

# MONITOREO Y CONTROL DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA MEDIANTE ETAP-RT Y MATLAB SIMULINK

*MONITORING AND CONTROL OF A DISTRIBUTED GENERATION SYSTEM USING ETAP-RT AND MATLAB SIMULINK*

Alex Arias <sup>1</sup>, Wilian Patricio Guamán <sup>2</sup>, Gonzalo López <sup>3</sup>, Gabriel Pesantes <sup>4</sup>, Lauro Gómez <sup>5</sup>

Recibido: 14/11/2022 y Aceptado: 2/5/2023

ENERLAC. Volumen VII. Número 1. Julio, 2023 (8 - 21)

ISSN: 2602-8042 (impreso) / 2631-2522 (digital)



Foto de Minh Bách Trương en Unsplash.

1 Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador  
[alex.arias8817@utc.edu.ec](mailto:alex.arias8817@utc.edu.ec)

2 Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador  
[wilian.guaman8956@utc.edu.ec](mailto:wilian.guaman8956@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-9905-8231>

3 Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador  
[gonzalo.lopez8466@utc.edu.ec](mailto:gonzalo.lopez8466@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0007-2880-1204>

4 Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador  
[gabriel.pesantes3889@utc.edu.ec](mailto:gabriel.pesantes3889@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-4037-3859>

2 SILVATECH S.A  
[lauro.gomez@silvatech.com.ec](mailto:lauro.gomez@silvatech.com.ec)

## RESUMEN

La introducción de sistemas de generación distribuida (GD) en las redes eléctricas se ha incrementado notablemente en los últimos años. Por ello, los sistemas de monitoreo y control de la red eléctrica se han vuelto indispensables en la operación del sistema, para garantizar las condiciones de calidad y confiabilidad del suministro eléctrico. En el presente trabajo se implementa una interfaz de monitoreo y control del sistema GD Smart Grid F-CIYA en tiempo real utilizando ETAP-RT y MATLAB Simulink. El sistema utiliza los módulos Lucas Nülle que constituyen una red de 10 kVA. ETAP-RT interactúa con el sistema físico, permitiendo realizar maniobras de control sobre los elementos de la red y visualizar los cambios en los parámetros eléctricos ante diferentes maniobras. Como resultado de este trabajo, se establece una metodología para implementar el sistema de monitoreo y control en sistemas de GD.

**Palabras clave:** Generación distribuida, control, monitoreo, tiempo real, ETAP-RT, Matlab Simulink.

## ABSTRACT

*The introduction of distributed generation (DG) systems in power grids has increased significantly in recent years. Therefore, monitoring and control systems of the power grid have become indispensable in the system operation, to ensure the quality and reliability of the power supply. In the present work, a real-time monitoring and control interface of the GD Smart Grid F-CIYA system is implemented using ETAP-RT and MATLAB Simulink. The system uses Lucas Nülle modules that constitute a 10 kVA grid. ETAP-RT interacts with the physical system, allowing to perform control maneuvers on the grid elements and to visualize the changes in the electrical parameters in case of different maneuvers. As a result of this work, a methodology is established to implement the monitoring and control system in DG systems.*

**Keywords:** Distributed Generation, control, monitoring, real-time, ETAP-RT, Matlab Simulink.

## INTRODUCCIÓN


La Generación Distribuida (GD) consiste en producir energía eléctrica a través de micro centrales de generación con Energías Renovables No Convencionales (ERNC), aprovechando el potencial de un determinado lugar geográfico como la irradiación solar, velocidad del viento, condiciones hidrológicas, entre otras (Razavi et al. 2019). Sin embargo, la aleatoriedad de estos recursos podrían ocasionar problemas en el sistema como: fallas en las protecciones, desbalance de potencia y tensiones durante el abastecimiento de cargas, imperfecciones en la calidad de la señal suministrada tales como *flickers*, *sags*, e incrementos en el THD (*Total Harmonic Distorsion*) del voltaje, por encima de los niveles admisibles (Arias, Rivas, and León 2017).

Para conocer las condiciones del sistema eléctrico ante el ingreso de GD, en (Singh et al. 2015) se plantea como una solución implementar medidores inteligentes que permitan supervisar y controlar los parámetros eléctricos de la red. Esto se consigue a través de la adquisición de datos en tiempo real y la aplicación de técnicas de estimación de estado, que en conjunto ayudan a la operación eficiente de las redes eléctricas. Las tecnologías asociadas a la gestión energética han evolucionado recientemente, combinando los sistemas convencionales SCADA con herramientas que permiten almacenar esos datos y utilizarlos para otras aplicaciones, como estimadores de estado y análisis predictivo (Pérez-López and Scada 2015).

Varios trabajos han implementado sistemas de monitoreo y control para evaluar el rendimiento de las redes de energía eléctrica. Por ejemplo, en (Vaschetti, Gomez, and Amatti 2012) y (Manrique, Gómez, and Mejia n.d.), se plantean modelos de simulación mediante el software ETAP para observar el comportamiento de la red cuando se incluye GD. Para ello, se utilizan protocolos de comunicación que enlazan los medios físicos con

el sistema SCADA mediante la interfaz hombre-máquina (HMI), obteniendo como resultado un modelo de protección automático para sistemas de GD, que activan los reconectores a través de baterías recargables para reanudar el suministro eléctrico cuando se producen fallas en los seccionadores.

Para evaluar la confiabilidad de los sistemas eléctricos, (Alarcon 2021) realiza el monitoreo y el control de la red con inclusión de GD utilizando el software ETAP *Real time* lo que permite analizar la eficiencia a través de la creación de una base de datos en tiempo real ante la presencia de diferentes contingencias que se podrían producir a futuro con la finalidad de optimizar los sistemas, obteniendo como resultado que, ante la presencia de fallas la GD aporta la energía necesaria para abastecer la demanda. Además, se realiza la coordinación de la protección del alimentador cuando se incluye motor de 250 HP, obteniendo un nivel de corriente en el arranque de 580 A, a través del estudio de flujo de carga y cortocircuito lo que permitió dimensionar el calibre del conductor.



**La Generación Distribuida (GD) consiste en producir energía eléctrica a través de micro centrales de generación con Energías Renovables No Convencionales aprovechando el potencial de un determinado lugar geográfico.**

El resto de este documento está estructurado como sigue: en la segunda sección se revisa el estado del arte relacionado con simulación en tiempo real, monitoreo y control en SEP y protocolos de comunicación asociados. A continuación, en la metodología se muestra la configuración del sistema de GD *Smart Grid* F-CIYA y se describen los pasos para la configuración de los elementos físicos (medidores e interruptores de potencia) en el software ETAP-RT. Posteriormente, se detalla la configuración del diagrama de bloques en MATLAB Simulink para visualizar y controlar el sistema de manera remota. Finalmente, en la cuarta sección, se analizan los resultados obtenidos en el monitoreo y control del sistema de GD comparando los valores medidos del software ETAP-RT y Simulink para analizar la capacidad de la red y su factibilidad para la adaptación de nuevas cargas.

## MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentan algunos conceptos para realizar el monitoreo y control de un sistema de generación distribuida, además se muestran los protocolos de comunicación existentes para vincular los dispositivos de campo con el software ETAP-RT.

### Simulación en tiempo real y gemelo digital

Un simulador en tiempo real debe ser capaz de realizar cálculos de forma continua y en un tiempo de procesamiento mínimo, con el fin de sincronizar el tiempo de simulación con un reloj de referencia [6]. Este procesamiento de datos, tiene la característica de representar la dinámica en un sistema de potencia y emular con precisión los tiempos de respuesta de la parte física, los datos deberán ser presentados en un tiempo aproximadamente igual que tardaría el sistema real (Singh et al. 2015), a esto se le denomina gemelo digital.

Un gemelo digital es una construcción virtual de un objeto o proceso que simula el comportamiento de un sistema real que se actualiza

con datos reales del sistema físico a lo largo de un tiempo determinado y se puede aplicar a la evaluación del estado del equipo de energía, diagnóstico de fallas, inspección de imágenes inteligentes, análisis del sistema de energía, predicción de carga y análisis del comportamiento del usuario. Además, puede manejar los eventos dominantes, como el cálculo del flujo de potencia, el diagnóstico de cortocircuito trifásico, la estrategia de control del equipo y programación de operaciones optimizada (Pan 2020).

### • Monitoreo y control en los sistemas de distribución

Conocidos como SCADA, permiten la identificación de medidas asociadas entre generación y demanda, así como una amplia gama de aplicaciones de control remoto, gestión de equipos y activos asociados al sistema eléctrico. Estos sistemas han evolucionado desde los primeros en telemetría hasta los actuales sistemas basados en protocolos de telecomunicaciones (Singh et al. 2015). Los sistemas de monitoreo y control eléctrico son primordiales dentro de las redes inteligentes porque permiten conocer y analizar el estado del sistema en tiempo real. A continuación, se describen los elementos que intervienen en este proceso.

### • Arquitectura de redes inteligentes

Una red eléctrica inteligente se caracteriza por: la participación de los consumidores, establecer un mercado de la electricidad con nuevos servicios y productos, tener energía con una alta calidad, capaz de una economía basada en la comunicación, la computación y la operación digital de la red que permite la operación eficiente sistemas con optimización de los activos existentes y de los nuevos incorporados. Además, la autorrecuperación mediante la anticipación y la respuesta ante los disturbios ocurridos en la red que ofrece resistencia a los ataques, ya sean naturales o provocados (Ramos Guardarrama, Hernández Areu, and Silverio Freire 2019).

• **Sistema de Adquisición, Supervisión y Control de Datos (SCADA)**

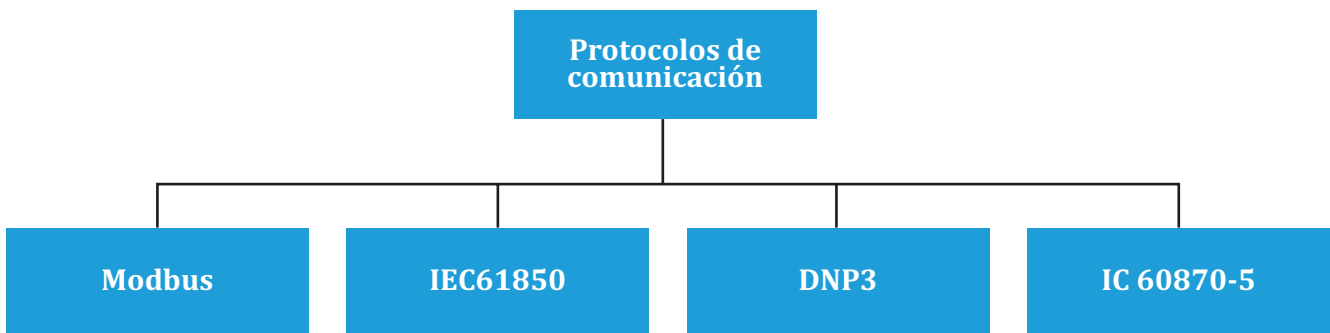
La obtención de las mediciones se las realiza bajo nivel de proceso mediante unidades de terminales remotas y son transferidas al *host* central SCADA en un determinado tiempo. Los componentes de un sistema SCADA son: las Unidades Terminales Remotas (RTU) que se encargan de la conexión directa entre los medidores; las Unidades Terminal Master (MTU) que se comunican con las terminales remotas y

los Sistemas de Comunicación que son el medio de transferencia de datos entre el MTU y RTU.

• **Protocolos de comunicación**

La eficiencia de las microredes dependen de los protocolos de comunicación que se utilizan, esto permite que sea posible el intercambio de datos entre un conjunto de dispositivos. En la Figura 1, se muestran los protocolos de comunicación comúnmente utilizados en GD.

Figura 1. Protocolos de comunicación utilizados en SEP



Fuente: Isaac, Arias, and Bidó 2021.

De acuerdo a lo anterior, es posible adquirir datos mediante el uso de sistemas digitales las medidas enviadas por los dispositivos de medida, protección y control colocados a lo largo de los circuitos (Isaac et al. 2021).

**Ecuaciones de balance de potencia**

Un flujo de potencia es la determinación de los voltajes en los nodos, las corrientes y las pérdidas de potencia real y reactiva en las líneas, y la generación que se requiere para satisfacer la demanda de un sistema de potencia operando en condiciones normales.

Un flujo de potencia es la determinación de los voltajes y corrientes en los nodos, además, de las pérdidas existentes de potencia activa y reactiva en los ramales (Bel 2012). La potencia de generación debe ser igual la potencia necesaria para satisfacer la demanda cuando el sistema se encuentra operando en condiciones normales y las pérdidas del mismo, como se muestra en las Ecuaciones (1) y (2).

$$P_G = P_D + P_P \tag{1}$$

$$Q_G = Q_D + Q_P \tag{2}$$

## METODOLOGÍA

En este trabajo se toma como caso de estudio un sistema de GD formado por la interconexión de los módulos LN, denominado GD-LN, el sistema está compuesto por centrales de generación no convencionales como solar fotovoltaica, eólico e hidráulica reversible, una línea de transmisión de 150 km y tres consumidores. Para realizar el control y monitoreo en ETAP-RT se diseña un diagrama unifilar del sistema y se realiza la configuración de los medidores e interruptores

con el módulo SCADA *Integrator*. Mientras que, en MATLAB Simulink se crean diagramas de bloques que simulan los elementos físicos. A continuación, se describen los criterios utilizados para realizar el monitoreo y control del sistema.

### Simulación del sistema de GD-LN

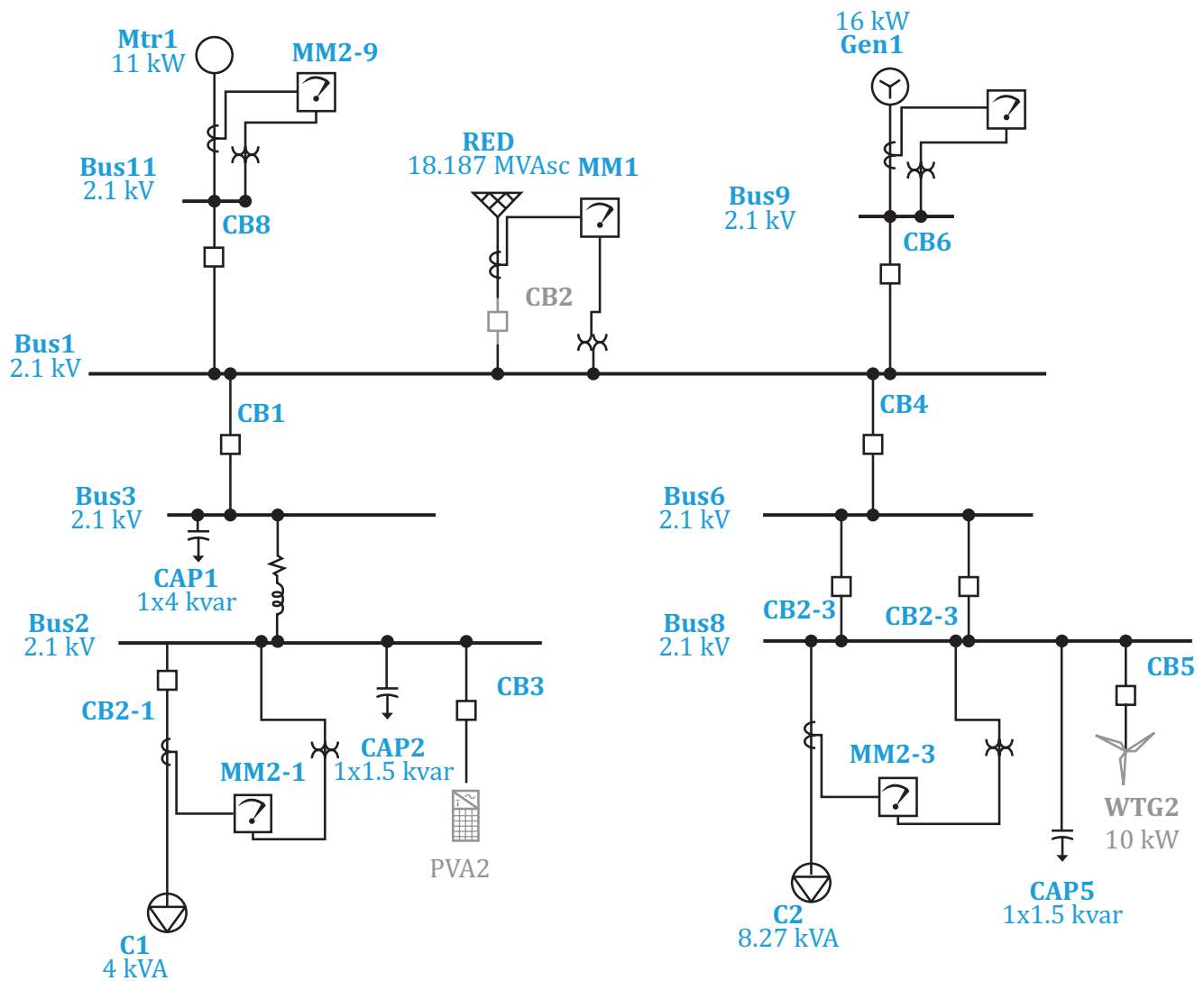
Para realizar el gemelo digital del sistema de GD-LN se deben considerar las características de los elementos del sistema como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del sistema de GD

Generación	P (kW)	Q (kVar)
Solar fotovoltaica	5,00	0,00
Eólica	5,00	0,00
Hidráulica reversible	16,00	40,00
Cargas		
Consumidor I	4,00	0,00
Consumidor II	8,00	2,12
Motor	11,00	-3,20
Línea de transmisión		Unidad
Resistencia	0,02	$\Omega/\text{km}$
Inductancia	0,26	$\Omega/\text{km}$
Susceptancia	6,05	$\mu\text{S}/\text{km}$
Longitud	150,00	km

En la Figura 2, se realiza la simulación de la microrred en ETAP-RT. Además, se considera un sistema eólico y un sistema solar fotovoltaico con la finalidad de plantear posibles soluciones al sistema cuando se produzcan contingencias.

Figura 2. Simulación del sistema de GD en el Software ETAP-RT

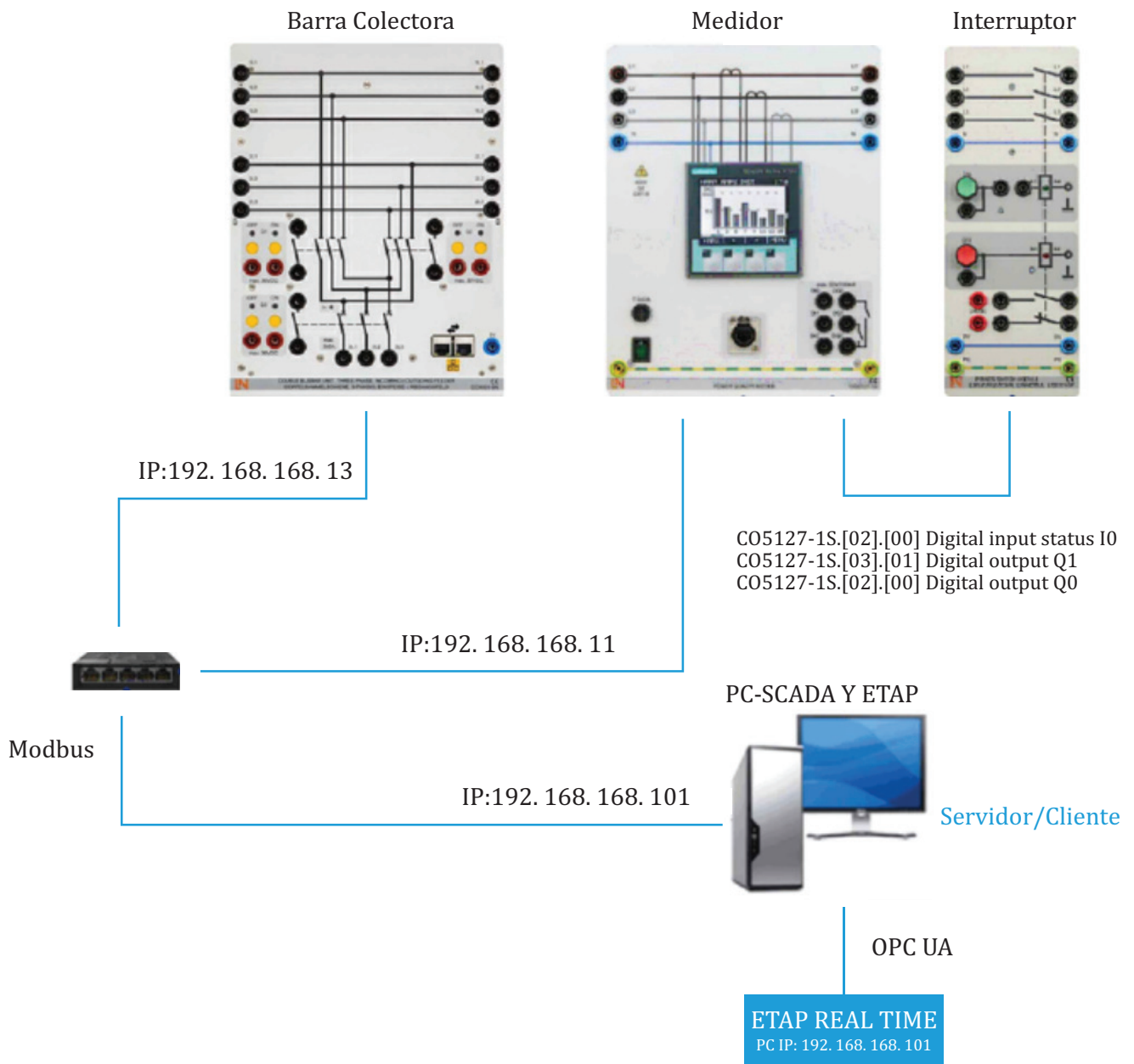


### Arquitectura del sistema ETAP-RT

El sistema GD-LN está compuesto por elementos de supervisión (SENTRON PAC-4200) y de control (interruptores de potencia) los cuáles se comunican a los sistemas SCADA y ETAP R-T a través de la configuración de protocolos de comunicación, en el caso de la medición se utiliza Modbus TCP/IP a través de las direcciones IP de los medidores, mientras que, para realizar el control se utilizan las salidas digitales mediante OPC UA de ETAP-RT. En la Figura 3, se puede observar la arquitectura de control y monitoreo del sistema de GD/LN en ETAP-RT.

Utilizando el software ETAP Real time permite analizar la eficiencia a través de la creación de una base de datos en tiempo real ante la presencia de diferentes contingencias que se podrían producir a futuro con la finalidad de optimizar los sistemas.

Figura 3. Arquitectura del sistema GD-LN en ETAP-RT



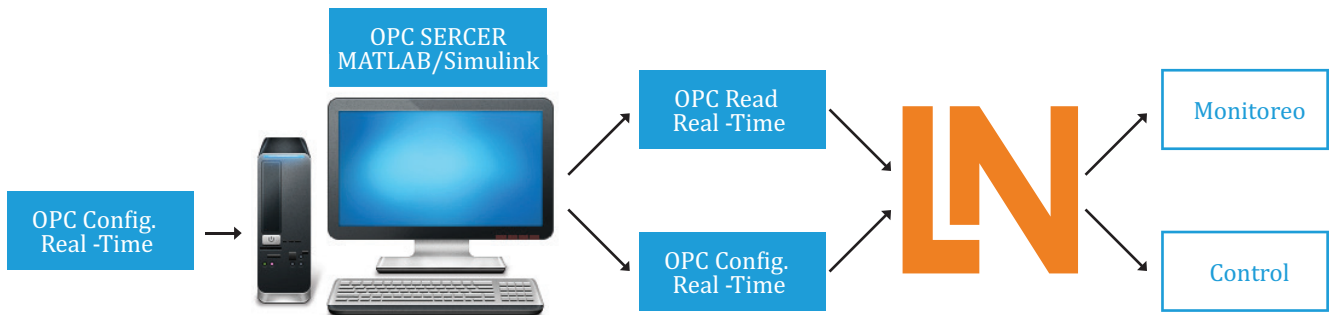
### Arquitectura del sistema en Simulink

Para obtener el control y monitoreo del sistema de GD de manera remota, Matlab Simulink utiliza el OPC Toolbox que permite crear diagrama de bloques. Para ello, se utiliza el módulo OPC Config. Real-Time que se comunica con los dispositivos físicos, a través del sistema SCADA utilizando el

protocolo OPC Server. Mientras que, el bloque OPC Read, lee las señales como estados del sistema y OPC Write, escribe el valor de las señales leídas y las muestra en un Display. En la Figura 4, se indica la arquitectura del control y monitoreo en MATLAB Simulink.



Figura 4. Arquitectura del sistema GD-LN en MATLAB/Simulink



### Configuración del software ETAP Real-Time

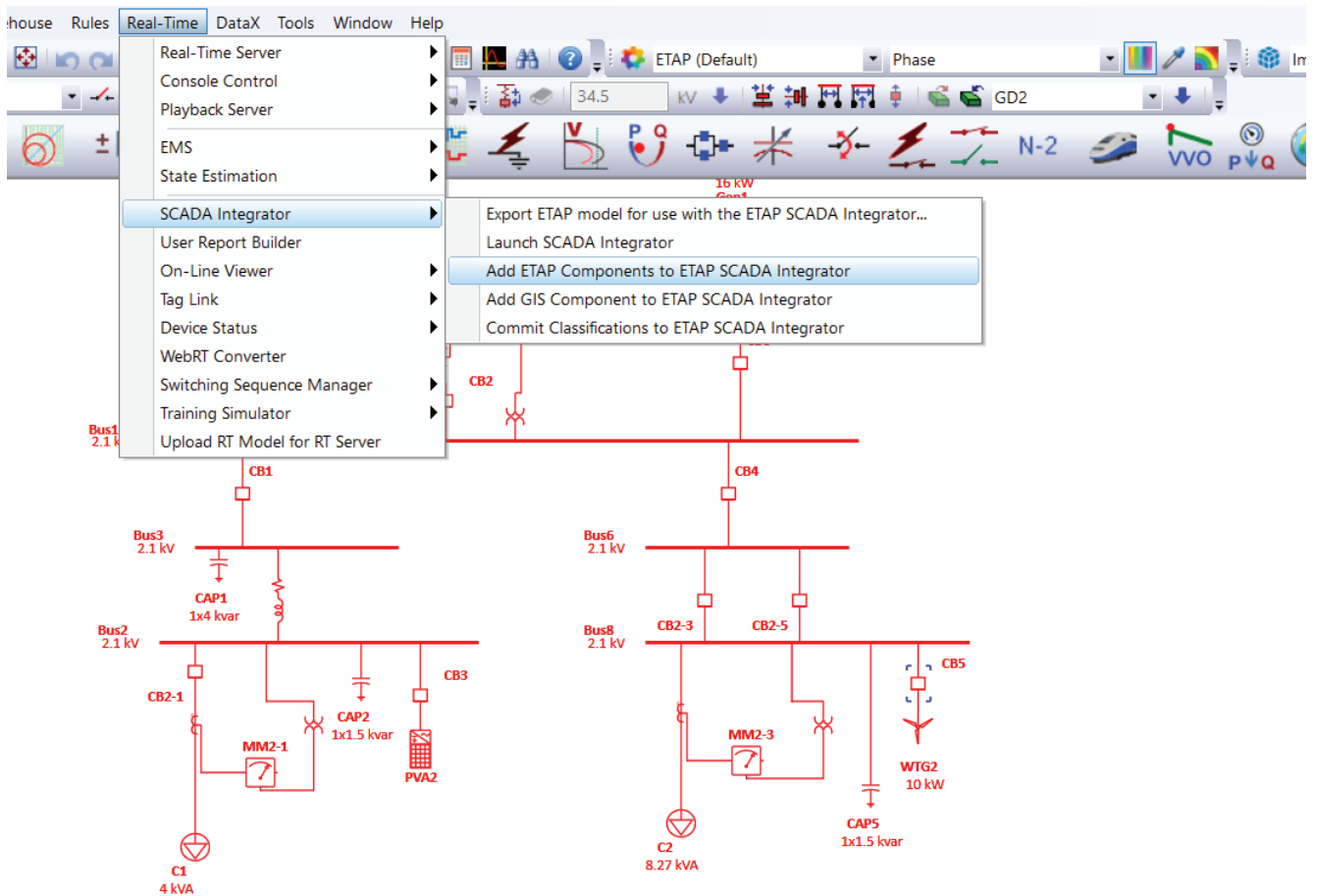
Para realizar el monitoreo y control en tiempo real de la microred formada por los módulos LN mediante ETAP-RT se configuró ETAPUserAccessManager, en donde, se detallan los roles entre el usuario y la PC. Luego, en ETConfig se añade el esquema unifilar del sistema en formato .OTI, donde se incluyen los módulos LN. Las configuraciones del sistema como, base de datos (SQL) y MongoDB. Después, en ETAP SCADA Integrator se configuran las direcciones IP de los dispositivos de campo que permiten visualizar y manipular los elementos del sistema de GD de manera remota.

Para que los dispositivos se comuniquen con el software de simulación el ETAP-RT se utiliza el ETAP SCADA Integrator, esta herramienta permite asociar el modelo matemático con los valores reales obtenidos de los medidores, incorporando todos los elementos del sistema del GD al software para poder controlar y monitorear los parámetros del sistema eléctrico. Para integrar los elementos a ETAP-RT se selecciona la opción SCADA Integrator en la pestaña Real Time lo que permite exportar el modelo del sistema hacia una carpeta donde se guarda el proyecto como se indica en la Figura 5.



Foto de Andrew Hall en Unsplash.

Figura 5. Incorporación del sistema de GD al SCADA Integrator



## Monitoreo de GD-LN en tiempo real

A continuación, en la Figura 6, se crea el dispositivo de medición donde se añaden las características como: Tipo de elemento, marca, dirección IP y nombre del dispositivo, el nombre del elemento aparecerá como hasta dependiendo del número de medidores que se encuentren en el sistema, además, se seleccionan las variables que se desean monitorear mediante la dirección IP. Finalmente, en la pestaña Commit Version se selecciona la opción "Conectar" y "Aceptar", para que el dispositivo de campo quede integrado en ETAP-RT.



Foto de Edvin Johansson en Unsplash.

Figura 6. Creación de los medidores para monitoreo en tiempo real del sistema de GD

Active	Name	Device Model	Alarm Group	Device	Settings Device	Comtrade Device	Comtrade Map	Display Alias	Client	CompDashbo
<input checked="" type="checkbox"/>	MM1	BP	No Alarm	BP			Open		Local Modbus	
<input checked="" type="checkbox"/>	MM2	Hidro	No Alarm	Hidro			Open		Local Modbus	
<input checked="" type="checkbox"/>	MM3	LT	No Alarm	LT			Open		Local Modbus	
<input checked="" type="checkbox"/>	MM4	Consumidor 1	No Alarm	C1			Open		Local Modbus	
<input checked="" type="checkbox"/>	MM5	Consumidor 2	No Alarm	C2			Open		Local Modbus	
<input checked="" type="checkbox"/>	MM6	Motor	No Alarm	M1			Open		Local Modbus	

### Control de GD-LN en tiempo real

Para el control del sistema, se utilizan las entradas y salidas digitales del medidor SENTRON PAC-4200 que se encuentran conectadas a los interruptores de potencia a través del protocolo OPC UA de ETAP-RT y del OPC SERVER de LN

los mismos que permiten conectar y desconectar los elementos del sistema. A continuación, en la Figura 7, se indican los dispositivos creados para el control del sistema.

Figura 7. Creación de los medidores para e contol en tiempo real del sistema de GD

Active	Name	Device Model	Alarm Group	Device	Settings Device	Comtrade Device	Comtrade Map	Display Alias	Client	CompDashboard
<input checked="" type="checkbox"/>	MM2	Hidro	No Alarm	Hidro1			Open		Local Modbus	
<input type="checkbox"/>	MM3						Open			
<input checked="" type="checkbox"/>	MM4	Motor	No Alarm	Motor1			Open		Local Modbus	
<input checked="" type="checkbox"/>	MM5	C1	No Alarm	C1_1			Open		Local Modbus	
<input checked="" type="checkbox"/>	MM6	C2	No Alarm	C2_1			Open		Local Modbus	
<input type="checkbox"/>	MM7						Open			
<input checked="" type="checkbox"/>	MM8	BP	No Alarm	BP1			Open		Local Modbus	
<input checked="" type="checkbox"/>	MM9	LT	No Alarm	LT1			Open		Local Modbus	

### RESULTADOS

En la Tabla 2, se detalla el procedimiento para realizar el monitoreo y control en tiempo real del sistema de GD formado por los módulos de LN, a través de los elementos físicos, las direcciones IP y el software ETAP-RT.

Tabla 2. Procedimiento para realizar el monitoreo y control de GD

<b>Inicio</b>	
1. Identificar hardware de monitoreo y control	
	Interruptores y medidores (SentronPAC-4200)
2. Configurar las direcciones IP de cada elemento	
	(192.168.168.10), (192.168.168.11), (...), (192.168.168.n)
	(192.168.168.20), (192.168.168.21), (...), (192.168.168.n)
3. Conectar a la red los dispositivos a través de Ethernet	
	Comunicación microrred-software
4. Simular la microrred-software	
	Gemelo digital
5. Crear e integrar los elementos físicos al software ETAP-RT	
	Interruptores y medidores → SCADA <i>Integrator</i>
6. Seleccionar el protocolo de comunicación	
	Monitoreo → MODBUS
	Control → OPC UA
7. Accionar el <i>Toolbox Real-Time</i>	
	Gemelo digital → <i>On-line</i>
<b>Fin</b>	

En la Tabla 3, se muestran los datos de voltajes y potencias del sistema GD-LN que se monitorean en tiempo real, estos valores se obtienen mediante el software MATLAB Simulink y ETAP-RT. Aunque los resultados provienen de una misma fuente de medición, se evidencian variaciones relacionadas con el instante de tiempo en el que se registraron los valores medidos.



Tabla 3. Mediciones del sistema de GD-LN obtenidas en tiempo real

Monitoreo en tiempo real del sistema de GD-LN						
Punto de medición	Software					
	Simulink			ETAP-RT		
	V (kV)	P (kW)	Q (kVar)	V (kV)	P (kW)	Q (kVar)
Barra Slack	2,03	16,67	-4,67	2,04	16,62	-4,09
Línea de transmisión	2,01	3,87	-1,31	2,01	3,91	-1,29
Central hidráulica	2,02	8,04	-3,91	2,04	8,18	-3,64
Consumidor I	2,02	3,73	0,01	2,08	3,79	0,01
Consumidor II	3,03	7,64	2,00	2,03	7,88	2,07
Motor	2,02	12,81	-5,57	2,04	12,54	-4,56

Luego, en la Tabla 4, se presenta el balance de potencias del sistema de GD en donde son las potencias generadas y las potencias demandas. Por lo tanto, a través de la Ecuación 1 y de la Ecuación 2, se obtienen pérdidas de potencia activa de 0,60 kW y pérdidas de potencia reactiva

de 0,30 kVar respectivamente. Para realizar el balance de potencias del sistema de GD, se debe tener en cuenta la potencia reactiva propia de las barras colectoras (1,4 kVar). En el gemelo digital se considera esta potencia por medio de capacitores colocados en paralelo a las barras.

Tabla 4. Balance de potencias del sistema GD-LN

Elemento	Balance de potencias			
	$P_g$ (kW)	$Q_g$ (kVar)	$P_d$ (kW)	$Q_d$ (kVar)
Red	17,50	0,00	0,00	-10,40
Generador hidráulico	8,20	3,70	0,00	0,00
Consumidor I	0,00	0,00	-8,100	0,00
Consumidor II	0,00	0,00	-7,50	-1,30
Motor	0,00	2,10	-9,500	0,00
Barras	0,00	5,600	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>25,70</b>	<b>11,40</b>	<b>-25,10</b>	<b>-11,70</b>

## CONCLUSIONES

Es posible realizar el monitoreo y control de la microrred en tiempo real utilizando el software MATLAB Simulink, que se comunica a través del *Toolbox* OPC y diagramas de bloques (OPC Config, OPC *Read*, OPC *Write*) que envían y reciben las señales del sistema.

ETAP-RT utiliza la interfaz SCADA *Integrator* para la comunicación mediante los protocolos MODBUS para el monitoreo de los parámetros eléctricos de la red y OPC UA para el control de los interruptores de potencia. La ventaja de ETAP-RT es que se pueden usar los datos para realizar estudios eléctricos avanzados y crear un gemelo digital del sistema físico.

En el balance de potencias se observa un valor de pérdidas mayor en la potencia activa del sistema de GD-LN, mismas que se producen por las características de las cargas y la resistencia que presenta la línea de transmisión. Mientras que, las pérdidas en la potencia reactiva son menores debido a la incorporación de los bancos de capacitores que representan la capacitancia propia de las barras colectoras del sistema. ■

## REFERENCIAS

Alarcon, Denis. 2021. "Implementación de Un Sistema de Monitoreo y Control En Tiempo Real Para El Análisis Predictivo de Un Sistema Eléctrico de Potencia Con Generación Distribuida." UTEC.

Arias, Luis A., Edwin Rivas, and Luis M. León. 2017. "Propuesta de Modelo de Gestión Para Redes Eléctricas Con Generación Distribuida a Través de Unidades de Medición Fasorial." *Información Tecnológica* 28(2). doi: 10.4067/S0718-07642017000200003.

Bel, Carlos Álvarez. 2012. "Electrical Circuit Theory." P. 122 in *Electrical Circuit theory*.

Isaac, Ángel, Roa Arias, and Ezequías Bidó. 2021. "Protocolos y Topologías Utilizadas En Los Sistemas de Comunicación de Las Microrredes Eléctricas." 4(1):81-95.

Manrique, Franco, Luna Gómez, and Franco Mejia. n.d. "Sistema de Monitoreo de Una Microred Aislada Usando ETAP Real Time."

Pan, Huaming. 2020. "Digital Twin and Its Application in Power System." 21-26.

Pérez-lópez, Esteban, and E. Los Scada. 2015. "SCADA Systems in the Industrial Automation Los Sistemas SCADA En La Automatización Industrial." 28:3-14.

Ramos Guardarrama, Josnier, Orestes Hernández Areu, and Raimundo Carlos Silverio Freire. 2019. "Sistema de Supervisión Para El Monitoreo de Redes Eléctricas Inteligentes."

Razavi, Seyed-ehsan, Ehsan Rahimi, Mohammad Sadegh, and Ali Esmaeel. 2019. "Impact of Distributed Generation on Protection and Voltage Regulation of Distribution Systems : A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 105(May 2018):157-67. doi: 10.1016/j.rser.2019.01.050.

Singh, Shiv Kumar, Bibhu P. Padhy, Student Member, S. Chakrabarti, Senior Member, S. N. Singh, Senior Member, A. Kolwalkar, S. M. Kelapure, and Senior Member. 2015. "Development of Dynamic Test Cases in OPAL-RT Real-Time Power System Simulator." 0-6.

Vaschetti, Jorge C., Juan C. Gomez, and Juan C. Amatti. 2012. "Modelado y Simulación de Un Seccionador Tensión-Tiempo Para Protección Inteligente Con Inclusión de Generación Distribuida de Electricidad." *Información Tecnológica* 23(2):99-108. doi: 10.4067/S0718-07642012000200012.