

COMITÉ DE ESTUDIO SC C6 DE CIGRE COLOMBIA

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UN NUEVO WORKING GROUP

WG C6.7	<p>Nombre del Coordinador: Dany Mauricio Lopez Santiago</p> <p>E-mail: mauricio.lopez@pti-sa.com.co</p>
<p>Título del Grupo: Buenas prácticas en el uso de gemelos digitales para la validación y el desarrollo de tecnología para las redes eléctricas inteligentes.</p> <p>Puntos para tener en cuenta en el grupo de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contextualizar el significado de gemelos digitales y simulación en tiempo real ▪ Gemelos digitales para la validación y el desarrollo de tecnología para las redes eléctricas inteligentes ▪ ¿Qué es un gemelo digital? ▪ ¿Cómo se crean los gemelos digitales? ▪ ¿Como puede mejorar la planeación/operación actual? ▪ Validar tecnología tradicional o nueva tanto de hardware, como de software. ▪ Desarrollar tecnología usando simulación en tiempo-real como habilitador clave. 	
<p>Problema técnico por solucionar en el WG: Desarrollar y validar tecnología asociada a la transformación de la red eléctrica tradicional en una red eléctrica inteligente.</p>	
<p>Beneficios potenciales del trabajo del WG: El uso de tecnologías de gemelos digitales y simulación en tiempo real para el desarrollo y validación de tecnologías asociadas a la transformación digital de la red eléctrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir los costos, tiempos y errores al desarrollar e implementar tecnologías asociadas a la transformación digital de la red eléctrica, dado que su validación se realiza en un ambiente controlado, seguro y flexible. • Garantizar la correcta interoperabilidad de sistemas integrados con tecnologías de diversos fabricantes. • Evaluar el comportamiento de los dispositivos de manera integral ante diversos eventos, topologías y condiciones de falla posibles en un sistema de potencia. • Promover el uso de prácticas estandarizadas para el uso de la tecnología de gemelos digitales con el fin de evaluar distintos escenarios, arquitecturas, topologías y funcionalidades asociadas a la planeación/operación de tecnologías. • Prueba y evaluación de nuevas tecnologías y estado del arte, en tecnologías asociadas a la transformación digital de la red eléctrica. • Fortalecer una cultura de innovación abierta entre todos los actores relacionados con la cadena de valor de la industria eléctrica, mediante la implementación de tecnologías de gemelos digitales. 	
<p>Alcance, entregables y propuesta de tiempo del WG:</p> <p>Contexto - Antecedentes:</p> <p>La digitalización representada en tecnologías de la información y la operación aplicadas a los sistemas de potencia sustentan la eficacia y sostenibilidad de la transformación de la red eléctrica tradicional en una red eléctrica inteligente. En esta transformación inteligente se esperan implementaciones tecnológicas bien planificadas y operadas, capaces de mejorar sustancialmente el funcionamiento de las redes eléctricas actuales.</p> <p>Las redes eléctricas inteligentes, no obstante, abordan también retos de descarbonización, descentralización, democratización y diversificación que, aunque le aportan sostenibilidad, también le añaden complejidad y desafíos tecnológicos.</p>	

De las tecnologías que sustentan las redes eléctricas inteligentes se esperan comportamientos óptimos y sostenibles. Sin embargo, este nivel de funcionamiento sólo puede garantizarse al desarrollar y validar tecnología a la medida de cada necesidad particular. Se trata de un enfoque tecnológico personalizado y detallado, en lugar de un enfoque generalista. Ante estas necesidades, la capacidad para desarrollar tecnología especializada y validar a fondo el total de sus posibilidades se convierten en tareas esenciales. Dado que las redes eléctricas son infraestructuras críticas, las validaciones a fondo no suelen permitirse en escenarios reales.

La tecnología de gemelos digitales ofrece respuestas ante las problemáticas antes señaladas. Su capacidad para recrear con precisión y detalle los diversos sistemas y componentes de la red eléctrica la facultan para incorporarla en amplitud y profundidad en la implementación de tecnologías de digitalización de la red eléctrica. La simulación en tiempo-real, por su parte, permite modelar sistemas eléctricos con gran precisión, reproduciendo comportamientos y fenómenos como si del sistema de potencia real se tratara. La sincronización de tiempo realizada en el proceso de simulación permite obtener las respuestas transitorias o estables del sistema eléctrico, respetando el paso de tiempo natural en que éstas suceden.

Esta equivalencia es usada en esquemas de simulación HIL (Hardware-In-the-Loop), PHIL (Power-Hardware-In-the-Loop) y RCP (Rapid Control Prototyping), y mediante convertidores DAC y ADC (Digital-Análogo y Análogo-Digital), así como protocolos de comunicación comerciales de última generación, es posible interactuar con hardware y equipos de protección reales.

Con la cada vez más alta penetración de fuentes de generación eléctrica no convencionales (FNCER) y por ende el aumento en la complejidad de la matriz eléctrica Colombiana, la ley 1715 y regulaciones CREG como la 030-2018, 060-2019, 123-2018 y 098-2019 han exigido y abordado el tema de la eficacia y confiabilidad de tecnologías asociadas a estas nuevas fuentes, lo que por ejemplo, ha generado varias repuestas desde el Consejo Nacional de Operación (CNO), representadas mediante los acuerdos CNO: 1258, 1300 y 1214, en los cuales se hace mención a las características de los esquemas de protección óptimos, que garanticen una protección eficaz y selectiva de los recursos del sistema. También, es posible citar los estándares IEEE 2030.7/2017 e IEEE 2030.8/2018, los cuales formulan las funcionalidades mínimas del control y la gestión en microrredes, así como las especificaciones aceptables para su validación.

En Colombia, se implementó el laboratorio de simulación en tiempo real (LABTween) de XM para el diseño pruebas, automatización de simulaciones y puesta en operación del esquema de separación de áreas (ESA) Colombia – Ecuador. Como resultado se obtuvo un incremento de 4 a 9 GWh-día en la transferencia de energía entre ambos países.

Por su parte, las universidades colombianas han comenzado a utilizar las tecnologías de simulación en tiempo-real, modernizando sus procesos de maduración tecnológica, específicamente en temas de electrónica de potencia, sistemas de potencia, protecciones, comunicaciones, microrredes, supervisión, control y automatización. A esta dinámica, también se ha sumado la actividad de PTI S.A. con el trabajo de su Laboratorio de Simulación en Tiempo-Real, desde donde se han elaborado trabajos de validación HIL para los sectores eléctrico, y de Petróleo y Gas. Asimismo, IEB viene ofreciendo consultoría para el diseño de subestaciones eléctricas, así como estudios de integración de renovables apoyados en la tecnología de simulación en tiempo-real.

De esta manera, las tecnologías de simulación en tiempo real y de gemelos digitales, junto a sus normas, estándares y buenas prácticas se ponen al servicio de la industria y las electrificadoras, con la premisa de identificar correctamente, y con anticipación, posibles errores de diseño, fallas de interoperabilidad y demás situaciones que con el tiempo y sobre la marcha podrían representar grandes sobrecostos de rediseño, mantenimiento y/o sustitución de equipos de protección y potencia.

Alcance:

1. Proponer una red de colaboración científico-técnica relacionada con el desarrollo y la validación de tecnología asociada a las redes eléctricas usando simulación en tiempo real.
2. Divulgar los resultados de investigación, desarrollo y validación a partir del trabajo realizado por los miembros de la mesa.
3. Formular iniciativas de cooperación científica, tecnológica y de innovación entre los miembros de la mesa y otros capítulos de CIGRE.

Entregables:

- Reporte técnico
- Webinar

Tiempo de Trabajo: 18 meses

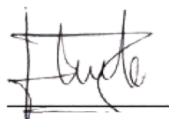
Fecha inicio: Marzo – 2024 Fecha entrega: Noviembre – 2025

Cronograma:

ACTIVIDADES	INICIO	FIN
1. Convocar miembros para crear la red	Q1 2024	Q1 2024
2. Definir el plan de trabajo	Q1 2024	Q2 2024
3. Formular las iniciativas de cooperación	Q2 2024	Q1 2025
4. Revisión del Estado del Arte	Q2 2024	Q3 2025
5. Análisis del Estado del Arte	Q3 2025	Q4 2025
6. Reporte Técnico	Q4 2025	Q4 2025
7. Webinar	Q4 2025	Q4 2025

Aprobación por el Responsable ante el Consejo Técnico:

Fecha: 06 de febrero de 2024

**Instituciones participantes:**

- XM S.A.
- CELSIA S.A.
- Universidad Nacional de Colombia – UN
- Universidad del Valle – Univalle
- Universidad Industrial de Santander – UIS
- Universidad ICESI
- PTI S.A.

