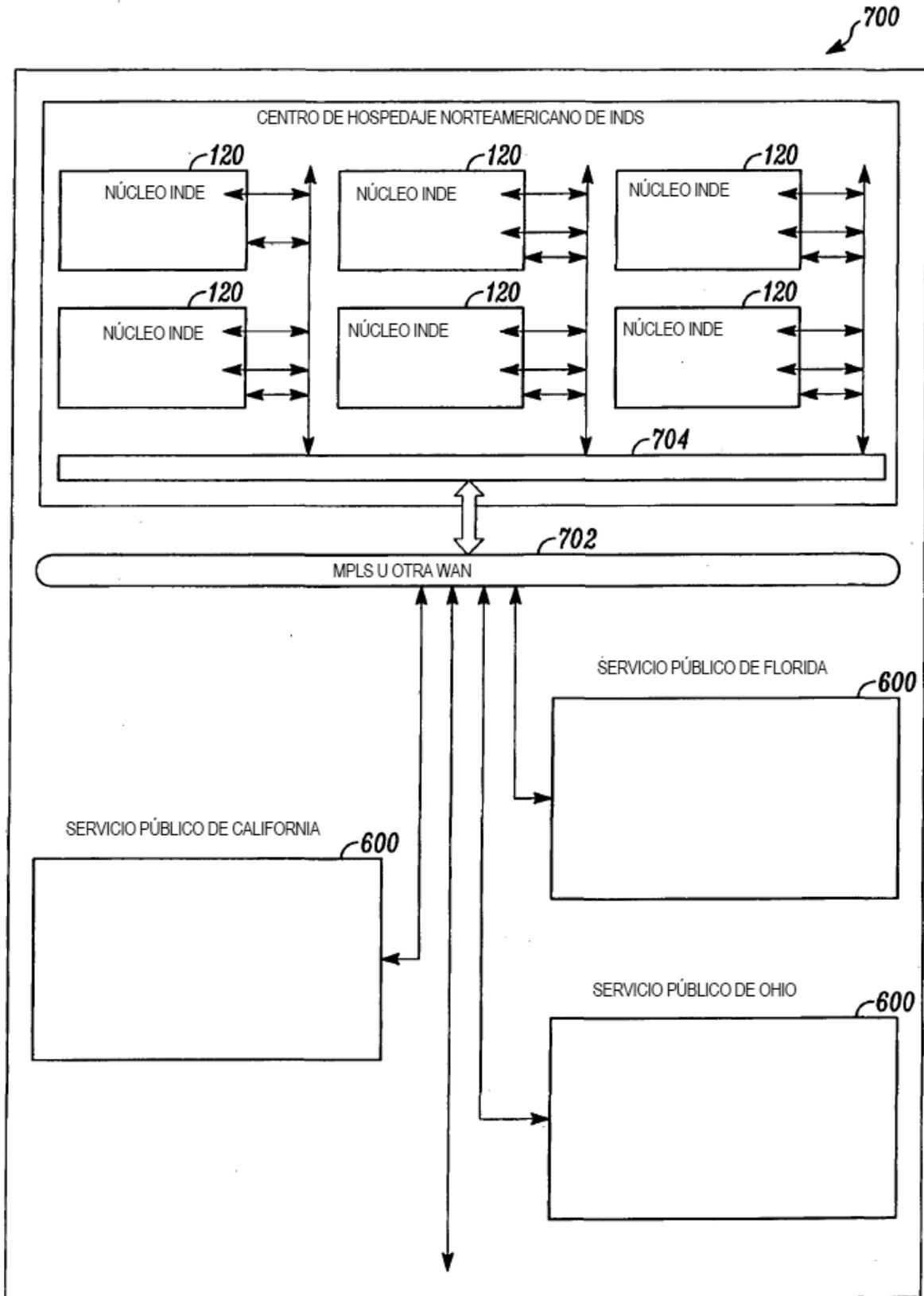


FIG. 7

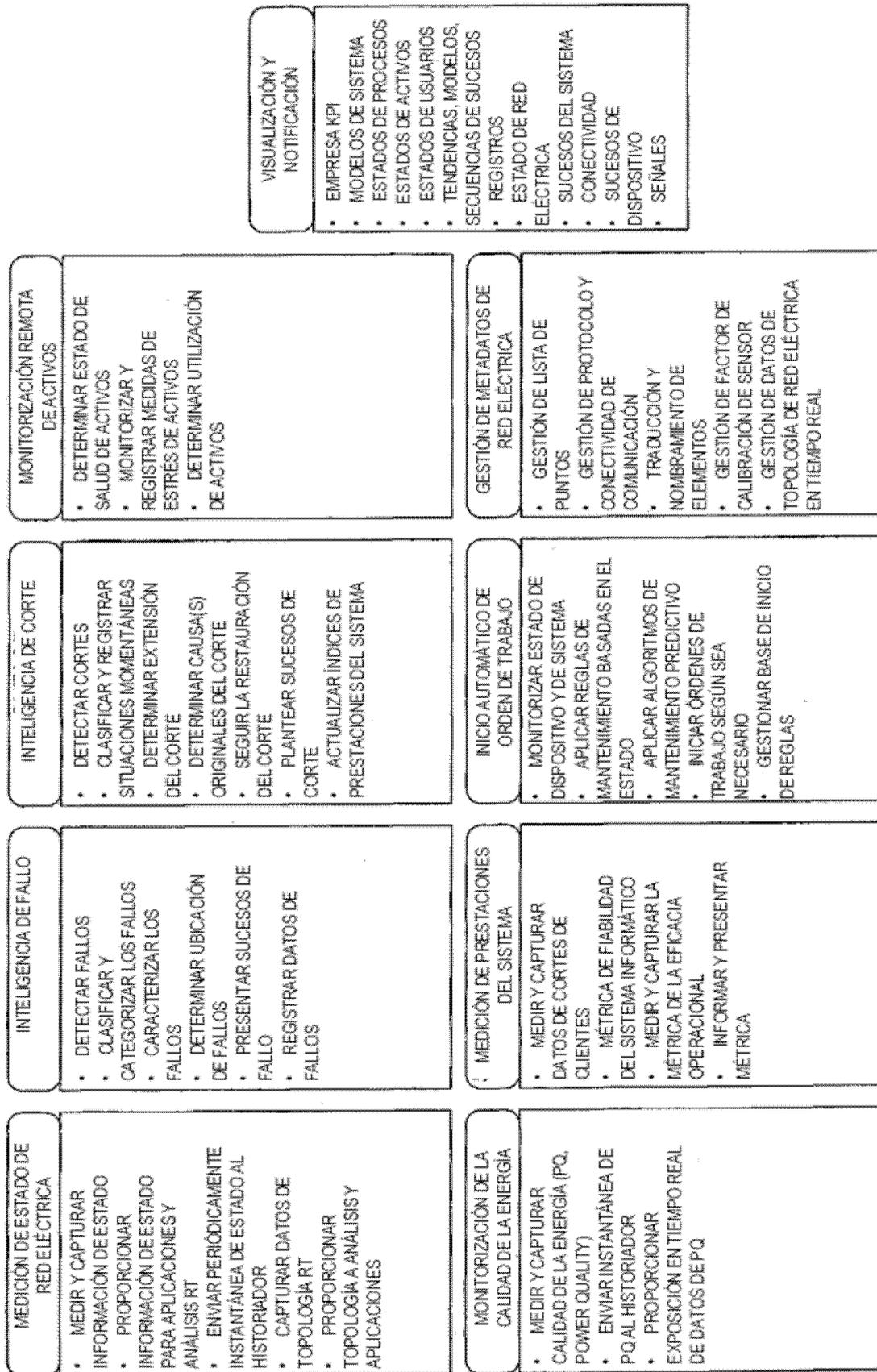
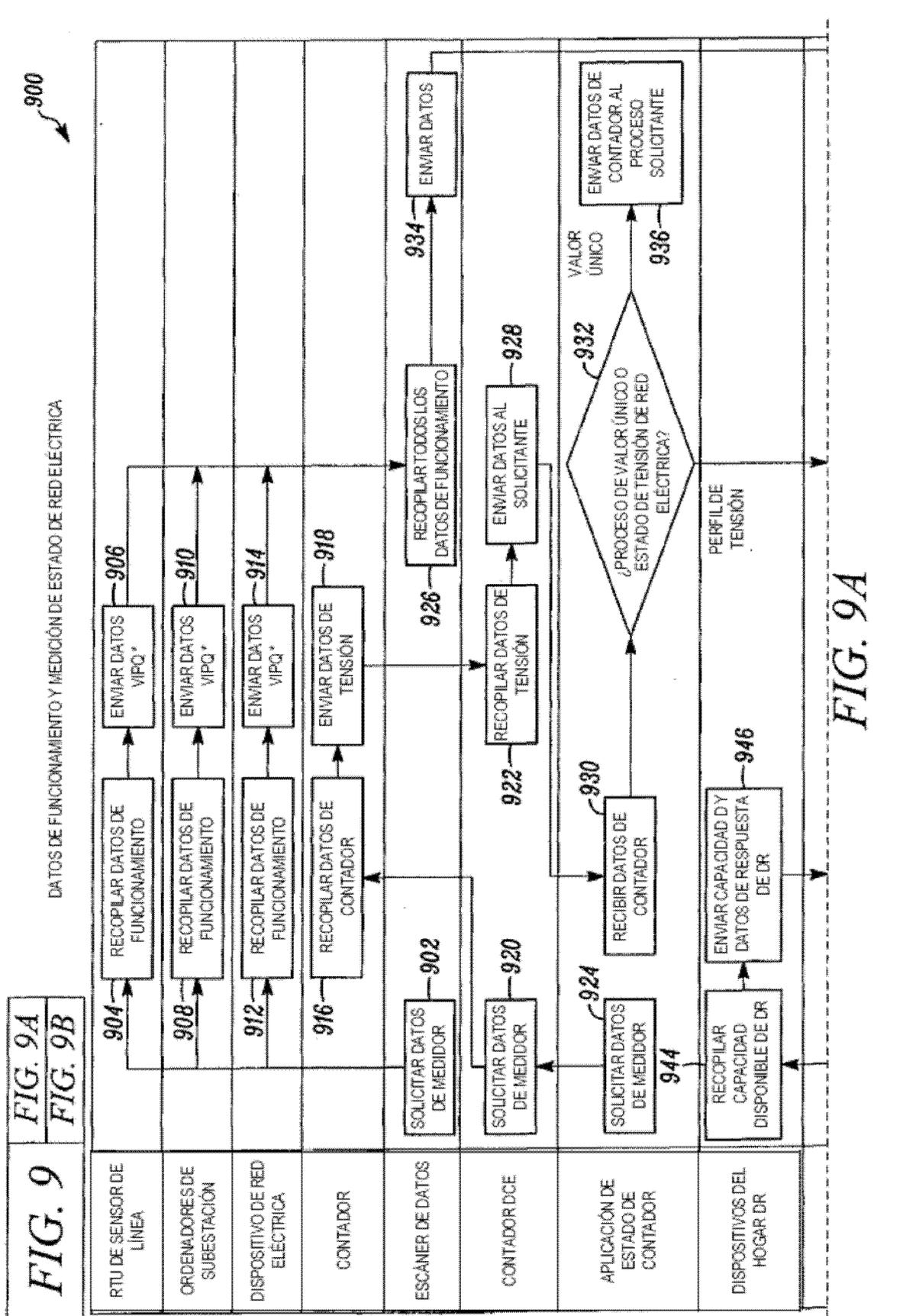
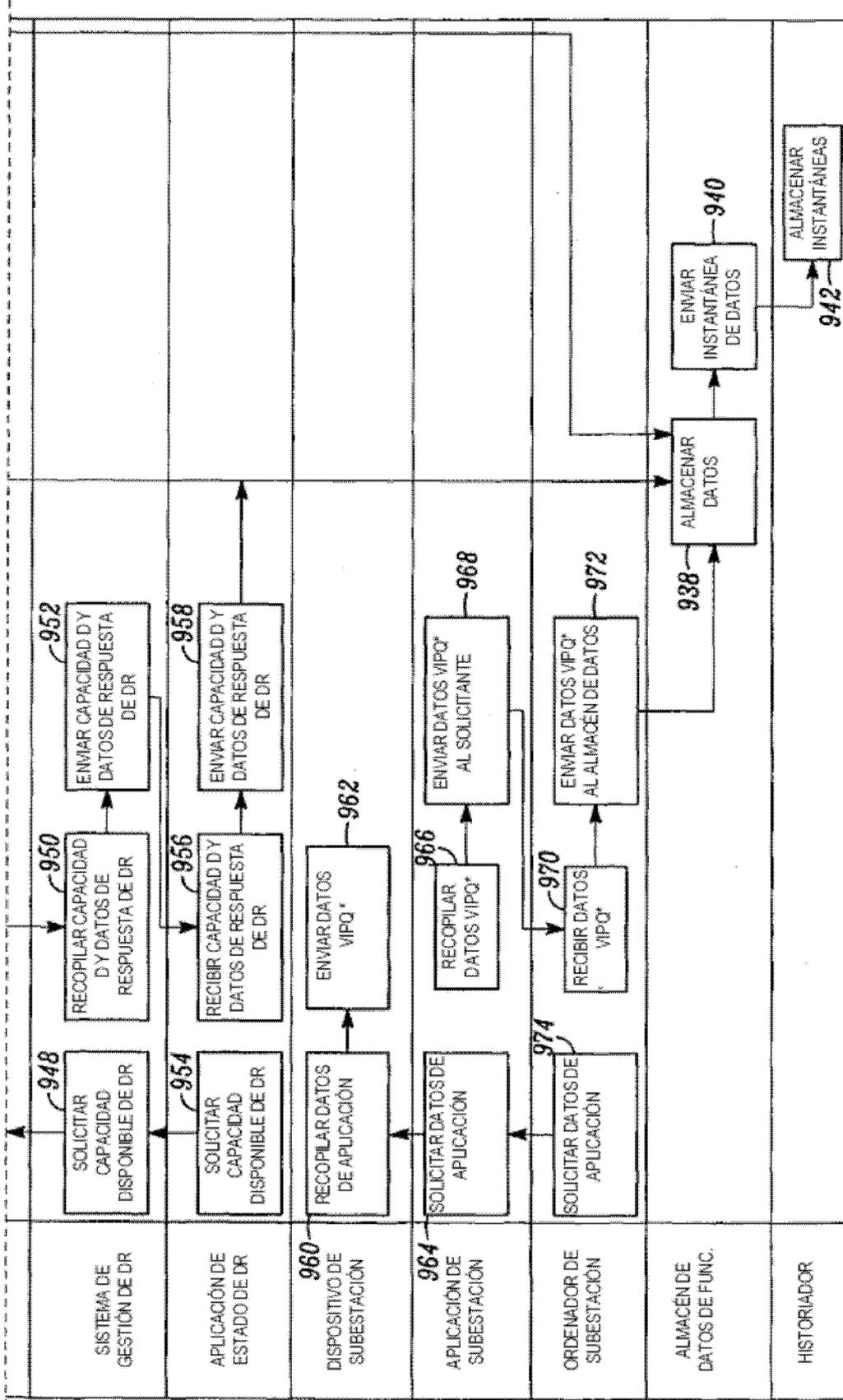


FIG. 8





* V = TENSIÓN, I = CORRIENTE, P = POTENCIA REAL, Q = POTENCIA REACTIVA

FIG. 9B

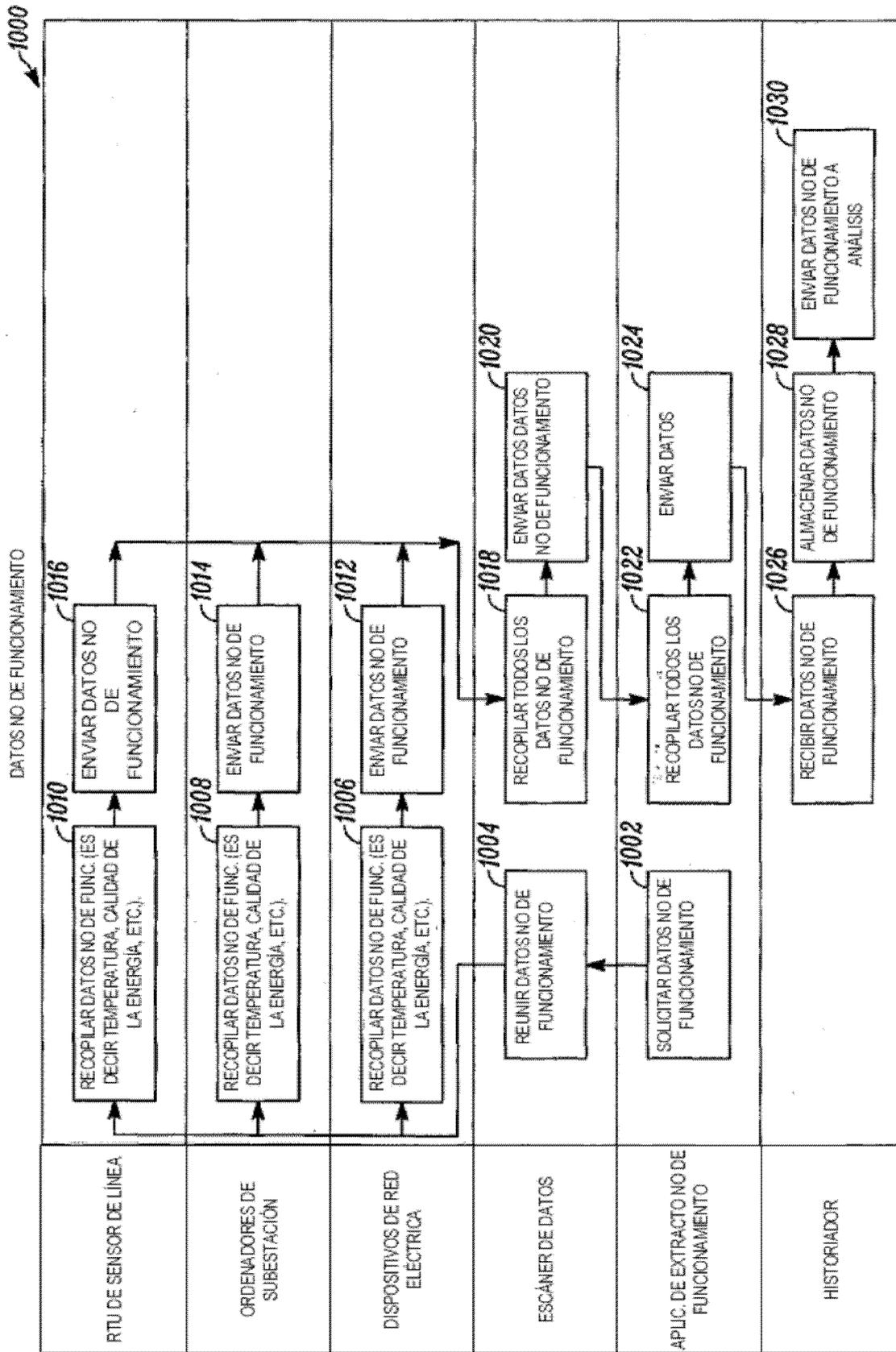


FIG. 10

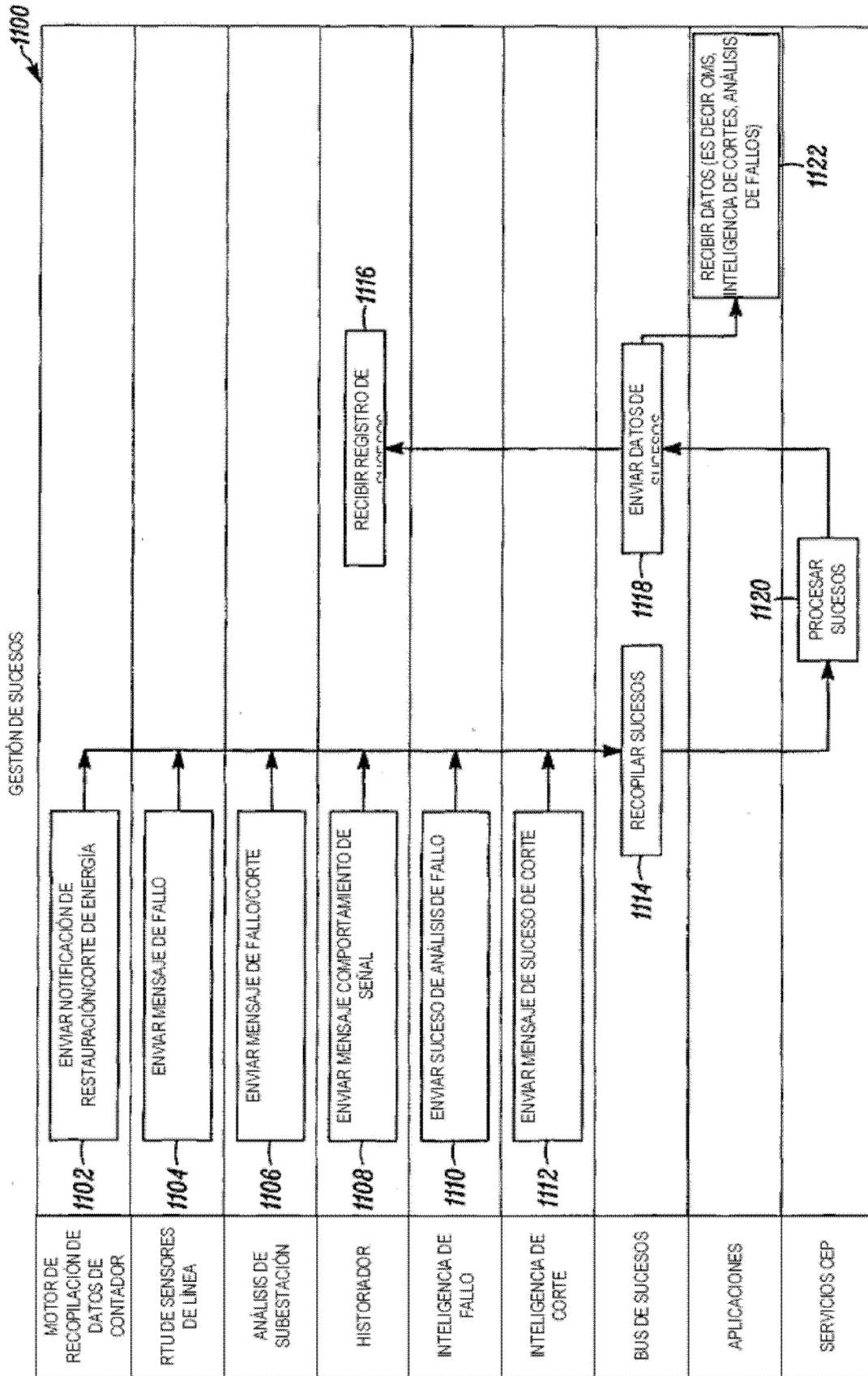


FIG. 11

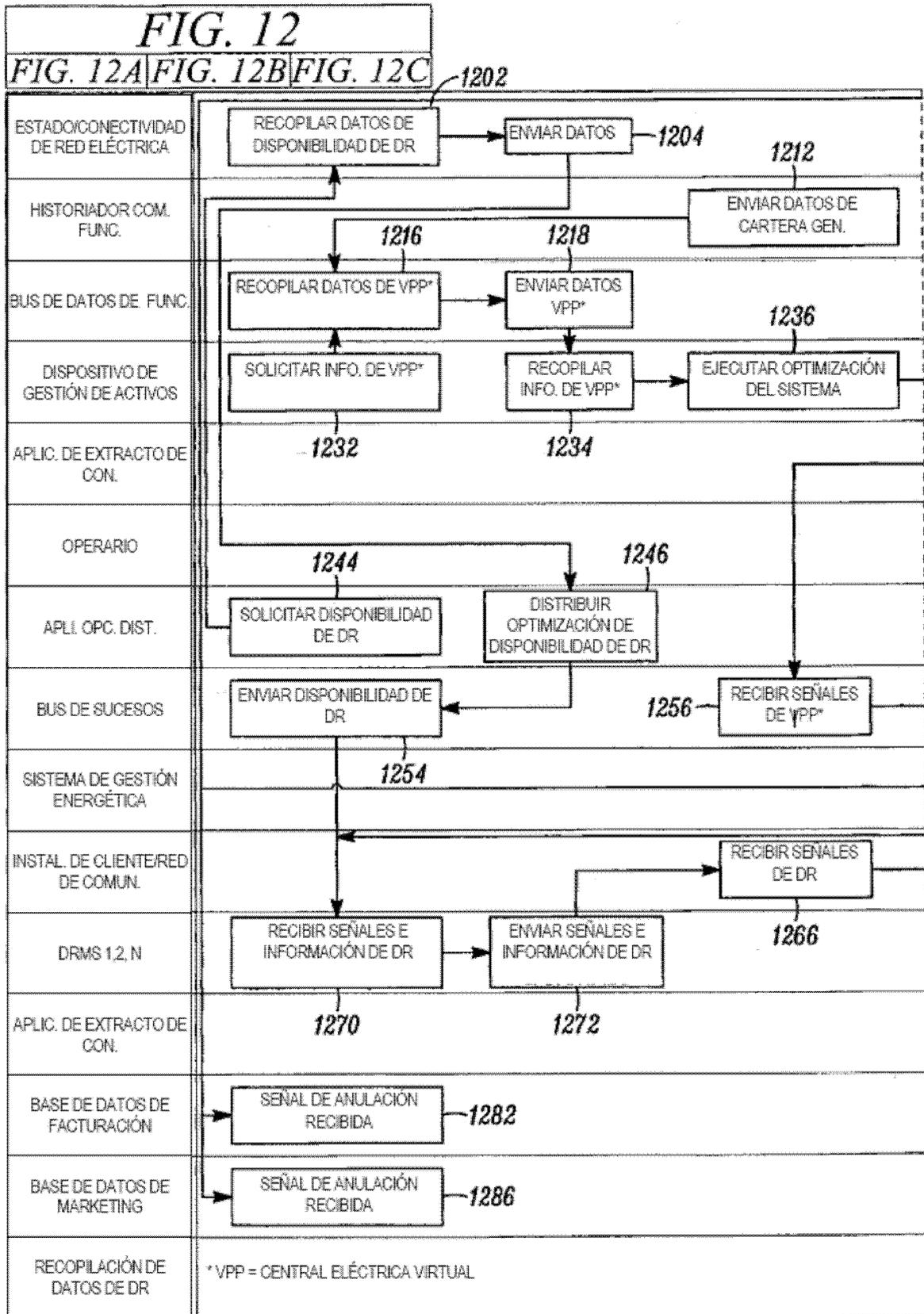


FIG. 12A

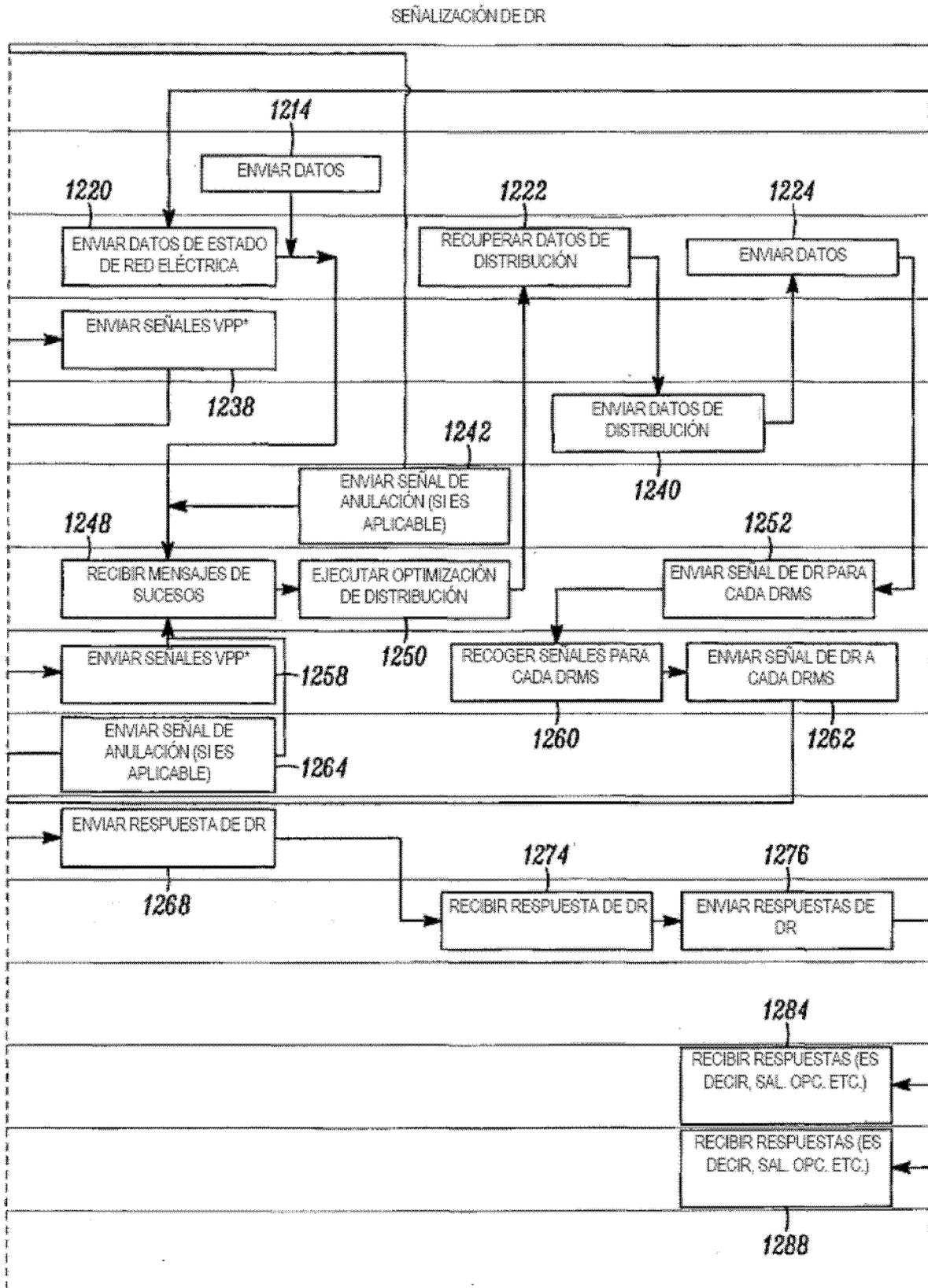


FIG. 12B

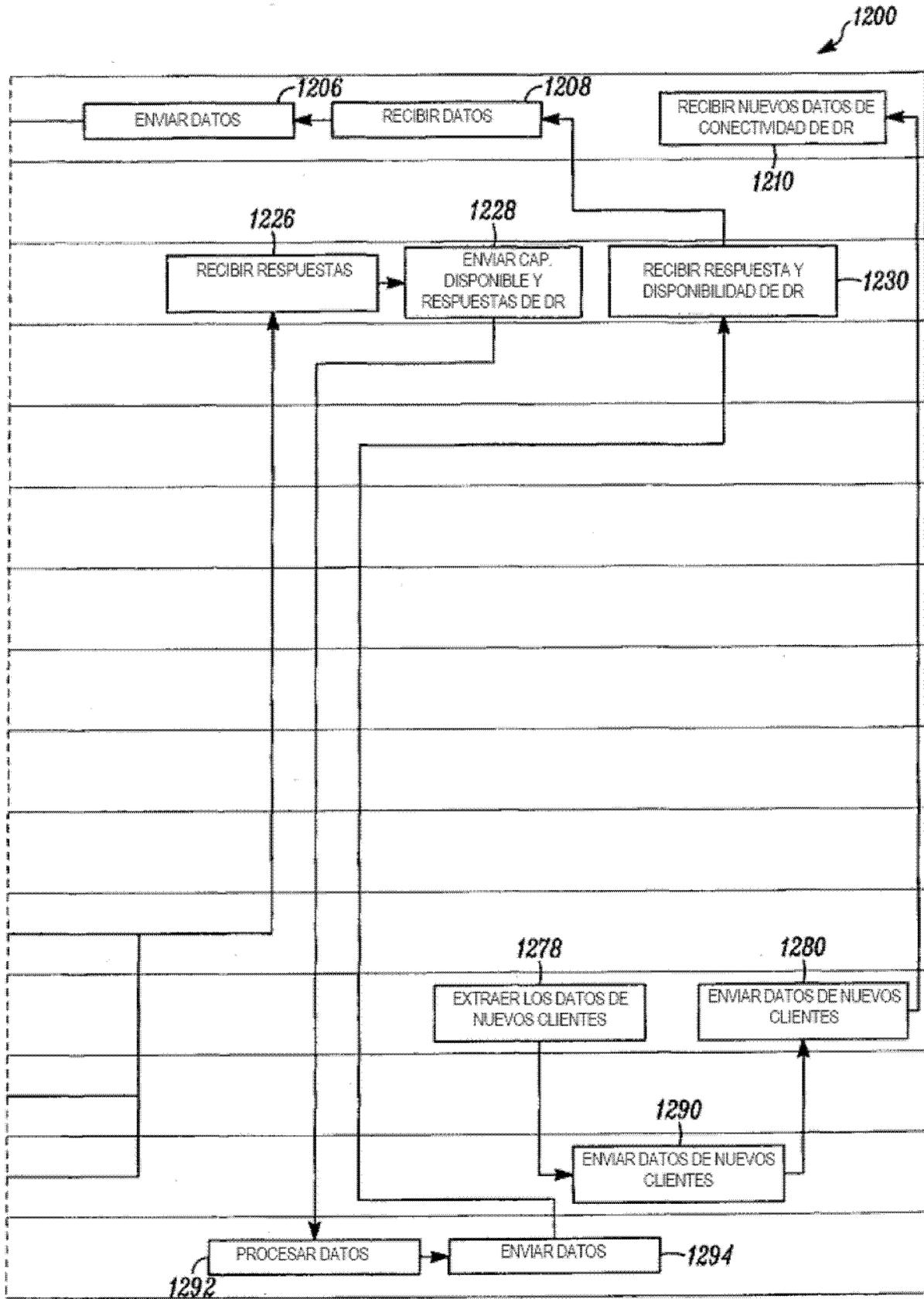


FIG. 12C

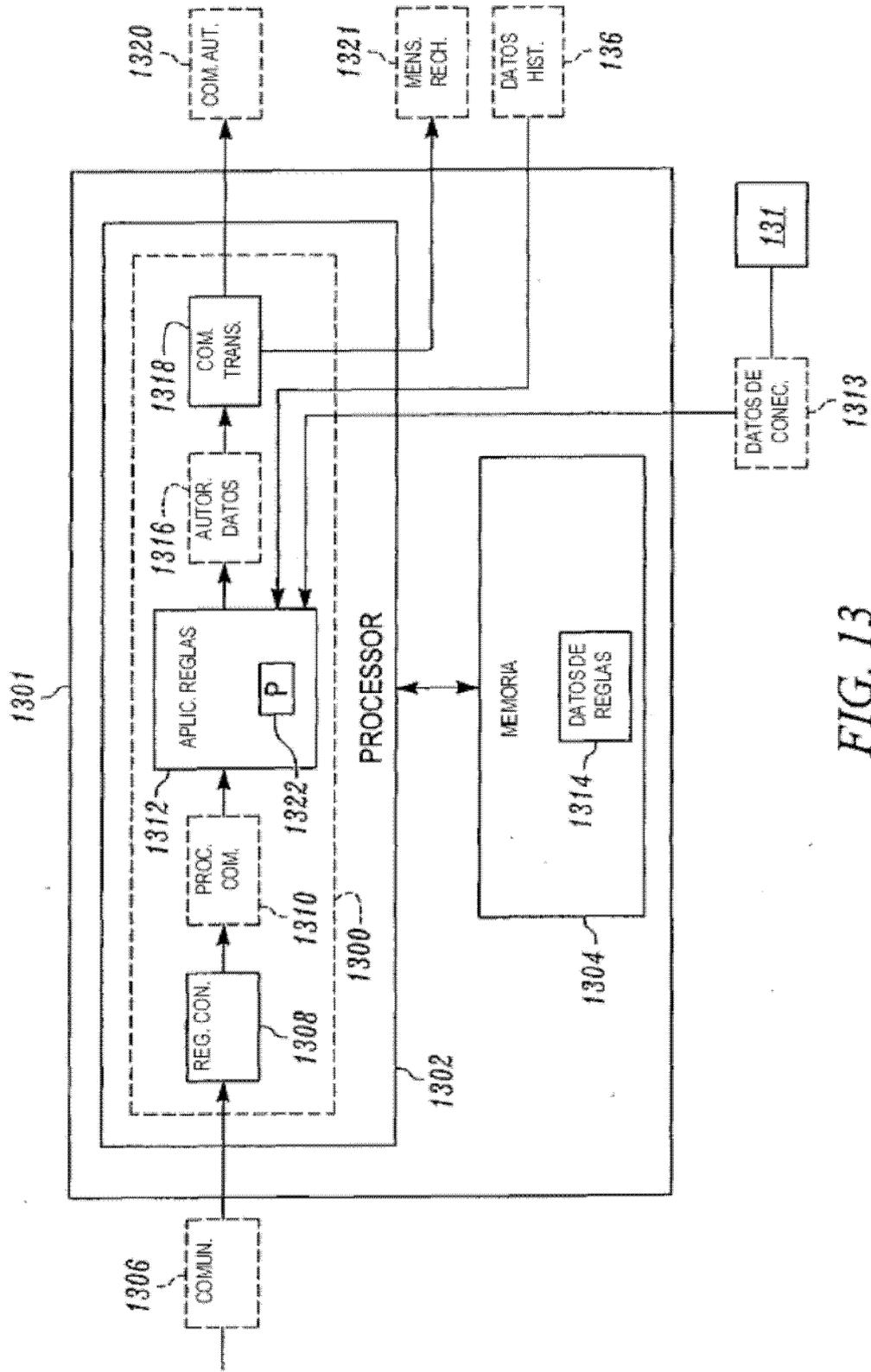


FIG. 13

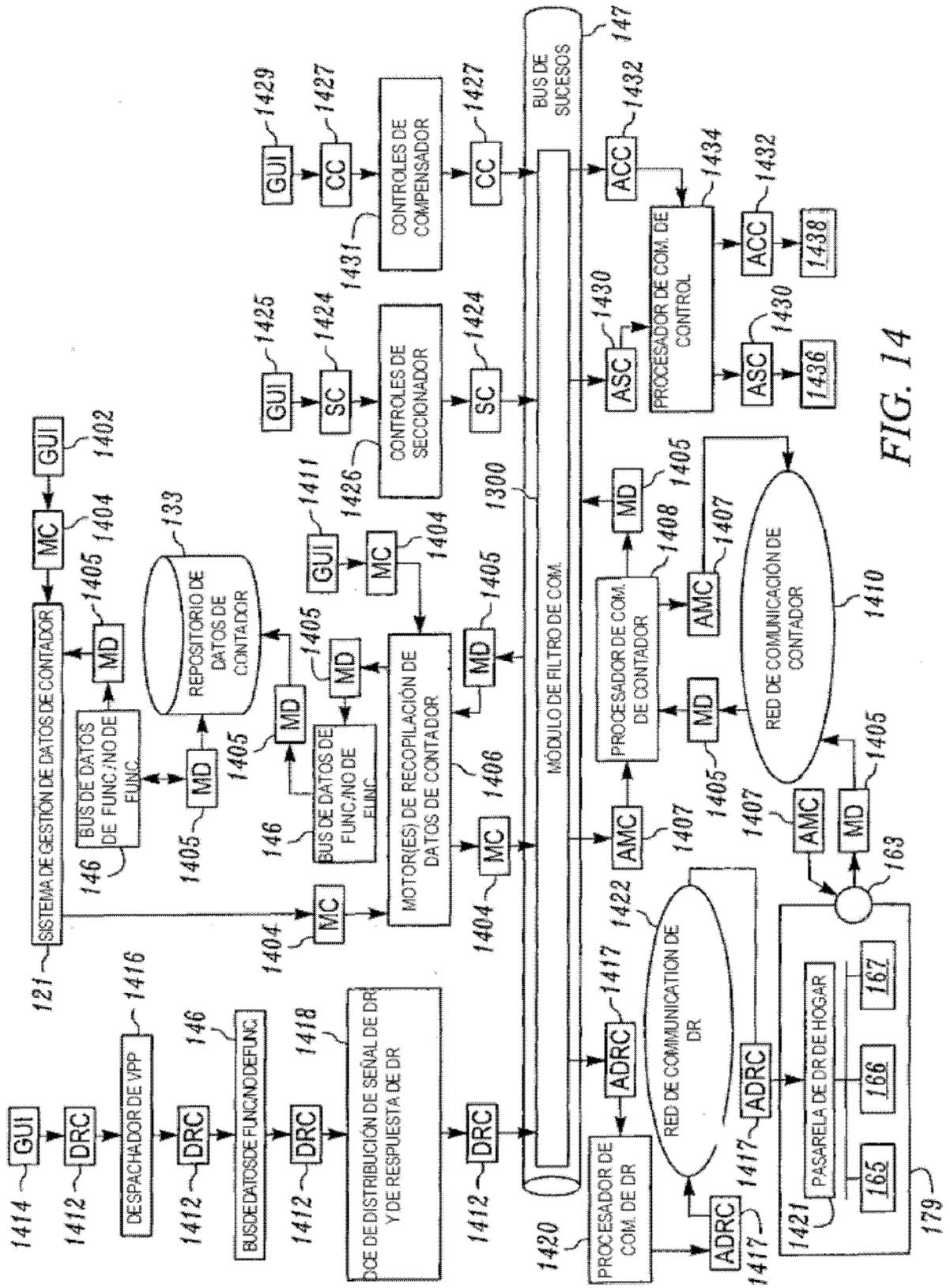


FIG. 14

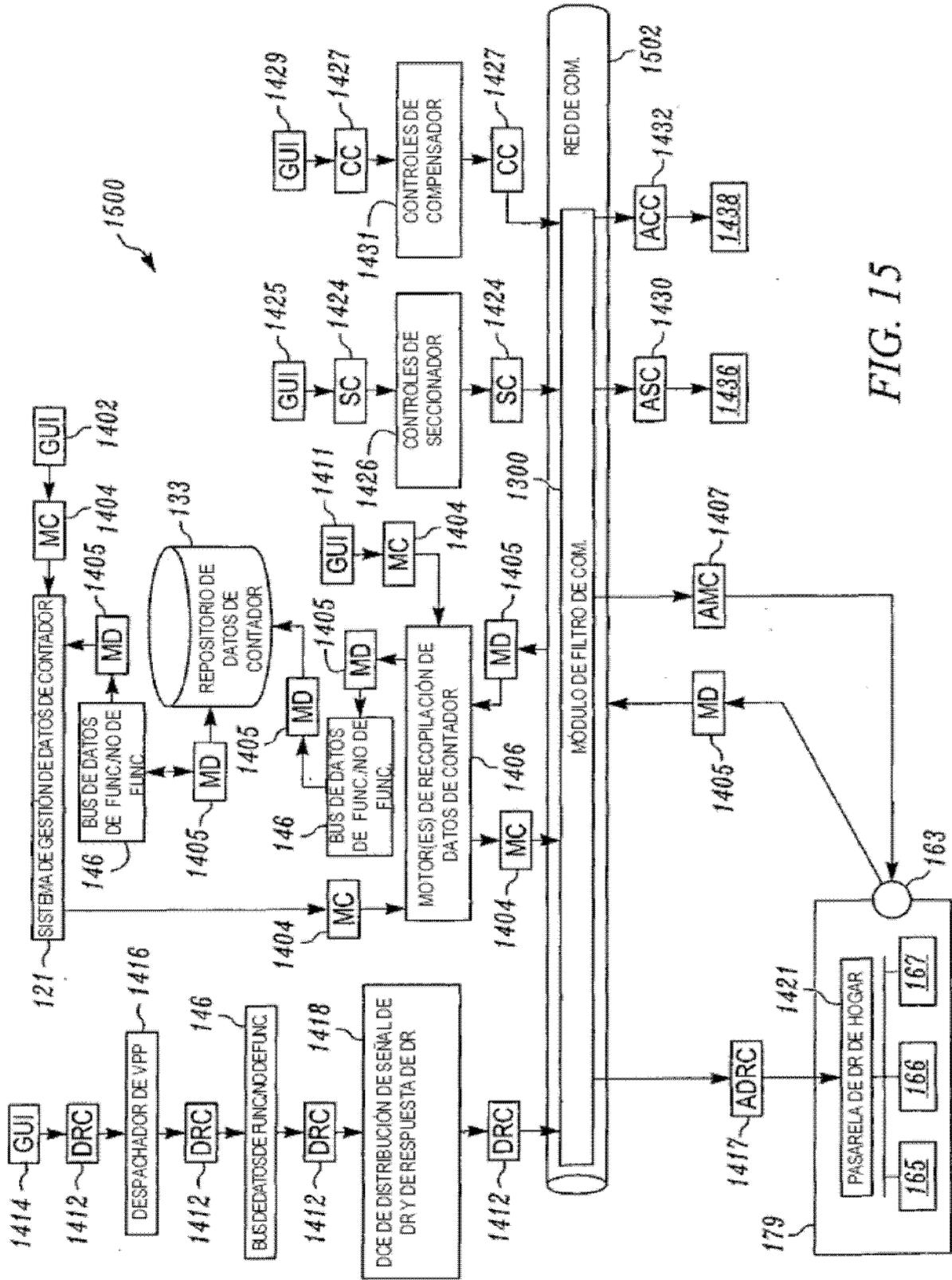


FIG. 15

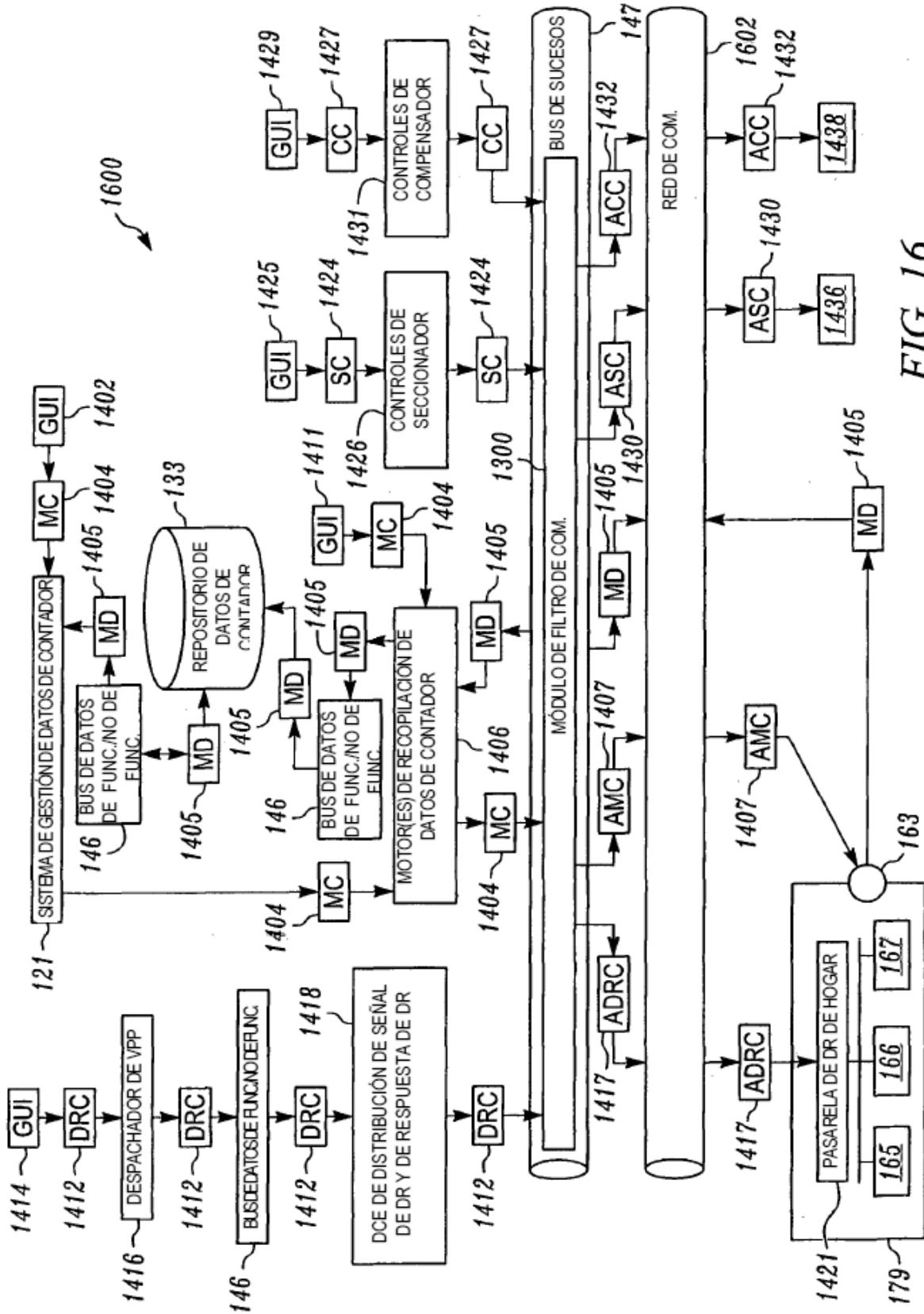


FIG. 16

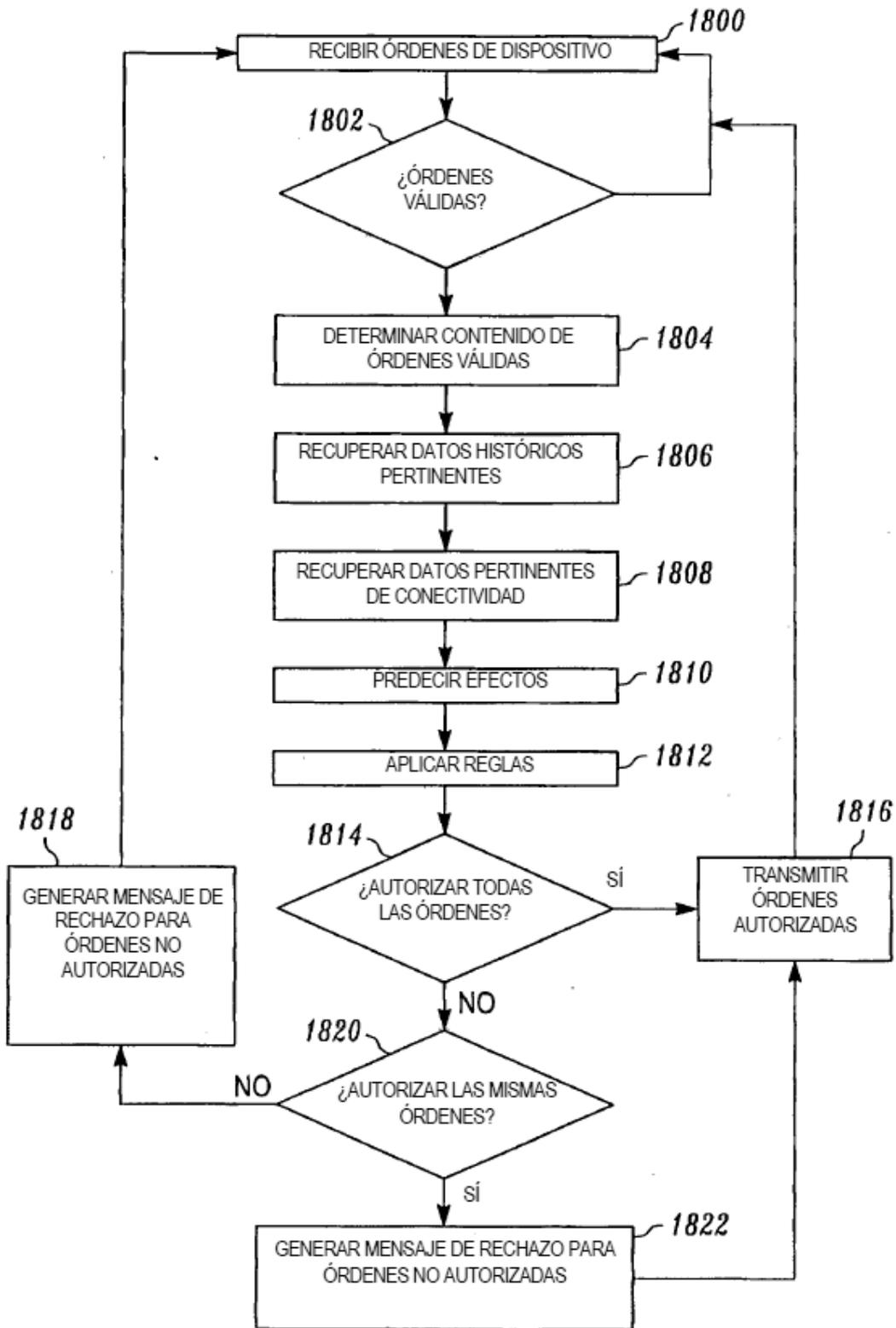


FIG. 18