

[652568444]. Bohbeh/Shutterstock



# Smart grid: las redes eléctricas del futuro

Retos y beneficios de las redes inteligentes



Tecnológico  
de Monterrey

# La administración de la red eléctrica

## Control, monitoreo, protección, administración y computación de la red eléctrica

¿Sabes cómo se lleva a cabo el control de los recursos energéticos?

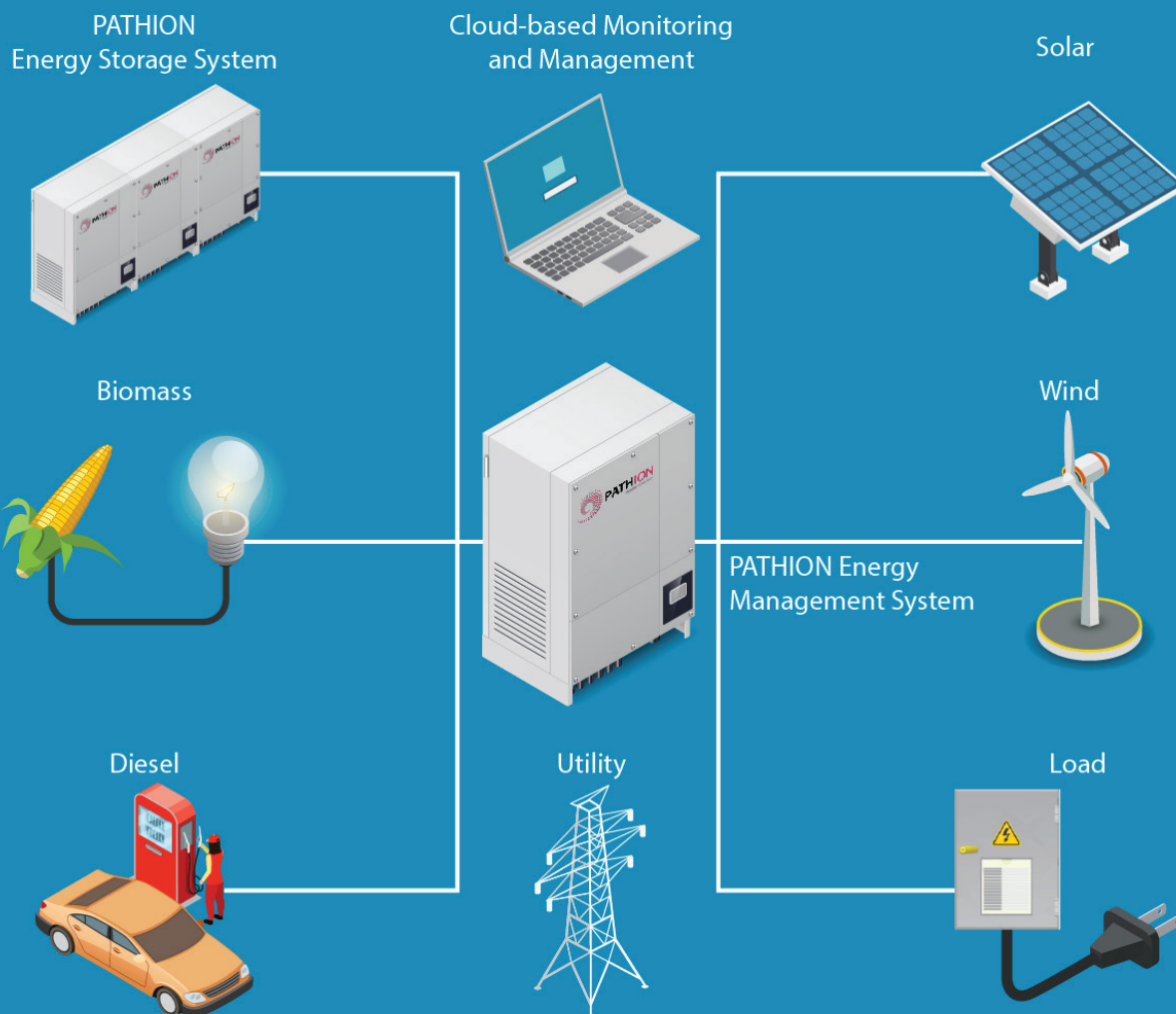
A través de computadoras de tecnología de operación (OT) y redes para el suministro de energía, se permite tener información de la situación actual, así como realizar el despacho económico de los recursos energéticos. Por otra parte, también permiten planificar las contingencias y equilibrar la generación con la carga en tiempo real.

Todas estas capacidades son consideradas por un **sistema de administración de la energía** que es conocido como **EMS (Energy Management System)**, por sus siglas en inglés.

El EMS es un centro de control de servicios públicos en el cual se realizan las estimaciones y análisis contingencia de la generación automática (AGC). Recibe los datos de un sistema de control de supervisión y adquisición de datos SCADA (Supervisory Control and Data Aquisition) cada dos o cinco segundos de dispositivos especializados en las subestaciones.



[486290788]. Suwin/shutterstock



Imágenes tomadas y utilizadas conforme a la licencia de Shutterstock.com

Esta información se provee a los operadores para que conozcan la situación actual y así puedan tomar decisiones tales como **optimizar el flujo de potencia para un despacho eficiente y económico**. La estimación de estados también detecta y rechaza datos corruptos de sensores en mal funcionamiento, y así el EMS realiza un análisis de contingencia en tiempo real para anticipar inestabilidades en la red, las cuales podrían generar una falla en los componentes tales como la pérdida de un generador o una línea de transmisión.

Desde una perspectiva de ciberseguridad, las consecuencias físicas de los comandos maliciosos se pueden modelar como contingencias para evaluar riesgo y desarrollar mitigaciones con anticipación.

Existen cerca de 100 estándares ANSI (IEEE Std. C37.2-2008) los cuales describen algunas características de los diferentes dispositivos de protección entre los cuales se incluyen: monitoreo de diferencias de fase, protección en la pérdida de sincronización

de los generadores con la red, exceso de corriente en las líneas de transmisión, monitoreo de sobre y baja frecuencia y voltaje, implementación de control de voltaje de compensación cuando es necesario o en caso de emergencia, protección contra sobre corriente para proteger la estabilidad de la red.

## Protecciones de ciberseguridad

La smart grid recientemente une a dos comunidades que hablan lenguajes diferentes. Por un lado, la **tecnología de la información (IT)** que está relacionada con el lenguaje de computadoras y redes de procesos administrativos para compañías y servicios públicos; y por otro la **tecnología de operación (OT)** que está relacionada con los dispositivos electrónicos que tienen sistemas operativos embebidos, los cuales sirven para dar soporte al suministro de energía y redes operativas.

Actualmente, y a pesar de estas diferencias, las compañías de IT se están adaptando rápidamente a el soporte de OT, de modo que, los sistemas operativos, las plataformas informáticas y las redes de comunicación que comúnmente se utilizan en IT, están siendo utilizadas en algunas arquitecturas de OT.

## Diseñando la ciberseguridad sobre los fundamentos de la smart grid

El gobierno y la industria han desarrollado en conjunto una ruta, que sigue una estrategia y un conjunto de tareas a corto, mediano y largo plazo, para mantener el suministro de energía ante ciber incidentes.



[819617336]. mrsopman/iStock

Uno de los proyectos más destacados es la instalación de tecnologías avanzadas de sistemas de energía, en esto se incluyen 1000 unidades de medición fasorial PMUs (Phasorial Measurement Unit) y 15 millones de medidores inteligentes en una infraestructura de medición avanzada (AMI). También se incluyen otros resultados como tecnologías avanzadas de distribución automática (DA), y recursos de energía distribuida (DER). Por otra parte, también se desarrollan e implementan planes de seguridad cibernética para evitar fallas sistémicas de base amplia en el caso de una falla en la seguridad cibernética.

## Unidades de medición fasorial (PMUs)

Los PMUs se encargan de **medir sincrofasores de corriente, voltaje y frecuencia** hasta 30 veces por segundo; esto significa que proporciona la información de un comportamiento dinámico y transitorio.

Las mediciones de PMUs están sincronizados en tiempo, comúnmente con el sistema de posicionamiento global (GPS) y se puede sincronizar con una precisión de microsegundo en extensos territorios geográficos. Esto provee una visibilidad sin precedentes en toda el área de operación, el estado del sistema de generación, estabilidad del voltaje y las condiciones del modo isla, así como indicaciones en tiempo real de las inestabilidades generadas en la red en regiones distantes.



[776175013]. Pressmaster/Shutterstock

## Infraestructura de Medición Avanzada (AMI)



[532788949]. onurdongel/iStock

La infraestructura de medición avanzada abre las vías de **comunicación entre la producción y el consumo de energía eléctrica**. Como resultado, se provee información económica para tomar decisiones acerca del consumo de energía. También acelera la ubicación y la recuperación de las interrupciones en el nivel de distribución habilitadas por la distribución automática (DA).

Una de las características importantes son los **preacuerdos que se pueden realizar en respuesta a la demanda (DR)**, que son realizados por los consumidores para tener un consumo reducido en los periodos de uso "pico" de energía. Otra característica importante es la lectura de los contadores avanzada y rentable, la cual reduce los costos de operación debido a que ya no se tiene que tomar lectura como tradicionalmente se hacía. Por último, en esta infraestructura se implementan protecciones de seguridad cibernética y se desarrollan aún más para proteger la seguridad y privacidad de estos datos. Adicionalmente, la distribución automática (DA) puede evitar interrupciones mediante el uso de interruptores alimentadores automáticos que pueden aislar las instalaciones críticas con el fin de minimizar el daño en el equipo, como también facilitar la restauración de la interrupción.



Trabajo realizado en el marco del Proyecto 266632 “Laboratorio Binacional para la Gestión Inteligente de la Sustentabilidad Energética y la Formación Tecnológica”, con financiamiento del Fondo de Sustentabilidad Energética CONACYT-SENER (Convocatoria: S001920101).

El trabajo intelectual contenido en este material, se comparte por medio de una licencia de Creative Commons (CC BY-NC-ND 2.5 MX) del tipo “Atribución-No Comercial Sin Derivadas”, para conocer a detalle los usos permitidos consulte el sitio web en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/mx>



Se permite copiar, distribuir, reproducir y comunicar públicamente la obra sin costo económico bajo la condición de no modificar o alterar el material y reconociendo la autoría intelectual del trabajo en los términos específicos por el propio autor. No se puede utilizar esta obra para fines comerciales, y si se desea alterar, transformar o crear una obra derivada de la original, se deberá solicitar autorización por escrito al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

SENER  
SECRETARÍA DE ENERGÍA

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

SEP  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

CFE  
Comisión Federal de Electricidad

CONACYT  
45 años

Tecnológico de Monterrey

FONDO DE SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS LIMPIAS

Colaboran:

Berkeley  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

ASU ARIZONA STATE UNIVERSITY