

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

TEMA:

LÁMPARAS FLUORESCENTES DE TIPO ELECTRÓNICAS EN
EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.

AUTOR:

ARTEAGA GUALÁN GONZALO MIGUEL

TUTOR:

ING. ÁNGEL JOSÉ LOOR MARCILLO

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2015

Ing. Ángel José Loor Marcillo, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí campus Chone, en calidad de Tutor de Trabajo de Titulación,

CERTIFICO:

Que el presente TRABAJO DE TITULACIÓN con el tema: “LÁMPARAS FLUORESCENTES DE TIPO ELECTRÓNICAS EN EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BAJA TENSION”, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este Proyecto de Titulación son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel, siendo de su exclusiva responsabilidad

Chone, Noviembre del 2015

Ing. Ángel José Loor Marcillo

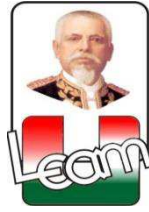
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, presentados en este Trabajo de Titulación, es exclusividad de su autor.

Chone, Noviembre del 2015

Arteaga Gualán Gonzalo Miguel
AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “Lámparas fluorescentes de tipo electrónicas en el ahorro de energía eléctrica de baja tensión”, elaborado por el egresado Arteaga Gualán Gonzalo Miguel de la Escuela de Ingeniería Eléctrica

Chone, Noviembre del 2015

.....
Ing. Cristian Mera Macías
DECANO

.....
Ing. Ángel José Loor Marcillo
TUTOR DE TITULACIÓN

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
SECRETARIA

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco.

A mi familia que gracias a sus palabras de aliento crecí como persona.

Gonzalo Miguel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los señores profesores por sus enseñanzas académicas impartidas ya que con esto logré fortalecer conocimiento y forjar ideas como profesional.

A mi tutor de titulación, Ing. José Loor Marcillo por su paciencia y motivación, quien con sus conocimientos y su experiencia ha logrado que pueda terminar mis estudios con éxito.

Pero sobre todas las cosas quiero agradecerle a mi familia.

Gonzalo Miguel

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
Página de título o portada	i
Página de aprobación del tutor	ii
Página de autoría de la titulación de tesis	iii
Página de aprobación del tribunal de grado	iv
Página de dedicatoria	v
Página de agradecimiento	vi
Índice general de los contenidos	vii
1. Introducción.	1
2. Planteamiento del problema.	3
2.1. Contexto.	3
2.1.1. Contexto Macro.	3
2.1.2. Contexto Meso.	4
2.1.3. Contexto Micro.	4
2.2. Formulación del problema.	5
2.3. Delimitación del problema.	5
2.4. Interrogantes de la investigación.	6
3. Justificación.	7
4. Objetivos.	8
4.1. Objetivo general.	8
4.2. Objetivos específicos.	8
CAPITULO I	9
5. Marco teórico.	9
5.1. Lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.	9
5.1.1. Características generales.	10
5.1.2. Lámpara fluorescente tubular.	12
5.1.3. Lámpara fluorescente compactas.	15
5.1.4. Funcionamiento de lámparas fluorescentes.	16
5.1.5. Ventajas y desventajas de las lámparas fluorescentes.	19
5.1.6. Mercado.	21

5.1.7. Uso de lámparas fluorescentes	22
5.2. Ahorro de energía eléctrica de baja tensión.	26
5.2.1. Importancia	28
5.2.2. Armónicos en la red eléctrica	29
5.2.3. Disturbios causados por armónicos de corriente y voltaje	31
5.2.4. Efecto en el conductor neutro	32
5.2.5. Armónicos en lámparas fluorescentes	33
5.2.6. Factor de potencia en el ahorro de electricidad	35
5.2.7. Uso masivo de lámparas fluorescentes en redes eléctricas	37
5.2.8. Ahorro de electricidad en las planillas	38
CAPITULO II	39
6. Hipótesis.	39
6.1. Variables.	39
CAPITULO III	40
7. Metodología.	40
7.1. Tipos de investigación.	40
7.2. Niveles de la investigación.	40
7.3. Métodos.	40
7.4. Técnicas de recolección de información.	41
7.4.1. Primarias.	41
7.4.2. Secundarias.	41
7.5. Población y Muestra.	41
7.5.1. Población.	41
7.5.2. Muestra.	42
8. Marco administrativo.	42
8.1. Recursos Humanos	42
8.2. Recursos Financieros	42
CAPITULO IV	43
9. Resultados obtenidos y análisis de datos	43
10. Comprobación de la hipótesis	53
CAPITULO V	55

11. Conclusiones.	55
12. Recomendaciones.	56
13. Bibliografía.	57
14. Webgrafía.	58
15. Anexos.	60

1. INTRODUCCIÓN.

En la segunda década del siglo XXI el uso masivo de las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas, impone nuevos estudios e investigaciones sobre los factores que influyen en la calidad de las mismas y en las particularidades de los análisis que se realizan con la información adquirida.

Una buena calidad de la energía se entiende como un bajo nivel de disturbios en la red, es decir con el mínimo de distorsiones armónicas, variaciones de voltaje, interrupciones, sobretensiones, tanto en el suministro como en la recepción o utilización.

Las lámparas fluorescentes de bajo consumo se presentan como una alternativa más eficiente desde el punto de vista energético, cuando se realiza una comparación directa del régimen de lúmenes por watt. Sin embargo, éstas se encuentran construidas a partir de dos componentes principales, un balastro electrónico y una lámpara fluorescente.

El principio de funcionamiento de los balastros utilizados en estos dispositivos se basa en la configuración denominada inversor resonante y autoexcitado, la cual se conecta a la red mediante un rectificador monofásico de puente completo. La consecuencia directa de la aplicación de esta configuración es un alto nivel de distorsión armónica total. Tales niveles de distorsión de armónica generados por el uso masivo de lámparas fluorescentes crean efectos nocivos sobre las redes eléctricas.

La utilización de lámparas fluorescentes representa un ahorro de 50 a 75 por ciento en el consumo de energía eléctrica, lo que permite bajar el costo en el recibo de luz. El rendimiento de las lámparas fluorescentes es mucho mayor, consumen menos energía eléctrica y el calor que disipan al medio ambiente es prácticamente despreciable en comparación con el que disipan las lámparas incandescentes.

El Capítulo I: consta el marco teórico, en el cual se desarrollan conceptos de lámparas fluorescentes, características generales, lámpara fluorescente tubular y compacta, funcionamiento, ventajas y desventajas, mercado y el uso de estas lámparas; también se detalla el ahorro de energía eléctrica, importancia ,armónicos en la red eléctrica, disturbios causados por armónicos de corriente y voltaje, efecto en el conductor neutro, armónicos en lámparas fluorescentes, factor de potencia en el ahorro de electricidad, uso masivo de lámparas fluorescentes en redes eléctricas y el ahorro de electricidad en las planillas.

En el Capítulo II: se especifica la hipótesis planteada con sus respectivas variables.

En el Capítulo III: se define los tipos de investigación, el nivel de investigación, los métodos analítico - sintético, estadístico, bibliográfico y estadístico; las técnicas primarias y secundaria, se puntualiza la población y la muestra seleccionada; además en el marco administrativo, se precisa los recursos humanos y financieros.

En el Capítulo IV: se describe el análisis e interpretación de los resultados de la situación actual de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, mediante encuestas realizadas a los Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la institución educativa; además se realizó la Comprobación de la Hipótesis.

En el Capítulo V: se elaboran las Conclusiones y Recomendaciones a las que ha llegado el investigador con el desarrollo de la investigación.

Finalmente, se aspira a que el presente trabajo de titulación constituya un verdadero aporte para todas aquellas personas inmersas en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. CONTEXTOS.

2.1.1. Contexto Macro.- Las lámparas de bajo consumo se han convertido en los últimos años en el símbolo del paradigma de la eficiencia energética. Muchos países han adoptado este paradigma como el eje principal de sus campañas de concientización, implementando planes de reemplazo masivo o bien leyes que impulsan el uso de las lámparas fluorescentes.

Venezuela, sustituyó 53 millones de lámparas incandescentes por fluorescentes en más de 95% de los hogares y en todos los edificios del gobierno. La tendencia mundial indica que en los próximos años el mercado de las fluorescentes compactas va experimentar una demanda aún mayor a la actual.

Sin embargo, existen indicadores que presentan a estas como una solución poco segura, debido al impulso que ha tenido su consumo, se suma a estas cargas anómalas la constituida por las lámparas de bajo consumo que a pesar de consumir individualmente una potencia reducida, en conjunto constituye una demanda no despreciable.¹

Las lámparas fluorescentes introducen una gran cantidad de armónicos en la red y no se puede establecer un criterio general para prever el contenido armónico de los mismos. En la interacción de armónicos de lámparas fluorescentes con los que pueden estar presentes de la red debido a otras cargas, intervienen la magnitud de los mismos y su ángulo de desfasaje. Esta interacción puede dar lugar a que ciertos armónicos se reduzcan, o que se refuercen. De cualquier forma el aporte de armónicos por parte de las lámparas puede llegar a ser importante si se llegan a usar en forma intensiva.

¹ http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2011/pb2011_015.pdf

2.1.2. Contexto Meso.- A nivel nacional el gobierno del Ecuador realizó la entrega de focos ahorradores de manera gratuita, la segunda campaña se la denomina: “Cámbiate a focos ahorradores”, lo que busca el gobierno es fomentar el ahorro de energía en los hogares con la finalidad de generar el ahorro que va en beneficio de reducir los gastos de mantenimiento de los hogares.²

En contrapartida, el uso masivo de estas lámparas introduce en las redes eléctricas de baja tensión elevadas corrientes armónicas con lo cual la distorsión armónica total de la onda de corriente se ve notablemente incrementada debido a la cantidad de lámparas compactas empleadas simultáneamente, llegando a superar los valores admisibles originándose el deterioro de la calidad de servicio antes mencionado.

En gran parte de las diferentes provincias del Ecuador, ya se analizan las pérdidas provocadas por el efecto que trae el uso masivo de las lámparas fluorescentes, afectando las redes eléctricas de baja tensión por efectos de los armónicos y el cambio en el factor de potencia.

2.1.3. Contexto Micro.- En el cantón Chone la utilización simultánea de lámparas fluorescentes introduce cargas no lineales con distorsiones de armónicos en el sistema eléctrico de instituciones, residencias y comerciales debido al empleo de equipos electrónicos. En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí el uso masivo de lámparas ahorradoras en el sistema de iluminación genera cargas no lineales que no garantizan el correcto funcionamiento de las redes eléctricas de baja tensión.

La calidad del suministro eléctrico se ve afectada por el uso masivo de lámparas fluorescentes en las instalaciones de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por la elevada introducción de armónicos que estas producen en las redes eléctricas de baja tensión al distorsionar los valores permitidos de onda sinusoidal, por lo que se debe tomar precauciones para tener un servicio confiable, eficiente y continuo.

² <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/309036-inicia-campana-de-focos-ahorradores/>

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo las ventajas de las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas incidirán en el ahorro de energía eléctrica de baja tensión en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone en el segundo semestre del 2015?

2.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

2.3.1. CAMPO: Eléctrico.

2.3.2. ÁREA: Electrónica de potencia.

2.3.3. ASPECTOS.

- a) Lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.
- b) Ahorro de energía eléctrica de baja tensión.

2.3.4. PROBLEMA.

El uso masivo de lámparas incandescentes.

2.3.5. DELIMITACIÓN ESPACIAL.

Esta investigación se realizó en los predios de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

2.3.6. DELIMITACIÓN TEMPORAL.

El desarrollo de este proyecto se ejecutó en el segundo semestre del 2015.

2.4. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.

- a) ¿Cuáles son los componentes principales de las lámparas fluorescentes de tipo electrónica?
- b) ¿Qué cantidad de distorsión de armónicos afectan a la red eléctrica?
- c) ¿Cuál es la variación de voltaje en las redes eléctricas de baja tensión?
- d) ¿Cuál es el desfase de corriente en el neutro de la red eléctrica de baja tensión?
- e) ¿Cómo prevenir elevados niveles de distorsión de armónicos por el uso masivo de lámparas fluorescentes ahorradoras de electricidad?

3. JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo de investigación es **importante**, porque está destinado a la investigación del comportamiento de la calidad de la energía, que se ve afectada por la intervención en el sistema eléctrico de corrientes armónicas, producto de la inserción de lámparas fluorescentes en las instalaciones eléctricas.

Este problema es de mucho **interés** ya que nos permite conocer las principales causas y efecto del uso masivo de lámparas fluorescente ahorradoras en las redes eléctricas de baja tensión y de esta manera ayudar al mejoramiento del servicio eléctrico local, provincial y nacional.

Este trabajo es **original** y **novedoso** considerando que no existe en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, una investigación que involucre el “Estudio de los efectos que ocasionan las Lámparas Fluorescentes Ahorradoras en las redes eléctricas de baja tensión y se logrará determinar los fenómenos que se producen en el sistema eléctrico, que provocan anomalías en las redes eléctricas de baja tensión al usar masivamente lámparas fluorescentes ahorradoras.

Este proyecto es **factible** ya que la investigación será realizada por el egresado de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, el mismo que cuentan con los conocimientos y recursos necesarios para su ejecución.

La investigación responderá a la **Misión** de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, porque los resultados que se obtengan serán de gran aporte académico, además, es concluyente con la **Visión** de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, ya que promueve el desarrollo sustentable mediante el aporte del conocimiento del autor y así mejorar la calidad de energía eléctrica.

4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVO GENERAL.

Describir las ventajas de las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas en el ahorro de energía eléctrica de baja tensión en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, durante el segundo semestre del 2015.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Definir los componentes principales de las lámparas fluorescentes de tipo electrónica.
- Establecer la cantidad de distorsión de armónicos que afecta a la red eléctrica.
- Identificar la variación de voltaje en las redes eléctricas de baja tensión.
- Determinar el desfase de corriente en el neutro de la red eléctrica de baja tensión.
- Diagnosticar métodos para prevenir elevados niveles de distorsión de armónicos por el uso masivo de lámparas fluorescentes de tipo electrónica.

CAPITULO I

5. MARCO TEÓRICO

5.1. LÁMPARAS FLUORESCENTES DE TIPO ELECTRÓNICAS

El fenómeno de la fluorescencia se conocía incluso mucho antes de existir las bombillas incandescentes. En 1675 Jean Picard y posteriormente en 1700 Johann Bernoulli, observaron que al agitar el mercurio se producía luz. En 1850 Heinrich Geissler, creó el “tubo Geissler”, capaz de emitir luz cuando se hacía pasar una descarga eléctrica a través de dicho tubo relleno con un gas noble.

Daniel McFarlan Moore, en 1891 comenzó a realizar experimentos con tubos de descarga eléctrica. En 1904, empleando un tubo Geissler relleno con gas nitrógeno, logró obtener luz amarilla y si el mismo tubo lo llenaba con bióxido de carbono, obtenía entonces una luz rosácea, con un espectro muy similar al de la luz solar.

En realidad las lámparas de Moore no tuvieron aceptación en aquel momento debido a que eran difíciles de instalar, reparar y darles mantenimiento. En 1927 Friedirch Meyer, Hans Spanner y Edmund Germer patentaron la lámpara fluorescente, pero hasta 1934 no se comenzaron a desarrollar de forma industrial. Las conocidas lámparas de tubos blancos rectos y encendidos por precalentamiento, se mostraron por primera vez al público en la Feria Mundial de New York, en el año 1939.³

Hace ya varios años las lámparas fluorescentes por precalentamiento comenzaron a ser sustituidas por otras de tecnologías más avanzadas, aunque existen todavía en el mundo millones de lugares donde aún se utilizan las más primitivas, es decir, con su tecnología original.

³ http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_fluorescentes/af_fluorescentes_6.htm

Desde su introducción en el mercado a finales de los años 30 del siglo XX, las lámparas fluorescentes fueron ganando rápidamente el favor del público por la luz uniforme sin deslumbramiento que brindan, la ausencia de sombras duras, su bajo consumo eléctrico y la variedad de colores disponibles.

Entre las lámparas fluorescentes de tecnología más reciente se encuentran las del tipo CFL (Compact Fluorescent Lamp - Lámpara Fluorescente Compacta), conocidas también como lámparas económicas o ahorradoras, con una luz y tamaño similar al de las lámparas incandescentes, pero con las mismas ventajas que brinda un tubo de luz fluorescente de mayor tamaño.

5.1.1. Características generales.- Es un dispositivo electrónico, se basa en la conducción en los gases. Consiste en un tubo largo, recto o circular, que contiene una gota de mercurio y una pequeña cantidad de gas argón con electrodos encerrados en cada extremo. Ambos electrodos están contruidos de modo que pueden funcionar como cátodo (emisores de electrones en el interior del recinto).

La lámpara tipo electrónica conducirá, pues, en ambos sentidos, y permitirá el paso de corriente alterna. La superficie interior del tubo está revestida con una sustancia química fluorescente. Las lámparas fluorescentes pueden construirse con cátodos calientes o fríos.

Los cátodos calientes se construyen con filamentos de tungsteno revestidos, arrollados en forma de bobina. Los cátodos fríos están fabricados con hierro, moldeado en forma de dedal a fin de proporcionar una gran superficie emisora, exigen una mayor caída de tensión a través de la lámpara para la producción de la emisión. Las lámparas con cátodos fríos no tendrán consecuentemente tan alto rendimiento, es decir, proporcionan menos lúmenes por vatio.⁴

⁴ <https://books.google.com.ec/books?id=B6wkkobjpPoQC&pg=SA9-PA393&lpg=SA9-PA393&dq=lamparas+fluorescentes>

Sin embargo, a causa de su inherente larga duración, las lámparas de cátodo frío son ventajosas para formas y modelos especiales y para aplicaciones en las que es difícil sustituir la lámpara. La mayoría de lámparas de aplicación general funcionan con cátodos calientes.

Algunas de las lámparas de aplicación general se ponen en marcha con cátodos fríos por aplicación de una tensión suficientemente elevada para producir la emisión por campo eléctrico. Sin embargo, después que la lámpara ha conducido durante únicamente una fracción de segundo, el arco incidente calentará algunos puntos del cátodo hasta que alcancen la temperatura del rojo vivo. El cátodo produce entonces emisión termoiónica, y la lámpara continúa funcionando con cátodo caliente.

Las lámparas fluorescentes ahorradoras es de las más utilizadas en los sistemas de iluminación. Parecida a la lámpara incandescente, en la fluorescente se encuentran diferentes tamaños, tipos, potencias, formas, colores, voltajes de alimentación y diseños de aplicación específica. La más común es la de precalentamiento, que es un tipo de cátodo de calentamiento.

Aunque las lámparas fluorescentes en el 2015 están disponibles en varios modelos mencionaremos los principales:

- a)** La lámpara lineal (tubo recto)
- b)** Las lámparas compactas
- c)** Las lámparas tipo U y circulares

Otras características a tener presente en las lámparas fluorescentes son las siguientes:

- Se pueden elegir entre diferentes clases de luz y se construyen de varias formas y tamaños. Hay de un pin y de 2 pines.
- Debido a la inclusión de una nueva mezcla de gases en su interior y a los polvos fluorescentes que la recubren, se consigue la misma cantidad de luz que las

lámparas convencionales, logrando con esto ahorrar hasta un 23% en el consumo de energía.

- Estas lámparas conectándolas con balastos electrónicos se consigue un incremento en el ahorro de energía hasta de 37% durante su operación, sin sacrificio del nivel de iluminación.⁵
- Precio de venta al público un poco mayor que el de una lámpara incandescente de igual potencia, pero que se compensa después con el ahorro que se obtiene por menor consumo eléctrico y por un tiempo de vida útil más prolongado.

5.1.2. Lámpara fluorescente tubular.- La lámpara fluorescente es una lámpara de descarga en vapor de mercurio de baja presión, en la cual la luz se produce predominantemente mediante polvos fluorescentes activados por la energía ultravioleta de la descarga.

Son fuentes luminosas originadas como consecuencia de una descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, en las que la luz se genera por el fenómeno de la fluorescencia. Este fenómeno consiste en que determinadas sustancias luminiscentes, al ser excitadas por la radiación ultravioleta invisible del vapor de mercurio a baja presión, transforma esta radiación en otra radiación visible.

La lámpara, generalmente con ampolla tubular larga con un electrodo sellado en cada terminal, contiene vapor de mercurio a baja presión con una pequeña cantidad de gas inerte para el arranque y la regulación del arco. La superficie interna de la ampolla está cubierta por una sustancia luminiscente (polvo fluorescente o fósforo) cuya composición determina la cantidad de luz emitida y la temperatura de color de la lámpara. Las lámparas fluorescentes tubulares están compuestas por:

⁵ http://www.construmatica.com/construpedia/L%C3%A1mpara_Fluorescente

- a) Ampolla:** La ampolla de una lámpara fluorescente normal está hecha de vidrio cal-soda suavizado con óxido de hierro para controlar la transmisión ultravioleta de onda corta.
- b) Revestimiento fluorescente:** El factor más importante para determinar las características de la luz de una lámpara fluorescente es el tipo y composición del polvo fluorescente (o fósforo) utilizado. Éste fija la temperatura (y como consecuencia la apariencia de color), el índice de reproducción del color (IRC) y en gran parte, la eficiencia lumínica de la lámpara. Tres grupos de fósforos se utilizan para producir las diferentes series de lámparas con diferentes calidades de color (fósforos standard, tri-fósforos y multi-fósforos).
- c) Electrodo:** Los electrodos de la lámpara, que poseen una capa de material emisor adecuado, sirven para conducir la energía eléctrica a la lámpara y proporciona los electrones necesarios para mantener la descarga. La mayoría de los tubos fluorescentes poseen electrodos que se precalientan mediante una corriente eléctrica justo antes del encendido (se llaman lámparas de electrodos precalentamiento siendo iniciado este precalentado por un arrancador independiente).
- d) Gas de relleno:** El gas de relleno de una lámpara fluorescente ahorradora consiste en una mezcla de vapor de mercurio saturado y un gas inerte amortiguador (argón y kriptón). Bajo condiciones operativas normales, el mercurio se encuentra en el tubo de descarga tanto en forma líquida como de vapor.
- e) Casquillos:** La mayoría de los tubos fluorescentes rectos poseen en cada uno de sus extremos un casquillo con dos patillas o pines de contactos eléctricos externos, conectadas interiormente con los filamentos de caldeo o de precalentamiento. Estos filamentos están fabricados con metal de tungsteno, conocido también por el nombre químico de wolframio (W), recubiertos de

calcio (Ca) y magnesio (Mg) y su función principal en los tubos de las lámparas fluorescentes es calentar previamente el gas argón que contiene en su interior para que se puedan encender.

- f) Cebador:** Las lámparas fluorescentes por precalentamiento utilizan un pequeño dispositivo durante el proceso inicial de encendido llamado cebador o encendedor térmico (starter). Este dispositivo se compone de una lámina bimetálica encerrada en una cápsula de cristal rellena de gas neón (Ne).

Esta lámina tiene la propiedad de curvarse al recibir el calor del gas neón cuando se encuentra encendido con el objetivo de cerrar un contacto que permite el paso de la corriente eléctrica a través del circuito en derivación donde se encuentra conectado el cebador.

Otra variante de lámpara fluorescente es la de encendido rápido, que no requiere cebador, pues los electrodos situados en los extremos del tubo se mantienen siempre calientes. Otras lámparas poseen encendido instantáneo y tampoco utilizan cebador. Este tipo de lámpara carece de filamentos y se enciende cuando se le aplica directamente a los electrodos una tensión o voltaje mucho más elevado que el empleado para el resto de las lámparas fluorescentes.

Por otra parte, en la actualidad la mayoría de las lámparas fluorescentes de tecnología más moderna sustituyen el antiguo cebador por un dispositivo de encendido rápido, mucho más eficiente que todos los demás sistemas desarrollados anteriormente, conocido como balasto electrónico.

- g) Balastro:** Desde el punto de vista de la operación de estas lámparas fluorescentes, la función del balasto es generar el arco eléctrico que requiere el tubo fluorescente durante el proceso de encendido y poder mantenerlo posteriormente, limitando también la intensidad de corriente que fluye por el circuito del tubo.

De acuerdo con la forma de encendido de cada lámpara, así será el tipo de balasto que utilice. Las formas de encendido más generalizadas en los tubos de lámparas fluorescentes más comunes son los siguientes:

- Por precalentamiento (El sistema más antiguo)
- Rápido
- Instantáneo
- Electrónico (El sistema más moderno)⁶

5.1.3. Lámparas fluorescentes compactas.- Las lámparas compactas fluorescentes o LFC son un tipo de lámparas que utilizan la tecnología que tradicionalmente usaban los tubos fluorescentes, pero con dos diferencias importantes que hacen la mejora que permitió la popularización de su uso.

En primer lugar, las LFC adaptaron su conexión replicando los casquillos que se utilizan en las lámparas incandescentes, que son los que responden a la llamada rosca Edison normal (E27) o pequeña (E14) y en segundo lugar, fue el reemplazo de los balastos magnéticos o cebadores (transformadores usados para su encendido) por otros electrónicos. Esto fue lo que permitió la eliminación del parpadeo y el encendido retardado que, anteriormente, presentaban los tubos fluorescentes.

Normalmente, están conformados por tres partes: el tubo fluorescente, el balastro electrónico y el casquillo.

a) El tubo: Tiene alrededor de 6mm de diámetro y puede estar doblado en forma de “U” invertida o en forma de espiral. Su longitud depende de la potencia en watts que tenga la lámpara. A ambos extremos de la lámpara, hay dos filamentos de tungsteno cuyo objetivo es calentar los gases inertes que están dentro del tubo, como el argón. Junto con los gases inertes, el tubo también contiene vapor de

⁶ http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_fluorescentes/af_fluorescentes_2.htm

mercurio. Mientras que las paredes del tubo se encuentran recubiertas por dentro con una delgada capa de fósforo.

- b) Balastro electrónico:** Es el que permite que el encendido de la lámpara sea instantáneo, aunque su potencial lumínico total será adquirido unos segundos después de haber sido activada. Se encuentra en la base de la lámpara, entre el tubo fluorescente y la rosca metálica, y no es visible porque está en su interior.

El balastro es el que suministra la tensión o voltaje necesario para encender el tubo de la lámpara y regular, posteriormente, la intensidad de corriente que circula por dentro del propio tubo después de encendido. Esta tecnología, sin embargo, es uno de los dos adelantos que le permitieron a la LFC dar el salto a la masividad.

- c) Base:** La base de la lámpara ahorradora CFL se compone de un receptáculo de material plástico, en cuyo interior hueco se aloja el balastro electrónico. Unido a la base se encuentra un casquillo con rosca normal E-27 (conocida también como rosca Edison), la misma que utilizan la mayoría de las lámparas incandescentes.

Se pueden encontrar también lámparas CFL con rosca E-14 de menor diámetro (conocida como rosca candelabro). No obstante, existen variantes con otros tipos de conectores, de presión o bayoneta, en lugar de casquillos con rosca, que funcionan con un balastro electrónico externo, que no forma parte del cuerpo la lámpara.⁷

5.1.4. Funcionamiento de lámparas fluorescentes.- El funcionamiento de lámparas fluorescentes comunes es el mismo que el de las lámparas fluorescentes compactas, excepto que las lámparas fluorescentes compactas son mucho más pequeña y manuable.

⁷ <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4802/1/CD-4393.pdf>

- a) Cuando activamos el interruptor de una lámpara de luz fluorescente que se encuentra conectada a la red doméstica de corriente alterna, los electrones comienzan a fluir por todo el circuito eléctrico, incluyendo el circuito en derivación donde se encuentra conectado el cebador (*estárter*).
- b) El flujo de electrones de la corriente eléctrica al llegar al cebador produce un arco o chispa entre los dos electrodos situados en su interior, lo que provoca que el gas neón (Ne) contenido también dentro de la cápsula de cristal se encienda. El calor que produce el gas neón encendido hace que la plaquita bimetálica que forma parte de uno de los dos electrodos del cebador se curve y cierre un contacto eléctrico dispuesto entre ambos electrodos.
- c) Cuando el contacto del cebador está cerrado se establece el flujo de corriente eléctrica necesario para que los filamentos se enciendan, a la vez que se apaga el gas neón.
- d) Los filamentos de tungsteno encendidos provocan la emisión de electrones por caldeo o calentamiento y la ionización del gas argón (Ar) contenido dentro del tubo. Esto crea las condiciones previas para que, posteriormente, se establezca un puente de plasma conductor de la corriente eléctrica por el interior del tubo, entre un filamento y otro.
- e) La plaquita bimetálica del cebador, al dejar de recibir el calor que le proporcionaba el gas neón encendido, se enfría y abre el contacto dispuesto entre los dos electrodos. De esa forma el flujo de corriente a través del circuito en derivación se interrumpe, provocando dos acciones simultáneas:
- Los filamentos de la lámpara se apagan cuando deja de pasar la corriente eléctrica por el circuito en derivación.
 - El campo electromagnético que crea en el enrollado del balasto la corriente eléctrica que también fluye por el circuito donde éste se encuentra conectado, se interrumpe bruscamente. Esto provoca que en el propio enrollado se genere

una fuerza contra electromotriz, cuya energía se descarga dentro del tubo de la lámpara, en forma de arco eléctrico. Este arco salta desde un extremo a otro del tubo valiéndose de los filamentos, que una vez apagados se convierten en electrodos de la lámpara.

- f) Bajo estas nuevas condiciones, la corriente de electrones, que en un inicio fluía a través del circuito en derivación de la lámpara donde se encuentra conectado el cebador, comienza hacerlo ahora atravesando interiormente el tubo de un extremo a otro, valiéndose de los dos electrodos.
- g) La fuerte corriente que fluye por dentro del tubo provoca que los electrones comiencen a chocar con los átomos del gas argón, aumentando la cantidad de iones y de electrones libres. Como resultado se crea un puente de plasma, es decir, un gas compuesto por una gran cantidad de iones y de electrones libres, que permite que estos se muevan de un extremo a otro del tubo.
- h) Esos electrones libres comienzan a chocar con una parte de los átomos de mercurio (Hg) contenidos también dentro del tubo, que han pasado del estado líquido al gaseoso debido a la energía que liberan dichos electrones dentro del tubo. Los choques de los electrones libres contra los átomos de mercurio excitan a sus electrones haciendo que liberen fotones de luz ultravioleta.
- i) Los fotones de luz ultravioleta, invisible para el ojo humano, impactan a continuación contra la capa de fósforo (P) que recubre la pared interior del tubo fluorescente. El impacto excita los electrones de los átomos fósforo (P), los que emiten, a su vez, fotones de luz visible, que hacen que el tubo se ilumine con una luz fluorescente blanca.
- j) El impacto de los electrones que se mueven por el puente de plasma contra los dos electrodos situados dentro del tubo, hace que estos se mantengan calientes (a pesar de que los filamentos se encuentran ya apagados). Mantener caliente esos dos electrodos se hace necesario para que la emisión de electrones continúe

y el puente de plasma no se extinga. De esa forma, tanto el ciclo de excitación de los átomos de vapor de mercurio como el de los átomos de fósforo dentro del tubo continúa, hasta tanto activemos de nuevo el interruptor que apaga la lámpara y deje de circular la corriente eléctrica por el circuito.⁸

5.1.5. Ventajas y desventajas de las lámparas fluorescentes.- Aunque las vemos constantemente por todos lados, muchas veces ignoramos las ventajas y desventajas de este tipo de luces. Las lámparas fluorescentes se han convertido en el tipo de luz más utilizado en oficinas, comercios, viviendas, etc. al existir un ahorro de energía eléctrica en comparación con las lámparas incandescentes. Veamos cuáles son las ventajas y desventajas de esta elección.

a) Ventajas de la lámpara fluorescente.- Entre las principales ventajas de la luz fluorescente se encuentran:

- Principalmente una persona lo que siempre buscará en cualquier tipo de lámpara es el mayor ahorro de energía posible. Las lámparas fluorescentes son excelentes en este aspecto dado que ellas no necesitan de demasiada potencia para iluminar un espacio.
- Calentamiento reducido. Las lámparas fluorescentes no malgastan energía en calor, si tocamos los focos, notaremos que son frías al tacto, por tanto también estaremos contribuyendo al ahorro energético.
- Una de las ventajas más importantes es que se obtienen de diferentes tonalidades y se adecuan al lugar que queremos iluminar, produciendo que la visión distinga los colores tales y como son realmente lo que quiere decir que siempre tendremos una mejor respuesta en cuanto a color.
- Aportan una gran luminosidad con menos vatios que en otros tipos de luz llegando a emitir entre 4 y 6 veces más que una lámpara incandescente de la misma potencia.

⁸ http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_fluorescentes/af_fluorescentes_4.htm

- Un consumo de corriente eléctrica que puede ser hasta tres veces menor que la de una lámpara incandescente.
- Si nos ponemos a comparar con una lámpara incandescente tradicional las lámparas fluorescentes tienen una vida duradera mucho mayor que cualquier bombilla llegando a tener aproximadamente una vida de 7500 horas en condiciones normales.
- Son muy versátiles y se pueden utilizar en cualquier lugar donde se utilicen bombillas incandescentes. Se construyen de varias formas y tamaños. Hay de un pin y de 2 pines.⁹
- El consumo de las lámparas fluorescente siempre suele ser menos que cualquier otro foco llegando a ser tres veces menos que las lámparas incandescentes. Proporciona siempre una luz uniforme en todo el espacio, sin tener problemas con los destellos deslumbrantes como otros tipos de bombillas, gracias a que la iluminación que produce es nítida y mayor.¹⁰
- Al utilizar menos energía, las lámparas fluorescentes compactas ayudan a disminuir las emisiones de CO₂, solo 1 bombilla puede reducir media tonelada de CO₂ durante su vida útil.

b) Desventajas de la lámpara fluorescente.- Sin embargo si de desventajas se tratan se puede pensar que las lámparas fluorescentes no son buenas para:

- Quizás esta sea la mayor desventaja conocida por todos. Siempre nos gusta encender la luz y que se propague rápidamente, sin embargo las lámparas fluorescentes cuentan con la desventaja de tardar en su encendido, ya que encienden por completo cuando se le entrega toda la potencia lumínica.
- Tienen alto costo inicial en comparación con las incandescentes.
- Su factor de potencia es menor que la unidad en comparación con las lámparas incandescente.

⁹ <http://800energia.blogspot.com/2011/01/ventajas-de-la-lampara-fluorescente.html>

¹⁰ <http://decoracioninteriores.net/ventajas-y-desventajas-de-las-lamparas-fluorescentes/>

- Con el paso del tiempo y el consumo de horas en funcionamiento, como toda lámpara empieza a perder intensidad y comienza a producir un parpadeo que resulta molesto, y puede llegar a causar dolores de cabeza por interrupción en la visión. Esto no se debe a un mal funcionamiento del circuito eléctrico, y mucho menos de una mala fabricación del artefacto, sino que a las luces fluorescentes se les produce un desgaste en el material producto de la corriente eléctrica alterna.
- Mayor sensibilidad a altas y bajas de temperatura, estos cambios en el clima pueden causar bajos niveles de luz, en ambientes de alta humedad se puede requerir de medios de protección especiales.
- Se debe tener mucho cuidado al momento de utilizar este tipo de lámpara, puesto que las lámparas fluorescentes no son buenas amigas de los encendidos y apagados frecuentes. Al hacerlo, la vida útil empieza a consumirse fácilmente de forma considerable. Por tanto a la hora de utilizar una de ellas, se debe tener muy en cuenta para qué tipo de espacio será utilizada. No es aconsejable por ejemplo, en un dormitorio.
- Tal vez lo más alarmante es la presencia de mercurio en las lámparas, ya que el mercurio es un metal tóxico, por lo que se deben tener cuidados especiales al momento de desechar la bombilla.¹¹

5.1.6. Mercado.- Presentadas mundialmente a principios de los años ochenta, las ventas de las lámparas fluorescentes se han incrementado constantemente debido a las mejoras en su funcionamiento y la reducción de sus precios. El más importante avance en la tecnología de las lámparas fluorescentes (incluidas las lámparas fluorescentes compactas) ha sido el reemplazo de los balastos magnéticos o cebadores (transformadores usados para su encendido) por los electrónicos. Este reemplazo ha permitido la eliminación del efecto de "parpadeo" y del lento encendido tradicionalmente asociados a la iluminación fluorescente, así como un importante ahorro de peso de la propia lámpara.

¹¹ <http://decoracioninteriores.net/ventajas-y-desventajas-de-las-lamparas-fluorescentes/>

Las lámparas compactas fluorescentes utilizan un 80% menos de energía que las tradicionales lámparas incandescentes (debido principalmente a que producen mucho menos calor) y pueden durar hasta 12 veces más, ahorrando así dinero en la factura eléctrica.

El mercado de LFC se ha impulsado por la producción de lámparas que pueden ser integradas o no. Las primeras contienen un tubo, un balasto electrónico y un borne atornillable en un portalámparas corriente, lo que permite que sean sustituidas fácilmente. Las lámparas no integradas permiten el reemplazo del tubo y el uso prolongado del balasto, pues el balastro electrónico tiene mayor duración que el tubo y puede ser más caro.

Cada vez que un particular instala una bombilla de bajo consumo se ahorra la emisión de 20 kg de CO₂ a la atmósfera al año. Se estima que la sustitución de las bombillas incandescentes en la Unión Europea ahorraría al menos 20 millones de toneladas de CO₂ al año, lo que equivaldría a cerrar varias centrales que utilizan energía contaminante. ¹²

5.1.7. Uso de lámparas fluorescentes.- En general este tipo de lámparas se utilizan donde se requieran alumbrados generales y se busque un ahorro de energía durante su operación. Teniendo en cuenta que la mejor manera de aprovechar este tipo de lámparas es usándolas en lugares puntuales. Es beneficioso situarlas en los lugares de iluminación del hogar con mayor tiempo de encendido.¹³ Las constantes investigaciones sobre nuevas fuentes de luz artificial persiguen dos objetivos fundamentales: incrementar el rendimiento luminoso e igualar el color de la luz artificial a la luz natural.

El cambio de lamparitas tradicionales (incandescentes) a luces fluorescentes es un cambio efectivo y simple que cualquiera podría hacer. Este cambio reduce el gasto

¹² <http://es.slideshare.net/jaimecp/lmpara-incandescente>

¹³ <http://www.bombillasbajoconsumo.com>

de electricidad en los hogares y la emisión de gases de efecto invernadero. La iluminación representa un 20% promedio de los gastos en energía de los hogares. Se calcula que el gasto de energía para la iluminación de hogares se reduce en hasta un 75% en energía eléctrica cuando se cambian las lamparitas tradicionales (incandescentes), son más caras pero duran cerca de 10 veces más lo que es costo efectivo, y proporcionan un rápido retorno a la inversión.

Si cada hogar reemplazara solo una lamparita tradicional por una fluorescente, en un año se ahorraría energía suficiente para iluminar 3 millones de hogares. Esto podría prevenir la emisión de gases de efecto invernadero en un monto equivalente al producido por el uso de 800.000 autos.

En la actualidad las lámparas fluorescentes se han convertido en el medio de iluminación de uso más generalizado en comercios, oficinas, sitios públicos, viviendas, etc. Emiten luz clara y desarrollan más lúmenes por watt con menor consumo de energía eléctrica sin generar calor.

La tecnología más antigua conocida en las lámparas fluorescentes es la del encendido por precalentamiento. De ese tipo de lámpara aún quedan millones funcionando en todo el mundo a pesar del avance tecnológico que han experimentado en estos últimos años y las nuevas variantes que se han desarrollado. Sin embargo, su principio de funcionamiento no ha variado mucho desde 1938 cuando se introdujeron las primeras en el mercado.

a) Consejos para sacar partido a las fluorescentes compactas

- A la hora de insertarla en el casquillo, sujeta la lámpara por la parte plástica blanca inferior, sin tocar el tubo de cristal.
- No enciendas y apagues interruptores constantemente. Las LFC logran los mayores ahorros cuando están encendidas durante 15 minutos o más...
- Deja que corra el aire a su alrededor. Estas lámparas son muy sensibles a las temperaturas extremas, por lo que rinden mejor en luminarias abiertas.

- Protege las lámparas fluorescentes compactas de los elementos atmosféricos si están en el exterior. Comprueba que grado de frío pueden soportar en el embalaje cuando las compres.
- La presencia de mercurio hace necesario extremar las precauciones si la lámpara se rompe o al deshacerse de ella: importante llevarla a un contenedor de reciclaje específico.
- ¡Ojo a los sistemas domóticos! Muchas células fotoeléctricas, sensores de movimiento, temporizadores, etc. no están diseñados para funcionar con este tipo de lámparas. Mejor comprobar si son compatibles con el fabricante o en la tienda antes de comprar.¹⁴

b) Campo de aplicación.- Las constantes investigaciones sobre nuevas fuentes de luz artificial persiguen dos objetivos fundamentales: incrementar el rendimiento luminoso e igualar el color de la luz artificial a la luz natural. Las lámparas fluorescentes ahorradoras de energía eléctrica son producto de este desarrollo tecnológico en el renglón de la iluminación y son ideales para aplicarse en:

- Escuelas
- Edificios de oficinas
- Industrias
- Hospitales
- Centro comerciales
- Laboratorios Pasillos de circulación

Y en general donde se requiera de alumbrados generales y se busque el ahorro de energía durante su operación.

c) Vida Útil.- Los ciclos de encendido y apagado de los focos ahorradores afectan la duración de su vida útil, de manera que las bombillas sometidas a frecuentes encendidos pueden envejecer antes de lo que marca su duración teórica, reduciendo por tanto el ahorro económico y energético.

¹⁴ <http://www.decoestilo.com/articulo/ventajas-de-usar-lamparas-fluorescentes-compactas/>

El encendido y apagado más frecuente no aumenta su consumo sino que disminuye su vida útil, por eso es más conveniente colocarlas en lugares en donde están encendidas durante tiempos más prolongados. La contribución de focos ahorradores de energía contribuye a la protección del ambiente, consume un 80 % menos energía y duran más que los focos incandescentes convencionales.

La vida útil de una lámpara fluorescente se reduce o termina por los siguientes motivos:

- Desgaste de la sustancia emisora que recubre el filamento de tungsteno compuesta de calcio (Ca) y magnesio (Mg).
- Pérdida de la eficacia de los polvos fluorescentes que recubren el interior del tubo.
- Ennegrecimiento del tubo en sus extremos.
- Excesivo número de veces que se enciende y apaga de forma habitual la lámpara en períodos cortos de tiempo.¹⁵
- Aportan más luminosidad con menos watt de consumo.
- Tienen bajo consumo de corriente eléctrica.
- Poseen una vida útil prolongada (entre 5 mil y 7 mil horas).
- Tienen poca pérdida de energía en forma de calor.¹⁶

En tanto, su vida útil puede llegar a su fin en forma repentina (no funciona más de golpe) o ir “apagándose” de a poco, perdiendo progresivamente su capacidad de luminosidad.

¹⁵ <http://www.cooperativacalf.com.ar/uso-racional-de-la-energia-electrica-lamparas-fluorescentes/>

5.2. AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.

El sistema eléctrico de una nación está constituido por un conjunto de subsistemas que funcionan a distintos niveles de tensión y que tienen como finalidad asegurar el suministro de energía eléctrica a todos los usuarios con las menores pérdidas y la mayor calidad posibles aprovechando la energía en su totalidad.

El transporte de grandes potencias desde donde se genera la energía hasta donde se consume se realiza a altas tensiones para reducir las pérdidas. Esas tensiones se van reduciendo al acercarse a los puntos de consumo para evitar los riesgos que presentan.

Las partes del Sistema Eléctrico de una nación son:

- Conjunto de Centrales generadoras, en las que se transforman distintos tipos de energía (combustibles fósiles, combustibles radioactivos, solar, hidráulica, etc)
- Red de transporte, que trabaja a altas tensiones y sirve para llevar la energía a grandes distancias.
- Red de distribución, es la que alimenta a los usuarios. Funciona en dos niveles de tensión: Media Tensión cuando los recorridos o las potencias son relativamente grandes y en Baja Tensión cuando alimenta directamente a los abonados con potencias no muy grandes (aproximadamente hasta 50kW).¹⁷

El ahorro de energía eléctrica es un elemento fundamental para el aprovechamiento de los recursos energéticos; con la aplicación de sencillas medidas de ahorro en el consumo de energía eléctrica en redes de baja tensión no solo puede disminuir el consumo de combustibles en la generación de electricidad evitando además la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, principal causa del cambio climático, también genera un ahorro económico considerable en las planillas eléctricas de los usuarios.

¹⁷ <http://contenidos.educarex.es/mci/2005/07/t1.html>

Actualmente el uso de la electricidad es fundamental para realizar gran parte de nuestras actividades; gracias a este tipo de energía tenemos una mejor calidad de vida. Con tan solo oprimir botones obtenemos luz, calor, frío, imagen o sonido. Su uso es indispensable y difícilmente nos detenemos a pensar acerca de su importancia y de los beneficios al utilizarla eficientemente.

Ahorrar y usar eficientemente la energía eléctrica, así como cuidar el medio ambiente, no son sinónimo de sacrificar o reducir nuestro nivel de bienestar o el grado de satisfacción de nuestras necesidades cotidianas, por el contrario, un cambio de hábitos y actitudes pueden favorecer una mayor eficiencia en el uso de la electricidad, el empleo racional de los recursos energéticos, la protección de la economía familiar y la preservación de nuestro entorno natural.

Sin embargo, dejar las luces encendidas innecesariamente, mantener televisores o radios prendidos sin que nadie les preste atención, comprar productos cuyos envases o empaques se van rápidamente a la basura, a pesar de que su fabricación supuso una alta inversión de electricidad, son sólo algunos ejemplos de la falta de cuidado de la energía y del medio ambiente, en la que con frecuencia incurrimos. En éstos y en otros muchos casos, la solución está en nuestras manos.¹⁸

El uso de focos en los hogares, permite bajar el costo en el recibo eléctrico. El uso de lámparas fluorescentes puede representar un ahorro de 50 a 75 por ciento en el consumo de energía, lo que permite bajar el costo en el recibo de luz, destacó la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Al emitir recomendaciones para bajar el consumo de energía eléctrica, el organismo expone que el uso de la iluminación eléctrica en los hogares representa un tercio del consumo del fluido. Ello repercute de igual manera en la planilla de luz, por lo que dio a conocer medidas para ahorrar dinero y aportar al medio ambiente.¹⁹

¹⁸ <http://portalsej.jalisco.gob.mx/ahorro-energia>

¹⁹ <http://www.informador.com.mx/suplementos/2014/520869/6/lamparas-fluorescentes-ahorro-en-consumo-de-energia.htm>

5.2.1. Importancia.- El ahorro de energía eléctrica o eficiencia energética, consiste en la optimización del consumo energético, cuyo objetivo es disminuir el uso de energía eléctrica produciendo los mismos resultados finales. La eficiencia energética es más alta cuanto menos energía se pierda durante su extracción, transformación, distribución y uso.

De acuerdo a los estudios e investigaciones que constantemente se realizan al respecto del cambio climático resulta imprescindible que los seres humanos puedan reducir la enorme dependencia a la energía no renovable, que como tal, cada día se va agotando más y más.

En este sentido, son imprescindibles dos cuestiones, por un lado, se debe aprender a obtener energía a través de una manera más económica y respetuosa con nuestro ambiente y por otro lado y aquí radica lo más importante: aprender a usar de manera eficiente esa energía que se obtiene, es decir, no emplearla en situaciones innecesarias.

Existen muchas maneras para contribuir con la cruzada a favor de un uso consciente y óptimo de la energía, entre las más destacadas se cuenta: utilización de luces fluorescentes en lugar de las luces incandescentes, ya que las primeras usan la cuarta parte de la energía que consumen las segundas, con lo cual estaríamos reduciendo muchísimo el consumo, porque además de importantes ahorros energéticos supone un gran ahorro económico.²⁰

El uso eficiente de la energía eléctrica es tarea de todos. Tener siempre presente que el mal uso de los aparatos eléctricos da como resultado una elevada planilla por el consumo de energía, lo cual afecta a la economía familiar, además, para el Ecuador representa un esfuerzo muy grande tener que invertir en plantas para generar energía eléctrica.

²⁰ <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/ahorro-energetico.php>

Afortunadamente ahorrarla es muy sencillo, basta con seguir estos prácticos consejos: Apagar o desconectar los aparatos que no se están utilizando; disponer de electrodomésticos de bajo consumo; intentar disminuir el gasto innecesario con unos hábitos de uso responsables; y buscar la modalidad de suministro eléctrico más adecuada a las necesidades de cada hogar son las principales reglas que hay que tener en cuenta para preservar el medio ambiente y conseguir un ahorro significativo en el importe doméstico de la factura de la luz.

5.2.2. Armónicos en la red eléctrica.- Los armónicos son perturbaciones que afectan la calidad del suministro de la red eléctrica y se manifiestan como fallas en equipos y consumos de energía no deseados, que finalmente se traducen en pérdidas de dinero. Consisten en la presencia de componentes no deseados de tensión y/o corriente en frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental de alimentación y se manifiestan en una distorsión de la forma de onda original de la red que debería ser una onda senoidal pura.²¹

Las corrientes armónicas son causadas por cargas no lineales conectadas a la instalación. Una carga es no-lineal cuando la corriente que pasa por ella no tiene la misma forma de onda que la tensión que la alimenta. El flujo de corrientes armónicas a través de las impedancias del sistema, a su vez crea armónicos de tensión, que distorsionan la tensión de alimentación. Cada carga no-lineal distorsiona la onda eléctrica de un modo, dependiendo de la naturaleza de dicha carga.

La irrupción de la electrónica de potencia ha hecho que la mayoría de cargas sean causantes de alguna distorsión armónica. Esto, sumado con el aumento del consumo de energía hace que las distorsiones sean algo muy común en las redes de distribución. Los equipos distorsionadores son muy comunes y, se podrían incluir la mayoría de los aparatos industriales y domésticos.

²¹ http://www.electromatica.cl/docum/ACE_lowres.pdf

a) Monofásicos:

- Fuentes de alimentación de funcionamiento conmutado, presentes en ordenadores, impresoras, monitores, lavadoras, televisores, frigoríficos y la mayoría de electrodomésticos.
- Balastos electrónicos de iluminación fluorescente. Si su equipo de iluminación fluorescente no tiene el condensador (cebador) y la reactancia, tendrá un balasto electrónico.

b) Trifásicos:

- Los SAI o UPS.
- Los variadores de velocidad y otros sistemas de control de motores eléctricos.
- Máquinas de soldadura.
- Hornos de arco o inducción.
- Cargadores de baterías.

Dependiendo de la frecuencia de la onda se clasifican los armónicos. Siendo el armónico fundamental el de 60Hz que es del que nacen los otros. Luego, dependiendo de la frecuencia del mismo se tendrá un segundo armónico a los 120Hz, un tercero a los 180Hz, un cuarto a los 240Hz y así sucesivamente.

Es importante saber que los armónicos pares no son causantes de problemas en las instalaciones, pero los impares sí. Especialmente el Quinto Armónico y el Tercer Armónico. El Tercer Armónico es causado por cargas monofásicas y el Quinto por las trifásicas.²²

La presencia de armónicos en la red presenta varios efectos nocivos:

- Activación errónea de los dispositivos de protección que provocan la detención de los procesos.
- Errores en lecturas de instrumentos de medida.

²² <http://quintoarmonico.es/2010/11/09/38-calidad-de-red-%C2%BFque-son-los-armonicos/>

- Sobrecalentamiento de transformadores y motores.
- Aparición de sobrecargas en la intensidad de corriente del conductor neutro.
- Pago de multas a la empresa distribuidora de energía.
- Pago por consumos de energía no utilizada.

5.2.3. Disturbios causados por armónicos de corriente y voltaje.- Los armónicos de corriente y voltajes sobrepuestos a la onda fundamental tienen efectos combinados sobre los equipos y dispositivos conectados a las redes eléctricas de distribución.

Para detectar los posibles problemas de armónicos que pueden existir en las redes e instalaciones es necesario utilizar equipos de medida de verdadero valor eficaz, ya que los equipos de valor promedio sólo proporcionan medidas correctas en el caso de que las ondas sean perfectamente sinusoidales. En el caso en que la onda sea distorsionada, las medidas pueden estar hasta un 40 % por debajo del verdadero valor eficaz.

El efecto principal causado por los armónicos consiste en la aparición de voltajes no sinusoidales en diferentes puntos del sistema. Ellos son producidos por la circulación de corrientes distorsionadas a través de las líneas. La circulación de estas corrientes provoca caídas de voltaje deformadas que hacen que a los nodos del sistema no lleguen voltajes puramente sinusoidales. Mientras mayores sean las corrientes armónicas circulantes a través de los alimentadores de un sistema eléctrico de potencia, más distorsionadas serán los voltajes en los nodos del circuito y más agudos los problemas que pueden presentarse por esta causa.

Los voltajes no sinusoidales son causantes de numerosos efectos que perjudican los equipos conectados al sistema. Entre estos efectos se pueden mencionar la reducción de la vida útil del equipamiento de potencia así como la degradación de su eficiencia y funcionamiento en general.

5.2.4. Efecto en el conductor neutro.- El diseño de circuitos ramales en el pasado había permitido un conductor neutro común para tres circuitos monofásicos. La lógica dentro de este diseño fue que el conductor neutro cargaría solamente con la corriente de desbalance de las tres cargas monofásicas.

Un conductor neutro común parecía adecuado para las cargas y era económicamente eficiente puesto que un ingeniero de diseño balancearía las cargas durante el diseño, y un electricista balancearía las cargas durante su construcción. En muchos ejemplos el conductor neutro se disminuía en tamaño con respecto a los conductores de fase por las mismas razones.

Bajo condiciones balanceadas de operación en cargas monofásicas no lineales, el neutro común de los tres circuitos monofásicos es portador de armónicos triples de secuencia cero, los cuales son aditivos en el conductor neutro. Bajo condiciones de desbalance, el neutro común lleva corrientes comprendidas por las corrientes de secuencia positiva procedentes del desbalance del sistema, las corrientes de secuencia negativa procedentes del desbalance del sistema, y las corrientes aditivas de secuencia cero procedentes de los armónicos triples.

Un conductor neutro común para tres circuitos ramales monofásicos, puede fácilmente sobrecargarse cuando alimenta, cargas no lineales balanceadas o desbalanceadas. Las corrientes excesivas en el conductor neutro provocan caídas de voltajes mayores que los normales entre el conductor neutro y tierra en las tomas de 120 volts. Esto puede desestabilizar la operación del equipamiento electrónico sensible, tales como computadoras, que pueden requerir de un receptáculo de tierra aislado.

Las barras de neutro de la pizarra de control representan el primer punto común de conexión de las cargas monofásicas conectadas en delta. Recuérdese que las corrientes armónicas de secuencia positiva y negativa, asumiendo cargas balanceadas, se cancelan en cualquier punto común de conexión. La barra del

conductor neutro también puede sobrecargarse debido a los efectos de cancelación de las corrientes armónicas de secuencia positiva y negativa entre los conductores que sirven a diferentes cargas. Además, las corrientes armónicas triples de secuencia cero fluyen en los conductores neutros, a pesar del balance de las cargas.

Las corrientes armónicas triples solamente, pueden sobrecargar las barras de neutro. En la práctica, los conductores neutros de circuitos ramales individuales portan corrientes armónicas de secuencia positiva y negativa provenientes de los desbalances de fase junto a las corrientes de armónicos triples de secuencia generados por la carga.

Las barras de neutro que son dimensionadas para llevar el valor completo de la corriente de la corriente nominal de fase pueden fácilmente sobrecargarse cuando el sistema de distribución de potencia alimenta cargas no lineales²³ Los efectos perjudiciales de estas armónicas depende del tipo de carga encontrada.

5.2.5. Armónicos en lámparas fluorescentes.- El uso en gran escala de las lámparas fluorescentes como un medio para reducir el consumo de energía, se ha visto incrementada en muchos lugares del mundo. La utilización de nuevas tecnologías que abarcan diseños de lámparas fluorescentes, constituyen sistemas más eficientes de iluminación.

Sin embargo, es importante analizar el lado negativo del uso masivo de las lámparas fluorescentes debido a la generación de armónicos. La preocupación reside en el deterioro que puede sufrir la calidad de la energía en las instalaciones eléctricas donde se aplica este tipo de alumbrado, por la generación de corrientes armónicas.

Las lámparas incandescentes, por ser cargas lineales, producen la circulación de corrientes de 60 Hz al ser alimentadas por una fuente de voltaje senoidal de la

²³ <http://es.scribd.com/doc/56462892/Calidad-de-La-Energia#scribd>

misma frecuencia. En cambio, las lámparas fluorescentes son cargas no lineales por naturaleza, por lo tanto al aplicarles un voltaje senoidal, se produce una circulación de corrientes no senoidales a través de ellas.

Ya que las lámparas fluorescentes de alta eficacia se conectan a la red de distribución, las corrientes armónicas que se generan pueden fluir a través de los conductores hacia los transformadores en el sistema de distribución. Dado que la tensión nominal de red de 220 V no es suficiente para iniciar el proceso de descarga en una lámpara fluorescente, se requiere un circuito de balastro para proveer la alta tensión inicial.

En las lámparas fluorescentes con balastro magnético (inductivo), el desfase entre tensión y corriente da lugar a un bajo factor de potencia pero a una onda de corriente poco distorsionada, mientras que, en los tubos fluorescentes con balastro electrónico sin filtro se observa una corriente fuertemente distorsionada.

En las lámparas de bajo consumo que se comercializan actualmente se emplea un balastro electrónico similar, compuesto por un puente rectificador con diodos y filtro capacitivo para obtener la corriente continua con la que funciona internamente el circuito electrónico pasando luego por un inversor CC-CA que finalmente excita al tubo fluorescente.

Este balastro electrónico posee como ventajas un menor tamaño y una frecuencia relativamente alta (20 kHz) que mejora el rendimiento de la lámpara y elimina el peligroso efecto estroboscópico que produce el balastro de tipo magnético en los tubos fluorescentes. La carga impulsiva del capacitor del filtro es la que hace que la forma de onda de corriente posea picos altos y angostos durante cortos intervalos de tiempo, y sea cero el resto del período.²⁴ Los componentes armónicos de esta corriente son los que determinan en consecuencia el bajo factor de potencia.

²⁴ file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Arm_nicos_en_Redec_El_ctricas%20(2).pdf

5.2.6. Factor de potencia en el ahorro de electricidad.- Para proteger la instalación eléctrica interna y recibir una calidad de servicio adecuada, es muy útil estar informado acerca de la importancia del Factor de Potencia en el ahorro. El factor de potencia es el cociente entre la potencia activa y la potencia aparente. Es aconsejable que en una instalación eléctrica este valor sea próximo a la unidad.

El factor de Potencia es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, puede tomar valores entre 0 y 1, lo que significa que cero es muy malo y uno es excelente. Es decir, si el factor de potencia es 0,92 (valor mínimo registrado) indica que del total de la energía abastecida por la Distribuidora sólo el 92 % de la energía es utilizada por el Cliente mientras que el 8 % restante es energía que se desaprovecha.

En los artefactos tales como lámparas incandescentes (focos), planchas, calefón y estufas eléctricas, toda la energía que requiere para su funcionamiento se transforma en energía lumínica o energía calórica, en estos casos el Factor de Potencia toma valor 1 (100% energía activa).

En otros artefactos, lavadoras, refrigeradora, aires acondicionado, ventiladores y todos aquellos que poseen un motor para su funcionamiento, como también los tubos fluorescentes, entre otros, una parte de la energía se transforma en energía mecánica, frío, luz o movimiento (energía activa), y la parte restante requiere otro tipo de energía, llamada energía reactiva, que es necesaria para su propio funcionamiento. En estos casos, el Factor de Potencia toma valores menores a 1.

a) Inconvenientes.- En caso que el factor de potencia sea inferior a 0,92 implica que los artefactos tienen elevados consumos de energía reactiva respecto a la energía activa, produciéndose una circulación excesiva de corriente eléctrica en sus instalaciones y en las redes de la Empresa Distribuidora, a saber:

- Provoca daños por efecto de sobrecargas saturándolas.
- Aumentan las pérdidas por recalentamiento.

- Aumenta la potencia aparente entregada por el transformador para igual potencia activa utilizada.

Además, produce alteraciones en las regulaciones de la calidad técnica del suministro (variaciones de tensión), con lo cual empeora el rendimiento y funcionamiento de los artefactos y quita capacidad de respuesta de los controles de seguridad como ser interruptores, fusibles, etc.

Seguramente al momento de presentarse uno de estos problemas no se piensa en el factor de potencia. En la mayoría de los casos cuando actúan interruptores o fusibles se da la culpa a la mayor carga conectada y generalmente se piensa en ampliar la potencia del transformador sin antes verificar el factor de potencia.²⁵

Para aquellos consumidores de la Categoría General, con medición de energía reactiva, que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0,92 el distribuidor aplicará lo establecido en el Art. 27 de la Codificación del Reglamento de Tarifas: “Cargos por bajo factor de potencia”. La penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a: consumo de energía, demanda, pérdidas en transformadores y comercialización, multiplicada por el siguiente factor:

$$\mathbf{Bfp = (0,92/fpr) - 1,}$$

Donde:

Bfp = Factor de penalización por bajo factor de potencia.

Fpr = Factor de potencia registrado.²⁶

b) Solución al problema: Los excesivos consumos de energía reactiva pueden ser compensados con capacitores. Éstos son elementos eléctricos que, instalados correctamente y con el valor adecuado, compensan la energía reactiva necesaria

²⁵ <http://www.e29.com.mx/pdf/FactordePotencia.pdf>

²⁶ http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10093_PLIEGO%20TARIFARIO%202012

requerida por la instalación interior, elevando el factor de potencia por sobre los valores exigidos. Estos elementos deben ser conectados por instalaciones electricistas habilitados ya que este tema presenta cierta complejidad.

Hay que tener mucho cuidado al compensar el factor de potencia cuando se encuentran presentes cargas no lineales grandes generadas de armónicos, ya que se puede causar resonancias en paralelo con los capacitores colocados para la compensación. Los equipos destinados a ese fin se denominan filtros de armónicos y su función es disminuir en la red el contenido de las corrientes armónicas, que la carga no lineal introduce.

5.2.7. Uso masivo de lámparas fluorescentes en redes eléctricas.- A pesar de consumir individualmente una potencia reducida, en conjunto constituyen una demanda no despreciable. Las lámparas fluorescentes de tipo electrónica, introducen en las redes elevadas corrientes armónicas con lo cual la distorsión armónica total (THD) de la onda de corriente se ve notablemente incrementada debido a la cantidad de lámparas fluorescente empleadas simultáneamente.

Su uso masivo ha sido impulsado a nivel mundial debido a su alto rendimiento lumínico y prolongada vida útil. En contrapartida, introducen en las redes elevadas corrientes armónicas. Cuando esta distorsión se suma a la ya existente, se puede llegar a superar los valores admisibles, originándose el deterioro de la calidad del servicio.²⁷

En las últimas décadas se han incorporado en gran número las cargas no lineales, entre ellas los focos ahorradores y equipos electrónicos de uso masivo por usuarios de tipo residencial, estas cargas se han vuelto imprescindibles en la vida de las personas. Estas cargas no lineales hacen que cada usuario residencial presente un

²⁷ http://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/272/ferrari_distorsion_armonica_producida_por_lamparas_de_bajo_consumo

factor de potencia bajo. Sin embargo, la Empresa Eléctrica no toma en cuenta que son los usuarios residenciales los mayores generadores de armónicos debido a las cargas no lineales que provocan en la red eléctrica.

Las siguientes normas nos dan una referencia del factor de potencia de los focos ahorradores.

El factor de potencia mínimo aceptable para las lámparas compactas con balastro integrado debe ser de $0,5 \pm 0,5$.

Cuando una lámpara integrada es declarada por el fabricante como de alto factor de potencia, este no debe ser menor que $0,92 \pm 0,05$.²⁸

5.2.8. Ahorro de electricidad en las planillas.- Una forma más efectiva de ahorrar dinero en las facturas de energía eléctrica puede lograrse adoptando hábitos de consumo racionales con los siguientes consejos:

- a) Apague por completo los dispositivos que no utiliza. No los deje en stand by.
- b) Sustituya focos comunes y fluorescentes por lámparas ahorradoras de bajo consumo o led. Estos darán el mismo nivel de iluminación, duran 10 veces más y consumen 4 veces menos energía que los comunes.
- c) Coloque la heladera lejos de fuentes de calor como estufas, calentadores, ventanas al sol, etc. Abra la puerta lo menos posible. Revise los burletes de goma y la correcta posición del termostato.
- d) En la lavadora, no lave pequeñas cantidades o de a una prenda, júntelas y cargue su lavadora con el máximo posible.
- e) Planche la mayor cantidad de ropa cada vez. No deje la plancha conectada innecesariamente.
- f) Mantenga el termostato del aire acondicionado en 25°C. Cierre puertas y ventanas cuando use el acondicionador de aire. Limpie los filtros por lo menos una vez al mes. Cuando salga de la habitación apáguelo.

²⁸ http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_036_2008.pdf

CAPÍTULO II

6. HIPÓTESIS.

Las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas inciden en el ahorro de energía eléctrica de baja tensión en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, durante el segundo semestre del 2015.

6.1. VARIABLES.

6.1.1. Variable Independiente.

Lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

6.1.2. Variable Dependiente.

Ahorro de energía eléctrica de baja tensión.

6.1.3. Término de Relación.

Inciden.

CAPÍTULO III

7. METODOLOGÍA.

7.1. Tipos de investigación.

Se aplicó la investigación de campo ya que permitió ir al lugar de los hechos y de esta forma comprender y resolver la situación, necesidad o problema en el contexto determinado, además la investigación descriptiva porque permitió identificar y analizar de manera minuciosa las relaciones que existen entre las dos variables a tratar en el problema.

7.2. Niveles de la Investigación.

El diseño de este trabajo se basó en la investigación transversal porque esta se llevó a cabo en un punto determinado en el tiempo, pues los datos obtenidos serán solamente en un momento de la vida de la institución con el propósito de describir las variables establecidas y analizar su incidencia en ese momento.

7.3. Métodos.

- a) **Analítico - Sintético.-** Consideró al fenómeno estudiado en partes se analizó y conoció cada una de ellas para luego reconstruir en un todo lógico y concreto los elementos de la teoría de lámparas fluorescentes.
- b) **Estadístico.-** Se lo utilizó en el procesamiento de la información, es decir en el ordenamiento, tabulación, representación gráfica e interpretación estadística de los resultados.
- c) **Bibliográfico.-** Se lo utilizó en la recolección y selección del material bibliográfico requerido en la fundamentación del marco teórico.

d) Webgrafía.- Fue necesario concurrir a otras fuentes ya que ayudó a la búsqueda de referencias que permitieron estar al tanto de cómo había venido evolucionando el problema en torno al tema estudiado.

7.4. Técnicas de recolección de Información.

7.4.1. Primarias

- **Observación:**

Este tipo de técnica permitió detectar la información del problema a tratar, utilizando los sentidos como instrumento principal.

- **Encuesta:**

Este tipo de técnica permitió obtener toda la información adecuada a través de los docentes del área.

7.4.2. Secundarias.

- **Análisis de documentos:**

Este tipo de técnica permitió examinar, distinguir y separar cada una de las partes del documento, para determinar a la categoría que pertenece.

7.5. Población y muestra.

7.5.1. Población.- En esta investigación se consideró como población a docentes de área de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, en total 3 personas.

7.5.2. Muestra.- Se consideró el 100% de la población constituida por 3 docentes de área de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

8. MARCO ADMINISTRATIVO.

8.1. Recursos Humanos.

- Investigador: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel.
- Tutor: Ing. Ángel José Looer Marcillo.
- Docentes de área de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

8.2. Recursos Financieros.

CANT	DESCRIPCIÓN	U. DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1450	Fotocopiados	U	0.03	43.50
4	Servicio de Internet	Meses	20.00	80.00
22	Alquiler de analizador de fases	Días	30.00	660.00
1000	Impresiones	U	0.15	150.00
6	Encuadernación y empastado	U	10.00	60.00
	Imprevistos 10%			99.35
COSTO TOTAL DE RECURSOS FINANCIEROS				1092.85

Los recursos económicos utilizados en la investigación son autofinanciados por el investigador.

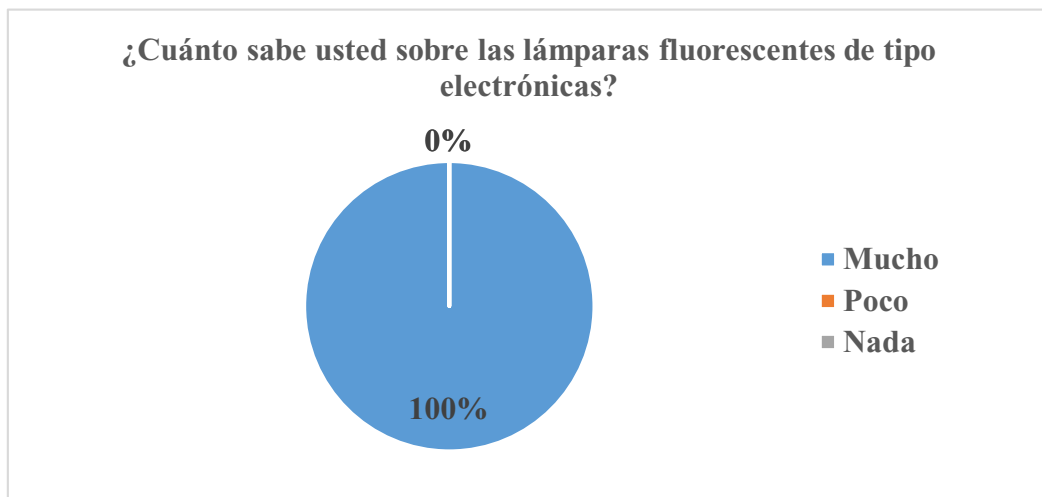
CAPÍTULO IV

9. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS DE DATOS.

9.1. ¿Cuánto sabe usted sobre las lámparas fluorescentes de tipo electrónica?

Nº 1

ALTERNATIVAS	f	%
Mucho	3	100
Poco	0	0
Nada	0	0
TOTAL	3	100 %



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone

ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

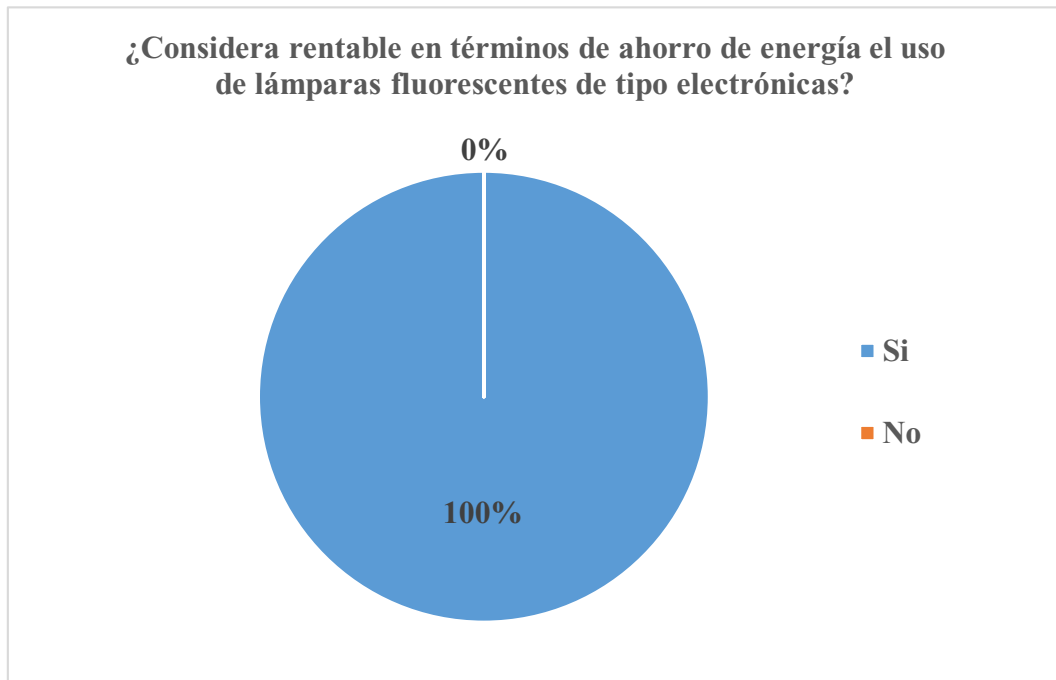
Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada informan que saben mucho de las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

9.2. ¿Considera rentable en términos de ahorro de energía el uso de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas?

Nº 2

ALTERNATIVAS	f	%
Si	3	100
No	0	0
TOTAL	3	100 %



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

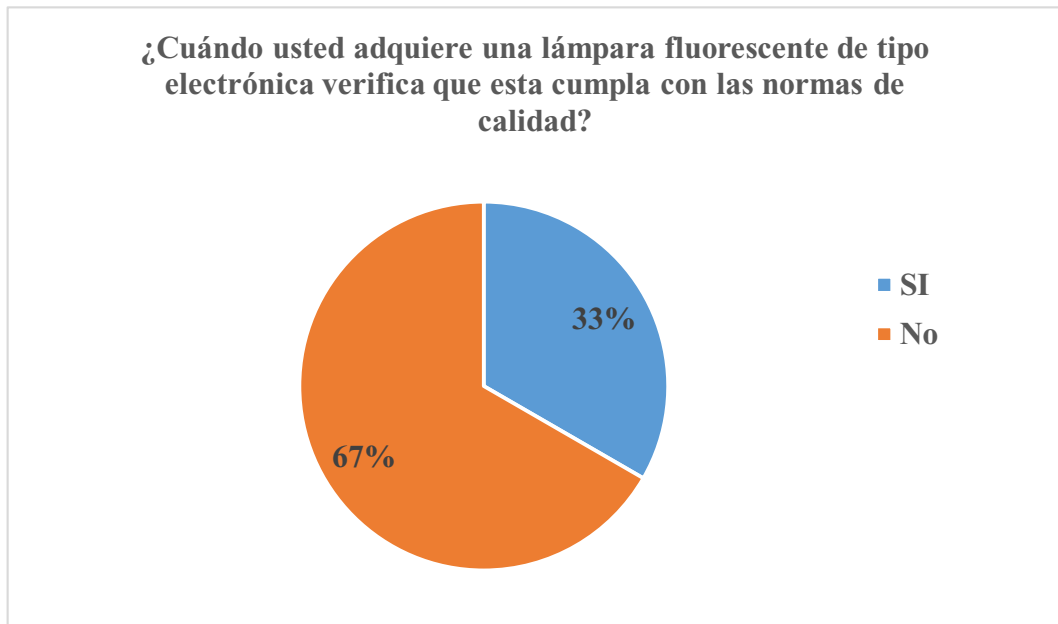
Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada informan que si consideran rentable en términos de ahorro de energía la utilización de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

9.3. ¿Cuándo usted adquiere una lámpara fluorescente de tipo electrónica verifica que esta cumpla con las normas de calidad?

N° 3

ALTERNATIVAS	f	%
Si	1	33
No	2	67
TOTAL	3	100 %



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

Análisis:

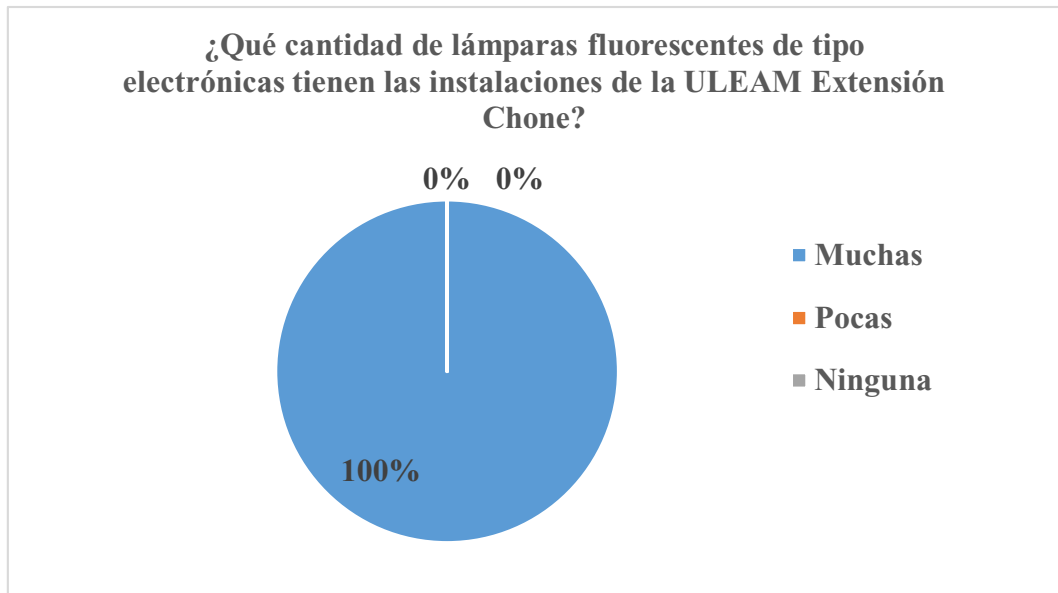
El 67 % de la muestra seleccionada informan que cuando adquieren una lámpara fluorescente no verifican que cumplan con las normas de calidad.

El 33 % de la muestra seleccionada informan que cuando adquieren una lámpara fluorescente si verifican que cumplan con las normas de calidad.

9.4. ¿Qué cantidad de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas tienen las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone?

N° 4

ALTERNATIVAS	f	%
Muchas	3	100
Pocas	0	0
Ninguna	0	0
TOTAL	3	100%



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

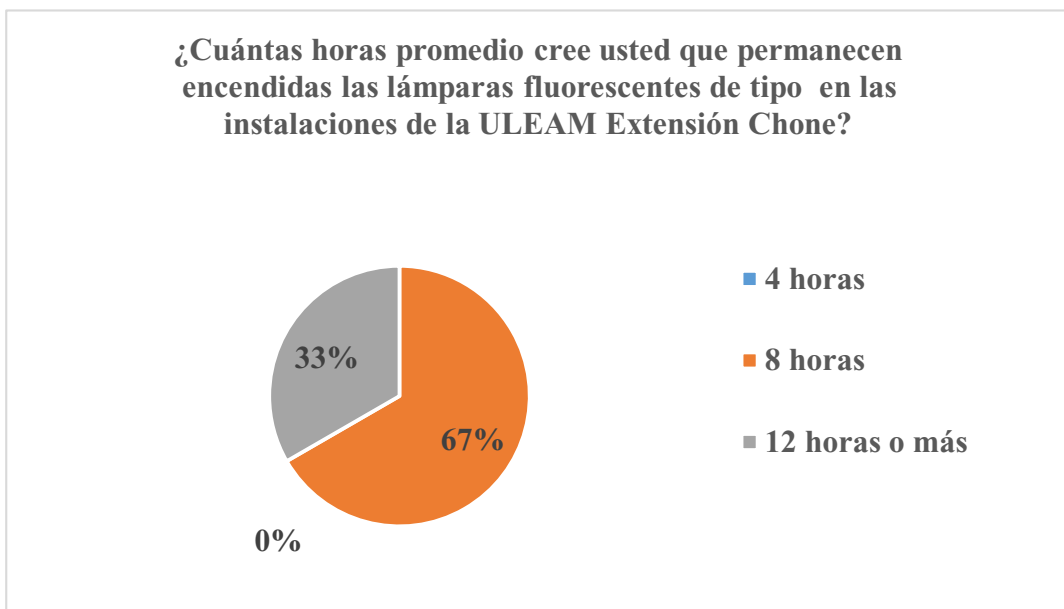
Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada informan que tienen muchas lámparas fluorescentes de tipo electrónicas las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone.

9.5. ¿Cuántas horas promedio cree usted que permanecen encendidas las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone?

N° 5

ALTERNATIVAS	f	%
4 horas	0	0
8 horas	2	67
12 horas o más	1	33
TOTAL	63	100%



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

Análisis:

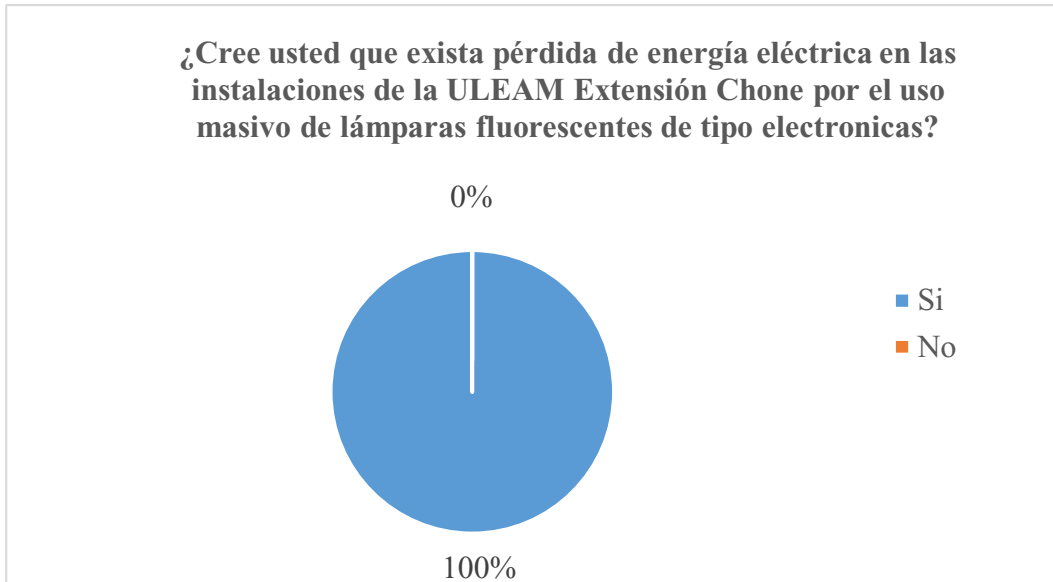
El 67 % de la muestra seleccionada informan que en un promedio de ocho horas permanecen encendidas las lámparas fluorescentes en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone.

El 33 % de la muestra seleccionada informan que en un promedio de doce horas o más permanecen encendidas las lámparas fluorescentes en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone.

9.6. ¿Cree usted que exista pérdida de energía eléctrica en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone por el uso masivo de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas?

N° 6

ALTERNATIVAS	f	%
Si	3	110
No	0	0
TOTAL	3	100%



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

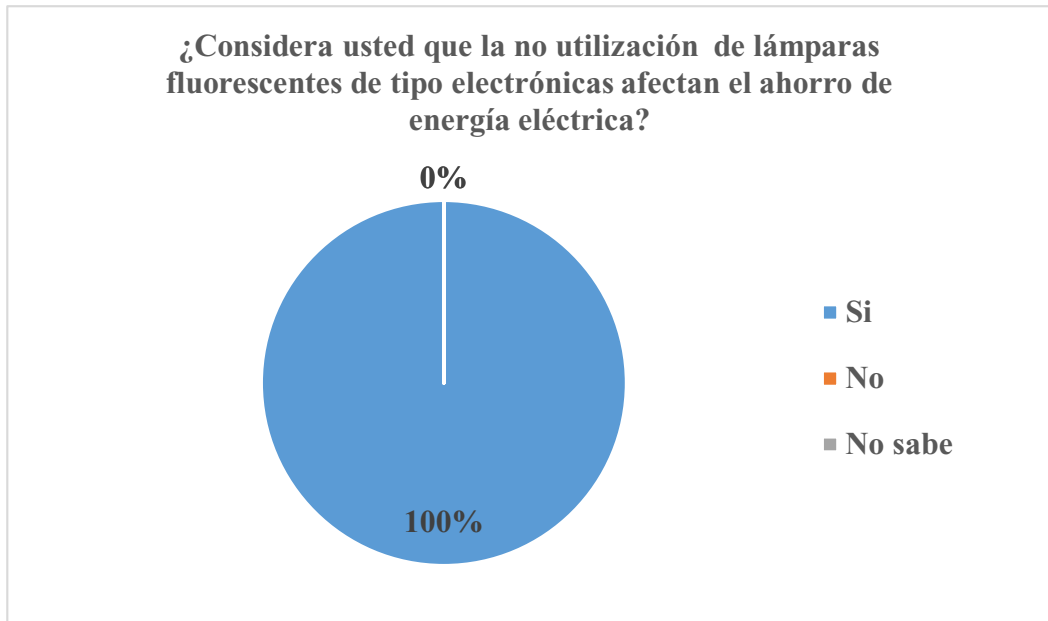
Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada considera que si exista pérdida de energía eléctrica en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone por el uso masivo de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

9.7. ¿Considera usted que la no utilización de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas afectan el ahorro de energía eléctrica?

Nº 7

ALTERNATIVAS	f	%
Si	3	100
No	0	0
No sabe	0	0
TOTAL	3	100%



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
 ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

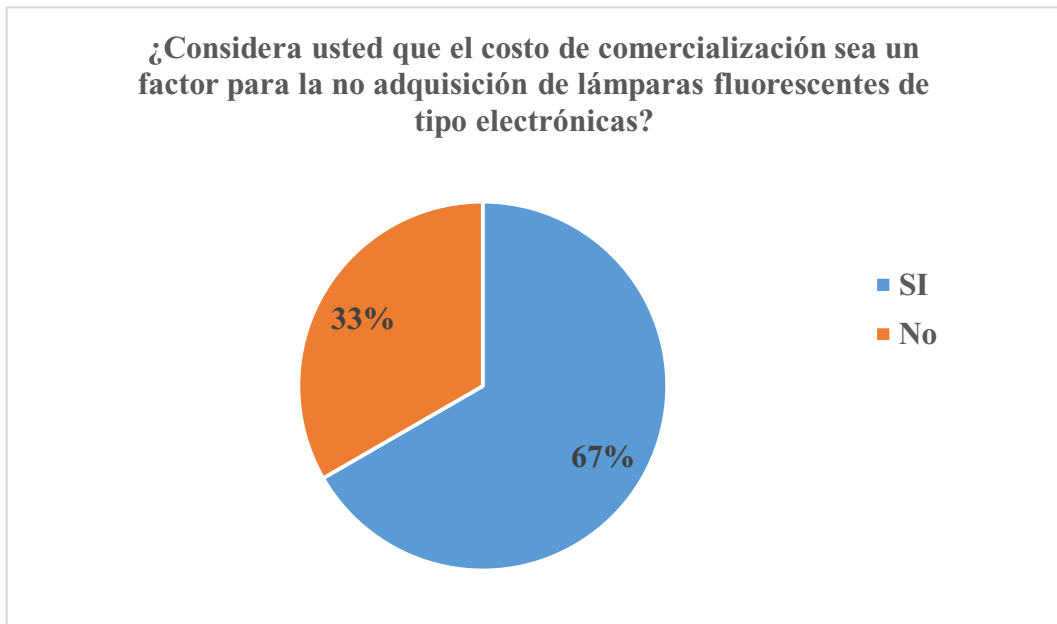
Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada informan que la no utilización de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas sí afecta el ahorro de energía eléctrica.

9.8. ¿Considera usted que el costo de comercialización sea un factor para la no adquisición de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas?

N° 8

ALTERNATIVAS	f	%
Si	2	67
No	1	33
TOTAL	3	100 %



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

Análisis:

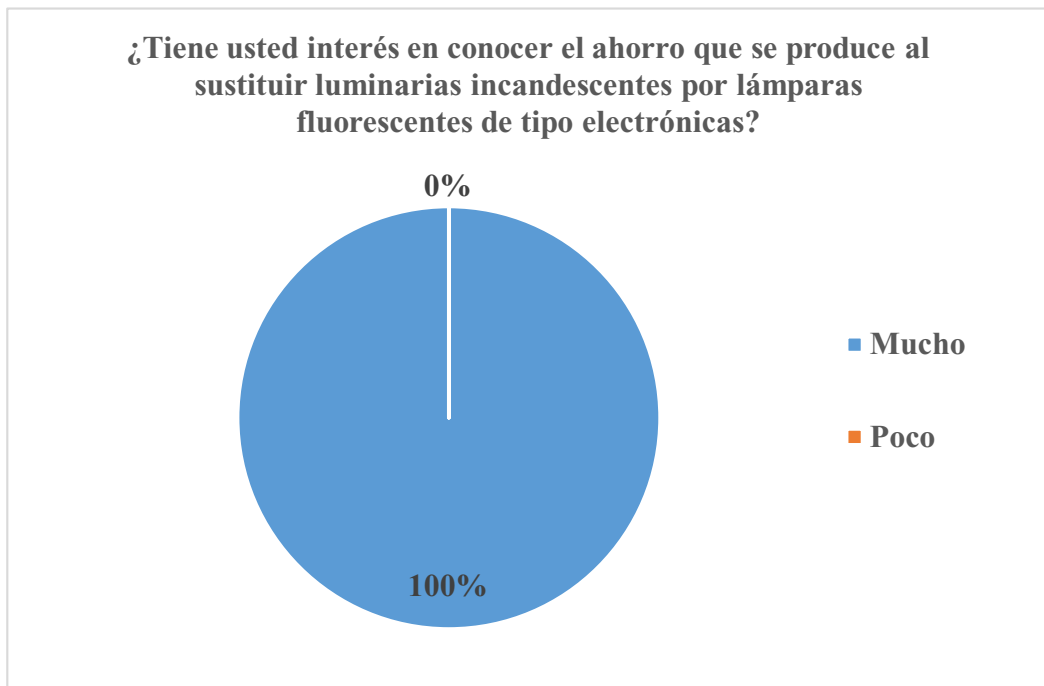
El 67 % de la muestra seleccionada informan que el costo de comercialización si es un factor para la no adquisición de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

El 33 % de la muestra seleccionada informan que el costo de comercialización no es un factor para la no adquisición de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

9.9. ¿Tiene usted interés en conocer el ahorro que se produce al sustituir luminarias incandescentes por lámparas fluorescentes de tipo electrónicas?

N° 9

ALTERNATIVAS	f	%
Mucho	3	100
Poco	0	0
Nada	0	0
TOTAL	63	100%



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Gonzalo Miguel

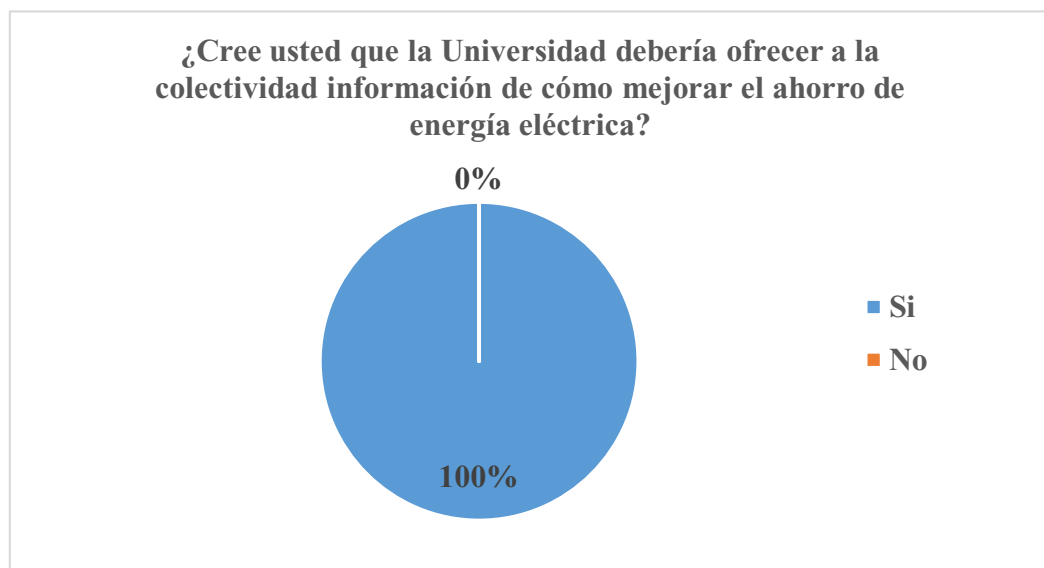
Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada informan que tienen mucho interés en conocer el ahorro que se produce al sustituir luminarias incandescentes por lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

9.10. ¿Cree usted que la Universidad debería ofrecer a la colectividad información de cómo mejorar el ahorro de energía eléctrica?

N° 10

ALTERNATIVAS	f	%
Si	3	100
No	0	0
TOTAL	3	100%



FUENTE: Docentes de área de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone
ELABORACIÓN: Arteaga Gualán Roque Rubén

Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada cree que la Universidad debería ofrecer a la colectividad información de cómo mejorar el ahorro de energía eléctrica.

10. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Para efectos de llevar a cabo la hipótesis planteada en el trabajo de investigación y una vez que ha sido formulada y evaluada se procede a la comprobación. Se logra demostrar que con los métodos de investigación y a través de los datos estadísticos obtenidos en la encuesta permiten conocer que las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas inciden en el ahorro de energía eléctrica de baja tensión.

En el cuadro N° 1 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada informan que saben mucho de las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

En el cuadro N° 2 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada informan que si consideran rentable en términos de ahorro de energía la utilización de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

En el cuadro N° 3 se aprecia que el 67 % de la muestra seleccionada informan que cuando adquieren una lámpara fluorescente no verifican que cumplan con las normas de calidad.

En el cuadro N° 4 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada informan que tienen muchas lámparas fluorescentes de tipo electrónicas las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone.

En el cuadro N° 5 se aprecia que el 67 % de la muestra seleccionada informan que en un promedio de ocho horas permanecen encendidas las lámparas fluorescentes en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone.

En el cuadro N° 6 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada consideran que sí existe pérdida de energía eléctrica en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone por el uso masivo de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

En el cuadro N° 7 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada informan que la no utilización de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas sí afecta el ahorro de energía eléctrica.

En el cuadro N° 8 se aprecia que el 67 % de la muestra seleccionada informan que el costo de comercialización si es un factor para la no adquisición de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

En el cuadro N° 9 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada informan que tienen mucho interés en conocer el ahorro que se produce al sustituir luminarias incandescentes por lámparas fluorescentes de tipo electrónicas.

En el cuadro N° 10 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada cree que la Universidad debería ofrecer a la colectividad información de cómo mejorar el ahorro de energía eléctrica

Esto permite sostener que la hipótesis llevada a la práctica es correctamente valida y coherente; de tal manera que se logró verificar en el personal Docente de área de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

CAPÍTULO V

11. CONCLUSIONES.

Al finalizar los procesos de la investigación se puede concluir los siguientes aspectos:

- El personal docente del área eléctrica de la ULEAM Extensión Chone afirman que es rentable y ventajoso la sustitución de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas en el ahorro de energía eléctrica.
- El actual gobierno ha impulsado mediante diferentes campañas el uso de lámparas fluorescentes como una necesidad básica debido a su bajo consumo de energía y su alta eficiencia en comparación con las lámparas incandescentes.
- Es común encontrar cargas no lineales en el sistema eléctrico de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone debido a la utilización de equipos electrónicos.
- El uso masivo de lámparas fluorescentes introduce elevadas corrientes de armónicas en las redes eléctricas de baja tensión debido a la cantidad de luminarias empleadas simultáneamente.
- Se debe tomar en cuenta el factor de potencia del consumo eléctrico para evitar cargos en la factura mensual.

12. RECOMENDACIONES.

Considerando las conclusiones, se puede sugerir que:

- Al personal docente de área que sigan fortaleciendo sus conocimientos en el ahorro de energía eléctrica mediante capacitaciones acorde a las necesidades.
- Contribuir en el ahorro energético mediante la sustitución de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes.
- Es necesario adoptar hábitos de consumo racionales en equipos electrónicos para disminuir en la red el contenido de las corrientes armónicas que las cargas no lineales introducen.
- Utilizar lámparas fluorescentes de tipo electrónica con marca de fabricante reconocida en eficiencia energética y aplicarla en lugares para la cual se recomienda su uso.
- Es necesario informar a los consumidores acerca de las penalizaciones en la factura mensual por el bajo factor de potencia en el consumo de energía eléctrica.

13. BIBLIOGRAFIA

- ARIAS, Edward, Estudio de armónicos en la red de distribución de Elegua. Universidad Simón Bolívar-Venezuela.
- BOLTON, M, Medición y pruebas eléctricas y electrónicas, Editorial Limusa.
- CONELEC, “Estadísticas del Sector Eléctrico Ecuatoriano”.
- Gastón, V y Alvarado, Calidad de energía eléctrica: análisis armónico de sistemas eléctricos de potencia. (En línea). Ecuador.
- ICE 61000-3-2: Límites establecidos para la distorsión de armónica.
- IEEE-519: Práctica y requerimientos recomendados para el control de armónicos en sistemas eléctricos de potencia.
- NILSSON, James, Circuitos Eléctricos, Editorial Addison Wesley, Cuarta edición.
- Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN, NORAMA 036:2008, Eficiencia Energética. Lámparas Fluorescentes Compactas. Rangos de Desempeño Energético y Etiquetado.
- Regulación CONELEC N° 004/01
- SANZ, José, Técnica y Procesos en las Instalaciones Eléctricas de Media Y Baja Tensión, Editorial Paraninfo.
- VARIOS AUTORES, Manual de Eficiencia Energética, Ministerio de energía y minas/ Programa de ahorro energético, Quito-Ecuador.

14. WEBGRAFÍA.

- http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2011/pb2011_015.pdf
- <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/309036-inicia-campana-de-focos-ahorradores/>
- http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_fluorescentes/af_fluorescentes
- http://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara_flourescente
- <https://books.google.com.ec/books?id>
- http://www.construmatica.com/construpedia/L%C3%A1mpara_Fluorescente
- http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_fluorescentes/af_fluorescentes
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4802/1/CD-4393.pdf>
- <http://800energia.blogspot.com/2011/01/ventajas-de-la-lampara-fluorescente.html>
- <http://decoracioninteriores.net/ventajas-y-desventajas-de-las-lamparas-fluorescentes/>
- <http://es.slideshare.net/jaimecp/lmpara-incandescente>
- <http://www.bombillasbajoconsumo.com>
- <http://contenidos.educarex.es/mci/2005/07/t1.html>

- <http://www.decoestilo.com/articulo/ventajas-de-usar-lamparas-fluorescentes-compactas/>
- <http://www.cooperativacalf.com.ar/uso-racional-de-la-energia-electrica-lamparas-fluorescentes/>
- <http://portalsej.jalisco.gob.mx/ahorro-energia>
- <http://www.informador.com.mx/suplementos/2014/520869/6/lamparas-fluorescentes-ahorro-en-consumo-de-energia.htm>
- <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/ahorro-energetico.php>
- http://www.electromatica.cl/docum/ACE_lowres.pdf
- <http://quintoarmonico.es/2010/11/09/38-calidad-de-red-%C2%BFque-son-los-armonicos/>
- <http://es.scribd.com/doc/56462892/Calidad-de-La-Energia#scribd>
- [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Armonicos_en_Red_Electricas%20\(2\)](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Armonicos_en_Red_Electricas%20(2))
- <http://www.e29.com.mx/pdf/FactordePotencia.pdf>
- <http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc>
- <http://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/272/>
- http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_036_2008.pdf

Anexos



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

Encuesta dirigida a: Docentes de área de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

OBJETIVO: Describir las ventajas de las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas en el ahorro de energía eléctrica de baja tensión en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, durante el segundo semestre del 2015.

INSTRUCCIONES: Mucho agradeceré se sirva contestar las siguientes preguntas marcando con (x) en la, o las opciones que usted crea pertinente.

15. DATOS INFORMATICOS

- 15.1. Lugar y fecha:
- 15.2. Ubicación: Rural () Urbana (x) Urbana marginal ()
- 15.3. Parroquia:.....
- 15.4. Autor: Arteaga Gonzalo.

16. CUESTIONARIO

16.1. ¿Cuánto sabe usted sobre las lámparas fluorescentes de tipo electrónica?

- Mucho ()
- Poco ()
- Nada ()

16.2. ¿Considera rentable en términos de ahorro de energía el uso de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas?

- Si ()
- No ()

16.3. ¿Cuándo usted adquiere una lámpara fluorescente de tipo electrónica verifica que esta cumpla con las normas de calidad?

Si ()

No ()

16.4. ¿Qué cantidad de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas tienen las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone?

Muchas ()

Pocas ()

Ninguna ()

16.5. ¿Cuántas horas promedio cree usted que permanecen encendidas las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone?

4 horas ()

8 horas ()

12 horas o más ()

16.6. ¿Cree usted que exista pérdida de energía eléctrica en las instalaciones de la ULEAM Extensión Chone por el uso masivo de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas?

Si ()

No ()

16.7. ¿Considera usted que la no utilización de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas afectan el ahorro de energía eléctrica?

Si ()

No ()

No sabe ()

16.8. ¿Considera usted que el costo de comercialización sea un factor para la no adquisición de lámparas fluorescentes de tipo electrónicas?

Si ()

No ()

16.9. ¿Tiene usted interés en conocer el ahorro que se produce al sustituir luminarias incandescentes por lámparas fluorescentes de tipo electrónicas?

Mucho ()

Poco ()

Nada ()

16.10. ¿Cree usted que la Universidad debería ofrecer a la colectividad información de cómo mejorar el ahorro de energía eléctrica?

Si ()

No ()



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

FICHA DE OBSERVACIÓN

OBJETIVO: Describir las ventajas de las lámparas fluorescentes de tipo electrónicas en el ahorro de energía eléctrica de baja tensión en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, durante el segundo semestre del 2015.

INDICADORES		SI	NO	A VECES
1	Utilizan en la Institución lámparas fluorescentes.			
2	Las lámparas fluorescentes utilizadas se encuentran en buen estado			
3	Funcionan correctamente las lámparas fluorescentes.			
4	Utilizan lámparas fluorescentes en lugares puntuales			
5	Permanecen encendidas las lámparas fluorescentes			
6	Conocen las desventajas del uso masivo de lámparas fluorescentes.			
7	Conocen los cargos en las planillas eléctricas por la alteración en el factor de potencia.			
8	Utilizan en la Institución métodos para prevenir distorsión de armónica para beneficio del usuario.			

Tipos de lámparas fluorescentes que existen en el mercado

Lámpara fluorescentes Sylvania



Standar



Circular



Compactas Integradas

Lámpara fluorescente General Electric



Standar



Circular



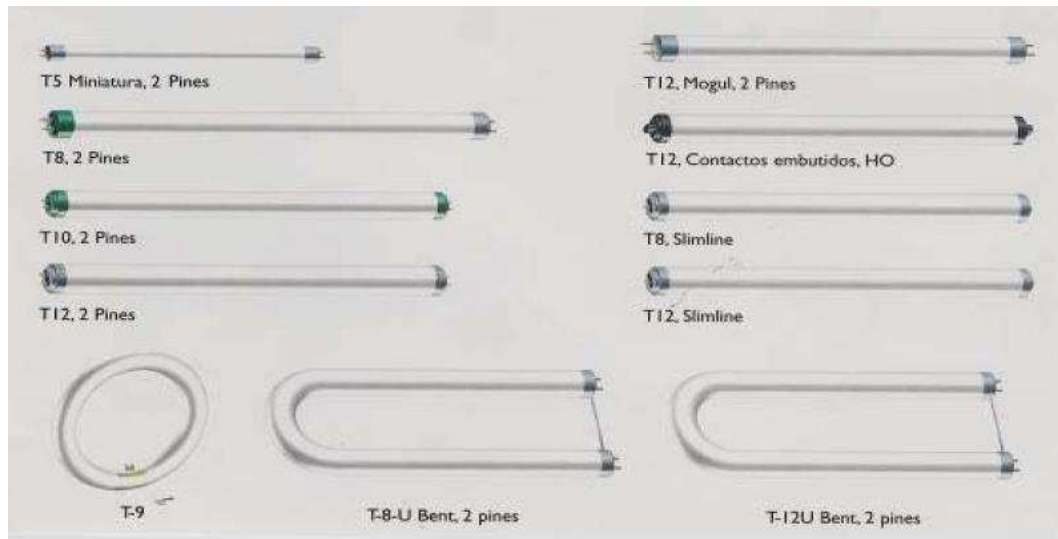
Compactas Integradas

Lámpara fluorescente compactas Osram



Tipos de lámparas fluorescentes que existen en el mercado

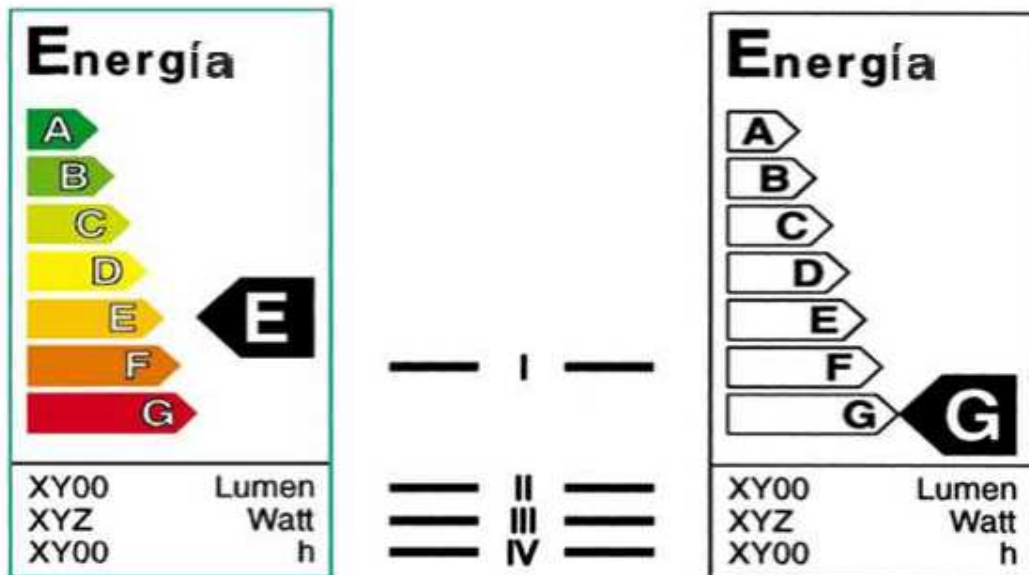
Gama de tubos fluorescentes que ofrece Philips en el mercado



Lámparas Fluorescentes compactas Philips



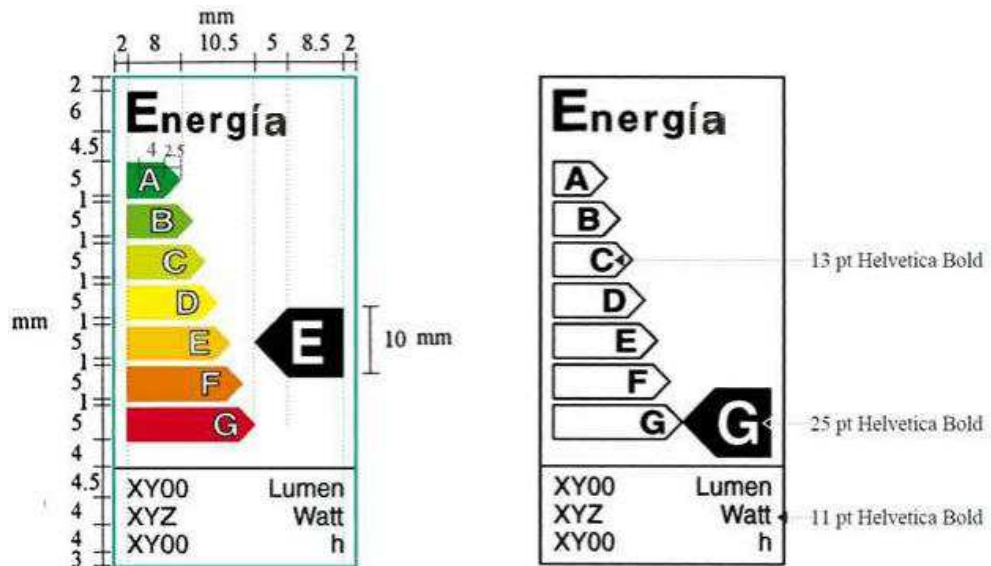
Ejemplo de etiqueta de eficiencia energética



A continuación se especifica la información mínima que debe incluirse en la etiqueta:

- I** Clase de eficiencia energética de la lámpara
- II** Flujo luminoso de la lámpara en lúmenes.
- III** Potencia absorbida (en W) de la lámpara.
- IV** Vida útil mínima de la lámpara en horas.

Dimensiones del etiquetado



Alternativamente en el encabezado de la etiqueta se puede colocar una expresión que permita leer la palabra “Energía” en el idioma del País en que se comercialice la lámpara.

Lámparas fluorescentes en instalaciones de la ULEAM



Lámparas fluorescentes tubulares en los pasillos de la ULEAM



Lámparas fluorescentes tubulares en los pasillos del bloque B de la ULEAM



Lámparas fluorescentes tubulares en los pasillos del bloque C de la ULEAM

