

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título	Operación Eficiente de Microrredes Eléctricas a Través De Blockchain y Contratos Inteligentes. Evaluación de Aplicabilidad en la Red de Distribución de Rafaela, Santa Fe.
Código UTN	FEENIF454
Dependencia	<ul style="list-style-type: none">FR Concordia–GIMOSIC: Grupo de Investigación en Modelado, Simulación y ControlFR Santa Fe–CIESE: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos
Director/a	LOYARTE, Ariel Sebastián
Codirector/a	MANASSERO, ULISES
Período de ejecución	Desde 01/04/2025 hasta 01/04/2028 - Duración: 3 años
Resumen	<p>Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se aplican en múltiples sectores de la industria, y las redes eléctricas no escapan a esta realidad. En este ámbito, las redes de distribución han evolucionado en dirección a las denominadas Redes Eléctricas Inteligentes (smart grids, según su designación original en inglés). Se trata de un concepto abarcativo que comprende a la totalidad de las tecnologías modernas orientadas a mejorar el desempeño de las redes eléctricas, tanto en aspecto técnicos operativos y de diseño (planificación), como así también en indicadores económicos, ambientales y de calidad (de servicio y producto). Refiere, por tanto, a una infraestructura de red eléctrica que permite explorar la aplicabilidad de las TIC, en razón de requisitos de conectividad, necesarios para favorecer intercambios energéticos entre sus agentes. En las redes inteligentes, los flujos de intercambio suelen ser bidireccionales, de modo que ciertos participantes del mercado se identifican como "prosumidores", es decir, productores y consumidores simultáneamente. La operación eficiente de prosumidores y la integración de todo tipo de tecnologías de generación y almacenamiento de energía se ven beneficiados por el uso de las TIC. No obstante, para que dicha integración sea posible, es requerimiento la implementación de plataformas que den soporte a estos mercados, que faciliten la difusión de precios, mecanismos de subastas, información sobre parámetros y restricciones técnicas, y la identificación segura y verificada de sus agentes, como así también el seguimiento del historial y la trazabilidad de cada una de las variables. Esta característica es fundamental para garantizar la operación estable y sustentable del sistema, como así también para</p>

permitir su desempeño con el mayor grado de optimalidad posible. En este marco, la tecnología blockchain ha demostrado en años recientes que presenta un potencial destacado para el intercambio de activos digitales, o incluso de activos del mundo físico, pero digitalizados (tokenización). De esta manera, los agentes de un mercado eléctrico pueden representarse como usuarios de un sistema blockchain y utilizar este medio para la difusión de las características y estados de operación de sus instalaciones, tales como generadores, sistemas de almacenamiento de energía, capacidades de potencia y de transmisión de líneas eléctricas, entre otras. Asimismo, la aplicabilidad de blockchain a los intercambios energéticos ha mejorado su factibilidad a partir de la incorporación de los llamados contratos inteligentes (smart contracts). Estos facilitan no sólo el registro de los estados de los activos digitales (por caso, componentes de una red eléctrica o agente del mercado) y la trazabilidad de los bloques de energía intercambiados, sino también la concreción de mercados a término (transacciones pactadas), o el establecimiento de las reglas de operación de un mercado en tiempo real o spot. La complejidad radica en que los algoritmos de gestión de uso habitual en el ámbito de las redes inteligentes, como aquellos destinados a cálculos de despacho económico y flujos óptimos de potencia, presentan exigencias de recursos computacionales elevadas para su implementación como contratos inteligentes. Por esta razón, es preciso diseñar una plataforma de software que logre integrar el uso de la blockchain y contratos inteligentes con técnicas más habituales de cómputo. El concepto de computación fuera de la cadena (off-chain computation) es potencialmente aplicable. Este proyecto pretende evaluar las herramientas de software de código abierto disponibles y diseñar una plataforma prototipo para la implementación de un mercado energético entre redes eléctricas inteligentes. Se propone utilizar microrredes, en vistas de sus características de generación distribuida de diversa índole y flexibilidad en la toma de decisiones. Finalmente, el proyecto propone analizar la aplicabilidad de esta infraestructura sobre una red de distribución típica del país, para lo cual se utilizará un sector de la ciudad de Rafaela, en la provincia de Santa Fe.