

Establecimiento de métodos y técnicas de ahorro energético aplicado al proceso de secado de madera

Establishment of energy saving methods and techniques applied to the wood drying process

Ana María Soria Riera¹, William Armando Hidalgo Osorio², Paco Jovanni Vásquez Carrera²

¹Empresa Eléctrica Quito S.A, Quito – Ecuador

²Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, La Maná – Ecuador

Correo correspondencia: amsoria@eeq.com.ec, william.hidalgo7885@utc.edu.ec, paco.vasquez@utc.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
12/11/2020

Aceptado:
26/01/2021

Publicado:
26/02/2021

Revista:
DATEH



Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo establecer métodos y técnicas de ahorro energético aplicados al proceso de secado de madera. Por lo que se utilizó un registro de datos con un analizador de carga durante 3 días en el área de cortado y secado de la empresa BALSARIVER CIA. LTDA., ubicada en el km 2.5 de la vía Quevedo – Valencia. Se seleccionó como alternativas de solución, la instalación de arrancadores suaves en el área de secado como técnica, ya que en este se consume mayor nivel de energía y como método el encendido gradual de los equipos para alargar la vida útil de los motores. Los resultados demuestran que el consumo de energía promedio en el proceso de cortado de madera es de 75.98 kWh/día, mientras que en el proceso de secado es de 116.64 kWh/día, representando un costo total de \$ 843.38 y \$ 1294.66 al mes por consumo de energía, considerando 30 días de labores. El proceso de secado es la etapa del proceso productivo de la empresa que representa mayor consumo energético, puesto que se requiere de una mayor cantidad de horas de trabajo para lograr que la madera alcance el nivel de humedad óptimo para su procesamiento. La instalación de arrancadores suaves representa un ahorro sustancial del consumo de energía eléctrica en el proceso de secado de madera, puesto que estos ajustan la tensión de manera que la corriente necesaria sea estable y sin picos provocados por arranques repetitivos.

Palabras clave: ahorro energético, arrancadores suaves, cortado y secado de madera.

Abstract

This research aimed to establish energy saving methods and techniques applied to the wood drying process. Therefore, a data record was used with a load analyzer for 3 days in the cutting and drying area of the BALSARIVER CIA Company. LTDA., Located at km 2.5 of the Quevedo - Valencia road. The installation of soft starters in the drying area was selected as a solution alternative, as a technique, since this consumes a higher level of energy and as a method the gradual starting of the equipment to extend the useful life of the motors. The results show that the average energy consumption in the wood cutting process is 75.98 kWh / day, while in the drying process it is 116.64 kWh / day, representing a total cost of \$ 843.38 and \$ 1,294.66 per month per energy consumption, considering 30 working days. The drying process is the stage of the company's production process that represents the highest energy consumption, since it requires more hours of work to ensure that the wood reaches the optimum humidity level for its processing. The installation of soft starters represents a substantial saving in the consumption of electrical energy in the wood drying process, since they adjust the voltage so that the necessary current is stable and without spikes caused by repetitive starts.

Keywords: energy saving, soft starters, wood cutting and drying.

Forma sugerida de citar (APA): López-Rodríguez, C. E., Sotelo-Muñoz, J. K., Muñoz-Venegas, I. J. y López-Aguas, N. F. (2024). Análisis de la multidimensionalidad del brand equity para el sector bancario: un estudio en la generación Z. Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía, 14(27), 9-20. <https://doi.org/10.17163/ret.n27.2024.01>.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo establecer métodos y técnicas de ahorro energético aplicados al proceso de

secado de madera. Para ello se realizó un registro de datos con un analizador de carga durante 3 días en el área de cortado y secado de la empresa BALSARIVER CIA.

LTDA., ubicada en el km 2.5 de la vía Quevedo – Valencia. Se seleccionó como alternativas de solución, la instalación de arrancadores suaves en el área de secado como técnica, ya que en este se consume mayor nivel de energía y como método el encendido gradual de los equipos para alargar la vida útil de los motores. Los resultados demuestran que el consumo de energía promedio en el proceso de cortado de madera es de 75.98 kWh/día, mientras que en el proceso de secado es de 116.64 kWh/día, representando un costo total de \$ 843.38 y \$ 1294.66 al mes por consumo de energía, considerando 30 días de labores. El proceso de secado es la etapa del proceso productivo de la empresa que representa mayor consumo energético, puesto que se requiere de una mayor cantidad de horas de trabajo para lograr que la madera alcance el nivel de humedad óptimo para su procesamiento. La instalación de arrancadores suaves representa un ahorro sustancial del consumo de energía eléctrica en el proceso de secado de madera, puesto que estos ajustan la tensión de manera que la corriente necesaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Energía eléctrica

En una de las formas de manifestarse la energía. Tiene como cualidades la docilidad en su control, la fácil y limpia transformación de energía en trabajo, y el rápido y eficaz transporte, son las cualidades que permiten a la electricidad ser "casi" lo energía perfecta. El gran problema de la electricidad es su dificultad para almacenarla. Si en estos momentos se pudiera condensar el fluido eléctrico con la misma facilidad con lo que se almacena cualquier otro fluido energético, por ejemplo, la gasolina, estaríamos ante una de las mayores revoluciones tecnológicas de nuestro tiempo (Laguna, 2014).

Auditorías energéticas

Las auditorías energéticas se pueden definir como un proceso sistemático mediante el cual se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de una explotación y se detectan los factores que afectan al mismo. Deben recogerse, asimismo, datos relativos a otras características de la explotación que permitan definir indicadores de consumo en términos de productividad (número de vacas en lactación, número de litros producidos, etc.). El objetivo final será identificar, evaluar y ordenar las distintas oportunidades de ahorro en función de su rentabilidad económica (IDAE, 2010).

La energía eléctrica es una forma de energía de transición (ni primaria ni final) extremadamente difundida actualmente y cómoda debido a sus posibilidades de conversión (calefacción, iluminación, energía mecánica, etc.) y de transporte. Proviene, en general, de la conversión, en centrales, de energía mecánica por medio de generadores (o alternadores) (Quitiaquez, 2017).

Ahorro energético

Desde hace unos años atrás se viene hablando de ahorro energético, pero, qué es el ahorro energético. El ahorro energético es la gestión adecuada del consumo de los diferentes tipos de energía. El objetivo del ahorro energético como su mismo nombre lo dice es ahorrar energía, lo cual se puede realizar de dos maneras: disminuyendo la potencia consumida por el utilizador o disminuir su tiempo de trabajo (Fiestas, 2011).

Independientemente del incremento en el consumo de electricidad, existen procesos en los que éste podría reducirse o hacerse económica y energéticamente más eficiente (Upton et al, 2010). Además, hay que tener en cuenta que el incremento en los precios de la electricidad repercute negativamente sobre el balance económico de las explotaciones, reduciendo sus beneficios e ingresos netos (Murgia, Caria, & Pazzona, 2015). En este sentido, sería deseable el establecimiento de prácticas de manejo y medidas de ahorro para realizar un uso más racional de la energía, promover el ahorro e incrementar la eficiencia energética de las explotaciones. No obstante, antes de realizar estas recomendaciones, es necesario conocer los patrones de consumo, para saber dónde, cómo y en qué momentos se produce éste (Bartolomé et al., 2013).

El ahorro energético se aplica a los diferentes ámbitos de la vida del ser humano, desde una pequeña vivienda hasta las grandes industrias. Por ejemplo, en una vivienda se puede realizar un ahorro energético con grandes ahorros de dinero si es que se anula la utilización de la terma eléctrica durante todo el año menos ya que prácticamente nunca se vuelve necesario. En el caso de una industria se puede tener un gran ahorro energético si es que todos los motores eléctricos de gran potencia que trabajan casi todo el tiempo del año son cambiados por motores de alta eficiencia (Fiestas, 2011).

Eficiencia energética

La energía posibilita y facilita toda la actividad humana. Las diferentes fuentes y sistemas de producción y uso de la energía utilizadas por el hombre han marcado las grandes etapas en el desarrollo de la sociedad humana, dependiendo el curso de éste de las elecciones energéticas realizadas en cada momento. En el de cursar del tiempo el hombre pasó del empleo de su fuerza muscular al uso de diversas fuentes para satisfacer sus necesidades, el empleo del fuego, la utilización de la tracción animal, y finalmente, en rápida sucesión, el dominio de las tecnologías del carbón, del petróleo y el gas natural, y la producción y uso del vapor y la electricidad (Cañizares et al., 2014).

Gestión de la energía

La administración (también conocida como gestión) de la energía consiste en un sistema organizacional que permite

llevar un control estricto de los consumos y costos de energía, a modo de entender las variables asociadas a dichos consumos y costos, identificar continuamente oportunidades de reducir dichos consumos y costos e implementar y dar seguimiento a las acciones identificadas, en busca de ser energéticamente sostenibles (Martínez, 2012).

Desarrollo energético sostenible

Borja (2017), sostiene que la sobreexplotación de los recursos energéticos naturales no renovables, en especial los provenientes de combustibles fósiles, han ocasionado cambios dramáticos en el medio ambiente. En este ámbito, el desarrollo energético sostenible toma importancia trascendental en búsqueda de la supervivencia, para lo cual se requieren las siguientes direcciones estratégicas:

- Desarrollar programas de educación energética ambiental a todos los niveles.
- Promulgar legislaciones que promuevan el incremento de la eficiencia energética tanto en la generación como en los equipos de uso final de la energía.
- Reflejar en las evaluaciones económicas los costos reales o totales de la producción energética.
- Establecer preferencias impositivas para las tecnologías energéticas renovables.
- Ofrecer facilidades y apoyos financieros para la introducción de fuentes renovables y equipos de uso final y tecnologías de alta eficiencia.

Arrancadores suaves

Los arrancadores suaves limitan la corriente y el par de arranque de modo que el esfuerzo mecánico y las bajas de tensión en la línea son mínimos. La tensión del motor se reduce con el control de fase, y aumenta desde una tensión de arranque ajustable hasta la tensión de la línea dentro del tiempo de arranque, gracias al control de la tensión de mando sin pasos, el motor se ajusta a la conducta de accionamiento de la máquina, el equipo de operaciones mecánicas se acelera de forma especialmente suave, lo que influye positivamente su conducta operativa y prolonga su vida de servicio (López & Trejo, 2014).



Figura 1. Conexiones, Ajustes e Indicaciones SSW-07 y SSW-0

Registrador trifásico de calidad eléctrica ECA-300

El ECA-300 permite la verificación rápida y segura sin necesidad de desconectar el medidor de la red y en cualquier estado de carga fija o continuamente variable aplicando transductores TI-Q (tipo pinza) o TI-Flex (flexible). Esta modalidad de medición que no admite cambio de rango durante la prueba requiere el uso de equipos con alta resolución (Pazmiño & Romero, 2013).

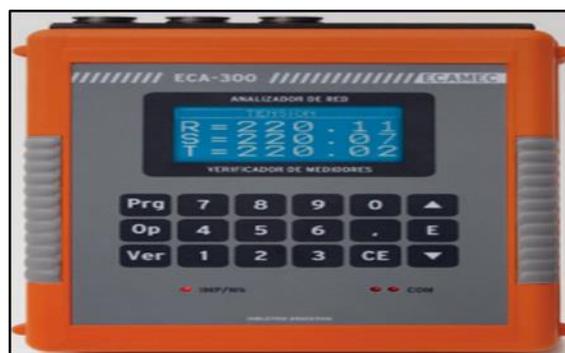


Figura 2. Analizador de carga ECAMEC-300

Cortado de madera

El cortado de madera se realiza de acuerdo a la exigencia de cada uno de los productos que se fabrican para los respectivos compradores. Existe una gran variedad de herramientas, de corte que si son empleadas adecuadamente pueden ofrecer excelentes resultados. La densidad del tablero, la cantidad de resina, la(s) especie(s) de la madera utilizadas en su fabricación, el tamaño de las partículas y la abrasividad, varían considerablemente en los diferentes tipos de tableros. Consecuentemente las herramientas a emplearse en cada tipo de tablero son diferentes (Carvajal, 2018).

Secado de madera

La madera, por provenir de organismos vegetales vivos, posee un elevado porcentaje de humedad, cuya presencia provoca reacciones y cambios que, en determinadas circunstancias, puede llegar a desvalorizar económicamente a las maderas afectadas. El medio para asegurarse que la madera proveniente del aserrado de rollizos o troncos verdes (madera verde), no sufrirá tales desperfectos y se convertirá en un material apto para industrializar, es el del secado (Calderón, 2016).

Por secado de la madera, se entiende "la práctica y técnica desarrollada para eliminar agua de la madera, sin que ésta se perjudique, hasta un punto tal, en que la misma se encuentre en equilibrio higroscópico con el medio ambiente en el cual será utilizada" (Contreras, 2017)

Descripción de los procesos

Mediante la investigación descriptiva se detallan los procesos en los que se realizó el análisis energético. En la figura 5 se muestra el diagrama de las etapas del proceso de cortado de madera, mientras que en la figura 6 se presenta el diagrama del proceso de secado de madera. En la Tabla 2 se presenta la descripción de la potencia de los equipos utilizados en el proceso de cortado, mientras que en la Tabla 3 se muestra la descripción de la potencia de los equipos del proceso de secado de madera de la empresa en estudio.

Descripción del sistema de alimentación de energía

El sistema de alimentación de energía eléctrica en la fábrica es de red convencional tipo trifásica de 13.8 KV de una distancia aproximadamente a 300 metros de la red de distribución de la empresa eléctrica de la zona del distrito Valencia, Los Ríos. La empresa BALSARIVER CIA. LTDA. Cuenta con tu propio transformador reductor con las siguientes características:

Características	Descripción
Equipo	Transformador reductor
Tipo	Convencional trifásico
Marca	Ecuatrans
Potencia	150

Tabla 1. Características del transformador de la empresa

Descripción del método y la técnica implementada

Para el método propuesto se basó en el energizado gradual de los equipos de potencia. Adicionalmente se utilizó la técnica de la instalación de arrancadores suaves en las maquinarias de los procesos de cortado y secado de madera de la empresa en estudio a fin de generar un ahorro energético en ambos procesos.

Mediante el energizado gradual de los equipos de potencia, se controlada el encendido inicial de cada máquina eléctrica o motor, para evitar encendidos simultáneos que provoquen caídas severas de tensión y haya mayor consumo de corriente de los arranques, a su vez se controla la cantidad de veces que una máquina se prende y se apaga por lo que mejora la calidad de la energía y se produce un ahorro de energía que se desperdicia en los arranques.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nivel de consumo energético de cada una de las etapas del proceso productivo de la empresa

Proceso de cortado

Los datos obtenidos del analizador de carga durante los días de evaluación con los respectivos parámetros se muestran a continuación:

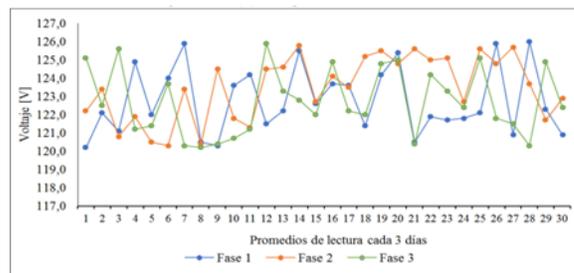


Figura 3. Gráfica de voltaje de línea (V) en el proceso de cortado de madera

En el proceso de cortado de madera, el voltaje en la fase 1 osciló entre 120.2 V y 126.0 V, siendo de 120.3 V a 125.8 V para la fase 2, y fluctuando entre 120.1 V y 125.9 V para la fase 3 (Figura 3). Esto demuestra que, durante el período de toma de lectura en el área de cortado, no se reflejaron valores anormales de voltaje, sin embargo, se puede mejorar su fluidez para que no se produzcan cambios bruscos, y de este modo no causar desgaste excesivo del motor, alargando su vida útil y lograr una mayor eficiencia de trabajo de la maquinaria utilizada para el corte de madera. Además, esto representa un ahorro económico al realizarse menos mantenimientos preventivos y correctivos a la cortadora.

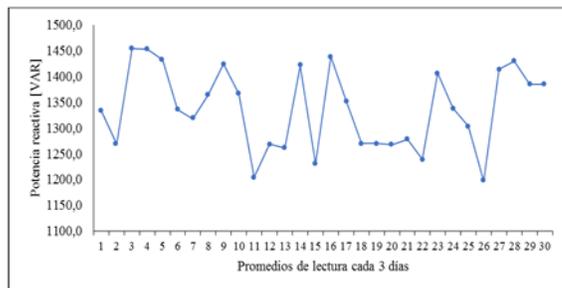


Figura 4. Gráfica de potencia reactiva (VAR/DÍA) en el proceso de cortado de madera

La potencia reactiva en el proceso de cortado de madera presentó valores entre 1197.3 VAR/día y 1453.8 VAR/día (Figura 4). En la toma de lectura de este parámetro se evidenció que el nivel de cargabilidad de la máquina no alcanza ni el 25% de su capacidad total.

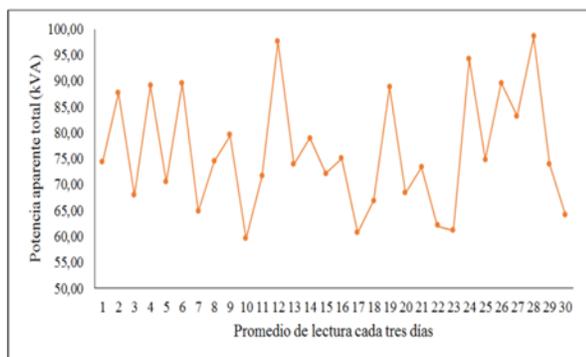


Figura 5. Gráfica de potencia aparente total (kVA) en el proceso de cortado de madera

La potencia aparente total en el proceso de cortado osciló entre 59.57 kVA y 98.52 kVA (Figura 5). En la toma de lectura del proceso de cortado, se visualizó que al tenerse un factor de potencia de en el régimen costa siempre 1, señala que la red de alimentación del circuito no solo ha de satisfacer la energía consumida por los elementos resistivos, sino que también permite un flujo interrumpido de ella.

Comparación de consumo energético de los procesos de cortado y secado de madera

Se escogieron los promedios mensuales de noviembre del 2019, diciembre del 2019 y enero del 2020 puesto que, por las actividades de la empresa, son los meses de mayor consumo, ya que la demanda de cortado y secado de madera aumenta, denominándose de la siguiente manera:

Mes 1: noviembre/2019

Mes 2: diciembre/2019

Mes 3: enero/2020

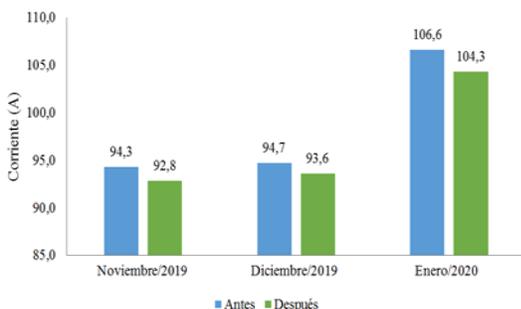


Figura 6. Comparación de la corriente (A) de la fase 1 en el proceso de secado de madera antes y después de la instalación de los arrancadores suaves

A través de la evaluación de la corriente en la fase 1 en el proceso de secado de madera, considerando antes y después de la instalación de los arrancadores en los tres meses de evaluación, determinó que la corriente se disminuyó en los tres meses con valores de 1.5, 1.1 y 2.3 A de ahorro para

los meses 1, 2 y 3, respectivamente, generando un ahorro total de 4.9 A (Figura 6).

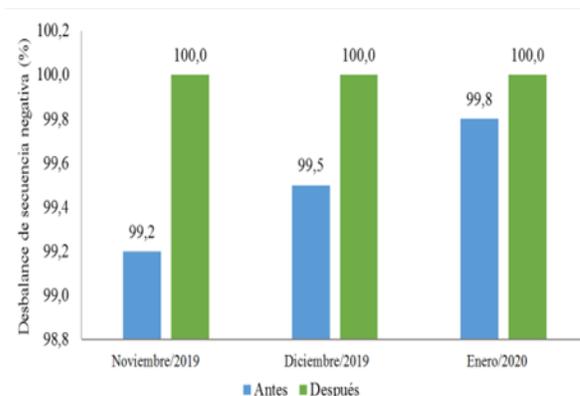


Figura 7. Comparación del desbalance de secuencia negativa en el proceso de secado de madera antes y después de la instalación de los arrancadores suaves.

Para el desbalance de secuencia negativa en el proceso de secado de madera, considerando antes y después de la instalación de los arrancadores en los tres meses de evaluación, se observó que ésta incrementó en los tres meses con valores de 0.8, 0.5 y 0.2 para los meses 1, 2 y 3 de evaluación, respectivamente (Figura 7).

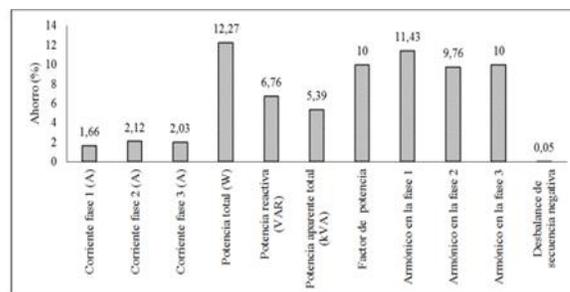


Figura 8. Valores promedio de ahorro energético del antes y después de la instalación de los arrancadores suaves en el proceso de secado de madera.

La implementación de los arrancadores suaves, representó una disminución de 0.05 a 12.27 % usando la fórmula de la página 20 en cuanto a todos los parámetros evaluados (Figura 8), lo que demuestra que la factibilidad en la implementación de éstos, ya que represente una disminución sustancial del consumo energético en el proceso de secado de madera en la empresa de estudio, ya que éste es el proceso que más consumo de energía representa.

Impactos (técnicos, sociales, ambientales o económicos)

La presente investigación tiene un impacto tanto de carácter técnico como económico, siendo técnico ya que se ofrece una solución técnica utilizando arrancadores suaves,

mejorando la eficiencia del motor y reduciendo el desgaste del mismo y alarga su vida útil, manteniendo consumos.

- El proceso de secado es la etapa del proceso productivo de la empresa que representa mayor consumo energético, puesto que se visualizó mediante la toma de lectura de todos los parámetros que tiene usos ineficientes y desmedrados de consumo energético, ya que, el horno funciona con un motor de 10 Hp y 6 resistencias de 0.6 KW, por lo que se optó por la técnica de instalación de arrancadores suave para que haya un menor desgaste de maquinaria facilitando el arranque del motor y así la vida útil de este se prolongue.
- El consumo de energía promedio en el proceso de cortado de madera por día es de 75.98 kWh/día, mientras que el del proceso de secado es de 116.64 kWh/día, representando un costo total de \$ 843.38 y \$ 1294.66 respectivamente, al mes por consumo de energía considerando el régimen Costa, en un tiempo de 30 días normales de corriente, lo que confirma el beneficio del uso de arrancadores suaves para la generación de ahorro de energía, y de carácter económico ya que al producirse un ahorro de energía, consecuentemente se produce un ahorro en los costos por concepto de consumo de energía, por lo que la inversión en arrancadores suaves, genera beneficios tanto a corto, mediano y largo plazo dentro de los procesos productivos de la empresa en estudio.

CONCLUSIONES

Mediante el energizado gradual de los equipos de potencia, se controla el encendido inicial de cada máquina eléctrica o motor, para evitar encendidos simultáneos que provoquen caídas severas de tensión y haya mayor consumo de corriente de los arranques.

A su vez se controla la cantidad de veces que una máquina se prende y se apaga por lo que mejora la calidad de la energía y se produce un ahorro de energía que se desperdicia en los arranques. Se instala también arrancadores suaves como una técnica para el arranque suave de motores.

Al instalarse los arrancadores suaves para el proceso de secado, se logró visualizar la mejora del arranque y parada de los motores que trabajan en este proceso, obteniendo un perfil del voltaje que tiene menos picos bajos, lo que generó una optimización de recursos y por ende de la productividad en un 0.5% ya que estaba en 95.5% y se alcanzó el 100% demostrando que la técnica de instalación de arrancadores suaves funciona adecuadamente por estar la maquinaria trabajando, alargando la vida útil de las maquinarias y obteniendo el ahorro del recurso energético.

Después de la investigación del consumo energético en los procesos y el uso de arrancadores suaves se tiene en cuenta que es posible implementar otra técnica de ahorro energético y mejora de la calidad de la energía eléctrica en dicha empresa, la cual consiste en instalar un banco de condensadores para poder inyectar reactivos a la red para compensar el consumo de potencia reactiva y de esta forma mejorar el factor de potencia y evitar posibles penalizaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Nacional de Industriales (ANDI). (2014). *Sistemas de gestión de la energía*. Obtenido de http://www.andi.hn/wp-content/uploads/2014/11/2-SISTEMAS-DE-GESTION-DE-LA-ENERGIA_sn.pdf.
- Barreto, R., & Fernández, E. (2010). *Diagnóstico energético en la planta de producción de cerámica de la Universidad Técnica Particular de Loja*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 58 p.
- Bartolomé, D., Posado, R., Bodas, R., Tabernero, M., García, J., & Olmedo, S. (2013). *Caracterización del consumo eléctrico en las granjas de vacuno lechero de Castilla y León*. *Archivos de Zootecnia* 62(239): 447-455.
- Blanco, N. (2016). *¿Cuántos tipos de energía existen?* Obtenido de <https://www.energia16.com/cuantos-tipos-de-energia-existen/>.
- Borja, E. (2017). *La electricidad frente al combustible*. Obtenido de combustible.
- Calderón, A. (2016). *Secadora de madera*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza-Argentina. 23 p.
- Cañizares, G., Rivero, M., Pérez, R., & González, E. (2014). *La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia de Villa Clara, Cuba*. *Tecnología Química* 34(1): 11-23.
- Carvajal, R. (2018). *Diseño y construcción de una máquina cortadora plasma CNC en la empresa mecánica industrial "MOYA HNOS"*. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 142 p.
- Castillo, R. (2014). *¿Qué es la energía eléctrica?* Obtenido de <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-electrica-381>.
- Contreras, R. (2017). *Análisis del uso de un secador solar para madera en la ciudad de Cuenca*. Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador. 120 p.

- ECAMEC. (2016). ECA-300 Verificador portátil de medidores trifásicos. Obtenido de https://www.avantec.cl/includes/dwn/subir_web/documentos/Catalogo_ECA300.pdf.
- Factor Energía. (2019). ¿Qué es la eficiencia energética? Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/>.
- Fiestas, B. (2011). Ahorro energético en el sistema eléctrico de la Universidad de Piura - Campus Piura. Tesis de Master en Ingeniería Mecánico-Eléctrica. Universidad de Piura. Piura, Perú. 122 p.
- IDAE. (2010). Auditorías energéticas en instalaciones ganaderas. Parte 1: Manual para la realización de auditorías energéticas en instalaciones ganaderas. Serie: Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid, España. 83 p.
- ISMD. (2017). Eficiencia energética. Obtenido de <http://ismd.com.co/eficiencia-energetica/>.
- Laguna, I. (2014). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo energético en el Campus Rodríguez Lara – ESPE extensión Latacunga. Escuela Superior Politécnica del Ejército. Latacunga-Ecuador. 145 p.
- Lince, V., & Arroyave, A. (2016). Diseño de un horno para el secado de madera aserrada en zonas cálidas. UNIVERSIDAD EIA. Envigado-Colombia. 207 p.
- López, F., & Trejo, J. (2014). Diseño y construcción de un sistema de bombeo con óptimo consumo eléctrico e hídrico para Hilsea Investments, finca Florycampo. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 161 p.
- Martínez, L. (2012). Manual de Eficiencia Energética Residencial y Comercial. AES El Salvador. Antiguo Cuscatlán, El Salvador. 89 p.
- Murgia, L., Caria, M., & Pazzona, A. (2015). Energy use and management in dairy farms. In: Innovation technology to empower safety, health and welfare in agriculture and agro-food systems. International Conference. University of Sassari. Ragusa, Italy. 7 p.
- Pazmiño, C., & Romero, D. (2013). Diseño e implementación de un prototipo para monitoreo y control remoto mediante gprs, de tableros de medidores comerciales de la empresa eléctrica Riobamba S.A. Escuela Superior Politécnica del Ejército. Latacunga-Ecuador. 286 p.
- Percy, F., Gómez, J., Sousa, V., Ceballos, J., & Quispe, E. (2017). Recomendaciones sobre el uso de arrancadores suaves para ahorrar energía en motores asincrónicos con cargas parciales. Revista Espacios 38(51): 1-10.
- PREMAC. (2019). Secador de madera PREMAC. Obtenido de <https://www.premac.co/producto/hornos-para-secado-de-madera-hornos-para-secado-de-madera#anclaform>.
- Quitiaquez, J. (2017). Estrategias didácticas en la enseñanza – aprendizaje de instalaciones eléctricas básicas aplicadas a los alumnos de décimo de educación básica de la institución educativa Rey Sabio Salomón del sector La Comuna de Quito D.M en el año lectivo 2016-2017. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 134 p.
- Sánchez, A. (2018). Análisis térmico para evaluar eficiencia en un calderín pirotubular de 2 BHP del laboratorio de la carrera de ingeniería mecánica. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 104 p.
- Upton, J., Murphy, M., French, P., & Dillon, P. (2010). Dairy farm energy consumption. In: Dairying: Entering a decade of opportunity. Teagasc National Dairy Conference 2010. Teagasc, Agriculture and Food Development Authority. Ballymiscaw, United Kingdom. 87-97.
- WEG. (2015). SSW-07 y SSW-08. Obtenido de <https://www.agrosistemas.com.ec/images/agrosistemas/02-cliente/04-archivos/WEG-Arrancadores-Suaves-SSW07-CAT.pdf>.