

[652568444]. Bohbeh/Shutterstock

# Smart grid: las redes eléctricas del futuro

Introducción a las redes inteligentes



Tecnológico  
de Monterrey

# Evolución de las redes eléctricas

## Las redes eléctricas a través del tiempo

Como seguramente te habrás dado cuenta, las redes eléctricas han evolucionado a través del tiempo con los cambios de la sociedad y sus limitaciones financieras y tecnológicas.

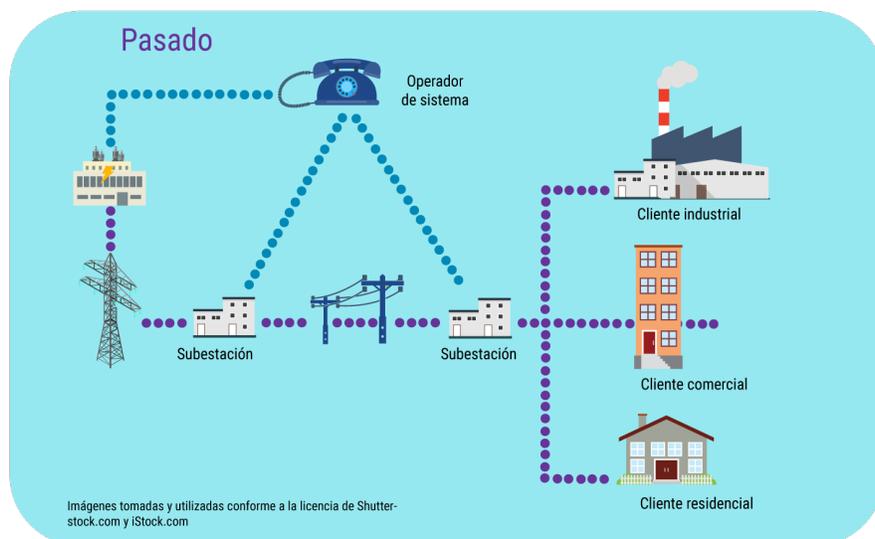
### Las redes eléctricas del pasado

A la par con el crecimiento demográfico, la demanda de energía eléctrica y las necesidades de la gente han cambiado, por lo que la infraestructura existente se ha tenido que adaptar a las medidas provisionales tomadas por los gobiernos y proveedores del servicio eléctrico. Hoy en día, la red eléctrica necesita una reestructuración que permita adaptarse a las necesidades de una sociedad cambiante y exigente.

Esta evolución de las redes eléctricas se remonta a mediados del siglo pasado, donde sistemas básicos de control y comunicación proveían las lecturas eléctricas de la red us-

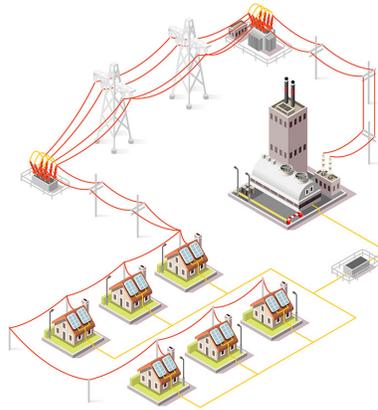
ando cables de alimentación de par trenzado y sistemas de microondas.

El incremento en la capacidad de cómputo y los sistemas de estado sólido, permitieron un control supervisado y adquisición de datos (SCADA) cerca de 1960. Tiempo después, surgieron las unidades terminales remotas (RTU). Estas terminales estaban conectadas a baterías y su función principal era controlar múltiples elementos de la red dentro de una subestación. Después se complementaron con pantallas y programas computacionales que mejorarían su desempeño.



Redes eléctricas inteligentes del pasado

## Ejemplo de la estructura de una red eléctrica

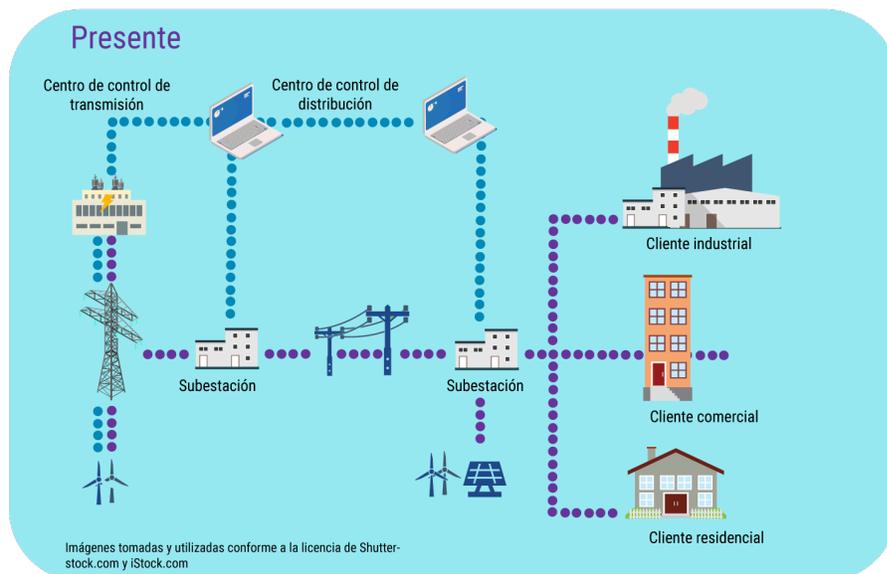


837816506/imaginima/iStock

## Las redes eléctricas del presente

Los avances en telecomunicaciones y tecnologías de la información, junto con las mejoras en los sistemas de potencia, permitieron la automatización en la distribución y operación en las subestaciones. Al mismo tiempo, los medidores análogos constituidos por engranajes accionados por el flujo de la corriente, permitían leer manualmente el consumo por hora de kilowatts mensualmente. Alrededor de 1980, llegaron los lectores de medición automática (AMR) que contaban con lectores de señales de radio de banda corta, generando el recibo que comúnmente pagas por mes.

A mediados de la década de los 90, surgió un revolucionario dispositivo que transmitía las mediciones inalámbricamente a la central de procesamiento de datos, generando una factura mensual más detallada. Además, la radiofrecuencia de banda corta dio origen a la infraestructura de medición avanzada (AMI), permitiendo la interacción entre el consumidor y la red, brindando información en tiempo real del precio y uso de la energía, así como también, la detección de fallas en la red y cargas eléctricas, entre otras.



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

## Redes eléctricas inteligentes del presente

## Las redes eléctricas del futuro

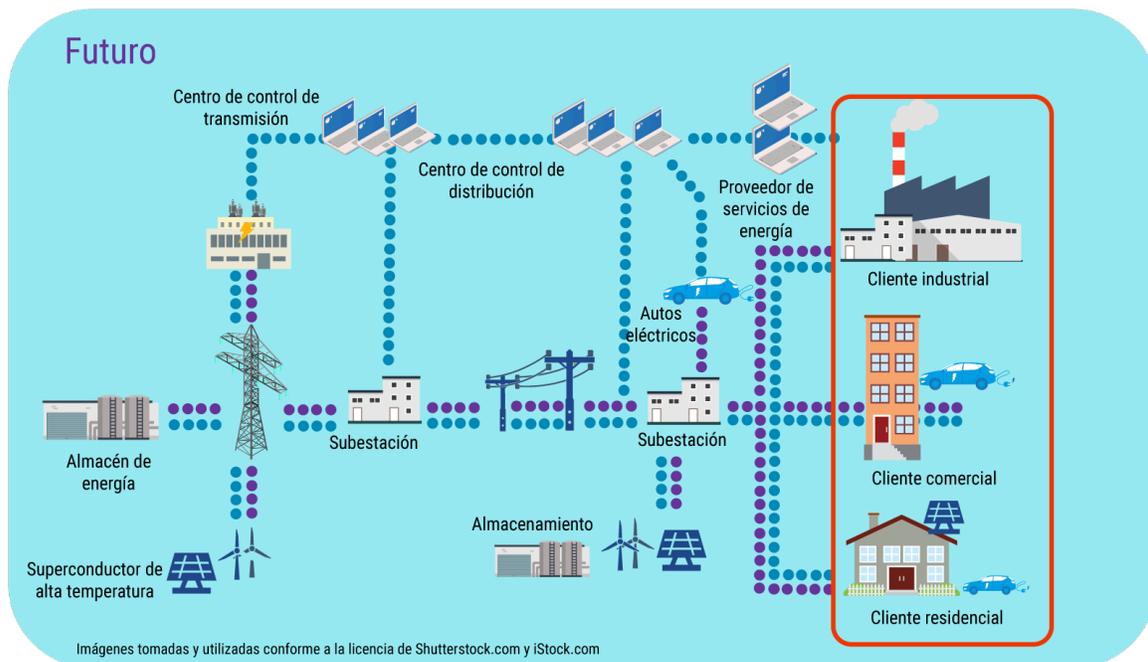
La colaboración entre las empresas encargadas de prestar servicio eléctrico y la industria de las telecomunicaciones, generó importantes aportes a la red eléctrica (como la implementación de fibra óptica a principios de los años 90) creando nuevos sectores en esta área (al mismo tiempo que el desarrollo de dispositivos con microondas daba las bases para las tecnologías Wifi, WiMAX, y ZigBee).

La investigación y el desarrollo en la ingeniería de sistemas de energía, han dado paso a redes más confiables y eficientes que interactúan en dos sentidos: Cliente-Servidor; además que la tecnología en comunicación electrónica resuelve las limitaciones de la red eléctrica actual, permitiendo monitorear y controlar el uso de energía en diferentes lugares de la red a través de una infraestructura de medición avanzada que es necesaria para el análisis de la demanda energética por usuario.

Actualmente, la generación de energía en pequeña escala o generación distribuida (DG),

permite almacenar la energía producida de manera local (lo cual ayuda a reducir también los costos de producción de la energía), ya que en lugar de encender grandes generadores (que aumentan los costos de producción), los usuarios podrán almacenar en baterías la energía que genere y no utilice. Esto modifica la estructura de la red eléctrica ya que, en lugar de tener una red de una sola dirección desde una central general hacia todos los clientes, se crea una relación de comunicación y retroalimentación entre la planta y el usuario.

Todo esto ha dado lugar al futuro de la red eléctrica: La red inteligente. Esta red brinda varios beneficios al modificar la estructura y la forma en cómo se realiza la generación, transmisión, distribución y consumo de la energía. Esta nueva infraestructura requiere cambios en las normas y reglamentos que regulan la producción y consumo de la energía eléctrica.



Redes eléctricas inteligentes del futuro

Las Redes inteligentes implementadas hoy en día son consideradas de primera generación, sin embargo, debido a la dependencia existente entre la sociedad moderna en la que se vive hoy en día, la electricidad y el constante crecimiento tecnológico dentro de esta misma, están forzando que el mismo concepto de Red inteligente se vea afectado, evolucionando a un nuevo concepto llamado: Red Inteligente Avanzada.

El diseño de una Red Inteligente Avanzada pretende copiar el comportamiento del ser humano, donde cada una de sus partes pueda ser controlada y monitoreada por un sistema superior, mostrando al mismo tiempo cierta autonomía al detectar algún tipo de cambio o perturbación adaptándose a esta misma. La arquitectura de una Red Inteligente Avanzada será como el internet de hoy en día, capaz de admitir cualquier variedad de aplicaciones según sea necesario.

En la siguiente tabla, se resume la evolución de la red eléctrica, resaltando algunas características importantes desde el surgimiento hasta una visión de lo que se espera en el futuro:

Evolución de la red eléctrica	Siglo IXX	Siglo XX	Siglo XXI	Final siglo XXI
<b>Característica general</b>	Electrificación de la sociedad "Era del carbón"	Generación extensiva de energía eléctrica "La era de los combustibles fósiles"	Transición a la nueva era de la electricidad "Cambios demográficos, escasez de recursos y cambio climático"	Nueva era de la Electricidad Fuente de energía principal para todas las aplicaciones del día a día. Sistema energético integrado.climático"
<b>Conciencia medioambiental</b>	No hay	Muy poca	Empieza a extenderse la preocupación	Gran conciencia
<b>Sistema energético</b>	Insostenible	Insostenible	Evoluciona a la sostenibilidad	Sostenible
<b>Generación y carga</b>	"Generación y carga coordinadas " Suministro en isla con Cargas estocásticas.	"Generación sigue a la carga" Redes integradas, generación central, cargas estocásticas predictibles, flujo unidireccional.	"Transición del sistema energético" Incremento de la generación descentralizada no predecible, consumidor pasa a ser activo.	"La carga sigue a la generación" Generación centralizada y descentralizada, inteligencia con TIC, flujo de energía bidireccional.
<b>Fuentes de energía</b>	Fuentes de energía fósiles, hidráulica.	Fuentes de energía fósiles, hidráulica, nuclear.	Fuentes de energía fósiles, hidráulica, nuclear, biomasa, eólica, solar.	Fuentes de energía renovables (solar, eólica, hidráulica, biomasa), carbón limpio, gas, nuclear.

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