



Redes Inteligentes y Energías Renovables

Smart Grids and Renewable Energies

Redes inteligentes e energias renováveis

Manuel Rogelio Nevárez-Toledo ^I
ing.manuelnevarez@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5628-3351>

Correspondencia: ing.manuelnevarez@gmail.com

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 30 de julio de 2020 ***Aceptado:** 21 de agosto de 2020 *** Publicado:** 28 de agosto de 2020

- I. Ingeniero en Electricidad Especialización Electrónica y Automatización Industrial, Magister En Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente, Especialista en proyectos de Emprendimientos en Innovación Tecnológica, Excolaborador del Centro de Visión y Robótica CVR-ESPOL y miembro de la Sociedad de Robótica y Automatización RAS-IEEE. Docente investigador de la Carrera Tecnologías de la Información de la PUCESE, Coordinador del Laboratorio de Investigación, Tecnologías e Innovación LITI-PUCESE, creador del Club de Robótica PUCESE. Fundador de la empresa INGELECON especializada en el Diseño de Aplicaciones de Hardware y Software libre para la solución de problemas en la comunidad a través de la automatización, creación de equipos electrónicos y dispositivos que permiten la inclusión de personas con discapacidad.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general fortalecer la calidad del servicio eléctrico a través de la red eléctrica inteligente o Smart Grid - SG, ya que aportaran beneficios a la colectividad a través de estas nuevas tecnologías en un proyecto de servicios, cuyo resultado es de una investigación de tipo documental y proyectiva. Abordando primeramente aspectos teóricos, características, modernización y crecimiento de los servicios eléctricos, concreción física de las redes, entre otros. Para ello se realizó una revisión documental de textos y artículos que han desarrollado y ampliado el nuevo concepto de la red eléctrica inteligente. Posteriormente se indaga sobre estándar IEC 61850 y su protocolo, luego se detallan las ventajas de las redes mesh y de tecnología PLC; por último, se presenta la discusión y resultados, de la red de fibra óptica de CELEC EP que se empleará para masificar el uso de las telecomunicaciones.

Palabras claves: Smart Grid; servicios; eléctrico.

Abstract

The present research work has the general objective of strengthening the quality of the electrical service through the intelligent electrical network or Smart Grid - SG, since they will bring benefits to the community through these new technologies in a service project, the result of which is of a documentary and projective research. Firstly addressing theoretical aspects, characteristics, modernization and growth of electrical services, physical concretion of networks, among others. For this, a documentary review of texts and articles that have developed and expanded the new concept of the intelligent electrical network was carried out. After investigating the IEC 61850 standard and its protocol, the advantages of mesh networks and PLC technology are detailed below; Finally, the discussion and results of the CELEC EP fiber optic network that will be used to spread the use of telecommunications are presented.

Key words: Smart Grid; services; electric.

Resumo

O presente trabalho de pesquisa tem o objetivo geral de fortalecer a qualidade do serviço elétrico por meio da rede elétrica inteligente ou Smart Grid - SG, pois trará benefícios à comunidade por meio dessas novas tecnologias em um projeto de serviço, cujo resultado é de uma pesquisa

documental e projetiva. Em primeiro lugar, abordar aspectos teóricos, características, modernização e crescimento de serviços elétricos, concretização física de redes, entre outros. Para isso, foi realizada uma revisão documental de textos e artigos que desenvolveram e ampliaram o novo conceito de rede elétrica inteligente. Após investigar a norma IEC 61850 e seu protocolo, as vantagens das redes mesh e da tecnologia PLC estão detalhadas abaixo; Finalmente, são apresentadas as discussões e os resultados da rede de fibra óptica CELEC EP, que será usada para difundir o uso das telecomunicações.

Palavras-Chave: Rede Inteligente; serviços; elétrica.

Introducción

Existe una problemática a nivel mundial cuyas proyecciones de consumo energético en los próximos años tienden a un aumento proliferado de la actual demanda. Uno de las causas más importantes es el consumo aumentado de la sociedad y su estilo de vida consumista, en el que su desarrollo depende del factor energético.

Por ende, Ecuador no escapa de esta situación, por lo cual, los entes gubernamentales trabajan para ampliar y mejorar las debilidades actuales que posee la nación en este sector y para ello debe existir un cambio en el modelo energético que garantice a los ecuatorianos una mejor calidad de vida, mayor confort y el derecho de poder vivir en un ambiente sano y ecológico.

Para ello, se concibe implementar las redes inteligentes o mejor conocidas como Smart Grid -SG, quienes son las nuevas redes eléctricas en las que se fusionan la tecnología de información y comunicación - TIC, la automatización y el control.

Smart Grid, surge de los requerimientos de la modernización de la red eléctrica, con bondades ecológicas y respetuosas del medio ambiente, es decir, son: flexibles y eficientes, inteligentes y seguras, abiertas y sostenibles.

De acuerdo a lo planteado, surge la interrogante de ¿cuáles son los beneficios que aportarán estas nuevas tecnologías en un proyecto de servicios de este tipo?

Desarrollo teórico.

Para la fundamentación teórica de la investigación se indagará sobre la red inteligente, sus características y ventajas, la concreción física de las Smart Grid, entre otros aspectos.

Red Inteligente (Smart Grid):

Gómez, Hernández y Rivas (2017), la definen como "Smart significa inteligente, que funciona en la automatización; Grid, hace referencia a la red eléctrica; una red de líneas de transmisión, subestaciones, transformadores y de más elementos que proveen electricidad desde la planta de energía a los usuarios finales".

La infraestructura o el diseño de un sistema SG siempre están relacionados con los objetivos y capacidades establecidas. A manera de ejemplo, la implementación de una SG puede mejorar la robustez, la capacidad de auto recuperación y la integralidad de la red.

La estructura de la Smart Grid se fundamenta en una red inteligente, es una red eléctrica que puede integrar, de manera eficiente, el comportamiento y las acciones de todos los usuarios utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones para garantizar:

- Sistema de energía sostenible
- Económicamente eficiente
- Bajas pérdidas energética
- Altos niveles de calidad
- Seguridad de suministro

En este sentido, el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónico, conocido por sus siglas en inglés como IEEE, considera a la red inteligente como “un gran sistema de sistemas”, donde cada dominio inteligente se expande en tres capas fundamentales de redes inteligentes: Aplicación, Comunicación y Energía.

Ahora, en cuanto a la modernización y crecimiento de los servicios eléctricos, el desafío es prepararse para el futuro de las redes de distribución, adoptar nuevas tecnologías y soluciones, entre ellos la energía renovable, vehículos eléctricos y el control de la demanda de energía.

En este sentido, el propósito de Ecuador es alcanzar el 93% de energía limpia y renovable, aprovechando el potencial de los recursos naturales como los hídricos, solares, eólicos, y desechando de manera gradual la producción de energía contaminante; permitiendo además un incremento en la capacidad instalada de generación a 6.009,83 megavatios (MW). Tal como lo indica la Agencia de regulación y control de electricidad - ARCONEL (2015), Ecuador posee un 51,78% de energía renovable.

Por otro lado, el internet de las cosas - IoT en sistemas de medición en SG y con la aparición de la medición inteligente - SM, la recolección de información proveniente de los hogares se realiza en intervalos cortos, este acoplamiento puede controlar el consumo de los hogares residenciales, dando servicios adicionales y herramientas de análisis de datos IoT.

Para las tecnologías de Infraestructura de medición avanzada - AMI, los SM convencionales recopilan información de manera mensual, la AMI junto al SM permiten recopilar datos en tiempo real, diariamente a través de las redes de comunicación. Entre las características de los SM están:

- Facturación energética
- Curvas de consumo
- Detección de interrupciones
- Monitoreo de la calidad
- Confiabilidad de potencia
- Clasificación de armónicos
- Control remoto

Concreción Física de las Smart grids:

Las redes eléctricas deben evolucionar, Pasando por la incorporación de las tecnologías de información y comunicación - TIC, para:

- Mejorar su eficiencia
- Seguridad
- Incorporar energías alternativas
- Uso masivo de coches eléctrico
- Fomentar la competitividad
- Uso responsable de la energía (Consumidores)

De acuerdo a lo anteriormente expuesto y refiriendo la estructura conceptual de una red inteligente por capas, una smart grids se puede asimilar a una red de comunicaciones, la cual estructurada por capas se abordan en tres niveles: capa de aplicación, capa de comunicaciones y capa de energía.

En la primera, la Capa de Aplicación, se implementan las aplicaciones que interactúan con los agentes implicados en la red, como lo son:

- Control de demanda
- Facturación
- Control de Averías / Mantenimiento
- Monitoreo de Cargas
- Mercados energéticos en tiempo Real
- Nuevos Servicios

La segunda, la Capa de Comunicaciones, es la que permite lograr el funcionamiento de la Smart Grid, accediendo a la intercomunicación de las capas, a saber:

- Redes de Área personal (PAN)
- Local (LAN)
- Metropolitana (MAN)
- Global (WAN)

Y la tercera, la Capa de Energía, es la infraestructura física soporte de la generación transporte, distribución y consumo de la electricidad. Sería la red como tal, además la incorporación de contadores inteligentes, que contiene:

- Generación
- Transmisión
- Subestaciones
- Red de distribución
- Consumo

En cuanto a la Capa de energía, tiene unos Centros de Transformación dotado de sensores para su monitorización o elementos de maniobra automáticos o telemandos para mantenimiento y operación eficaz y el desarrollo no es complejo en cuanto a su instrumentación electrónica y PLCs.

Por otro lado, las Subestaciones SAS de subestación ABB, refieren en aplicar las siguientes fases:

- El primer paso es dotar de inteligencia a las subestaciones.
- Implica instrumentación electrónica (sensores).
- Electrónica de computación (PLCs).
- Elementos de maniobra automatizados (SAS).

Ahora bien, para proteger una subestación eléctrica es complejo, debido a la cantidad de protocolos; sin embargo, los elementos de protección y automatización de la red y la aplicación de la normativa y estándares de acuerdo a la Comisión Electrotécnica Internacional por sus siglas en inglés IEC 61850, conlleva a que:

- La tecnología propietaria impedía integrar equipos de diferentes marcas a la red.
- Se ha desarrollado el estándar IEC61850 para normalizar los protocolos en el desarrollo de las Smart Grid.

Por lo tanto, la automatización y digitalización en subestaciones y redes de servicios, respecto al estándar IEC 61850, entre otras cosas, indica los pasos de:

- El protocolo de comunicación y la interoperabilidad entre fabricantes
- Condiciones ambientales como temperatura, compatibilidad electromagnética y vibración.
- Cableado de componentes simplificado y preparado para el futuro en estaciones transformadoras

Por lo cual, en la capa de energía, los contadores inteligentes, los cuales refieren al consumidor final, el elemento fronterero de la capa de comunicaciones, también cubren una gran gama de funciones automatizadas, como, por ejemplo:

- Gestiona la información en tiempo real de la potencia consumida por el usuario.
- Cualquier avance de las Smart Grids sería inútil.

En este sentido, tanto en los contadores inteligentes también hay simuladores de la factura de electricidad para conocer los hábitos que podemos cambiar con la finalidad de ahorrar dinero y energía eléctrica. este simulador de facturas de electricidad de suministros acogidos al Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC) y facturas de último recurso para consumidores vulnerables, se pueden visualizar desde la página web <https://factualuz2.cnmc.es/>.

Por lo tanto, en la actualidad, la instalación de medidores inteligentes en vía a la costa, cuenta en Guayaquil con 113.128 medidores inteligentes AMI, en zonas residenciales, industriales y comerciales. El compromiso de La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad - CNEL EP (2019) es continuar instalando este tipo de medidores en toda la ciudad, para así brindar un servicio con tecnología de punta reduciendo tiempos y gastos operativos, lo que permitirá incrementar el valor de inversión para más obras eléctricas.

Asimismo, la implementación del sistema de medición avanzada (Ami), para las Empresas Eléctricas (Centrosur, Ambato, Emelnorte, Elepcosa Y Quito), impulsarán y llevarán adelante la

implementación de este sistema de medición avanzada AMI para clientes de facturación masiva, especial y medición de transformadores de distribución, en las diferentes áreas de servicio de las Empresas Eléctricas participantes.

En cuanto a la capa de comunicación, la arquitectura de comunicaciones planteada se fundamenta en:

- FAN: Es el segmento de red por el cual los medidores inteligentes van a intercambiar información hacia o desde los Concentradores de Medidores.
- WAN: Es el segmento de red utilizado para enviar la información desde lo Concentradores de Medidores, hacia el Head End.
- Core: Es el segmento de red por el cual se va a transportar la información de los equipos de borde de cada empresa a los Centros de Datos Nacionales.

En este sentido, las redes mesh, denominadas también redes de malla, son auto ruteables. La red puede funcionar, incluso cuando un nodo desaparece o la conexión falla, ya que el resto de los nodos evitan el paso por ese punto. En consecuencia, la red malla, se transforma en una red muy confiable.

Una red con topología en malla ofrece una redundancia y fiabilidad superiores. Aunque la facilidad de solución de problemas y el aumento de la confiabilidad son ventajas muy interesantes, estas redes resultan caras de instalar, ya que utilizan mucho cableado. Por ello cobran mayor importancia en el uso de redes inalámbricas (por la no necesidad de cableado) a pesar de los inconvenientes propios del Wireless.

Algunas ventajas de las redes mesh son:

- Es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos.
- No puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones.
- Cada servidor tiene sus propias comunicaciones con todos los demás servidores.
- Si falla un cable el otro se hará cargo del tráfico.
- No requiere un nodo o servidor central lo que reduce el mantenimiento.
- Si un nodo desaparece o falla no afecta en absoluto a los demás nodos.

Ahora, lo que se denomina Power Line Communication o Comunicación por la Línea Eléctrica (PLC), es un sistema que utiliza la red de suministro eléctrico para conectar usuarios y ofrecerles servicios de telefonía pública, acceso a Internet de banda ancha o, incluso, la posibilidad de comunicar equipos que formen parte de un sistema de control o SCADA.

El método de transferencia de energía y datos para la comunicación a través de la misma red de cables existente de un extremo al otro se denomina comunicación de línea de alimentación.

Las ventajas que ofrece la tecnología PLC son:

- Bajo costo de implementación: el PLC no requiere ninguna instalación de cables nuevos, lo que, como resultado, reduciría significativamente los costos de implementación.
- Alcance grande: el PLC puede permitir la comunicación con nodos de difícil acceso donde la señal inalámbrica de RF sufre altos niveles de atenuación, como en las estructuras subterráneas o los edificios con obstrucciones y paredes de metal, o simplemente donde la señal inalámbrica no es deseable debido a la Problemas de EMI en lugares como hospitales.

Discusión y resultados.

La red de fibra óptica de propiedad de la corporación eléctrica del ecuador – CELEC EP, se empleará para masificar el uso de internet y las telecomunicaciones en el país. Esto será posible una vez que la agencia de regulación y control de las telecomunicaciones (ARCOTEL), otorgue a CELEC EP los títulos habilitantes de:

- Autorización de servicio portador
- Acceso a internet
- Uso y explotación de frecuencias no esenciales del espectro radioeléctrico.

Con ello se conforman el sistema nacional de transmisión SNT, el cual es una red compuesta por líneas de transmisión y subestaciones a la cual se conectan las centrales de generación eléctrica, las empresas de distribución y los grandes consumidores.

De acuerdo a la Corporación Eléctrica del Ecuador - CELEC EP – TRANSELECTRIC (2019), el 95% de las líneas de transmisión del SNT tienen instalado cable de fibra óptica, lo que permite la provisión de servicios de telecomunicaciones a las empresas del sector eléctrico, como: datos en tiempo real, telefonía, internet, entre otros.

Por otro lado, con ello se pretende trabajar en el proyecto de servicios para la “PROVISIÓN, INSTALACIÓN E INTEGRACIÓN DE MEDIDORES PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS”, a saber:

Descripción General de Proyecto

Para mejorar la gestión y control de las pérdidas de energía y cartera, el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, plantea la adquisición de equipamiento de medición inteligente y el software asociado para la implantación del Sistema AMI (Advanced Metering Infrastructure), el cual considera la instalación y puesta en marcha de medidores inteligentes y software de gestión asociado (Head-End) en; clientes especiales, transformadores de distribución, clientes del mercadomasivo (de consumo medio), y ramales de media tensión.

El Programa de Reforzamiento del Sistema Nacional de Distribución del Ecuador II- RSND, contempla en el Componente II, el mejoramiento de la eficiencia y confiabilidad del sistema eléctrico, con su subcomponente medición inteligente, en alimentadores, monitoreo y gestión de activos fijos concentrados en subestaciones y alimentadores, por lo que el proyecto se enmarca perfectamente para ser financiado con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo. Mediante Oficio Nro. MERNNR-SDCEE-2018-0077-OF de fecha 21 de septiembre de 2018 se emite la Notificación.

Y los Alcances son:

Avanzada AMI con todos sus componentes, que incluye la provisión y puesta en operación de un HES en modo 1+1 activo pasivo, siendo el principal el que se instale en el Centro de Datos Nacional CDN1 Quito y un redundante el del Centro de Datos Nacional CDN2 Guayaquil; además de los dispositivos de Medición Inteligente y Sistemas de Comunicación en determinados puntos del sistema de distribución y en una cartera determinada de clientes, para las empresas; CENTROSUR, y la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP con las unidades de negocio: Guayaquil, Milagro, Guayas, Los Ríos, Manabí, El Oro y Los Ríos.

También se deberá disponer del desarrollo de los Servicios Web del HES para la compatibilidad con el conector Bus Data Power Gateway de SAP para la integración a los módulos SAP-EDM y SAP-AMI.

De acuerdo a lo anterior, se especifican los beneficios esperados, los cuales son:

- Comercial y Técnico: Clientes Especiales, Transformador de distribución, Clientes masivos, Ramales de medio voltaje

- Corporativo: Sistema de distribución y plan de expansión, Innovación tecnológica corporativa
- Social: Disminución de visitas, Reducción en el traslado, Gestiones de su carga instalada, Costo de la Energía No Suministrada – CENS.

Referencias

1. Agencia de regulación y control de electricidad - ARCONEL (2015). Al Ecuador lo hacemos juntos. (en línea). Consultado el 5 de septiembre de 2019. Disponible en: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/ecuador-posee-un-5155-de-energia-renovable/>
2. Corporación Eléctrica del Ecuador - CELEC EP – TRANSELECTRIC (2019). Sistema nacional de transmisión. (en línea). Consultado el 5 de septiembre de 2019. Disponible en: <https://www.celec.gob.ec/transelectric/>
3. Gómez, V., Hernández, C. y Rivas, E. (2017). Visión General, Características y Funcionalidades de la Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid). (en línea). Consultado el 5 de septiembre de 2019. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n2/0718-0764-infotec-29-02-00089.pdf>
4. Stevenson W. y Grainger J. (1996). Análisis de sistemas eléctricos de potencia, Mc Graw Hill.

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).