

Propuesta de un plan alternativo de optimización energética

Proposal of an electric power optimization alternative plan

FREIRE, Luigi O. 1; RESABALA, Verny F. 2; CASTILLO, Jessica N. 3 y CORRALES, Byron P. 4

Recibido: 25/04/2019 • Aprobado: 25/08/2019 • Publicado 09/09/2019

Contenido

[1. Introducción](#)

[2. Metodología](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

La presente Investigación tiene la finalidad, mejorar la calidad de suministro de energía eléctrica, para el cumplimiento de la Regulación del Consejo Nacional de Electricidad No CONELEC 004/01 con base en los aspectos de calidad del producto, además de proponer alternativas de solución para la reducción de costos de penalización por bajo factor de potencia. Para sustentar el proyecto se utiliza un software técnico donde se realizó la simulación del diagrama unifilar y se identifica problemas coincidentes con el analizador de energía.

Palabras clave: Factor de Potencia, Software Técnico, Diagrama Unifilar

ABSTRACT:

The purpose of this Research is to improve the quality of electricity supply, in order to comply with the Regulation of the Consejo Nacional de Electricidad No CONELEC 004/01 based on the aspects of product quality, in addition to proposing alternative solutions for the reduction of penalty costs due to low power factor. To support the project, a technical software it's used where the simulation of the single-line diagram was performed and problems coinciding with the energy analyzer are identified

Keywords: Power Factor, Technical Software, Diagram Unifilar

1. Introducción

En la actualidad la demanda de energía para procesos productivos es mayor por lo cual es un reto buscar alternativas para el uso adecuado de la energía, llevando con eso una concientización sobre el ahorro energético, de esa forma llegar a una cultura energética que permita ser más eficientes en el área de la energía. Para ello empezaremos por mencionar aspectos los cuales nos dieron los inicios de partida para la presente investigación.

La visión de la empresa es ofrecer productos de calidad que garanticen la satisfacción del cliente, aprovechando eficientemente los recursos. Es por ello que la necesidad de realizar acciones urgentes encaminadas al ahorro de consumo de energía eléctrica, implica realizar un plan de mejoras en la Gestión Energética para el portador eléctrico.

La necesidad de disminuir del consumo de energía eléctrica en el taller de Metalmecánica CM es una oportunidad para plantear un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico. El acceso a la energía es cada vez más costoso y su uso inadecuado es perjudicial para el medio ambiente. La era de energía barata está llegando a su fin en muchos países. El uso efectivo del sistema de gestión de la energía ayudará a organizaciones, sin importar su tamaño, a gestionar de forma sostenible el uso de energía.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) reconoció los avances realizados por países de la región en el marco político, normativo e institucional sobre estrategias que impulsen el ahorro energético. El programa regional sobre la Base de Indicadores de Eficiencia Energética para América Latina y el Caribe (BIEE) busca generar indicadores específicos que determinen la evolución de políticas nacionales para la eficiencia energética.

En el Ecuador se han implementado Leyes y normas que regulan el consumo de energía eléctrica, promoviendo el consumo racional y además de algunos beneficios como por ejemplo subsidios.

Según la investigación de Flores (2016), "El Instituto Nacional de Estandarización y Normalización INEN ha creado el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables el cual nos ayuda con el soporte técnico a proyectos y estudios en el campo energético."

Realizando un análisis de diagnóstico, se conoce la situación actual de la empresa analizada en referencia a la eficiencia energética que cumple con el 13% de los requisitos establecidos por la norma de Eficiencia Energética y Energía Renovable; por consiguiente, se estableció la planificación energética, la línea de base energética, los indicadores de desempeño energético, objetivos, metas y planes de acción para proponer a la empresa. Con la información recopilada se diseñó el manual de sistema de gestión de la energía propio para la organización.

En el año 2018 García, Furlan desarrolló un sistema, en base a un método experimental, para la determinación de un procedimiento más eficaz y la correcta aplicación para la toma de muestras de las variables que se utiliza para la evaluación de la eficiencia energética en las cocinas de inducción. A partir de éste se realizó una deducción de los métodos y leyes que intervienen dentro de la transferencia de energía por medio de inducción de campo magnético, hacia un material ferromagnético. Esto permitió realizar mediciones periódicas, dentro de una base metodológica para determinación de factores, que forman parte en la producción de energía térmica, en el mismo como parte fundamental se realizó un balance energético respecto a una placa metálica, así se logró el cálculo de las pérdidas por conducción, convección y radiación, producto de la transferencia de calor hacia la placa. Al mismo tiempo se estableció la cantidad de energía y los factores que intervienen durante la operación en condiciones nominales de la cocina de inducción. Con los ensayos realizados se obtuvo una eficiencia del 84.71% para el primer inductor y un 88.28% para el segundo inductor, y con los resultados obtenidos se estableció una metodología para encontrar la eficiencia energética en función de la repetitividad y reproductibilidad del ensayo.

General Motors OBB del Ecuador recibió la certificación internacional ISO 50001:2001, para el efectivo establecimiento de un sistema de gestión energética, que busca el mejoramiento continuo en la reducción de utilización de energía y por ende en la emisión de gases de efecto invernadero.

Una de las prioridades del Gobierno de la República del Ecuador, por medio del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), es aumentar la eficiencia energética con enfoque al sector industrial, y en ese sentido acordó implementar, en conjunto con la ONUDI, el "proyecto eficiencia energética para la industria en el Ecuador" (EEI)".

Luego de un largo y arduo trabajo por el lapso de un año, la empresa obtuvo la certificación ISO50001:2001, proceso que llena de orgullo a la organización, la cual tiene sus ejes de su estrategia de Gestión Ambiental; Agua, Emisiones, Residuos y Energía, con lo cual van fortaleciendo sólidamente el proceso hacia la sostenibilidad de GM OBB y del país. (Acelerando, 2015)

De acuerdo con General Motor OBB (2016) "recibir la certificación ISO50001:2001 es el resultado del compromiso GM OBB con el desarrollo del Ecuador, que a través de un gran trabajo en equipo liderado por el área de manufactura, durante casi un año ha obtenido este importante logro que nos permitirá mantener sistemas de gestión de energía altamente eficientes y reafirmar de esta manera el compromiso de convertirnos en una compañía que continúe siendo protagonista del cambio de la matriz productiva a través del desarrollo industrial sostenible del Ecuador"

Las fuentes renovables de energía alcanzan una gran difusión debido a sus ventajas en cuanto al ahorro de combustibles fósiles y a la contaminación del medio ambiente, pero estas fuentes aun no satisfacen las necesidades energéticas de nuestro país, aunque han sido determinantes en la solución de muchos problemas energéticos.

Hoy en día, las energías llamadas duras o denominadas convencionales representan nuestras fuentes principales de energía, para el sector residencial como para el productivo.

Por tanto como no podemos prescindir de este tipo de fuentes energéticas, que representan costos excesivos a la economía, es de mucha importancia reforzar las medidas de ahorro y el uso racional del consumo energético, para lo cual se presupone la aplicación y control de un programa diseñado para este fin, el cual no se elabora de forma empírica; al contrario parte de métodos o procedimientos técnicos fundamentados, es decir que deben estar sustentados por diagnósticos energéticos que permitirán identificar con precisión en cada lugar que se apliquen la eficiencia y la responsabilidad con que se utiliza la energía.

El diagnóstico energético es la aplicación de un conjunto de técnicas que permitan determinar el grado de eficiencia con la que se utiliza la energía. El cual estudia todas las formas y fuentes de energía, haciendo un análisis crítico de una fuente consumidora de energía, el cual tiene como objetivo de establecer el punto de inicio para la implementación y control de un programa de ahorro de energía, de esa forma se determina dónde y cómo se utiliza ésta, además de cuantificar lo que se desperdicia.

Los objetivos principales del diagnóstico energético es establecer metas de ahorro de energía, diseñar y aplicar un sistema integral para el ahorro de energía, evaluar técnica y económicamente las medidas de conservación y ahorro de energía, y disminuir el consumo de energía sin afectar los niveles de producción.

La utilización de energía eléctrica en el taller metalmecánico CM es fundamental ya que toda la maquinaria depende de esta fuente de energía para realizar procesos tales como recubrimiento, calentamiento eléctrico y secado a más de procesos de iluminación, climatización. Sin embargo, al no contar con un plan de mejora o planes alternativos de optimización de energía, se produce un consumo excesivo de energía, generando no solo gastos para el taller debido al desperdicio de energía, sino también tener operaciones ineficientes.

2. Metodología

Esta investigación se basó en algunos métodos como es el inductivo, ya que se partió de lo más general en el desarrollo de la parte teórica de la tesis realizada; de igual manera se utilizó el método de observación que permitió observar el uso de las máquinas del taller mecánico; el método deductivo que parte de situaciones

generales explicadas por un marco y el método analítico para llevar a cabo un análisis estadístico del problema, con el cual se abrió un camino amplio para llegar al inconveniente.

De igual manera el estudio se apoyó en tres diferentes modalidades, investigación de campo que nos llevó a cabo un estudio sistemático de la variable en cuestión ya que el investigador obtiene información directamente del lugar de estudio, la investigación bibliográfica que constituye la investigación del problema determinado con el propósito de ampliar, profundizar y analizar su conocimiento, producido éste por la utilización de fuentes primarias en el caso documentos, revistas, periódicos, otras publicaciones y la investigación experimental ya que es el estudio en que se manipulan ciertas variables independientes para observar los efectos en las respectivas variables dependientes. El propósito es precisar la relación causa efecto.

Se ha desarrollado tipos de investigaciones como la exploratoria, con el fin de tener conocimiento sobre las consecuencias del problema, lo cual el investigador se pone en contacto directo con la realidad actual, permitiéndole obtener información veraz; mientras que el nivel correlacional en función a los resultados y su respectivo análisis se obtiene la relación que existe entre las variables del tema en investigación, de esa manera obtener datos tabulables a través de un programa estadístico.

Para el proceso de la investigación científica, la técnica es una herramienta de fundamental importancia, ya que de ella dependerá la organización de la investigación. Una técnica investigativa puede tener los siguientes objetivos:

- Aportar instrumentos para manejar la información.
- Ordenar las etapas de la investigación.
- Llevar un control de los datos.
- Orientar la obtención de conocimientos.

El presente trabajo de investigación utilizó las siguientes técnicas:

- Observación: Para levantar información referente al uso de los equipos en el taller metalmecánico MC.
- Medición: Se siguió un protocolo para medir parámetros de potencia útiles en esta investigación.
- Modelación y simulación: Permitted realizar una simulación de cargas.

Para desarrollar la interpretación de resultados se usó la estadística descriptiva con los cuales se presentan los resultados adquiridos.

Las herramientas usadas para determinar el estado actual de gestión de energía son:

- Diagrama de Pareto
- Graficas de Control de Consumo Eléctrico.
- Graficas de Consumo y Producción.
- Correlación consumo eléctrico vs Producción.
- Índices de Consumo.
- Gráficos de Tendencias.

Tabla 1
Variable Independiente

| Concepto | Categoría | Indicadores | Ítem | Técnica e Instrumentos |
|---|------------------------------------|--|--------------------------------|---|
| Se define como el estudio de las condiciones actuales de todo el sistema eléctrico partiendo de la distribución de la energía eléctrica, en el tablero general hasta llegar a los diferentes tipos de cargas presentes en el taller | Gestión energética | Índice de consumo | kW/Unidad producidas | Ecuaciones y Cálculos determinados por la regulación CONELEC 004/01 |
| | Portadores energéticos | Consumo de electricidad en los equipos | kW | Mediciones en Fluke 435 ii (analizador de calidad de energía) |
| | Modelación energética en el taller | Flujos de carga | Flujos de carga y de armónicos | Modelación y simulación en Software Técnico |

Tabla 2
Variable Dependiente

| Concepto | Categoría | Indicadores | Ítem | Técnicas e Instrumentos |
|---|--|----------------|------|-------------------------|
| Cuando existe problemas de calidad de energía | Consumo de energía eléctrica en taller metalmecánico | Kilovatio-hora | kW/h | Cálculos y Ecuaciones |

| | | | | |
|---|---|---|-------------|---------------------|
| eléctrica causan problemas en los equipos y generan costos innecesarios y pago de planillas eléctricas excesivas. | Análisis del sistema eléctrico general de la planta | Caídas de Voltaje [ΔV] Cargabilidad de los conductores | Voltaje (V) | Simulación |
| | Prefactibilidad | Costo | US\$ | Cálculos. TIR Y VAN |

3. Resultados

En este apartado se presenta el análisis y resultados obtenidos del Plan Alternativo de optimización Energética.

3.1. Ahorro energético al implementar las soluciones propuestas

Cálculo de Pérdidas

"Pérdidas Iniciales=0.90 kW"

| From Bus | | To Bus | | Losses | |
|------------------|---------|---------------|---------|--------|------|
| Name | Base kV | Name | Base kV | kW | kVAR |
| BUS-1 | 13.800 | BUS-2 | 0.220 | 0.3 | 0.5 |
| BUS-2 | 0.220 | BUS-4 | 0.220 | 0.4 | 0.2 |
| BUS-4 | 0.220 | STD PRINCIPAL | 0.220 | 0.2 | 0.0 |
| COMPRESOR | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| DOBLADORA | 0.220 | STD4 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| ESMERIL | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| FRESADORA | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| OFICINAS | 0.220 | STD2 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| STD PRINCIPAL | 0.220 | STD6 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| STD PRINCIPAL | 0.220 | STD3 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| STD PRINCIPAL | 0.220 | STD4 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| STD PRINCIPAL | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| STD PRINCIPAL | 0.220 | STD2 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| SUELDA MIG_ CORT | 0.220 | STD6 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| SUELDA_1 | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| SUELDA_2 | 0.220 | STD3 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| SUELDA_3 | 0.220 | STD4 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| TALADRO | 0.220 | STD3 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| TALDRO_PEDESTAL | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| TORNO_1 | 0.220 | STD2 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |

| | | | | | |
|----------------------------|-------|------|-------|------------|------------|
| TORNO_2 | 0.220 | STD2 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| Total System Losses | | | | 0.9 | 0.7 |

Fuente: Simulación Software

"Pérdidas finales=0.6 kW"

| From Bus | | To Bus | | Losses | |
|----------------------------|---------|----------|---------|------------|------------|
| Name | Base kV | Name | Base kV | kW | kVAR |
| BUS-1 | 13.800 | BUS-2 | 0.220 | 0.2 | 0.4 |
| BUS-2 | 0.220 | BUS-4 | 0.220 | 0.3 | 0.1 |
| BUS-4 | 0.220 | BUS-5 | 0.220 | 0.1 | 0.0 |
| BUS-5 | 0.220 | BUS-11_A | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-5 | 0.220 | BUS-11_B | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-5 | 0.220 | BUS-11_C | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-5 | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-5 | 0.220 | BUS-11 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10 | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_A | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_B | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_C | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_D | 0.220 | STD1 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_E | 0.220 | BUS-11 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_F | 0.220 | BUS-11 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_G | 0.220 | BUS-11 | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_I | 0.220 | BUS-11_A | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_J | 0.220 | BUS-11_B | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_K | 0.220 | BUS-11_A | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_L | 0.220 | BUS-11_B | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| BUS-10_M | 0.220 | BUS-11_C | 0.220 | 0.0 | 0.0 |
| Total System Losses | | | | 0.6 | 0.5 |

Fuente: Simulación Software

Pérdidas Iniciales en hora pico=0.9 kW

Pérdidas finales en hora pico= 0.6 kW

Pérdidas totales=Pérdidas Iniciales-Pérdidas finales

Ecuación 1

Pérdidas totales=0.9 kW-0.6 kW

Pérdidas totales=0.3 kW

Calculo de las pérdidas de energía.

Perdidas de Energía=Perdidas en valor en kW*días*horas

Ecuación 2

de horas de carga equivalentes (EH)= $\frac{\text{Energía total consumidas en un periodo (kWh)}}{\text{Carga máxima (kW)}}$

Carga máxima= 16,68 kW

Energía total consumidas en un periodo (kWh)=836,511 kWh

$$EH = \frac{836,511 \text{ kWh}}{16,68 \text{ kW}}$$

EH=50.15 h

Perdidas de Energía=Pérdidas totales en kW*semanas*horas

Perdidas de Energía=0.3 kW*4 semanas*50.15 horas

Perdidas de Energía=60.18 $\frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$

Se multiplica la Energía por el costo del kWh este valor es tomado del pliego tarifario

Tabla 3
Pliego Tarifario. Valor Industrial

| | BAJA TENSIÓN | | |
|--|--|----------------|-------|
| | COMERCIALES E INDUSTRIALES | | |
| | 4,790 | 0,090 | 1,414 |
| | ENTIDADES OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO , AUTOCONSUMOS Y ABONOS ESPECIALES | | |
| | 4,790 | 0,080 | 1,414 |
| | BOMBEO DE AGUA | | |
| | 4,790 | 0,070 | 1,414 |
| | BAJA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA | | |
| | COMERCIALES E INDUSTRIALES | | |
| 07h00 hasta 22h00 22h00 hasta 07h00 | 4,790 | 0,090 0,072 | 1,414 |
| | E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO, AUTOCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES | | |
| 07h00 hasta 22h00 22h00 hasta 07h00 | 4,790 | 0,080 0,066 | 1,414 |

| | | BOMBEO AGUA | | |
|--|--|----------------------|----------------------------------|-------|
| 07h00 hasta 22h00 22h00 hasta 07h00 | | 4,790 | 0,070 0,056 | 1,414 |
| L-V 08h00 hasta 18h00 L-V 18h00 hasta 22h00 L-V 22h00 hasta 08h00 S,D 18h00 hasta 22h00 | | 2,620 | 0,056 0,095 0,045 0,056 | 1,414 |
| | | VEHÍCULOS ELÉCTRICOS | | |
| L-V: 08h00 hasta 18h00 L-D: 18h00 hasta 22h00 L-D: 22h00 hasta 08h00 SYD: 08h00 hasta 18h00 | | 4,050 | 0,080 0,100 0,050 | 1,414 |

Fuente: Pliego Tarifario

$$\text{Costo por perdidas} = 60.18 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} * 0.090 \frac{\text{USD}}{\text{kWh}}$$

$$\text{Costo por perdidas} = 5.42 \frac{\text{USD}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}}$$

$$\text{Costo por perdidas} = 65.04 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Tabla 4
Penalización anual por bajo factor de potencia

| MES | Valor consumo cancelado | Penalización de fp | Consumo sin Penalización |
|-------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|
| Enero | \$ 120,60 | \$ 51,70 | \$ 68,94 |
| Febrero | \$ 105,80 | \$ 45,30 | \$ 60,43 |
| Marzo | \$ 97,00 | \$ 41,60 | \$ 55,40 |
| Abril | \$ 130,60 | \$ 56,00 | \$ 74,64 |
| Mayo | \$ 126,10 | \$ 54,00 | \$ 72,03 |
| Junio | \$ 252,70 | \$ 108,30 | \$ 144,38 |
| Julio | \$ 147,00 | \$ 63,00 | \$ 83,98 |
| Agosto | \$ 117,00 | \$ 50,20 | \$ 66,88 |
| Septiembre | \$ 103,10 | \$ 44,20 | \$ 58,93 |
| Octubre | \$ 100,40 | \$ 43,00 | \$ 57,36 |
| Noviembre | \$ 94,60 | \$ 40,50 | \$ 54,03 |
| Diciembre | \$ 130,60 | \$ 56,00 | \$ 74,64 |
| MULTA ANUAL | | | \$ 871.64 |

Para el cálculo de estos parámetros tomamos en consideración los siguientes datos:

Inversión del Proyecto:

Ahorro económico por energía consumida anual y multas por penalización por bajo factor de potencia:

Instalación de los equipos recomendados: 100,00 USD

Mantenimiento de los equipos: 100,00 USD

Además se tomara en cuenta una tasa de inflación del 0,9%

Tabla 5
Flujo Neto de inversión

| CUENTAS | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| INVERSIÓN | 5200,00 | | | | | | | | | | |
| AHORRO POR | | 9636,68 | 10028,89 | 10437,07 | 10861,86 | 11303,94 | 11764,01 | 12242,80 | 12741,08 | 13259,64 | 13799,31 |
| INSTALACIÓN | | 100,00 | | | | | | | | | |
| MANTENIMIENTO | | 100,00 | 104,07 | 108,31 | 112,71 | 117,30 | 122,08 | 127,04 | 132,21 | 137,60 | 143,20 |
| FLUJO NETO | 5200,00 | 9436,68 | 9924,82 | 10328,76 | 10749,15 | 11186,64 | 11641,93 | 12115,76 | 12608,87 | 13122,04 | 13656,11 |

El proyecto es rentable puesto que el período de recuperación de la inversión de capital se da en un tiempo razonable de un año ya que el tiempo de vida útil de los equipos es de diez años, además de esto se debe considerar los beneficios que generan como el ahorro de energía y la maquinaria funciona adecuadamente, además se evitará las penalizaciones lo cual repercute en ahorros.

Presupuesto para la propuesta del proyecto

Tabla 6
Presupuesto para implementación del proyecto

| ÍTEM | EQUIPO | CANT. | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|------|--|-------|----------------|-------------|
| 1 | Filtro electrónico de paso bajo/pasivo/de armónico FN 3410 | 1 | \$4576,00 | \$ 4576,00 |
| | | | SUB TOTAL | \$ 4576,00 |
| | | | IVA 12% | \$624,00 |
| | | | TOTAL | \$ 5200,00 |

4. Conclusiones

El presente Proyecto de Investigación permitió detectar los problemas presentes, entre ellos era el bajo factor de potencia y a través del análisis de los datos tomados con el analizador de carga y los resultados obtenidos con el simulador se observó que lo que ocasionaba ese problema era la presencia de armónicos de corriente con un porcentaje elevado

Para mitigar el problema de los armónicos de corriente se diseñó un filtro pasivo el mismo que contiene un circuito RLC que permite mitigar los armónicos de mayor orden (tercer armónico), además con el filtro no es necesario colocar un banco de capacitores, ya que el filtro ayuda a elevar de un 0,64 a un 0,96 que es lo recomendable según la norma.

Las propuestas dadas en el presente proyecto para mejorar la calidad del suministro de energía eléctrica tiene una factibilidad tanto técnica como económica debido a que la inversión inicial que se tendrá al implementar las mejoras es menor al ingreso que se obtendrá mensualmente al mitigar los problemas en el sistema eléctrico y eliminar el rubro por pago de penalización por bajo factor de potencia.

Referencias bibliográficas

Acelerando. (2015). GM OBB del Ecuador, reconocida por su prácticas ambientales. *Acelerando*.

- Acosta, A., Aggio, S., Cicileo, G., Lynch, T., Moreiras, A., Rocha, M., . . . Berenguer, S. (2014). IPv6 para Operadores de Red. *Buenos Aires*.
- Aguirre, L. P., González, F., & Mejía, D. (2013). Aplicaciones de MPLS, Transición de IPv4 a IPv6 y Mejores Prácticas de Seguridad para el ISP Telconet. *Revista Politecnica*, 2.
- Arroyo, J. (2014). Adecuación de Red de ISP para soporte IPv6. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Auben. (2014). *BGP/MPLS Layer 3 VPN*. Obtenido de <http://www.auben.net/index.php/tecnologias/g-mpls-e-ingenieria-de-trafico/bgp-mpls-layer-3-vpn>
- Base de Indicadores de Eficiencia Energética para América Latina, B. (2016). <https://www.cepal.org>. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/proyectos/programa-biee-base-de-indicadores-de-eficiencia-energetica>
- CEPAL, L. C. (2016). www.cepal.org. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/noticias/cepal-presenta-nueva-publicacion-eficiencia-energetica-america-latina-caribe>
- Cisco. (2016). *Implementing IPv6 over MPLS*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipv6/configuration/15-2mt/ipv6-15-2mt-book/ipv6-over-mpls.html>
- Consejo Nacional de Electricidad, C. (2001). Regulación No. CONELEC-004/01. *Regulación No. CONELEC-004/01*.
- EQA. (s.f.). eqa.es. Obtenido de https://eqa.es/presentaciones/ISO_50001.pdf
- Evans, J., & Filsfils, C. (2007). Deploying IP and MPLS QoS For Miltiservice Network. *San Francisco EE.UU: Morgan Kaufmann Publishers*.
- Flores, A. (2016). *Diagnostico del consumo de energia electrica en la empresa de fabricacion de helados KEDEL y de la ciudad de Quito durante el año 2015. Diseño de un plan de mejoras en la gestion energetica para el portador elecgrtico*. Latacunga: UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.
- Folre, L. (2016). Diagnóstico del consumo de energía eléctrica en la empresa de fabricación de helados Kedely de la ciudad de quito durante el año 2015. Diseño de un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico. Latacunga.
- Furlan Garcia, L. A. (2018). *METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COCINAS DE INDUCCIÓN PARA EL ECUADOR*. QUITO: ESCUELA POLITECNIA NACIONAL.
- García, F. (2018). Metodología de medición de la eficiencia energética en cocinas de inducción para el Ecuador. En *Metodología de medición de la eficiencia energética en cocinas de inducción para el Ecuador* (pág. xii). Quito.
- GMOBB. (2016). www.gmobb.com. Obtenido de <https://www.gmobb.ec/noticia/page/2/>
- Goralski, W. (2017). *Chapter 5 - IPv4 and IPv6 Addressing*.
- Mohamad, I., Wan, T., & Alzyoud, F. (2010). Optimizing the MPLS support for real time IPv6-Flows using MPLS-PHS approach. *TENCON 2009 - 2009 IEEE Region 10 Conference* (págs. 1-6). Singapore: IEEE.
- Morrone, L. (2011). Mecanismos de Transición hacia redes IPv6. *Universidad Nacional de la Plata*.
- Romero, N. (2014). media.gm.com. *GM OBB PRIMERA EMPRESA DEL ECUADOR EN OBTENER LA CERTIFICACIÓN ISO 50001*. Obtenido de <https://media.gm.com/media/ec/es/chevrolet/news.detail.html/content/Pages/news/ec/es/2014/oct/1022-iso-50001.html>
- Yunos, R., Noor, N., & Arpah, S. (2010). Performance evaluation between IPv4 and IPv6 on MPLS Linux platform. *International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management (CAMP)* (págs. 204-208). IEEE.

-
1. Docente y profesional. Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ingeniero en Electromecánica. Magíster en Gestión de Energías. Email: luigi.freire@utc.edu.ec
 2. Docente y profesional. Ecuador. Instituto Superior Tecnológico Ts'a'chila. Ingeniero Mecánico. Email: verny_nac@hotmail.com
 3. Docente y profesional. Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ingeniera en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes Industriales. Magíster en Seguridad Telemática. Email: jessica.castillo@utc.edu.ec
 4. Docente y profesional. Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ingeniero en Electrónica e Instrumentación, Magíster en Gestión de Energías. Email: byron.corrales@utc.edu.ec