



IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ADVC-IOEX SCHNEIDER PARA LA RESTAURACIÓN DE LOS CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CELSO CASTELLANOS, ECUADOR

Javier Culqui¹, José Parreño¹, Julián Chipugsi¹, Hugo Caicedo¹, Danny Pulloquina¹
¹Departamento de Eléctrica y Electrónica. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE,
Ecuador. jfculqui@espe.edu.ec

ASA/EX 2020-13

Recibido: 02-07-2020

Aceptado: 30-07-2020

RESUMEN

Los sistemas de distribución eléctrica, pueden presentar fallas que afectan la calidad del servicio y crean incomodidad entre los usuarios, este tipo de avería por lo general, necesita de maniobras que requieren tiempo para su restablecimiento. En este sentido se evaluó implementar tarjetas ADVC-IOEX SCHNEIDER para la restauración de los circuitos de alimentación de la Subestación Eléctrica Celso Castellanos a sus condiciones de servicio normal sin recurrir complicadas maniobras manuales. Para ello se analizaron las condiciones del estado actual de cada reconectador tales como: régimen de carga, ocurrencia de fallas, sistemas de protección alerta y comunicaciones, registro de eventos entre otras; que permiten realizar la lógica de programación de los equipos y bajo datos de inspección visual se diseñaron planos mecánicos y eléctricos, tomando en cuenta las condiciones ambientales de la zona, adecuación de espacio y factibilidad de las instalaciones de la subestación que permiten la modificación y el mantenimiento del sistema implementado, por último se realizaron pruebas de maniobra con equipos eléctricos a través de ensayos de inyección primaria para verificar las señales de salida que se requieren en el tablero control Remoto de Alimentadores. Los resultados encontrados muestran que la implementación y desarrollo de las tarjetas ADVC-IOEX son indispensables para mejorar la seguridad, la confiabilidad, la rapidez, el respaldo de maniobra para la restauración de la distribución de los circuitos eléctricos de la Subestación Eléctrica Celso Castellanos, dado que el diagnóstico previo del sistema eléctrico nacional refleja que las fallas de los sistemas de distribución eléctrico son importantes y afectan el desempeño de las actividades económicas del sector agroindustrial.

Palabras Clave: automatización, energía eléctrica, red eléctrica, sistemas de control.



IMPLEMENTATION OF ADVC-IOEX SCHNEIDER CARDS FOR RESTORATION OF POWER SUPPLY CIRCUITS IN CELSO CASTELLANOS ELECTRICAL SUBSTATION, ECUADOR

ABSTRACT

Electric distribution systems can present faults that affect the quality of service and create discomfort among users. This type of breakdown generally requires maneuvers that require time to restore. In this sense, the implementation of ADVC-IOEX SCHNEIDER cards was evaluated to restore the power circuits of the Celso Castellanos Electric Substation to their normal service conditions without resorting to complicated manual maneuvers. For this, the current state conditions of each recloser were analyzed, such as: load regime, fault occurrence, alert and communication protection systems, event log, among others; that allow to carry out the programming logic of the equipment and under visual inspection data mechanical and electrical plans were designed, taking into account the environmental conditions of the area, adequacy of space and feasibility of the substation facilities that allow the modification and maintenance of the system implemented, lastly, maneuver tests were carried out with electrical equipment through primary injection tests to verify the output signals required on the Remote Control panel of Feeders. The results found show that the implementation and development of the ADVC-IOEX cards are essential to improve security, reliability, speed, and the support of maneuver for the restoration of the distribution of the electrical circuits of the Celso Castellanos Electric Substation, given that the previous diagnosis of the national electrical system reflects that the failures of the electrical distribution systems are important and affect the performance of economic activities in the agro-industrial sector.

Keywords: automatization; electrical energy, electrical network, control systems.



INTRODUCCIÓN

Las pérdidas técnicas que ocurren en el sistema eléctrico se definen como la energía que se disipa en cada una de las etapas funcionales del sistema, algunas de las cuales pueden ocurrir en la etapa de subtransmisión, subestaciones, redes de media tensión y distribución; las fallas de distribución requieren de una serie de maniobras que ocupan tiempo, porque se debe buscar una rápida restauración del sistema de distribución.

Las fallas en los sistemas eléctricos son muy comunes muy común en los países en vías de desarrollo, no solo por su menor desarrollo tecnológico, sino por las condiciones climáticas y geográficas que dificultan la distribución del servicio eléctrico en países de la región como Ecuador (Mendieta et al. 2017), Colombia (Giral et al. 2017), Perú (Vargas et al. 2017); Brasil (Moehlecke y Zanesco. 2018) y Venezuela (Marca et al., 2018), donde la presencia de accidentes montañoso como la cordillera de los andes y la selva amazónica, que afectan la distribución eléctrica en zonas

urbanas, pero con mayor frecuencia en las zonas rurales de difícil acceso.

En la región, se estima que el costo anual de las pérdidas eléctricas esta entre US\$11.000 y US\$17.000 millones (López, 2018), lo cual equivale a entre un 0,19% y un 0,3% del producto interno bruto (PIB) de América Latina, esta situación implica pérdidas económicas en las empresas eléctricas tanto públicas como privadas (Mercado y Peña, 2016), así como en los diferentes sectores de la población, además de disminuir la calidad de vida de las personas que viven en los sectores afectados por las fallas en los sistemas de distribución (Santiago, 2018).

En el caso de las empresas agroindustriales, las cuales se encargan del procesamiento de materia prima como lácteos, cereales, frutas y hortalizas, pueden sufrir grandes pérdidas si las fallas en el sistema de distribución se prolongan por un marcado periodo de tiempo (Hossain y Zhang, 2019), a pesar de que la mismas poseen mecanismos de autoabastecimiento para contingencias,



estos sistemas son puntuales y en algunos casos costosos por lo que se requiere de medidas urgentes que conlleven a una rápida restauración del sistema de distribución (Gómez, et al. 2018).

Entre los sistemas usados para la restauración del sistema de distribución, se encuentran los sistemas de control remoto, los cuales tienen la función de facilitar la operación e inspección de equipos eléctricos a distancia proveyendo mayor seguridad en las maniobras en los patios de maniobra de una subestación eléctrica. Las primeras medidas para mejorar los sistemas de distribución son: la selectividad, la confiabilidad, rapidez y respaldo de los elementos de protección del sistema mencionado, siendo de vital importancia asegurar el correcto funcionamiento de mencionados elementos del sistema (Montoya et al. 2016).

Entre los procedimientos más empleados para Sistemas de automatización de subestaciones se encuentra el acople de mejoras tales, como tarjetas expansoras, accesorios como Smart Grid, intercambiadores de datos,

implementación de tableros y alarmas, cuyo objetivo es reducir el tiempo de restauración del sistema de distribución eléctrico, así como la minimización de las fallas (Murillo, 2020).

En este sentido el objetivo de esta investigación fue la implementación de tarjetas ADV-IOEX con el propósito de mejorar la seguridad, la confiabilidad, la rapidez, el respaldo de maniobra para la restauración de la distribución de los circuitos eléctricos de la Subestación Eléctrica Celso Castellanos, una de las más importantes del Ecuador, lo que permitiría minimizar el impacto de las fallas en los sistemas de distribución eléctrica y reducir la exposición del personal técnico a peligros potenciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Subestación Eléctrica Celso Castellanos

La Subestación Eléctrica Celso Castellanos que se muestra en la Figura 1, se encuentra ubicada al Norte de la ciudad de Lago Agrio, es de tipo reductora con relación de transformación 5 a 1 (69KV a 13.8 KV) compuesta por 4 alimentadores con circuitos



distribuidos por todo el cantón Lago Agrio de la provincia de Sucumbíos. Para proceder con las labores, se realizó el traslado de diferentes equipos y materiales, entre ellos el tablero de control TCRA.



Figura 1. Vista parcial de la subestación Eléctrica Celso Castellanos.

Tablero de control TCRA

El tablero de control TCRA (Tablero de Control Remoto de Alimentadores) fue fijado mecánicamente por pernería en el cuarto de control de la subestación y está conformada por cuatro Alimentadores primarios de distribución de S/E Celso Castellanos, los cuales son denominados: alimentador Laguna 1; alimentador Laguna 2; alimentador Laguna 3 y alimentador Laguna.

Sistema de control de alimentadores

Se usaron de los programas de diseño e interfaz de programación WSOS, Solid Works, Autocad se pudo desarrollar cada uno de los esquemas y programación IOEX Mapping necesarios para el diseño del sistema de control remoto de alimentadores de alimentación; a continuación, se describen de qué manera fueron utilizados cada uno de ellos.

WSOS 5

Este programa se encargó de controlar la interfaz de programación IOEX, configuración de curvas de protección, administración de datos de salida de controlado ADVC Schneider, configuración de telemetría, maniobra de interruptor de potencia ACR., así como la actualización, creación y administración de interruptores de las variaciones de la serie NU-LEC Schneider. Mediante este programa se diseña la programación de control remota de interruptor ACR administrando datos de entrada y datos de salida para la protección del módulo de protección y control del controlador ADVC.



Tarjeta ADVC-IOEX SCHNEIDER

La IOEX (Input Output Expander Module) es un accesorio del controlador ADVC como se muestra en la Figura. 2; que permite asignar señales de control de dispositivos externos, alimentada con tensión propia para la IOEX desde el riel DIN.

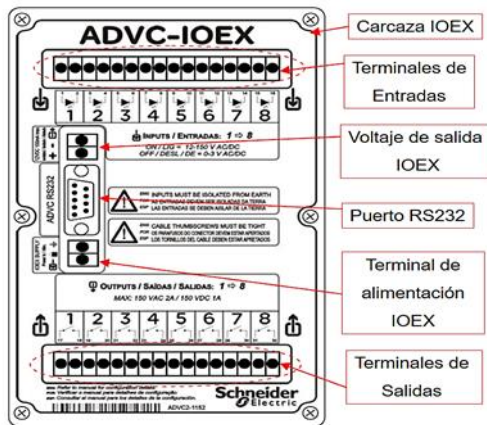


Figura 2. Tarjeta de control para la administración de los procesos de restauración de distribución eléctrica de la subestación Celso Castellanos.

Reconectador Schneider

El reconectador Nu-lec serie U27. que se muestra en la Figura 3 es un equipo de protección eléctrica, para detección de fallas y apertura de un circuito en un lapso de tiempo programado; técnicamente combina un ACR y un controlador ADV, mientras que el cambio, el controlador ADVC 2

Schneider lado derecho que se muestra de la Figura. 3 forma un conjunto de módulos que permite configurar, monitorear, controlar leer y mostrar información acerca del estado de operación del ACR a través de diferentes módulos del sistema de distribución.



Figura 3. Reconectador Schneider y controlador ADV.

Diseño de sistema de control mediante tarjetas ADVC-IOEX

Mediante AutoCAD se diseñaron los planos de control eléctrico, el mismo se refiere a la conexión física de las entradas y salidas de una tarjeta IOEX como se muestra en la Figura 4

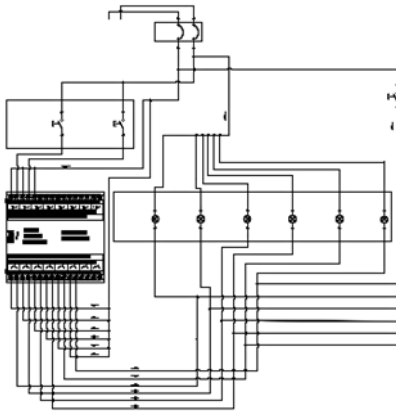


Figura 4. Planos del sistema de control para la administración de los procesos de restauración eléctrica de la subestación Eléctrica Celso Castellanos

TRAX-MEGGER

Este dispositivo se empleó para la selección de las magnitudes de voltaje, corriente y frecuencia diferentes modos de operación como el modo manual de pruebas de subestaciones en las cuales se puede modificar las variables a conveniencia

Modelado y diseño mecánico

Para el modelado del sistema se usó el software Solid Works, la cual es una herramienta la cual permite realizar diseño mecánico de tableros de control eléctrico, la misma permite detallar

dimensiones, procesos de manufactura, cantidad de material necesario, con el fin de que los resultados de manufactura prevean posibles errores antes de llegar a la manufactura, permitiendo la modificación constante, así como el ensamble de elementos de control.

Instalación e implementación de comando remoto diseñado para la s/e Celso Castellanos

Procesos de manufactura de tablero TCRA.

Se siguió el diseño mecánico y se realizaron perforaciones en la puerta principal, para la colocación de una estructura soporte y se incorporó una plancha de doble fondo en el interior para acople de borneras, riel metálico tipo DIN.

Señalización de tablero

Se emplearon etiquetas auto adheribles para identificar todos los pilotos y pulsadores, separando el área de operación de cada reconectador.

Se realizó el estructurado de conexiones eléctricas de elementos de supervisión y borneras de control, el mismo consistió en realizar todas las conexiones



eléctricas con su codificación de cable (Marquilla), identificación de bornes, seguimiento de normativa de cable a 90 grados de ángulo de inclinación, siguiendo los planos eléctricos diseñados

Configuración de controlador ADVC en función a la implementación de tarjetas ADVC-IOEX.

Se crearon archivos independientes se configuraron cada uno para activar; los puertos de comunicación tipo serial B RS232, se activó el accesorio de control Module IOEX A para cada uno de los alimentadores

Diagnóstico del sistema de distribución

El diseño del sistema de control usando tarjetas ADVC-IOEX se justificó dado el reporte de fallas en el sistema de distribución cuyo diagnóstico fue realizado mediante un análisis detallado de las fallas en el sistema eléctrico ecuatoriano, a través de los datos suministrado por el organismo encargado de la distribución y administración eléctrica del Ecuador, las fallas fueron reportada en función de las

fallas en las líneas del anillo de 139 230 kV del sistema eléctrico nacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ecuador mantiene la disciplina de generar y recolectar información histórica y actual completa a nivel nacional sobre la evolución de las pérdidas eléctricas en las etapas de generación, transmisión y distribución. Esto les ha permitido a las autoridades del sector orientar y adaptar las acciones, el porcentaje de pérdidas en relación la cantidad de la capacidad de suministro eléctrico es de 23,96 % de las cuales 13,85 % son fallas no técnicas productos de anomalías en los sistemas de medición y cobro principalmente (Macias et al., 2018) y 10,11% corresponden a fallas técnicas productos de fallas en el sistema de generación (Aimara et al., 2016) o distribución (Muñoz et al., 2018).

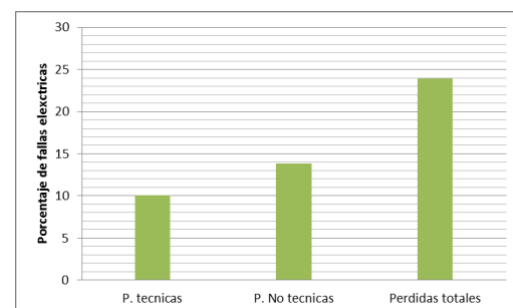




Figura 5. Fallas en sistemas de distribución nacional del Ecuador.

En Ecuador se reportan anualmente un promedio de 36 contingencias eléctricas las cuales pueden ser simples o dobles como se observa en la figura (6), las cuales afectan el funcionamiento del sistema de distribución eléctrico. Las fallas que ocurren en el sistema eléctrico nacional son debido a inestabilidad angular en las zonas fronterizas con Colombia (Aria et al., 2017); sobrecarga (Armas y Narváez, 2016), bajas de voltaje (Cubillo, 2017) y problemas de alto voltaje por altas transferencia de potencia (Bonilla et al., 2018).

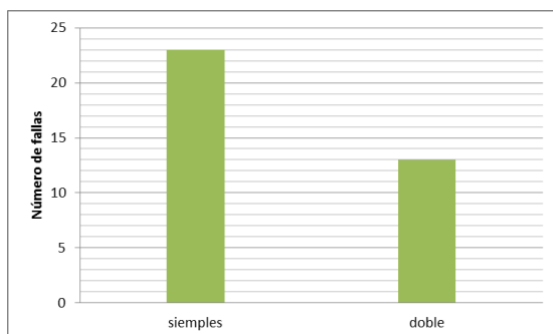


Figura 6. Tipos de fallas observadas en sistemas de distribución eléctrica nacional del Ecuador.

La mayoría de las fallas en el sistema eléctrico del Ecuador ocurren en el anillo de 230 Kv con 32 fallas promedio por año, seguido del circuito de 138 kv con

4 fallas, mientras que en el circuito de 69 kv, no se presentaron fallas, tal como se observa en la figura 7. Las fallas que ocurren por apertura del anillo de 230 kv, producto de la salida intempestiva de una línea de transmisión ocurren principalmente en el norte del Ecuador (López y Salazar, 2020), esta falla da lugar a altas transferencias lo que provoca la salida por sobrecarga de la línea de transmisión, producto de bajas de voltajes en todo el sistema y la separación angular entre los sistemas eléctricos ecuatoriano y colombiano (Verdugo et al., 2017).

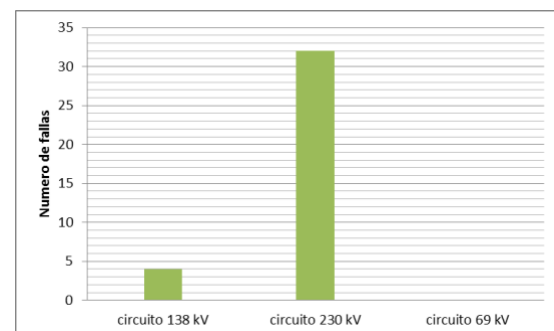


Figura 7. Fallas observadas en circuitos de 230 kv y 138 kv del sistema de distribución eléctrica nacional del Ecuador.

Análisis del funcionamiento del sistema de ADVC-IOEX Schneider



Del diagnóstico realizado se desprende que las fallas siempre van a existir, el objetivo del sistema eléctrico nacional, entonces será el de minimizar las mismas. Con la propuesta del sistema de ADVC-IOEX SCHNEIDER se crea un sistema de alerta temprano que permite identificar las fallas y establecer los correctivos pertinentes, los sistemas de alerta han resuelto con éxito en otros tipos de eventos como son la prevención de huracanes (Muñoz et al., 2018), incendios (Oviedo et al., 2018) y sismos (Sancy, 2019), lo cual ha permitido minimizar el impacto negativo del evento.

El sistema propuesto permite identificar algunas fallas como una falla por accionamiento de la protección de falla a tierra; falla por baja frecuencia generalmente alrededor de los 58 HZ y averías en las baterías, la identificación de estas fallas permitirá establecer correctivos necesarios para mantener el sistema de distribución y evitar la caída de alguno de los circuitos.

El segundo aspecto del sistema es que a pesar de que la alerta de falla de

distribución ocurre, se produce irremediablemente la caída del sistema, en este caso en el sistema eléctrico ecuatoriano, el tiempo crítico de actuación para el restablecimiento de esta falla se ha determinado en aproximadamente 200 milisegundos, el cual se determina en base al tiempo de la actuación de la protección del elemento una vez ocurrida la falla, el tiempo que le toma al relé de monitoreo recibir la señal del elemento, el tiempo de retardo en el envío de datos de los relés de monitoreo al sistema central, el tiempo de procesamiento del sistema central, el tiempo para el envío de datos del sistema central a los relés de mitigación, el tiempo de envío de la señal de disparo de los relés de mitigación y la desconexión de los elementos de generación y carga. Estos aspectos han sido mejorados con el sistema de ADVC-IOEX SCHNEIDER ya que como se mencionó previamente posee un sistema de información que permite informar de los datos y magnitud de la falla, así mismo con el tiempo de respuesta mediante el uso del sistema de tarjeta ADVC-IOEX, permite la



reconfiguración del sistema de control de los reconectores planteada y logra restauración del sistema de distribución más versátil; el control de los equipos desde el cuarto de control agiliza la reposición de fallas, compensando el tiempo de operación del mismo, este sistema evita que ocurran fallas prolongadas como las observadas en el sistema eléctricos de otros países de la región como Cuba (Bravo et al. 2018) y Venezuela (Suarez, 2018), quienes presentan un sistema eléctrico altamente vulnerable.

Como se ha mencionado a lo largo del desarrollo de la investigación el Ecuador por sus condiciones climáticas y geográficas, siempre va estar susceptible a las fallas en los sistemas de distribución eléctrica, particularmente en la zona fronteriza con Colombia (Monroy et al. 2011), en las regiones de la Amazonia (Mejía, 2019) y en la regiones andinas no interconectadas (Viteri et al. 2016), que afecta principalmente a los sectores rurales y en algunos casos si la falla no se restaura a tiempo, puede afectar las actividades

primaria como la agricultura (Martínez y Álvarez, 2019), incluso el sector agroindustrial, por lo que los sistemas automatizados que disminuyan el tiempo de restauración del sistema (Rodríguez et al. 2016), lo que permitirá minimizar las fallas del sistema de distribución eléctrica sobre algunos sectores económicos y la población, disminuirán las pérdidas y mantendrán la calidad de vida de los habitantes ubicados tanto en regiones urbanas como rurales del país.

CONCLUSIONES

Un importante porcentaje de las fallas eléctricas que ocurren en el sistema eléctrico del Ecuador, suceden por fallas técnicas, las cuales ocurren en el sistema de distribución, por lo cual debe desarrollar un sistema automatizado de alerta y restauración de las fallas para minimizar su impacto económico.

El tiempo de maniobra para la restauración por los sistemas convencionales es lento, el cual se puede reducir notablemente mediante el uso de sistema automatizado de las tarjetas ADVC-IOEX Schneider lo cual



reduciría el impacto de las fallas en el sistema de distribución.

Por lo general las fallas de los sistemas de distribución afectan con más severidad los sectores rurales, así mismo el impacto de fallas prolongadas en los sistemas de distribución eléctrica pueden causar pérdidas importante en las empresas de producción agroindustrial por los daños de la materia prima a pesar de que las mismas poseen mecanismos de contingencia.

REFERENCIAS

- Aimara J., Almeida W., y Flores V. (2016). Sistema de Protección Sistémica Considerando la Expansión de Generación y Transmisión en el Sistema Ecuatoriano. *Revista Técnica energía* 12, 167-173.
- Arias J., Guerra L., Martínez A., Torres O. (2017). Mejores estrategias para el control de la frecuencia en el Sistema Interconectado Ecuador-Colombia: Área Ecuador. *Ingeniería Energética*, 38(1), 12-24.
- Armas L., Narvárez A. (2018). Estudio Técnico para la Determinación de la Ubicación Óptima de Unidades de Medición Fasorial en el Sistema Nacional Interconectado S.N.I. basado en Criterios de Observabilidad ante Contingencias. *Revista Técnica energía* 14,140-150.
- Bravo de las Casas M., Piñeiro A., González L., Ávalos O., Quintana de Bastera G. (2018). Protecciones Eléctricas de la Subestación Cayo Santa María. *Ingeniería Energética*, 39(3), 213-222.
- Bonilla L., Echeverría D., Cepeda J. (2018). Metodología para Identificar Áreas de Control de Voltaje en un sistema eléctrico de potencia aplicando simulación Monte Carlo'. *Revista Técnica energía* 14, 72-79.
- Cubillo, B. (2017). Determinación de Modos Oscilatorios Presentes en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano Mediante Técnicas Estadísticas *Revista Técnica energía* 13, 139-145.
- Giral W., Celedón H., Galvis E., Zona A. (2017). Redes inteligentes en el sistema eléctrico colombiano: Revisión de tema *Tecnura* 21(53), 119-137.
- Gómez V., Hernández C., Rivas E. (2018). Visión General, Características y Funcionalidades de la Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid). *Información tecnológica*, 29(2), 89-102,
- Hossain A., Zhang L. (2019). Power Quality Impact on the Industrial Sector: A Case Study of



- Bangladesh. Journal of Electrical Engineering & Technology 14, 1841–1857
- Ibarra S., Beltrán J., Torres M. (2016). Análisis del estrés académico en estudiantes de ingeniería como estrategia para el aprendizaje significativo. ANFEI Digital, (5). <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/280>
- Lopez, S. (2018). Pérdidas de energía eléctrica y regímenes políticos en América Latina. Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad 12(1), 109-119.
- López C., Salazar, G. (2020). Metodología para la Planificación y Control de la Ejecución de Mantenimientos Preventivos y Correctivos de Líneas de Subtransmisión. Revista Técnica energía. 16 (2), 135-147
- Macías J., Valarezo L., Loor G. (2018). Los Diferentes Costos que Tiene la Energía Eléctrica en el Ecuador Considerando los Cambios de la Estructura Actual. Rvista Rietmat 3(1), 1-8.
- Marca E., Arrojas M., Corta F. (2017). Represas hidroeléctricas en los andes venezolanos: Problemática ambiental, crisis energética y energías alternativas. Saber, Universidad de Oriente, Venezuela 30, 582-598
- Martínez F., Álvarez S. (2019). Analysis of Recurrent Failures and Proposal of Solutions for the Water Pumping System. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 28(1), e07.
- Mejia E. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. Revista Pakamuros 7 (2),73-88.
- Mendieta D., Escribano J., Esparcia J. (2017). Electrificación, desarrollo rural y Buen Vivir. Un análisis a partir de las parroquias Taday y Rivera (Ecuador). Cuadernos Geográficos, 56(2),306-327.
- Mercado V.,Peña J. (2016). Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, 28(1),99-105
- Moehlecke A., Zanenco, I. (2018). Situación actual de sistemas fotovoltaicos para generación distribuída en Brasil. Energías Renovables y Medio Ambiente 41, 79-85.
- Monroy S., Cano L., López G. (2011). Pico Centrales Hidroeléctricas (ρ CH): una alternativa energética en zonas no interconectadas de Colombia. Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, 25-41.



- Montoya G., Oscar D., Hincapié I., Ricardo A., Granada M. (2016). Nuevo enfoque para la localización óptima de reconectores en sistemas de distribución considerando la calidad del servicio y los costos de inversión. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(1), 55-69.
- Muñoz J., Rojas M., Barreto C. (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (19), 60-68
- Muñoz D., Licon A., Morales A., Zorto F. (2018). Sistema de Automatizado de Alerta Temprana ante Inundaciones SAATI y mesa de simulación. *Revista Portal de la Ciencia* 15,77-90.
- Murillo, J. (2020). Algoritmo de optimización para sistema de gestión eléctrica inteligente. *Ingeniería* 30 (2), 95-102.
- Oviedo B., Zhuma E., Torres A, Vicuña, M., Solis, C. (2018). Redes inalámbricas de sensores para detección temprana de incendios forestales. *Revista científica Ciencia Tecnología* 18 (20). 242-258.
- Rodriguez M., Vallejo S., Villamiar H., Ceballos D. (2016). Metodología para Implementar Sistema de Monitoreo Remoto de Calidad de la Energía Eléctrica. *Encuentro Sennova del oriente antioqueño*.66-71.
- Sancy G. (2019). Ecuaciones de Predicción del Movimiento Fuerte para un Sistema de Alerta Temprana de Terremotos. *Revista Científico Tecnológica Departamento Ingeniería de Obras Civiles RIOC* 8 (2), 41.52.
- Santiago, M. (2018). Análisis de la normatividad eléctrica aplicada a las actividades del sector eléctrico en la construcción y mantenimiento de redes eléctricas de distribución *Revista Loginn* 2 (1), 37-43.
- Suarez F. (2018). Proceso Neuronal para Análisis de Descargas Parciales en la empresa CORPOELEC, de Ciudad Guayana, Venezuela. *Rev. Hallazgos* 21 3 (2), 169-180.
- Vargas A., Ramírez J. (2017). Determinación de polos de generación distribuida a partir de biomasa residual agrícola en la región Madre de Dios, Perú. *Tecnura*, 21(53), 61-77.
- Viteri D., Garzón C., Narvaez A. (2016). Análisis de Confiabilidad en Subestaciones Eléctricas Tipo Maniobra Implementando el Transformador de tensión con Núcleo de Potencia. *Ingeniería* 22 (1), 65.82.
- Verdugo P., Cepeda J., Román J. (2017). Aceleración de Máquinas Síncronas en el Sistema Nacional Interconectado durante un cortocircuito de larga duración. *Revista Técnica Energía* 13, 5-14