

Caso de Uso nº 5: Interacción de los operadores de redes de distribución eléctrica y agregadores con sistemas de almacenamiento a través de tecnologías IoT para optimizar la provisión de servicios a la red

Descripción:

En un escenario de demanda eléctrica creciente, donde la generación es de origen 100% renovable y, por tanto, intermitente e impredecible, es necesaria la conexión de sistemas de almacenamiento que capturen los excedentes de energía generados en horas de máxima producción y mínimo consumo para nivelar la curva de generación-demanda. Asimismo, los sistemas de almacenamiento se presentan como herramientas necesarias para los operadores de redes de distribución eléctrica, de cara a la gestión efectiva de la energía para garantizar un suministro eléctrico continuo, fiable y de calidad a sus clientes. La integración de recursos energéticos distribuidos, incluyendo las energías renovables, los sistemas de almacenamiento de energía y los vehículos eléctricos, en el sistema de distribución ha propiciado la aparición y desarrollo del concepto de microrred. Por otro lado, el continuo crecimiento de aplicaciones con sensores, transmisión inalámbrica, comunicación de redes y tecnologías de computación ha permitido a los sistemas convencionales de generación, almacenamiento y transmisión de energía evolucionar a redes inteligentes, ocasionado el aumento de la cantidad de datos acumulados en el sector energético. Estos datos proporcionan información valiosa a los distribuidores de red, sin embargo, es necesario disponer de apropiadas herramientas digitales, capaces de capturar, almacenar y procesar estos datos de manera efectiva y segura. En este caso de uso se analiza la utilización de tecnologías IoT, combinadas con big data, inteligencia artificial y computación en la nube, para la gestión energética en redes de una manera más eficiente, asegurando un flujo óptimo de energía, la estabilidad de la red, fiabilidad y seguridad del suministro.

Cómo el almacenamiento puede resolver las necesidades identificadas:

En un escenario de generación 100% renovable, el almacenamiento es una de las pocas opciones viables para asegurar un suministro continuo y la resiliencia del sistema eléctrico. Además, la creciente conexión de recursos distribuidos puede dar lugar a congestiones en la red y al deterioro de la calidad del servicio eléctrico. La utilización de sistemas de almacenamiento permite una mejor regulación del sistema eléctrico de distribución y la provisión de servicios a la red por parte del consumidor y terceros. La digitalización y monitorización de la red es ya una realidad, pero mediante el uso de tecnologías IoT se puede ampliar enormemente la sensorización de las redes y el volumen de datos disponibles para optimizar su gestión. IoT es una tecnología clave y prioritaria que posibilitará la mejora de la gestión de activos a través de herramientas y algoritmos de optimización desplegados

en la nube. La aplicación de big data, inteligencia artificial y la computación en la nube, permite obtener un nivel superior de diagnóstico y predicción del sistema, con las consecuentes ventajas operacionales y económicas que esto conlleva de cara a la gestión óptima de la red.

Requerimientos tecnológicos del sistema:

- Monitorización avanzada en tiempo real de todos los activos energéticos distribuidos conectados a la red→ despliegue de redes de sensores conectados/inalámbricos
- Calidad y disponibilidad de datos
- Gestión eficiente de los flujos de energía en el sistema→ nuevos algoritmos de optimización
- Estandarización del formato de datos
- Supervisión de transacciones de energía entre productores y consumidores→ tecnologías DLT
- Ciberseguridad→ identificación de dispositivos, detección de intrusiones, privacidad de datos, etc
- Comunicaciones avanzadas (5G)

Costes del sistema y proyecciones de reducción de costes:

- Despliegue de red de sensores
- Desarrollo de software
- Redes de comunicaciones
- Protección frente ciberataques

Beneficios del sistema para el inversor:

- Operación óptima del sistema
- Aplazamiento de inversiones: las compañías distribuidoras, y en última instancia, el consumidor se podrían ahorrar inversiones en sobredimensionamiento de las redes mediante una gestión óptima de los recursos distribuidos a través de IoT
- Disponibilidad de información completa de la red.
- Dimensionamiento óptimo de sistemas de almacenamiento
- Automatización de Operaciones y Mantenimiento: gestión avanzada de la energía y la salud de los recursos energéticos distribuidos, especialmente los sistemas de almacenamiento (BESS)
- Reducción de costes de O&M mediante automatización y mantenimiento predictivo
- Máximo aprovechamiento de la energía renovable

- Empoderamiento del consumidor. Habilita la gestión activa de la demanda y las comunidades energéticas locales. Posibilita flexibilidad en la elección de suministradores y proveedores de servicios

Incentivos para la instalación del sistema:

- A largo plazo, reducción significativa de costes de diseño y operación de sistemas de almacenamiento y microrredes.
- Mejora de la salud y extensión de la vida útil de sistemas de almacenamiento y microrredes.
- Protección de las infraestructuras físicas, contribuyendo a la seguridad y resiliencia del sistema.
- Puede facilitar que el consumidor tenga una fuente de ingresos adicional o una reducción de costes.

Análisis del sistema (Gráficos, tablas...)

En general, un sistema inteligente de almacenamiento de energía integra sensores distribuidos en el equipo y dispositivos inteligentes que pueden conectarse a internet. El Internet de las cosas (IoT) permite que el sistema de almacenamiento comparta información con la microrred inteligente y mejora la conectividad en muchas infraestructuras. Los sistemas inteligentes de gestión basados en Internet of Things (IoT) se consideran la cuarta generación de sistemas de control y adquisición de datos (SCADA). El sistema en la nube es la mejor opción para el almacenamiento masivo de datos en estas plataformas IoT, así como para proporcionar una capacidad de computación muy superior a la de los procesadores tradicionales utilizados en sistemas de gestión de baterías (BMS).

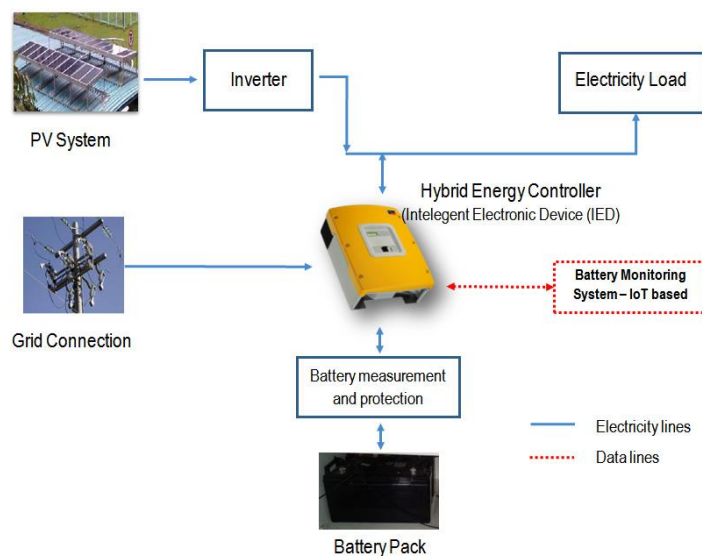


Figura 1. Configuración de un sistema de monitorización y gestión de baterías basado en Internet de las Cosas (Engineering Physics International Conference 2016 doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.077).

Las medidas obtenidas por los sensores en tiempo real son enviadas a la nube a través de la plataforma IoT, donde se produce el filtrado y se verifica la calidad de los datos antes de ser almacenados y/o enviados a los módulos de Big Data e Inteligencia Artificial para el desarrollo de funcionalidades avanzadas para la simulación, la predicción y el soporte a la decisión. El proceso consta de las siguientes etapas:

- 1) Recolección, transmisión y almacenamiento de datos.
- 2) Limpieza y preprocesamiento de datos.
- 3) Integración de datos y selección de características.
- 4) Minería de datos y descubrimiento de conocimiento.
- 5) Representación, visualización y aplicación.
- 6) Toma inteligente de decisiones e interacción en tiempo real.
- 7) Gestión inteligente de la energía y la salud.

Estos sistemas se encuentran todavía en una fase preliminar de desarrollo, siendo el sector del vehículo eléctrico donde se han producido mayores avances. Sin embargo, en el ámbito de las redes de distribución la tecnología IoT puede proporcionar amplias ventajas de cara a la integración de sistemas de almacenamiento en el suministro, especialmente para el operador de la red de distribución (ver tablas más abajo).

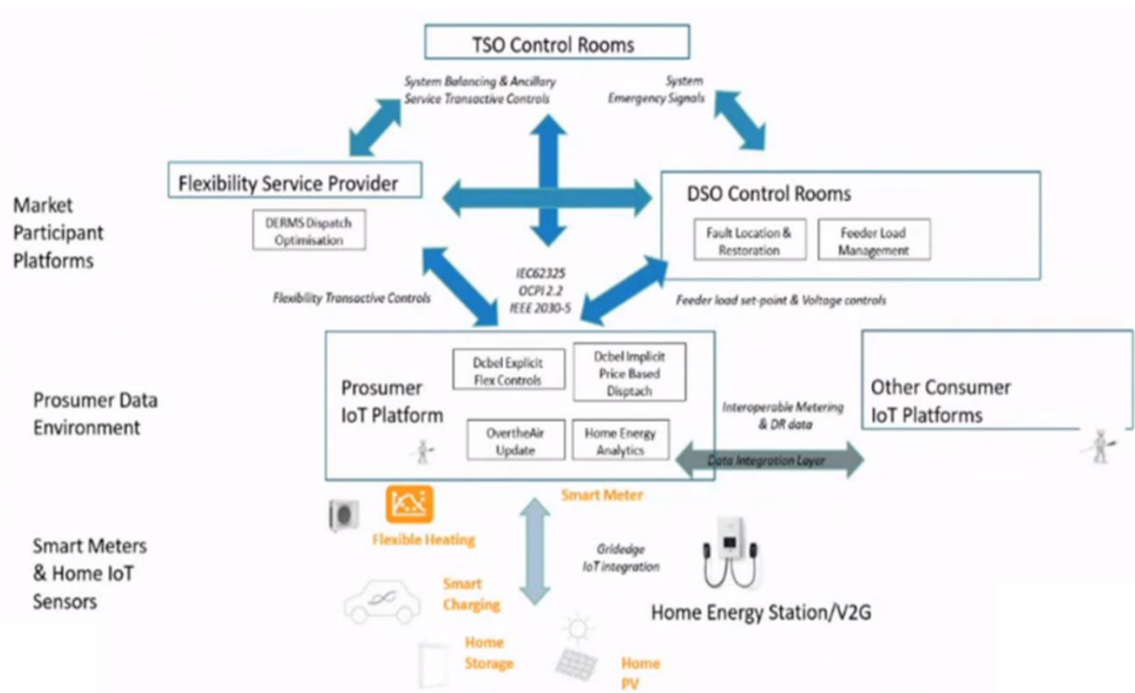


Figura 2. Interconexión y comunicación entre elementos de hardware y software

Como se puede observar en la Figura 2, la tecnología IoT permite alcanzar un nivel superior de monitorización y adquisición de datos para la optimización de la gestión de la energía en la etapa de distribución, haciendo posible la comunicación entre consumidores/prosumidores, agregadores y operadores de distribución y transmisión. Además, permite la participación de

prosumidores en la red, dando lugar a la creación de nuevos modelos de negocio, para los cuales, el uso de plataformas digitales es indispensable. Algunas de las funcionalidades avanzadas que pueden proporcionar estos sistemas en la distribución de electricidad de cara al operador y agregador son:

- 1) Monitorización avanzada de activos energéticos y microrredes
- 2) Detección de anomalías en tiempo real
- 3) Diagnóstico y pronóstico del estado de salud de sistemas de almacenamiento
- 4) Detección y predicción de fallos e interrupciones del suministro de energía
- 5) Restauración del suministro de energía
- 6) Gestión de activos
- 7) Provisión de servicios auxiliares (control de tensión y frecuencia, creación de isla en caso de pérdidas de red, etc.)
- 8) Gestión de la demanda: algoritmos de respuesta a la demanda, la predicción de la carga, la clasificación de la carga y la segmentación del mercado, el precio dinámico, la interacción en tiempo real y el ahorro de energía, la protección de ingresos y la detección de robos, etc
- 9) Gestión de prosumidores: transacciones energéticas
- 10) Gestión de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos y V2G

A continuación, se presentan y analizan los beneficios y retos de las tecnologías IoT aplicadas a un caso de uso donde se considera la interconexión de microrredes que integran sistemas de generación renovable y almacenamiento de energía, así como la existencia de instalaciones de autoconsumo y la participación de prosumidores.



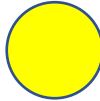

En la siguiente tabla se pueden observar algunos ejemplos representativos de funcionalidades avanzadas que pueden proporcionar las tecnologías IoT, en combinación con otras tecnologías como el Big Data, la Inteligencia Artificial y la computación en la nube, que pueden ser utilizadas por los operadores de red y los agregadores para la **gestión de la transmisión y distribución de electricidad en microrredes, así como sus beneficios y retos asociados.**

Funcionalidades	Descripción	Beneficios	Retos
Operación y gestión óptima de recursos distribuidos de generación y almacenamiento;	Plataformas digitales basadas en Big Data e IA para diagnóstico y pronóstico de redes y recursos distribuidos; Mantenimiento predictivo de redes y recursos distribuidos	Identificación de puntos débiles para reforzar el suministro y reducir el riesgo de apagón. Automatización de actividades de O&M	Necesidad de ampliar la red de medidores inteligentes para proporcionar datos dentro de la microrred. Necesidad de integrar protocolos de comunicación abiertos para la extracción de datos de los sistemas de

			<p>generación y almacenamiento</p> <p>Aplicación de IA para la optimización de la operación en cada nodo.</p> <p>Necesidad de cubrir amenazas de ciberseguridad e implementación de medidas para la privacidad y protección de datos</p>
Gestión de prosumidores	Plataformas de monitorización, control y gestión para sistemas aislados	Mejora la seguridad del suministro y la resiliencia del sistema; mejora la interoperabilidad y flexibilidad entre el sistema y la red general; permite ofrecer precios estables a los usuarios de la microrred.	<p>Necesidad de infraestructuras de comunicaciones y de almacenamiento de datos con capacidades superiores a las actuales</p> <p>Necesidad de definir protocolos claros para la toma de decisiones</p> <p>Necesidad de definir y estandarizar “smart contracts”</p>
Operación de redes eléctricas	Plataformas digitales para la monitorización en tiempo real, conectividad y comunicación entre microrredes en contraposición a las redes tradicionales	<p>Optimización de la eficiencia energética y la integración de recursos distribuidos de generación y almacenamiento;</p> <p>Mejora de la seguridad y resiliencia de la red; Reduce la capacidad y coste de sistemas de respaldo (generadores diesel). Por tanto, proporcionan beneficios claros en cuanto a</p>	<p>Necesidad de infraestructuras de comunicaciones y de almacenamiento de datos con capacidades superiores a las actuales</p> <p>Necesidad de metodologías y protocolos claros para la resolución de conflictos entre distintos agregadores de cara a la toma de decisiones.</p>

		eficiencia, coste y sostenibilidad	Priorización de requerimientos
--	--	------------------------------------	--------------------------------

Tabla resumen

Cuestión	Presente	Explicación	Futuro
¿Las tecnologías modernas cumplen con las especificaciones?		<p>La tecnología IoT no está implantada en la actualidad, pero se espera un crecimiento significativo en los próximos años.</p> <p>Además, en el sector eléctrico, falta el marco regulatorio y los estándares que permiten definir la interacción entre los diferentes actores y dispositivos a través de IoT</p> <p>Se necesita incrementar la capacidad de conexión, transmisión y almacenamiento de datos, para lo que se espera una colaboración estrecha entre las infraestructuras eléctricas y de telecomunicaciones, así como mayor accesibilidad a los dispositivos y recursos distribuidos</p>	
¿Las oportunidades de inversión son adecuadas para el caso de uso?		<p>El desarrollo actual se enfoca a la optimización del coste y rendimiento de sistemas de almacenamiento mediante la mejora de materiales y procesos. El siguiente paso es la digitalización de estos sistemas para la optimización de eficiencia, coste y sostenibilidad. Para el cliente puede ser adecuado si el coste es bajo y le abre una vía de ingresos y de reducción de costes. Para el agregador, si el coste es apropiado, puede facilitarle la interconexión con sus clientes y para el DSO, teniendo en cuenta que es un sector regulado y que la digitalización ya está reconocida como remunerable, dependerá de la aplicación concreta a que se destine. No obstante, es necesario avanzar en la definición de un marco regulatorio favorable para hacer posible la implantación de nuevos modelos de negocio que demuestren la viabilidad de estas soluciones en</p>	

distintas aplicaciones de mercado (respuesta de la demanda, participación de agregadores en todos los mercados, acceso a datos, etc.)

<p>Cuál es la escala de oportunidades para 2021 y como cambiarán en el tiempo</p>		<p>Nuevos programas de financiación de I+D para la digitalización de baterías y redes eléctricas, incluyendo el desarrollo de sensórica, IA, comunicaciones, ciberseguridad, etc. De nuevo, es importante remarcar la necesidad de establecer marcos regulatorios adecuados para la validación técnico-económica de estas tecnologías digitales aplicadas al almacenamiento, bien a través de bancos de prueba u otras iniciativas.</p> <p>Otra opción es la iniciativa privada, tipo comunidades locales de energía, que de manera independiente decidan hacer uso de esta tecnología para la gestión de la microrred.</p>	
<p>Recorte de picos de demanda</p>		<p>Los marcos tecnológicos y normativos actuales son favorables para la utilización de soluciones digitales de control y gestión de la potencia consumida/generada de red. Todavía hay amplios márgenes de mejora de estas tecnologías, de cara a la utilización de plataformas centralizadas y a la interconexión de sistemas y microrredes a través de tecnologías IoT, que requieren sistemas de comunicación, intercambio de datos y funcionalidades de ciberseguridad avanzadas</p>	
<p>Aplazamiento de inversiones en la red</p>		<p>El dimensionamiento y la gestión óptima de los activos de red a través de tecnologías IoT permitiría reducir o retrasar las inversiones en infraestructura pasiva (cables y transformadores). No obstante, es necesario desarrollar y validar nuevos modelos de negocio basados en la retribución, por parte del sistema eléctrico, a las empresas de distribución por proporcionar activos de digitalización y almacenamiento.</p>	
<p>Aprovechamiento fuentes renovables</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Optimización de la integración de renovables, minimizando la intermitencia en la generación y la volatilidad del mercado, y permitiendo una mayor penetración y aprovechamiento de la generación renovable distribuida (evitando por ejemplo el uso de dispositivos antivertido) 	

- Optimización en el diseño, configuración y localización de centrales distribuidas de energía renovable

Ventajas para la estabilidad del sistema eléctrico



- Gestión inteligente de energía en microrredes
- Incremento de la seguridad del suministro y de la resiliencia del sistema de distribución
- Mejora de la salud y extensión del ciclo de vida de sistemas de almacenamiento y otros recursos distribuidos
- Incremento significativo de la interoperabilidad y flexibilidad del sistema
- Reducción de la necesidad de sistemas de soporte
- Óptima interacción entre la infraestructura de vehículos eléctricos y la red de distribución
- Estabilidad de precios para el consumidor

