



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Facultad de Ciencias e Ingeniería  
Departamento de Tecnología

**Sistema de iluminación con diodo emisor de luz (LED) para disminuir consumo de potencia eléctrica en centro de fe y vida nueva (CFVN)**

Seminario de Graduación para optar al título de Ingeniero Electrónico

Autores: Br. Jackson Danilo Calero Chavarría  
Br. Aeby Ismael de Jesús Manzanarez García

Asesora Metodológica: Msc. Karen Acevedo

Asesor Tecnológico: Msc. Amado Antonio Alemán Gonzales

Tutor: MSc. Milciades Delgadillo

Managua, Diciembre 2019





UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Facultad de Ciencias e Ingeniería  
Departamento de Tecnología

**Sistema de iluminación con diodo emisor de luz (LED) para disminuir consumo de potencia eléctrica en centro de fe y vida nueva (CFVN)**

Seminario de Graduación para optar al título de Ingeniero Electrónico

Autores: Br. Jackson Danilo Calero Chavarría  
Br. Aeby Ismael de Jesús Manzanarez García

Asesora Metodológica: Msc. Karen Acevedo

Asesor Tecnológico: Msc. Amado Antonio Alemán Gonzales

Tutor: MSc. Milciades Delgadillo

Managua, Diciembre 2019

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres y amigos que Dios ha puesto en mi camino para apoyarme en el desarrollo de mis actividades académicas y a los maestros que estuvieron para dar dirección y consejo oportuno para el buen desempeño de mi trabajo como profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en especial a los docentes que estuvieron en cada asignatura de mi carrera, me siento satisfecho por la labor que realizan en mi alma mater UNAN- Managua, muchas gracias docentes.

## **RESUMEN**

La corriente eléctrica posee unas determinadas características. La mayoría de los equipos que recibe este tipo de corriente que se conectan a la red eléctrica no puede trabajar de manera directa sin que la corriente fuese procesada, es por tal motivo que es necesario realizar modificaciones a la misma. La red eléctrica suministra corriente alterna, que invierte su polaridad unas 60/50 veces por segundo en dependencia de las regulaciones de cada país.

El servicio eléctrico suministra potencia y energía eléctrica basada en su distribución en corriente alterna con una frecuencia de 60/50 Hz.

La investigación analiza el problema que tiene una casa promedio con el suministro eléctrico comercial con la finalidad en darle solución al problema que presenta con la creación de una fuente conmutada para disminuir el consumo de potencia eléctrica en el sistema de iluminación con tecnología diodo emisor de luz (LED) y ahorro económico para fácil adquirir la tecnología.

Los resultados de la investigación son positivos dando como resultado la posibilidad de reducir la potencia consumida por el cliente con la tecnología de iluminación con tecnología LED debido a que el diseño de fuente conmutada realizado es económico ya realiza la corrección del factor de potencia.

## INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN.....	v
INDICE.....	vi
1. INTRODUCCION .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
4. JUSTIFICACION.....	6
5. OBJETIVOS.....	7
5.1 Objetivo general:.....	7
5.2 Objetivos Específicos: .....	7
6. MARCO TEORICO .....	8
6.1 Introducción a las fuentes de alimentación.....	8
6.2 Fuentes Lineal.....	9
<i>Tabla de ventajas y desventajas para construcción de rectificadores.</i> ....	12
6.3 Fuente conmutada.....	12
6.3.1 Tipos de fuente conmutadas .....	13
6.3.2 Funcionamiento de la fuente conmutada .....	17

Luz apropiada para una habitación.....	32
7. DISEÑO METODOLOGICO .....	33
7.1 Tipo de investigación.....	33
7.1.1 Nivel de profundidad del conocimiento:.....	33
7.1.2 Orientación en el tiempo de corte transversal: .....	33
7.1.3 Tipos de Investigación según la aplicabilidad de los resultados: .....	33
7.2 Localización:.....	33
7.2.1 Macro Localización .....	34
7.2.2 Micro Localización .....	35
7.2.3 Infraestructura del lugar .....	36
8. DESARROLLO.....	38
8.1 DIAGNOSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA COMERCIAL EN CFVN (CENTRO DE FE Y VIDA NUEVA), PARA BRINDAR UN MÉTODO DE AHORRO EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN. ....	38
8.1.1 Censo de carga del cliente .....	39
8.1.1.1 <i>Culto Martes, nocturno</i> .....	39
8.1.1.2 <i>Culto Dominical, matutino</i> .....	40
8.1.1.3 <i>Culto Dominical, nocturno</i> .....	42
8.1.1.4 <i>Culto Sabatino, nocturno</i> .....	43
8.1.1.5 <i>Culto Femenil</i> .....	44

8.1.1.6	Censo del cliente como colegio.....	44
8.1.2	Procesamiento de datos del censo de carga.....	46
8.1.2.1	Promedio de consumo teórico.....	46
8.1.2.2	Comprobación con lecturas reales.....	48
8.1.2.3	Cronograma de lecturas tomadas.....	62
8.1.2.4	Tabla de mediciones.....	63
8.1.2.5	Historial de consumo.....	64
8.1.2.6	Comparación de consumo en luminarias.....	68
8.1.3	tecnologías de iluminación que el cliente utiliza.....	71
8.1.3.1	Bombillo de vapor de mercurio.....	71
8.1.3.2	Iluminación con tubo fluorescente.....	74
8.2	DISEÑAR PROTOTIPO PARA SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON FUENTE CONMUTADA Y LÁMPARA LED.....	79
8.2.1	Diseño de lámpara LED.....	79
8.2.1.1	Lámpara LED con diseño personal.....	79
8.2.1.2	Esquema eléctrico de lámpara LED con diseño personal.....	81
8.2.1.3	Lámpara LED, presupuesto.....	84
8.2.1.4	Habitación propuesta para instalación de luminarias LED.....	84
8.2.2	Diseño de fuente conmutada para sistema de iluminación LED con diseño personal.....	94
8.2.2.1	Rectificador y filtro de entrada.....	94

8.2.2.2 Circuito de control .....	96
8.2.2.3 Transformador de alta frecuencia .....	98
8.2.2.4 Rectificador y filtro de salida .....	99
8.2.1.5 Presupuesto .....	102
8.3 ELABORAR PROTOTIPO QUE DISMINUYA EL CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ILUMINACIÓN LED. ....	104
8.3.1 Fuente conmutada para sistema de iluminación con LED.....	104
8.3.1.1 Rectificador y filtro de entrada .....	105
8.3.1.2 Controlador de fuente conmutada.....	107
8.3.1.3 Circuito de snubber .....	105
8.3.1.4 Pruebas de circuitos de control para fuente conmutada .....	107
8.3.1.5 Circuito de retroalimentación .....	107
8.3.1.6 Bobinado secundario y tensión de salida .....	108
8.3.2 Lámpara para sistema de iluminación con LED .....	109
8.3.2 Proyección del comportamiento de consumo de potencia del circuito propuesto .....	111
9. CONCLUSIONES .....	114
10. RECOMENDACIONES .....	115
11. BIBLIOGRAFÍA .....	116
12. ANEXOS.....	117



## 1. INTRODUCCION

Todos los consumidores buscan realizar ahorro de consumo eléctrico para reducir su costo mensual por la factura eléctrica, haciendo común el problema de un elevado costo en la facturación del consumo de potencia eléctrica, ameritando una solución al problema del consumo eléctrico de sus edificios, puesto que las alteraciones son extremas.

La energía eléctrica en Nicaragua ha venido sufriendo modificaciones en la generación de la misma, en el transporte y el mantenimiento de los equipos generadores, puesto que la demanda es mayor, el incremento del combustible fósil provoca también incremento al costo final del mismo.

Así como menciona la Revista Industria y Empresas en su encabezado “Demanda mundial de energía aumento 2.3% en el 2018”.

La demanda de energía en todo el mundo creció un 2,3% el año pasado, su ritmo más rápido en esta década, un rendimiento excepcional impulsado por una economía global robusta y mayores necesidades de calefacción y refrigeración en algunas regiones. El gas natural emergió como el combustible de elección, con las mayores ganancias y representando el 45% del aumento en el consumo de energía. El crecimiento de la demanda de gas fue especialmente fuerte en los Estados Unidos y China. (Chaverra, 2018)

Esto es un indicador que el ritmo de consumo de energía va en aumento, es necesario reducir costos, y en Nicaragua este servicio vital se ve afectado económicamente lo que da por consecuencia precios altos al superar un subsidio por un límite de consumo.

Realizando las mediciones en diferentes circunstancias y lugares se notaron varios factores en común que permiten la alteración en consumo eléctrico, la solución más rápida en realizar sería la sustitución de luminarias con diodo emisor de Luz LED para amortiguar el golpe económico generado mensualmente.

Correspondiendo con la falta de presupuesto de los clientes para la sustitución a LED, les resulta costosa, para satisfacer esta necesidad, por lo que en la presente investigación se realiza el diseño de una fuente conmutada con lámparas LED, de esta manera reduciendo el consumo de potencia eléctrica.

Para esto, se diseña una fuente más económica que permite encender en conjunto de lámparas lo cual permite obtener ahorro en consumo de potencia eléctrica en forma de luz visible, teniendo la flexibilidad de modificar esta potencia de salida en la fuente determinándolo en su diseño.

## 2. ANTECEDENTES

En Marzo 2016, En UNAN - Managua, Br. Flores Velásquez Eddy de Jesús, Br. Tinoco Brooks Ernesto Josué en la tesis “Construcción de fuente multifuncional para los laboratorios de Electrónica de la Unan-Managua.”. tuvieron la siguiente conclusión En el desarrollo de este trabajo se realizaron encuesta a los alumnos de II y III Año. Se tomó una muestra de 50 estudiantes con la finalidad de conocer demandas y necesidades al momento de realizar sus prácticas de laboratorio, las variables de estudio fueron: instrumentos más utilizados, rangos de frecuencias más utilizados, señales con mayor incidencia y así poder observar su comportamiento.

En las encuestas se obtuvo que un 80% de los estudiantes utilizan los equipos más usuales de los laboratorios como son: el multímetro, generador de funciones y las fuentes de alimentación. Además, se observó que la fuente es de gran importancia en todos los niveles de la enseñanza desde lo más sencillo que es ley de ohm hasta en las comunicaciones para el análisis de señales. Este equipo está valorado en C\$5, córdobas netos, incluyendo todo el material utilizado para su construcción y diseño. Se encontraron algunos impedimentos que suelen tener los estudiantes como son las normas de seguridad; no obstante, se elaboró un manual para el equipo, el cual servirá de guía para conocer a detalle el funcionamiento correcto.

En el año 2013, Peñael, D. y Ramón, P. en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador realizaron la tesis “Diseño y montaje de fuente para alimentación de convertidor multinivel”.

En este proyecto se diseñó y construyó un módulo inversor monofásico multinivel de 3 etapas 27 niveles. Está construido usando puente H en cascada con fuente común, y convierte la corriente directa en corriente alterna mediante la conmutación de transistores de potencia (IGBT's).

Mediante la rectificación de cada etapa se obtienen formas de ondas distintas que al sumarse a través de transformadores reconstruye una señal sinusoidal tipo escalera de 27 niveles con un voltaje pico de salida de 110Vac a una frecuencia de 60Hz. Dentro de la fase de control se programó un microcontrolador para la generación de las señales de disparos que se envían

al circuito aislador de señales formado por optoacopladores (6N137). para separar la etapa de control de las perturbaciones que se generan en la etapa de potencia.

Para la etapa de potencia se implementó un circuito de conmutación formado por los drivers IR2110 para estabilizar los pulsos al mismo nivel de voltaje y asegurar los disparos de los interruptores de potencia, también se implementó tres puentes H con IGBT's que rectifican y suman sus ondas resultantes para obtener la señal sinusoidal reconstruida por medio de transformadores. Se construyó un módulo didáctico para observar la senoidal resultante a la salida con 27 niveles, la cual puede ser conectada a una carga resistiva, resistiva-inductiva y a un motor monofásico de ¼HP y 110Vac. Finalmente, se elaboró un manual técnico del módulo y una práctica de laboratorio para mayor entendimiento del funcionamiento del inversor.

Diciembre del 2013, En UNI, Br. Cruz Juan José, Br Navarro Samantha, Br. Leyton Calderón en la tesis “Diseñar y construir fuentes conmutadas de DC para alimentar inversor multinivel (FASE B)”. tuvieron la siguiente conclusión “Después de la realización de este proyecto monográfico podemos afirmar que se pueden implementar exitosamente cuatro fuentes conmutadas de potencia utilizando la topología Push-Pull para suministrar potencia a inversores multinivel”

Los valores del voltaje de salida de las fuentes de potencia son 68, 51, 34 y 17 voltios y deben ser capaces de suministrar hasta 5 amperios a la salida, según los requerimientos del inversor estas deben de ser estables, eficientes, compactas y responder rápidamente ante cargas dinámicas.

En el uso de las fuentes conmutadas la topología a implementar es la Push Pull, dicha topología es más fácil de controlar y utiliza menos circuiterías con respecto a otras topologías de fuentes conmutadas, además que es bastante popular en el rango de potenciación el que se desea trabajar. Los componentes magnéticos de las fuentes son diseñados y construidos artesanalmente, también se implementan protecciones de sobre voltaje y corriente.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los problemas encontrados con diferentes clientes son consecuencia de la mala distribución eléctrica que está en su edificio, por tal motivo no se tiene un control del gasto de potencia eléctrica.

Además, el consumo eléctrico irregular se promedió para representen el gasto mínimo mensual para cada cliente y no se tiene un consumo mínimo estable, esto ocasiona que las tarifas a pagar sean excesivas en diferentes ocasiones sin poder determinar un presupuesto mensual.

Por otra parte, estos pagos extras por consumo eléctrico es consecuencia a superar un límite establecido en consumo de potencia mensual, en Nicaragua se ofrece un subsidio por consumos menores a 150 KW, todos los clientes promedio podrían alcanzarlo de tener un control en su consumo, pero debido a la inestabilidad no logran cumplirlo. Por consiguiente, la formulación del problema se basa en la siguiente pregunta:

¿Cómo crear un sistema electrónico económico para disminuir el consumo de potencia eléctrica en el sistema de iluminación LED?

#### **4. JUSTIFICACION**

La importancia de realizar esta investigación es la de adquirir un producto económico con la tecnología necesaria para hacer un consumo eficiente de energía eléctrica debido a que se encuentran grandes costes monetarios del consumo de energía eléctrica y sin olvidar que los precios de la misma siguen incrementando.

Para ello se plantea mejorar el sistema de iluminación diseñando una fuente de alimentación conmutada que sustente la demanda de corriente necesaria para iluminar, reduciendo el consumo de corriente directa, a su vez los componentes utilizados para la fabricación de esta fuente son de bajos costos y de fácil acceso lo cual abarata los costos totales de la fuente conmutada.

Así mismo con la implementación del sistema propuesto se puede reducir consumo eléctrico sin desconectar equipos eléctricos que son necesario en el transcurso de las actividades de cada usuario, siendo así una alternativa económica para solucionar el problema que presentan en las alteraciones del pago eléctrico.

Los clientes incurren en gastos económicos elevados para rediseñar el sistema eléctrico y así lograr reducir la cantidad de consumo eléctrico de electrodomésticos activos en el edificio, dividiendo el sistema eléctrico, cambiando de igual manera la infraestructura para aprovechar la mayor cantidad de luz natural durante el día y haciendo ventanales para la ventilación.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general:**

- Crear prototipo del sistema de iluminación con diodos emisor de luz (LED) para disminuir consumo de potencia eléctrica en centro de fe y vida nueva (CFVN)

### **5.2 Objetivos Específicos:**

- Diagnosticar el comportamiento de consumo de potencia eléctrica comercial en CFVN (Centro de Fe y Vida Nueva), para brindar un método de ahorro en el sistema de iluminación.
- Diseñar prototipo para sistema de iluminación con fuente conmutada y lámpara LED.
- Elaborar prototipo que disminuya el consumo de potencia eléctrica a través de iluminación LED.

## 6. MARCO TEORICO

### 6.1 Introducción a las fuentes de alimentación

Para comprender la temática y desarrollar el proyecto; a continuación de la fuente de alimentación, y su funcionamiento, los tipos de fuentes de alimentación que en la actualidad se utilizan con más frecuencia.

Las fuentes de alimentación son importantes en nuestra vida cotidiana, en la actualidad existen diferentes tecnologías para el diseño de las mismas, a continuación, se presentarán algunas tecnologías comunes, de las cuales tomaremos las particularidades más importantes para diseñar nuestra fuente de alimentación.

La fuente de poder o de alimentación (*PSU* en inglés) es el dispositivo que se encarga de transformar la corriente alterna de la línea eléctrica comercial que se recibe en los domicilios en corriente continua o directa que es la que utilizan los dispositivos electrónicos tales como televisores y computadoras, suministrando los diferentes voltajes requeridos por los componentes, incluyendo usualmente protección frente a eventuales inconvenientes en el suministro eléctrico, como la sobretensión. (Raffino, 2019, pág. 1)

Las fuentes de alimentación eléctrica se han ido desarrollado en tecnología, componentes y dimensiones de las mismas estas pueden ser fuente capacitiva, inductiva y resistiva.

La fuente inductiva es la que más se conoce porque el proceso de reducción o elevación de tensión eléctrica es directamente relacionado a un transformador (bobinas) fig. 1 y la capacitiva junto con la resistiva no son tan populares en el diseño de alta corriente y estas trabajan en el proceso de reducción con resistores y capacitores fig. 2).

Se encarga de aumentar o disminuir la magnitud de voltaje que aparece en el devanado primario, sin que varíe esencialmente su forma de onda.

## Figura 1

### Fuente lineal

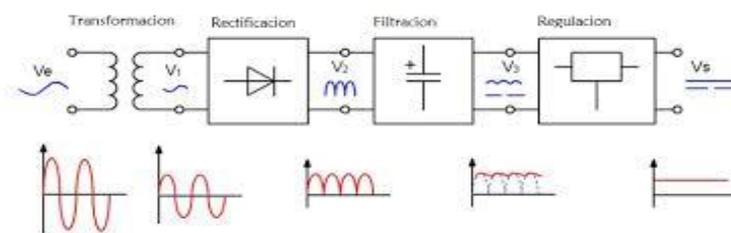


Figura 1, fuente lineal, se muestra el proceso de transformación de corriente alterna en corriente continua

Fuente: MECYDICE

## Figura 2

### Fuente capacitiva

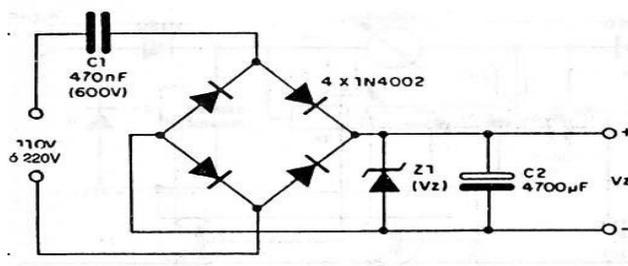


Figura 2, fuente capacitiva, se muestra el proceso básico de reducción solamente con condensador

Fuente: Facilelectro

## 6.2 Fuentes Lineal

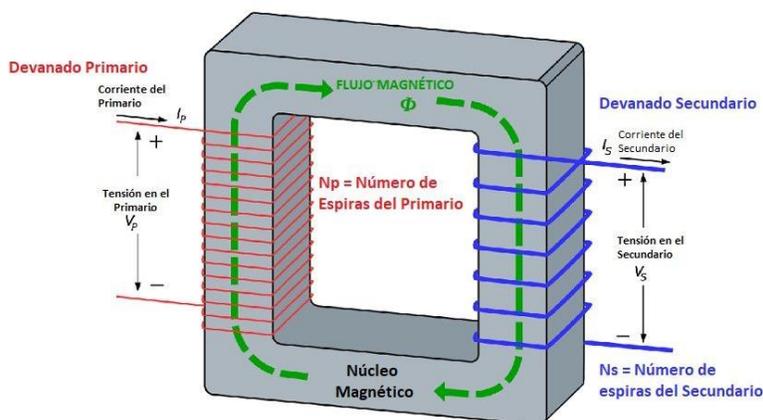
El transformador inductivo utilizado en las fuentes de alimentación, funcionan para elevar el voltaje o disminuirlo correspondiente a la aplicación que necesitemos, este contiene un transformador formado por bobinas grandes o pequeñas en dependencia de su aplicación. aplicación”. (Anonimo, 2019, pág. 1)

Se conforma con un núcleo de hierro o ferrita y dos bobinas de diferentes tamaños (relación de vueltas entre ellas) o mismo tamaño entre ellas, denominadas devanado primario y devanado secundario.

Que dependiendo de la cantidad de vueltas en cada devanado se nombrara como transformador reductor o amplificador de tensión. En la figura 3 se muestra un transformador inductivo y sus devanados

**Figura 3**

***Transformador inductivo***



*Figura 3: Transformador inductivo, conformado con dos inductores bobina primaria y bobina secundaria*

*Fuente: tecnología-industrial*

Para utilizar este tipo de fuente es necesario seguir un procedimiento que se detalla a continuación para determinar la tensión y corriente a su salida donde:

$U_1$  = tensión en devanado primario (voltios)

$U_2$  = tensión en devanado secundario (voltios)

$B_M$  = valor máximo de la inducción magnética en el núcleo (Tesla). (En núcleos de hierro magnéticos de transformador suele tener un valor máximo de 1,4 Tesla)

$f$  = frecuencia de la corriente alterna (Hz)

$n_1$  = número de espiras del devanado primario (adimensional)

$n_2$  = número de espiras del devanado secundario (adimensional)

$A$  = área de la sección recta del núcleo magnético ( $m^2$ )

Si el primario y el secundario están atravesados por la misma inducción máxima  $B_M$  y la sección  $A$  del núcleo permanece constante, entonces;

$$U_1 / U_2 = n_1 / n_2$$

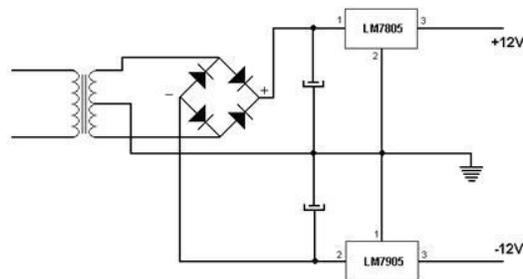
Despejando la ecuación se puede obtener el valor para cualquier valor de referencia que deseemos.

### **Etapa de rectificación**

Posterior a la reducción de tensión y corriente se utiliza puente de diodos para rectificar el voltaje, un condensador para reducir aún más los picos de tensión y al final un regulador que estabilice de manera fija el voltaje de salida. En la figura 4 se muestra la etapa de rectificación.

**Figura 4**

#### *Esquema de transformador lineal*



*Figura 4: esquema del transformador lineal, reducción, rectificación y regulación de voltaje*

*Fuente: ecured.cu*

**Tabla 1**

*Ventajas y desventajas al construir rectificadores.*

<b>DESVENTAJAS</b>	<b>VENTAJAS</b>
Altas pérdida de energía por temperatura	Fácil construcción y diseño
Altos costo por la elaboración de un transformador con más potencia	Materiales accesibles
Gran tamaño	Fácil de reparación
Gran peso	Mayor eficiencia a mayor tamaño

*Tabla de ventajas y desventajas para construcción de rectificadores.*

### 6.3 Fuente conmutada

Las fuentes conmutadas fueron diseñadas para sustituir a las fuentes lineales, con los beneficios que no ofrecen las fuentes lineales. Estas fuentes utilizan el principio de las fuentes lineales, pero con diferencias muy importantes.

Una de ellas es aumentada la frecuencia de la corriente, que pasa de oscilar 50/60Hz a más de 100kHz, dependiendo del sistema utilizado, al aumentar la frecuencia de esta manera reducimos las pérdidas por temperatura en el transformador y conseguimos reducir el tamaño del transformador, por consecuencia el peso y dimensión de la fuente también son reducidos. . (Sancho, 1993, pág. 197)

En este tipo de fuentes, la señal de entrada sufre muchos cambios se hace la conversión de alterna a continua, y nuevamente a alterna, pero con una frecuencia mucho mayor que la inicial, y seguidamente vuelve a transformar en continua, pero con el voltaje que determinemos como referencia.

Por esta razón los equipos basados con estas fuentes son llamados inversores o inverter, con las etapas siguientes su construcción se vuelve complicada y por la cantidad de componentes es cara, ya que se corrigen los errores que este tipo de fuente tiene por naturaleza.

### 6.3.1 Tipos de fuente conmutadas

Las variedades de las fuentes conmutadas se presentan a continuación, de las cuales se escoge alimentación CA con salida CC con la topología BUCK, porque esta permite disminuir la tensión de salida del transformador.

La topología que se utilizará en el diseño de esta fuente será del tipo BUCK, proveniente del inglés “reducir”, esta topología nos permite reducir la tensión lo suficiente para obtener tensiones como 5 voltios, 12 voltios hasta 24 voltios de corriente directa ya rectificada.

Estando claro del tipo de fuente conmutada con su topología a como se muestra en la tabla 2, se define que esta fuente podrá alimentar las lámparas LED diseñada en el primer objetivo con el beneficio de ahorro económico en su diseño.

**Tabla 2:**

#### *Topologías y características de distintos tipos de fuentes conmutadas*

Topología	Potencia (W)	Eficiencia (típica)	Tensiones (V)	Características
<u>Buck</u>	0–1000	75%	5–1000	Disminuir Tensión
<u>Boost</u>	0–150	78%	5–600	Aumentar Tensión
<u>Buck-boost</u>	0–150	78%	5–600	La salida puede ser mayor o menor a beneficio
<u>Flyback</u>	0–150	78%	5–600	Salidas Múltiples

*Tabla de topologías Buck, Boost, Buck-boost, Flyback y características de distintos tipos de fuentes conmutadas*

### 6.3.1.1 Convertidor BUCK

Es un circuito que reducirá el voltaje donde el circuito básico posee un interruptor, diodos, bobinas y condensadores de salida para que este almacene la carga, como ejemplo de interruptor se puede utilizar un BJT o MOSFET que brinda una mejor eficiencia en el circuito.

Un convertidor reductor es un convertidor de potencia CC a CC que reduce el voltaje (mientras aumenta la corriente) desde su entrada (suministro) hasta su salida (carga).

Es una clase de fuente de alimentación conmutado (SMPS) que generalmente contiene al menos dos semiconductores (un diodo y un transistor, aunque los convertidores buck modernos frecuentemente reemplazan el diodo con un segundo transistor utilizado para la rectificación síncrona) y al menos un elemento de almacenamiento de energía, un condensador, inductor o los dos en combinación.

Para reducir la fluctuación de voltaje, los filtros hechos de condensadores (a veces en combinación con inductores) normalmente se agregan a la salida y el filtro (filtro del lado de la carga) de dicho convertidor.

Esto se divide en dos etapas. Las etapas ON y OFF. En la parte de ENCENDIDO, el interruptor está cerrado como podemos ver en la siguiente figura donde el diodo está abierto porque el voltaje del cátodo es más alto que el ánodo.

Cuando el interruptor se cierra por primera vez, la corriente comenzará a aumentar y el inductor producirá una tensión opuesta en sus terminales en respuesta a la corriente cambiante.

Esta caída de tensión contrarresta el voltaje de la fuente y, por lo tanto, reduce el voltaje neto a través de la carga. Con el tiempo, la tasa de cambio de corriente disminuye, y el voltaje a través del inductor también disminuye, aumentando el voltaje en la carga.

Durante este tiempo, el inductor almacena energía en forma de campo magnético. Si el interruptor se abre mientras la corriente todavía está cambiando, siempre habrá una caída de voltaje a través del inductor, por lo que el voltaje neto en la carga siempre será menor que la fuente de voltaje de entrada. Cuando el interruptor está encendido, el inductor se cargará y el voltaje en el inductor será la diferencia entre la salida y la entrada. Pero también sabemos que el voltaje del inductor es la inductancia  $L$  multiplicada por el derivado de corriente del inductor. Como podemos ver en la siguiente figura 5, obtenemos la corriente ON a través del inductor.

**Figura 5**

**Switch OFF**

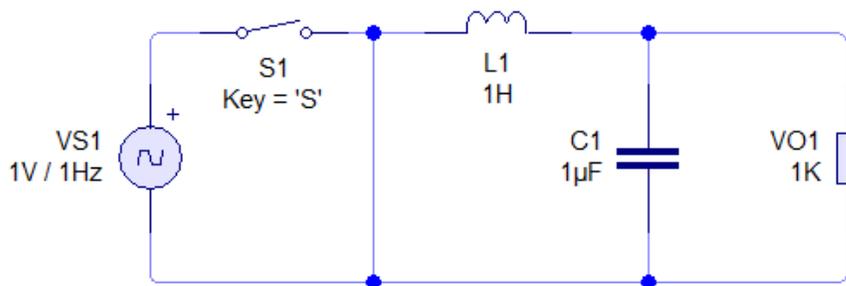


Figura 5: Esquema Switch Off

Fuente: Autoría Propia

**Switch OFF**

$$-V_o = L \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$i_L(t) = \frac{-V_o}{L} t + C$$

$$\Delta i_L(OFF) = \frac{-V_0}{L} (1 - D)T$$

Cuando el interruptor se abre nuevamente (estado apagado), la fuente de voltaje se eliminará del circuito y la corriente disminuirá. La corriente decreciente producirá una caída de voltaje a través del inductor (opuesto a la caída en el estado encendido), y ahora el inductor se convierte en una fuente de corriente.

La energía almacenada en el campo magnético del inductor soporta el flujo de corriente a través de la carga. Esta corriente, que fluye mientras la fuente de voltaje de entrada está desconectada, cuando se concatena con la corriente que fluye durante el estado encendido, totaliza a la corriente mayor que la corriente de entrada promedio (siendo cero durante el estado apagado).

El "aumento" en la corriente promedio compensa la reducción en el voltaje, e idealmente conserva la potencia suministrada a la carga. Durante el estado apagado, el inductor está descargando su energía almacenada en el resto del circuito.

Si el interruptor se cierra nuevamente antes de que el inductor se descargue completamente (estado encendido), el voltaje en la carga siempre será mayor que cero.

En este caso, el voltaje a través del inductor (figura 6) es el voltaje de salida. Entonces, una vez más, utilizando las fórmulas de la figura siguiente, obtenemos la corriente de la parte OFF.

## Figura 6

### Switch OFF

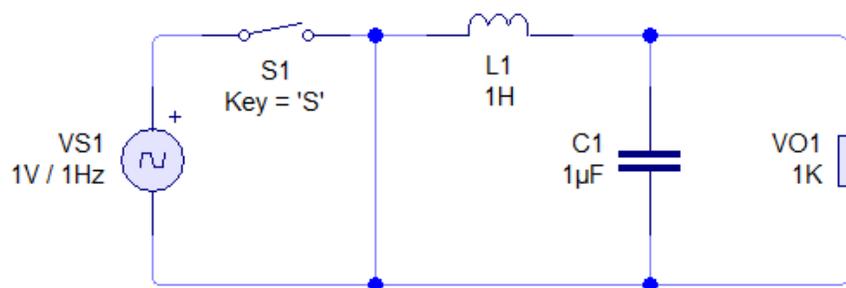


Figura 6: Esquema Switch Off

Fuente: Autoría Propia

$$-V_o = L \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$i_L(t) = \frac{-V_o}{L} t + C$$

$$\Delta i_L(OFF) = \frac{-V_o}{L} (1 - D)T$$

Si se desea obtener la salida dependiendo de la entrada y el ciclo de trabajo del PWM, todo lo que tenemos que hacer es hacer que la suma de la corriente de encendido y apagado sea igual a 0. Eso significa que la corriente de encendido es igual a la corriente de apagado. Entonces él nos dará:

$$\Delta i_L(ON) + \Delta i_L(OFF) = 0$$

$$\frac{V_s - V_o}{L} DT + \frac{-V_o}{L} (1 - D) = 0$$

$$V_o = DV_s$$

### 6.3.2 Funcionamiento de la fuente conmutada

Por lo tanto, hemos obtenido que la salida depende del ciclo de trabajo desproporcionado. Entonces, cuanto más grande sea el ciclo de trabajo, mayor será la salida. El ciclo de trabajo del PWM puede tener valores entre 0 y 1. Por lo tanto, la única salida posible será igual o mayor que la entrada. Es por eso que esta configuración se llama convertidor elevador.

Actualmente existen muchos tipos de fuentes conmutadas, variando su forma de oscilación o componentes para el mismo efecto. Se podrá ver en forma generaliza el funcionamiento de esta fuente, por tal motivo será expuestos por bloques. En la figura 7 se muestran los procesos en una fuente conmutada.

## Figura 7

### Proceso de funcionamiento

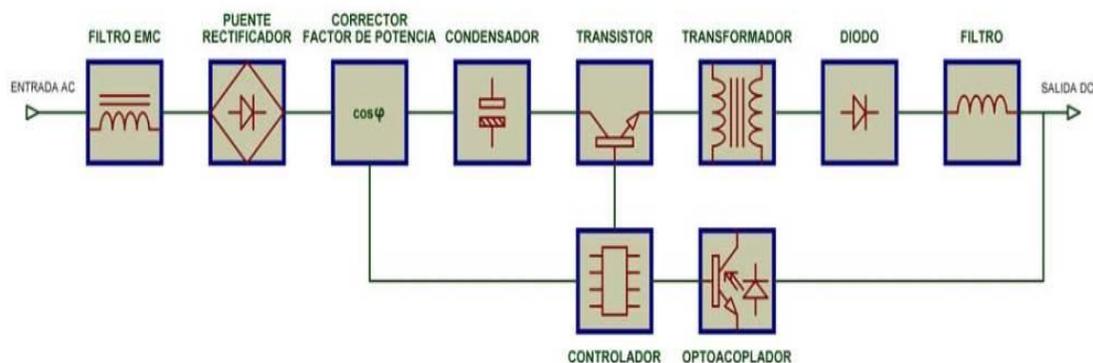


Figura 7: Fuente conmutada, procesos de funcionamiento en diagrama de bloques

Fuente: Fidestec

#### 6.3.2.1 Filtro EMC

Su función es absorber los problemas eléctricos de la red, como ruidos, armónicos, transitorios, etc. También evita que la propia fuente envíe interferencias a la red. Ejemplo típico es cuando se conecta o desconecta cualquier elemento eléctrico.

Esto picos de tensión se transmiten a través de la red eléctrica, o en forma de campos magnéticos, en instalaciones con muchos aparatos conectados, estos picos se multiplican, las fuentes conmutadas producen bastante ruido eléctrico, debido a los picos de tensión que genera la conmutación del transistor. (Nieto, Fidestec, 2014)

EMC son las siglas de compatibilidad electromagnética. Este filtro se monta en su entrada, y suele estar compuesto principalmente por una o varias bobinas en serie, uno o varios condensadores en paralelo, o una combinación de ambos sistemas.

Para determinar la frecuencia de corte del filtro LC se presta la ecuación planteada a continuación donde:

$f_c$  = frecuencia de corte

$\pi$  = término matemático “pi”

L = bobina

C = capacitor

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

### *6.3.2.2 Rectificación con diodos y condensador*

El puente rectificador solo deja pasar la corriente en un sentido, de modo que convierte la corriente alterna en corriente pulsante, es decir que oscila igual que la corriente alterna, aunque únicamente en un sentido. Para convertir la corriente alterna a continuas utilizaremos el habitual puente rectificador de diodos.

Un condensador es básicamente un componente fabricado a base de capas conductoras separadas por un elemento aislante. Las capas están muy cerca unas de otras, lo que permite que los electrones, al tener carga negativa, se vean atraídos por la capa con carga positiva. (Villardel, 2015, pág. 24)

Este comportamiento hace que el condensador se convierta en una especie de batería con muy poca carga. Al aplicar corriente, el condensador se carga, y al desconectarlo, se descarga a través de los componentes conectados, aprovechamos este comportamiento para rectificar aún más los picos de tensión. En la figura 8 se presenta la etapa de rectificación.

## Figura 8

### *Rectificaciones de corriente alterna y filtrada*

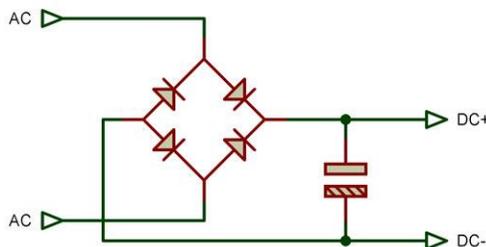


Figura 8: *rectificaciones de corriente alterna y filtrada*

Fuente: *Fidestec*

#### 6.3.2.3 *Corrección del factor de potencia*

En la corrección del factor de potencia (PFC) en una fuente de alimentación conmutada (SMPS):

“Corresponde a la estabilidad de las fases en las señales de entrada, por consecuencia de utilizar más componentes, tales como resistivos, inductivos y capacitivos, su fase se ve afectada en cada una de sus etapas, además, las cargas que pueden ser conectadas a la fuente afectan el comportamiento de las fases correspondiendo a resistiva, inductiva o capacitiva”. (Usera, 2018)

La corrección de factor de potencia estabiliza sus fases, aumentando o disminuyendo la frecuencia de trabajo en la etapa de conmutación afectando la corriente y tensión que demanda la carga, por medio del controlador en una fuente conmutada se verifica la entrada y salida la misma para estabilizando la potencia útil.

La ecuación para conocer el rendimiento de la potencia de nuestra fuente está relacionada con:

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{Potencia consumida en la salida}}{\text{potencia consumida en la entrada}}$$

La corrección del factor de potencia está directamente relacionada con el ángulo de fase que forman las diferentes cargas ya sea inductiva, resistiva o capacitiva, cuyo ángulo de fase deberá ser lo más cercano a 1 para obtener un mejor rendimiento de nuestra fuente-

#### *6.3.2.4 Transistor*

El circuito integrado controla un transistor MOSFET como si fuese un interruptor, conectándolo y desconectándolo miles de veces por segundo, cuando el transistor está conectado, la bobina se carga de corriente, y cuando se desconecta, la bobina comienza a descargarse.

En la figura 9 se presenta la conexión que se realiza con el integrado para regular el desfase de las señales, entre la bobina y el condensador hay un diodo para que el condensador no devuelva corriente hacia la bobina o el transistor.

Para escoger el transistor que trabajara en la fuente se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Tensión de trabajo en la conmutación (tensión máxima que estará presente entre los terminales Colector a Emisor)
- Corriente de trabajo (Corriente máxima que será suministrada al sistema)

Este transistor trabaja en conjunto con el controlador para formar un inversor de corriente directa en alterna, según Pardell

“Un inversor es un convertidor de corriente continua a corriente alterna. Justo lo contrario que un rectificador de diodos, un circuito para convertir la corriente continua en alterna es algo más complicado necesitamos un generador de frecuencia (oscilador), además controlar la corriente, cualquier factor externo podría hacer que la tensión o la intensidad varíen de forma no deseada”. (Pardell, 2019)

## Figura 9

### *Opto acoplador conectado a controlador*

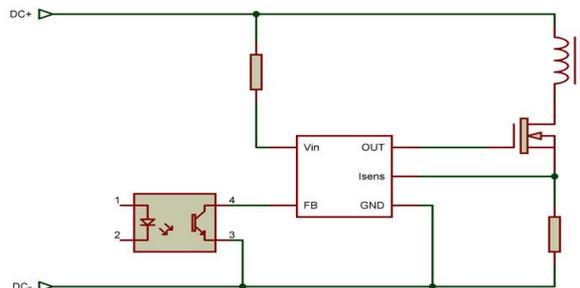


Figura 9: opto acoplador, conectado al controlador

Fuente: Fidestec

### 6.3.2.5 Controlador

Debido que el transformador debe trabajar a una frecuencia fija, para regular la tensión y la corriente de salida se suele utilizar un generador PWM siendo las siglas de Pulse Width Modulación, que traducido significa Modulación por Ancho de Pulsos.

El PWM en las fuentes conmutadas vienen integradas en un chip que controla este sistema, cuando la tensión de salida supera el valor deseado, estrecha los pulsos de corriente, y así el transformador recibe menos energía y al caer la tensión de salida disminuye.

Para conseguir controlar la corriente se utilizan circuitos integrados, que son vendidos con valores de salida definidos. El objetivo es que la tensión de salida de la fuente sea muy estable, y no se descontrola, aunque haya cambios de carga muy bruscos en la carga conectada en la salida de la fuente. De este modo, la tensión de salida se mantiene constante, aunque varíe la carga aplicada, estos integrados pueden incorporar más funciones, según el fabricante y modelo de fuente.

En el esquema de la figura 8 se muestra la conexión de los componentes. El circuito integrado puede alimentarse directamente a través de una resistencia (de un valor bastante alto), ya que interiormente incorpora un circuito estabilizador de tensión, en otros casos se alimenta desde un bobinado auxiliar del transformador, o a través de una pequeña fuente de alimentación lineal.

La resistencia *shunt*, (utilizada para medir la corriente) que une el transistor con la masa, suele tener un valor menor a un ohmio, para no afectar al resto de componentes y tiene que resistir el flujo de corriente del sistema porque toda la corriente del circuito pasa a través suyo y el opto acoplador entrega una señal proporcional a la tensión de salida.

#### 6.3.2.6 Transformador

El transformador (figura 10) utilizado en la fuente conmutada cumple con el mismo funcionamiento que el de la fuente lineal, con la diferencia que el tamaño es mucho menor. Y corresponde al aumento de frecuencia, porque, a mayor tiempo de conmutación, menos tiempo soportara la cargar completa el transformador.

Esto permite reducir el tamaño, pero cumpliendo con la misma relación entre los bobinados, primarios y secundarios, Este tipo de transformador lo denominamos transformador de pulso los núcleos están fabricados de materiales como la ferrita.

Para comprar un transformador debe cumplir con los valores mencionados a continuación

- Frecuencia de trabajo (tiempo mínimo que la tensión máxima puede estar en las terminales del bobinado primario)
- Tensión máxima que soporta el transformador (valor en voltaje que soporta el transformador)
- Corriente de trabajo del transformador (determina la corriente máxima que soporta en conjunto con la tensión máxima, delimitando la potencia máxima que puede ofrecer el transformador en su salida)

## Figura 10

### *Esquema de transformador*



Figura 10: Transformador EE25

Fuente: alldatasheet

### 6.3.2.7 Rectificador de salida

El utilizar un rectificador de media onda o un rectificador de onda completa no es relevante, por el motivo es que esta corriente es de alta frecuencia. Esto quiere decir que los pulsos estarán mucho más juntos, y será muy fácil filtrarlos para conseguir una corriente continua. En la figura 11 se muestra el rectificador a la salida de la fuente.

### Figura 11 Rectificador de alta frecuencia

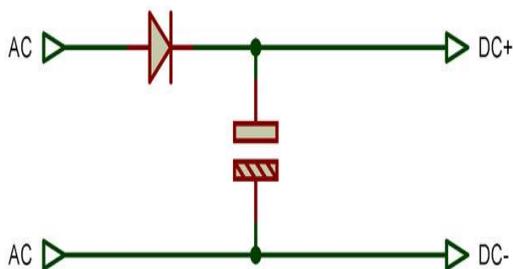


Figura 11: rectificador de alta frecuencia

Fuente: Fidestec

Debido precisamente a la alta frecuencia de la corriente, no podemos utilizar diodos rectificadores normales. Si lo hiciésemos, éstos tardarían demasiado tiempo en empezar y

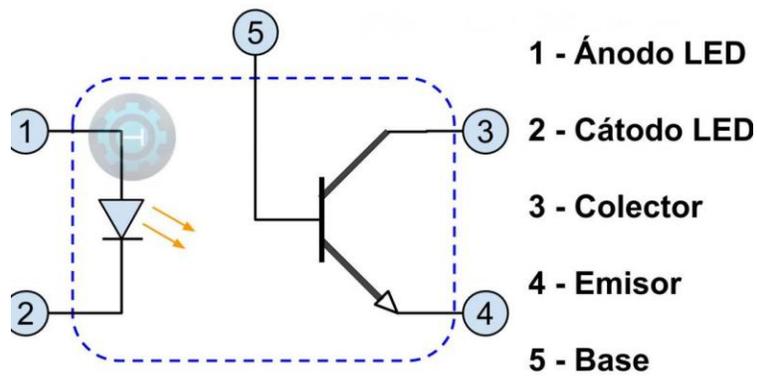
dejar de conducir, para esta función se utilizan los diodos ultrarrápidos, o diodos Schottky. Su símbolo es distinto al de los diodos rectificadores normales. En la figura 14 se muestra el símbolo del diodo rápido.

#### 6.3.2.8 El opto acoplador

Al estar los componentes aislados eléctricamente, los circuitos conectados en cada lado permanecen separados. Las corrientes que soporta un opto acoplador, tanto en el diodo como en el fototransistor son muy bajas, por lo que únicamente pueden manejar señales, para poder manejar cargas de cierta potencia, se debe conectar algún componente adicional. En la figura 12.

**Figura 12**

#### *Esquema de opto acoplador*



*Figura 12: Simbología de opto acoplador*

*Fuente: Hetpro-store*

#### 6.3.2.8.1 Regulador de tensión con el circuito integrado TL431

Cuando se conecta una carga que consume mucha corriente, la tensión de la fuente cae. Igualmente, cuando la carga disminuye, la tensión aumenta de nuevo, si la carga no es estable, como ocurre en la mayoría de aplicaciones, hay que mantener la tensión constante, para evitar problemas de funcionamiento y averías.

“El regulador PWM (modulador de ancho de pulso) del primario varía la anchura de los pulsos para cambiar la tensión de salida del transformador, esto quiere decir que en

una fuente conmutada la tensión es variable. En la mayoría de aplicaciones, la tensión de la fuente debe ser fija, y además muy estable, para que la tensión sea lo más exacta posible y no varíe en ningún momento”. (Vilardell, 2015).

El transformador sirve como aislamiento de seguridad, por lo que no interesa conectar partes del primario con componentes del secundario, para mantener este aislamiento.

Para regular la tensión se utiliza el componente **TL431**, este se muestra en la figura 13

### Figura 13

#### Regulador

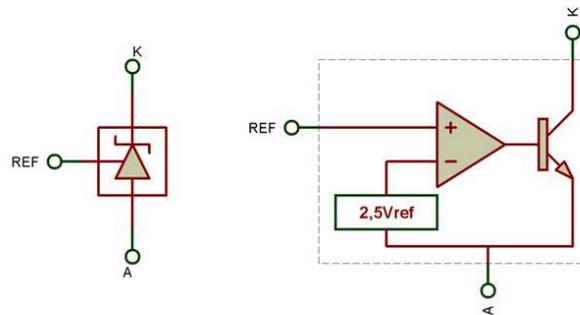


Figura 13: CI TL431

Fuente: Fidestec

Debido a su bajo coste y a su precisión, es el componente más habitual para esta aplicación. Cada fabricante varía la referencia de sus componentes, es habitual encontrar este componente con otros códigos, pero suelen coincidir en la numeración xxx431.

Un circuito de referencia de 2,5V. Siempre que entre los terminales K y A haya una tensión superior, esta parte del circuito generará 2,5V con una gran precisión y estabilidad ante los cambios de temperatura.

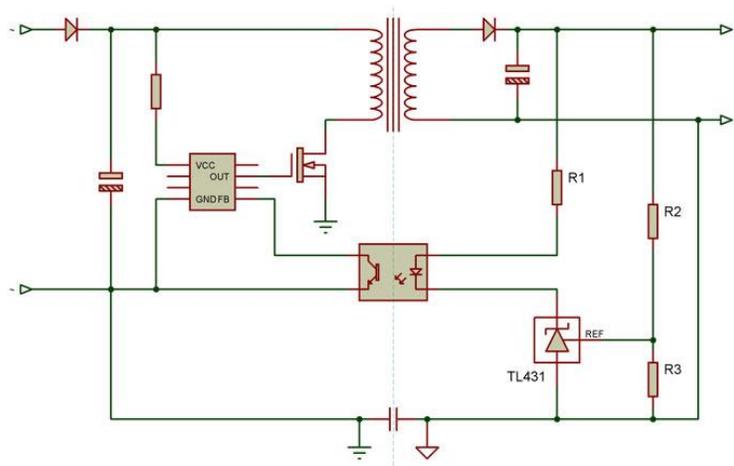
Un amplificador operacional, que cuando la tensión en el terminal REF es superior a 2,5V activa su salida.

Un transistor, que entra en conducción cuando el circuito operacional entrega tensión a su base.

En definitiva, el integrado conecta los terminales K y A cuando en el terminal REF hay más de 2,5V. Este modo de funcionamiento ha hecho que el TL431 sea conocido como zener regulable.

**Figura 14**

*Circuito con componentes integrados*



*Figura 14: circuito complementado con los componentes*

*Fuente: Fidestec*

#### **6.3.2.8.2 Configuración del regulador de tensión**

En la figura 13 se presenta el circuito con todos los componentes donde R2 y R3 actúan como un divisor de tensión. Si, por ejemplo, la tensión de salida de la fuente debe ser de 5V, R2 y R3 tendrán valores idénticos, para que en el pin REF la tensión sea igual a 2,5V.

Cuando la tensión entre + y - sea mayor de 5V, la tensión en REF también será mayor que 2,5V, por lo que el TL431 dejará pasar corriente a través de R1 y el LED del optoacoplador.

El LED se iluminará activando el fototransistor, que conectará a masa el terminal FB (feedback) del regulador PWM, que a su vez reducirá el ancho de los pulsos para disminuir la tensión de salida.

Cuando la tensión entre + y - caiga por debajo de 5V, y por lo tanto sea menor de 2,5V en REF, el TL431 dejará de conducir, el LED se apagará, y el fototransistor desconectará la entrada FB de la masa.

En este caso, el regulador PWM aumentará el ancho de los pulsos hasta recibir una nueva señal del optoacoplador, el regulador sabrá cuándo aumentar o disminuir la tensión, en función del estado del TL431.

Las fuentes de alimentación de mayor calidad suelen tener una respuesta bastante rápida y efectiva ante los cambios de tensión provocados por variaciones bruscas de la carga.

### Fuente con impedancia capacitiva (fuente con capacitores)

Esta fuente consiste en limitar corriente con impedancia capacitiva en la entrada de la fuente, es decir, limitamos la corriente en alterna aprovechando la capacidad que tiene el condensador en trabajar con esta tensión sin generar pérdidas por calor, aunque se menciona que la desventaja de este circuito es que la corriente de salida del circuito no es mayor a 1A, con este motivo se diseña otra fuente llamado driver de corriente para LED.

### Figura 15

#### Alimentación de lámpara LED

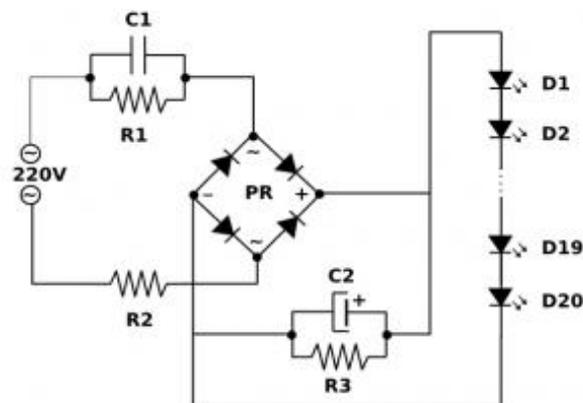


Figura 15: Alimentación lámpara LED sin controlador de corriente

Fuente: [pinterest.com/pin/368310075761859550](https://pinterest.com/pin/368310075761859550)

En este tipo de lámpara o bombillo el circuito interno es sencillo, pero se obtiene pérdida por calor, para ello le instalan disipadores de aluminio de gran tamaño para que los LED no sean dañados, en otras se sueldan los LED directamente en una lámina de aluminio para que esta sirva como sistema de enfriamiento.

#### Ventaja

- Sistema económico
- Fácil construcción del circuito eléctrico

#### Desventaja

- Todos los LED están conectados en serie, permitiendo conectar este circuito a la red de 120 ó 240 Vac, por consecuencia si un LED se funde, todo el sistema de iluminación deja de funcionar.

### **Fuente regulador de corriente (driver de corriente)**

El sistema de iluminación con regulador de corriente consiste en un circuito modulador de ancho de pulsos cuadrados que permite enviar una corriente constante a los LED que lo necesitan, este circuito básicamente consiste en controlar la corriente que necesita el sistema de iluminación con LED

Este circuito aumenta la complejidad en construirlo a mayor corriente demandada, los fabricantes de lámparas LED utilizan circuitos integrados para reducir la cantidad de componentes en el circuito impreso los cuales son exclusivos para estas empresas a mayor capacidad de corriente que controlan.

“Apostar por un driver de calidad de fabricantes especializados como Meanwell, dilata la vida útil de las luminarias LED y hace que optimicemos al 100% nuestra inversión, eficiencia energética y otras características beneficiosas.”

Ese es el comentario de [ledbox.es/información-led](http://ledbox.es/información-led) especialista en driver de corriente para iluminación LED

#### **Ventajas**

- Menos pérdida por calor en la Iluminación con LED
- Circuito compacto

### Desventajas

- Alto costo por adquirir circuito de control con mayor capacidad de control en corriente para LED
- No se encuentra sustituto del driver de corriente para lámparas LED
- Los LED están conectados en serie para sumar la tensión de entrada 120 o 240 Vca, si un LED se daña, se apaga toda la lámpara.

**Figura 16**

### Controlador de corriente para lámpara LED comercial

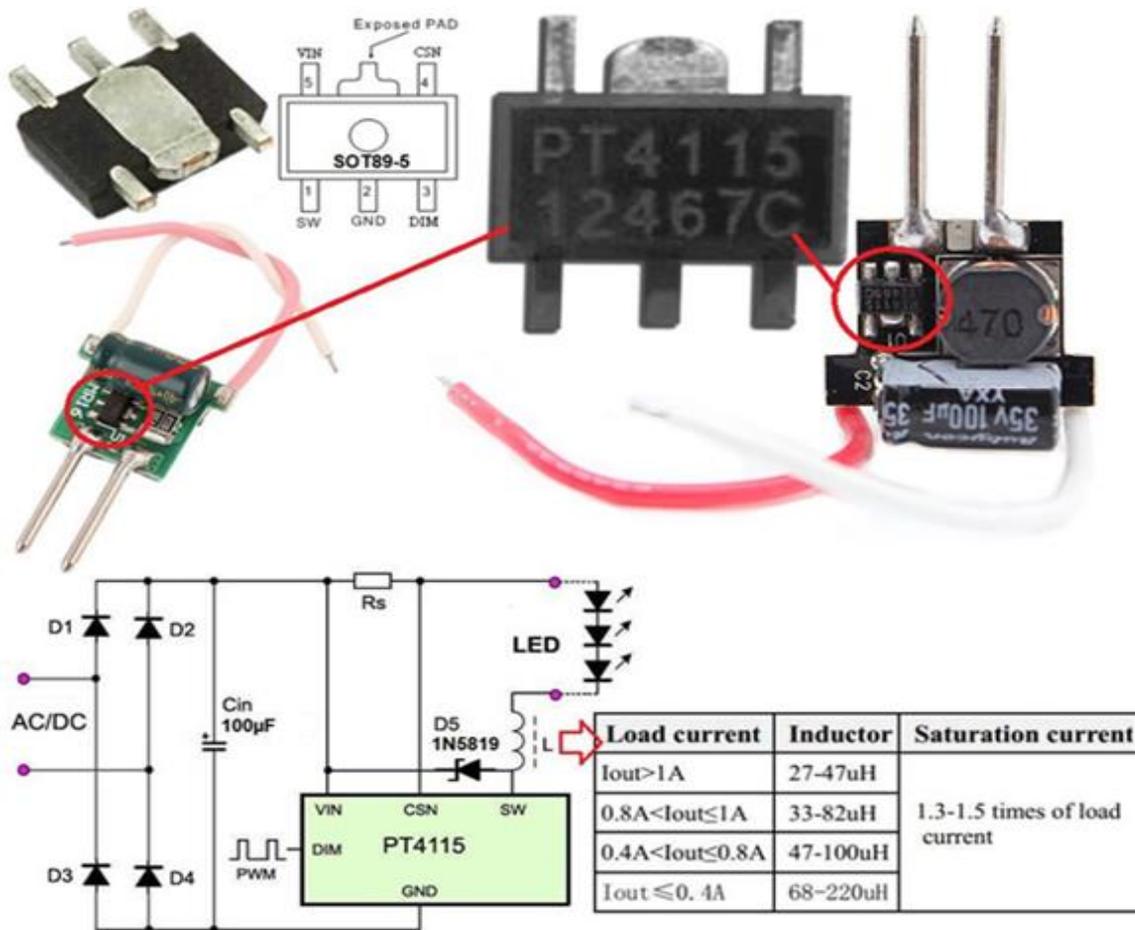


Figura 16: Controlador de corriente para lámpara LED comercial

Fuente: [Facilelectro.es/controladores-driver-para-led/](http://Facilelectro.es/controladores-driver-para-led/)

Este circuito integrado consta de un regulador de ancho de pulso (PWM) diodos rápidos para que respondan a frecuencias superiores a 100 kHz para el cual determina la salida de corriente a los LED en serie con la cantidad de inductancia que se coloque en combinación con  $R_s$  y  $D_s$  en la tabla a la mostrada en la figura 27 donde da las opciones de inductancias y salidas de corriente establecidas.

Tomando en cuenta el funcionamiento del sistema de iluminación con LED en el mercado y después de presentar la conexión interna de las lámparas LED, procedemos a diseñar nuestro sistema de iluminación con diodos LED y fuente conmutada tipo reductora económica con la capacidad de reducir consumo de potencia eléctrica en el sistema de iluminación.

**Tabla 3**

*Ventajas y desventajas que presentan las fuentes conmutadas*

Desventajas de fuente conmutada	Ventajas de fuente conmutada
Factor de potencia	La eficiencia en el voltaje de salida es más alta por toda la electrónica que integra.
Alto costo por comercio	Al utilizar un transformador inductor podemos aumentar o disminuir el voltaje y corriente de referencia que deseemos.
Complejidad de diseño	Ventajas de fuente conmutada

*Ventajas y desventajas que presentan las fuentes conmutadas*

## **Luz apropiada para una habitación**

La mayoría de las personas consideramos que tener buena iluminación es tener mayor cantidad de luz y esto nos da mejores resultados para nuestra salud visual, pero no es así, puesto que exceso de iluminación también es malo para la visión igual que la escasez de la misma, además de aumentar el consumo de energía.

## **Espacios bien iluminados**

Significa que cada espacio debe tener la iluminación adecuada Si la cantidad de luz es insuficiente, los ojos se ven obligados a trabajar en exceso, y esto deriva en fatiga visual, la cual a su vez ocasiona síntomas como jaquecas, irritación y escozor ocular, pesadez en los párpados, etc.

Por su parte, un exceso en la iluminación artificial de una estancia deriva en el deslumbramiento, es decir, la sensación de molestia que se produce cuando la luz de un objeto es mucho mayor que la de su entorno. El deslumbramiento puede ser de dos clases: perturbador, cuando una fuente de luz demasiado intensa provoca visión poco clara, sin contrastes (como cuando en un lugar oscuro una linterna o una lámpara enfoca directamente a los ojos), o molesto, que se produce cuando los ojos reciben un exceso de luz (el efecto no es tan marcado como en el primer caso, pero con el correr de los minutos aparece la fatiga visual).

## **7. DISEÑO METODOLOGICO**

### **7.1 Tipo de investigación**

De enfoque Mixto.

#### **7.1.1 Nivel de profundidad del conocimiento:**

Descriptivo, Se define descriptiva en un nivel básico de investigación porque se pretende describir el uso de las fuentes conmutadas ligadas a las lámparas con tecnología LED como diseño o prototipo para reducir el consumo energético, en el cual se pretende disminuir costos y maximizar el ahorro de la energía eléctrica.

#### **7.1.2 Orientación en el tiempo de corte transversal:**

De acuerdo a tiempo es de corte transversal pues la elaboración del prototipo se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2019.

#### **7.1.3 Tipos de Investigación según la aplicabilidad de los resultados:**

De desarrollo tecnológico; se persigue la búsqueda de respuesta en la necesidad de la población a través de la tecnología apropiada para la inserción del prototipo como tecnológica alternativa en la disminución del consumo eléctrico y beneficios a la economía del usuario.

### **7.2 Localización:**

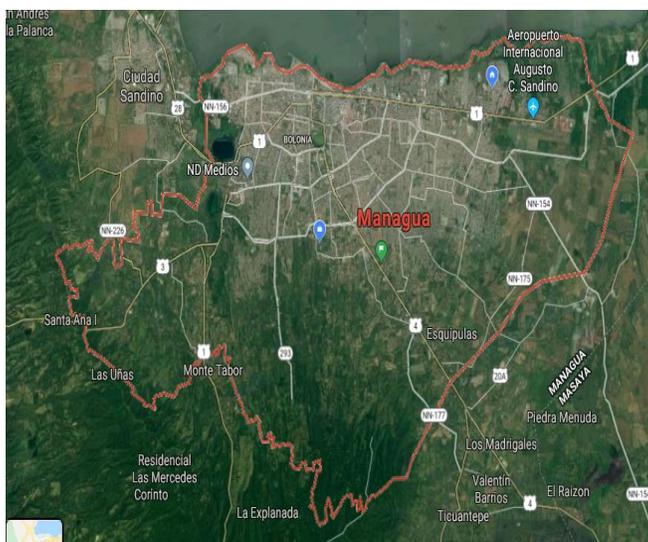
Se seleccionará el centro en donde será implementado el sistema de iluminación LED junto a la fuente conmutada que trabajaran de la mano brindando así ahorro de energía.

### 7.2.1 Macro Localización

Managua es la capital de Nicaragua. Se originó en un centro histórico poblado precolombino que fue elevado más tarde a Villa en el año 1819. Posteriormente fue declarada capital de la nación en el año 1852. Managua tiene una población promedio de 1.357.330 ubicados en todos los municipios del departamento, se encuentra ubicada al noreste la misma el lago Xolotlan, al sur con Ticuantepe, al este con Nindirí y al oeste con Villa el Carmen a como se muestra en la figura 17, en su ubicación a nivel satelital se muestra en la tabla 4

**Figura 17**

#### *Posición geográfica de Managua*



*Figura 17: Posición geográfica de Managua*

*Fuente: Google Maps*

**Tabla 4**

#### *Latitud, longitud y altitud de la ciudad de Managua*

Latitud	12.0976502
Longitud	-86.3285017
Altitud	700 msnm

*Ubicación satelital de la ciudad de Managua.*

### 7.2.2 Micro Localización

Dentro de la ciudad de Managua encontramos distintos barrios, la casa de habitación en la que se implementado el dispositivo, en este caso será en el barrio Ubicación: Managua, Managua – Nicaragua. Barrio María Auxiliadora, donde fue estilo y moda 1 cuadra al Oeste, ½ cuadra al Norte.

**Revisión del entorno:** Los templos religiosos que sirven como colegio en el mismo sector se encuentran distanciados por más de 10 cuabras. Centro de Fe y Vida Nueva (CFVN): Es un templo religioso y colegio privado que brinda preescolar, primaria y secundaria en el turno matutino de lunes a viernes en la semana.

**Tipo de lugar:** El centro CFVN, no es el único templo que sirve como colegio en la semana, a los alrededores del barrio María Auxiliadora de Managua en Managua, Nicaragua.

**Vías de comunicación:** Las calles que comunican con el centro CFVN se encuentran en buenas condiciones, recalcando que a media cuadra pasan las rutas 195, y 6, brindando accesibilidad a personas con vehículos y aquellas que utilizan transporte público.

**Servicios que consumen:** El centro cuenta con los servicios básicos de Agua, Energía Eléctrica, y telefonía fija.

### Figura 18

#### *Barrio María Auxiliadora*

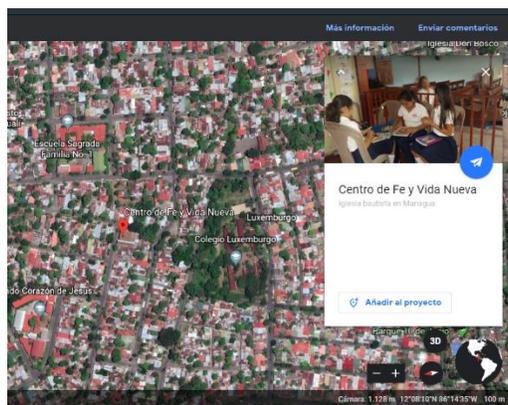


Figura 18: Barrio María Auxiliadora, Managua. Fuente: google MAPS

Fuente: Google Maps

**Tabla 5**

***Latitud y longitud del barrio María Auxiliadora***

Latitud	12.1369916
Longitud	-86.2777813

*Ubicación satelital del barrio María Auxiliadora*

**7.2.3 Infraestructura del lugar**

**Estructura:** Es un edificio que mide 33 metros de largo por 33 metros de ancho, de dos pisos, se adjunta plano (figura 19) del edificio.

**Figura 19**

***Plano de la planta baja del edificio***

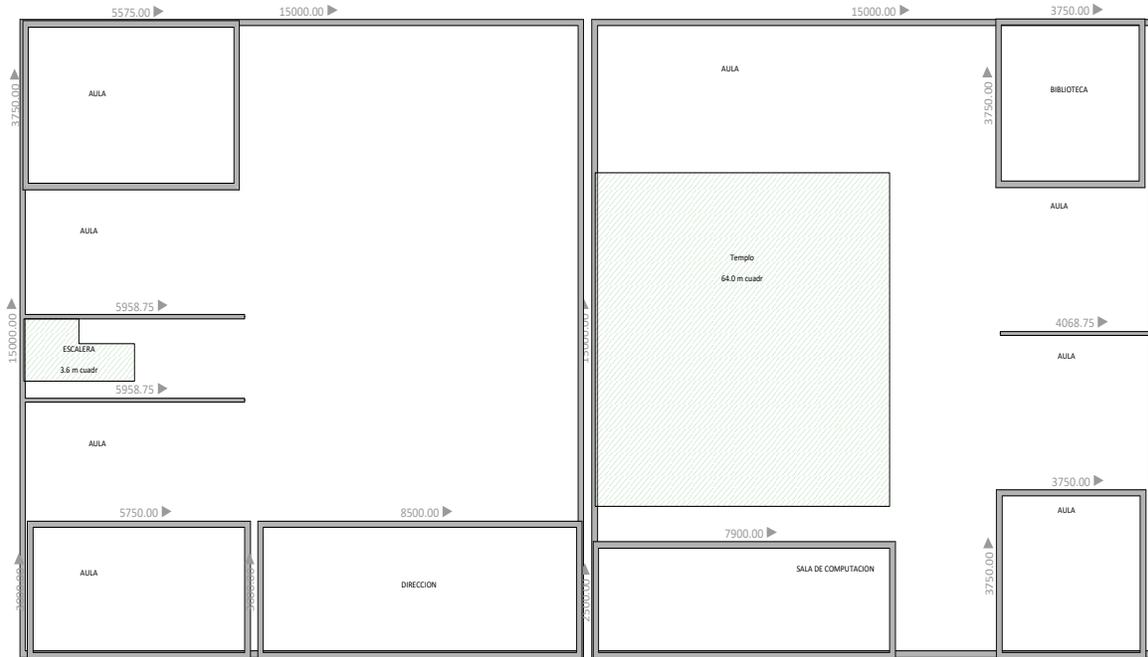


*Figura 19: Plano de aulas, oficinas y templo en planta baja del edificio*

*Fuente: Autoría propia*

**Figura 20**

*Plano, planta baja de edificio*



*Figura 20: Plano de aulas, oficinas y templo en planta baja del edificio*

*Fuente: Autoría propia*

## **8. DESARROLLO**

### **8.1 DIAGNOSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA COMERCIAL EN CFVN (CENTRO DE FE Y VIDA NUEVA), PARA BRINDAR UN MÉTODO DE AHORRO EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.**

El diagnóstico realizado consiste en recoger toda la información respecto a las necesidades que tiene el centro, estos datos son pasados por análisis de comportamiento y obtener de esta manera el comportamiento real del consumo eléctrico de potencia eléctrica.

Centro de Fe y Vida Nueva (CFVN) es un edificio de 02 niveles, el cual se desempeña como centro educativo privado (colegio) y templo religioso evangélico (iglesia), para hacer una referencia corta en lo largo del documento se le nombra EL CLIENTE.

El cliente muestra alteraciones en sus recibos de luz, y tomando en cuenta que en el edificio se desarrollan gestiones diferentes, es importante mencionar que el cliente cuenta con un solo medidor de potencia eléctrica con una tensión de 240Vca, con numero de servicio NIS 2043564

El motivo de la inspección realizada al CLIENTE es para revisar el consumo eléctrico, y observar el comportamiento que tiene el cliente durante desempeña sus actividades rutinarias

Los datos obtenidos son referentes a la siguiente información:

- El cliente ha tenido un comportamiento de consumo irregular, oscilando entre pagos no menores a C\$ 2 000 y no superiores a C\$ 8 800
- El cliente es un templo religioso, el cual tiene reuniones irregulares, determinando un consumo no regular, esto significa que los valores de consumo diario varían
- A la vez sirve como colegio, el cual no tiene un consumo constante, es mayor este consumo comparado a las actividades de la iglesia.
- Conociendo que el cliente tiene este comportamiento, se realizó análisis independiente por cada actividad desempeñada.

### **8.1.1 Censo de carga del cliente**

Para realizar el censo de carga en este caso, lo primero es definir los horarios de actividad, los cuales están organizados de la siguiente manera:

#### ***8.1.1.1 Culto Martes, nocturno***

La tabla 6 presentada a continuación detalla la cantidad de electrodomésticos utilizados durante el “culto de los martes por la noche” esta actividad tarda aproximadamente 04 horas, y se muestra la potencia consumida por hora que cada electrodoméstico necesita para funcionar.

La sección subrayada en amarillo evidencia la cantidad de potencia consumida durante las horas de actividad, dada en kW. Este dato final es resultado de la multiplicación de la potencia consumida por hora con las horas de uso que ese electrodoméstico, al final se divide ese resultado entre mil, para obtener kilowatt utilizado durante las horas de funcionamiento.

Todos esos datos fueron obtenidos midiendo la corriente y voltaje que el equipo consumía al momento de utilizarlo y por ley de ohm fue convertido a potencia, y dice que multiplicar el voltaje por la corriente que fluye a través del circuito esta será la potencia que el equipo disipa mientras este en actividad.

Con un total de 15.44 kW consumido en 04 horas de actividad durante los días martes en la noche.

**Tabla 6***Censo eléctrico iglesia culto de martes 5:30pm- 9pm*

<b>Cant</b>	<b>Electrodoméstico</b>	<b>W/h</b>	<b>Ubicación</b>	<b>h de uso</b>	<b>W/h total</b>
12	lámpara 2 * 40w	40		4	1920
9	lámparas 1*40	40		4	1440
2	abanicos de techo sankey grande	75		4	600
8	Abanicos	75		4	2400
1	Proyector	278		4	1112
1	abanico pequeño	45		4	180
1	lámpara vapor de mercurio	250		4	1000
1	parlante amplificado	800		4	3200
1	combo guitarra eléctrica	100		4	400
1	combo bajo	100		4	400
1	Piano	35		4	140
1	Laptop	75		4	300
1	Mixer	17		4	68
1	poder 1500	295		4	1180
5	Luminaria	25	aula	4	500
2	Luminaria	25	pasillo O	4	200
4	luminaria baño	25	pasillo S	4	400
		total en watt			15440
		total en kW			15.44

*Tabla 6, detalla lista de electrodomésticos y potencia consumida durante las horas de utilidad del equipo durante los días martes por la noche.*

### **8.1.1.2 Culto Dominical, matutino**

La tabla 7 presentada a continuación detalla la cantidad de electrodomésticos utilizados durante el “culto dominical matutino” esta actividad tarda aproximadamente 04 horas, y se muestra la potencia consumida por hora que cada electrodoméstico necesita para funcionar.

La sección subrayada en amarillo evidencia la cantidad de potencia consumida durante las horas de actividad, dada en kW. Este dato final es resultado de la multiplicación de la potencia consumida por hora con las horas de uso que ese electrodoméstico, al final se divide ese resultado entre mil, para obtener kilowatt utilizado durante las horas de funcionamiento.

Todos esos datos fueron obtenidos midiendo la corriente y voltaje que el equipo consumía al momento de utilizarlo y por ley de ohm fue convertido a potencia, y dice que multiplicar el voltaje por la corriente que fluye a través del circuito esta será la potencia que el equipo disipa mientras este en actividad.

Con un total de 6.82 kW consumido en 04 horas de actividad durante los días domingos por la mañana.

**Tabla 7**

***Censo eléctrico iglesia culto del domingo 9am-12md***

<b>Cant.</b>	<b>Electrodoméstico</b>	<b>W/h</b>	<b>Ubicación</b>	<b>h de uso</b>	<b>W/h total</b>
12	lámpara 2 * 40w	40		1.45	696
5	lámparas 1*40	40		1.45	290
2	abanicos de techo sankey grande	75		1.45	217.5
8	Abanicos	75		1.45	870
1	Abanico	75	6grado	1.5	112.5
1	abanico más 5 luz	200	principiante	1.45	290
1	Proyector	278		1.45	403.1
1	abanico pequeño	45		1.45	65.25
0	lámpara vapor de mercurio	250		1.45	0
1	abanico más 6 luz	225	párvulo	1.45	326.25
1	abanico más 6 luz	225	Ester	1.45	326.25
1	parlante amplificado	800		1.45	1160
1	combo guitarra eléctrica	100		1.45	145
1	combo bajo	100		1.45	145
1	Piano	35		1.45	50.75
1	Laptop	75		1.45	108.75
1	Mixer	17		1.45	24.65
6	luces	25	jóvenes	1.45	217.5
1	poder 1500	295		1.45	427.75
5	Luminaria	25	aula	4	500
1	Abanico	75	aula	4	300
4	luminaria baño	25	pasillo S	1.45	145
		total en watt			6821.25
		total en kW			6.82125

*Tabla 7, detalla lista de electrodomésticos y potencia consumida durante las horas de utilidad del equipo durante los días domingos por la mañana*

### 8.1.1.3 Culto Dominical, nocturno

La tabla 8 presentada a continuación detalla la cantidad de electrodomésticos utilizados durante el “culto dominical nocturno” esta actividad tarda aproximadamente 03 horas, y se muestra la potencia consumida por hora que cada electrodoméstico necesita para funcionar.

La sección subrayada en amarillo evidencia la cantidad de potencia consumida durante las horas de actividad, dada en kW. Este dato final es resultado de la multiplicación de la potencia consumida por hora con las horas de uso que ese electrodoméstico, al final se divide ese resultado entre mil, para obtener kilowatt utilizado durante las horas de funcionamiento.

Todos esos datos fueron obtenidos midiendo la corriente y voltaje que el equipo consumía al momento de utilizarlo y por ley de ohm fue convertido a potencia, y dice que multiplicar el voltaje por la corriente que fluye a través del circuito esta será la potencia que el equipo disipa mientras este en actividad. Con un total de 5.11 kW consumido en 04 horas de actividad durante los días domingos por la mañana.

**Tabla 8**

#### *Censo eléctrico iglesia culto domingo 6pm-8.30pm*

<b>Cant.</b>	<b>Electrodoméstico</b>	<b>W/h</b>	<b>Ubicación</b>	<b>h de uso</b>	<b>W/h total</b>
12	lámpara 2 * 40w	40		1.45	696
5	lámparas 1*40	40		1.45	290
2	abanicos de techo sankey grande	75		1.45	217.5
8	Abanicos	75		1.45	870
1	Proyector	278		1.45	403.1
1	abanico pequeño	45		1.45	65.25
1	lámpara vapor de mercurio	250		1.45	362.5
1	parlante amplificado	800		1.45	1160
1	combo guitarra eléctrica	100		1.45	145
1	combo bajo	100		1.45	145
1	Piano	35		1.45	50.75
1	Laptop	75		1.45	108.75
1	Mixer	17		1.45	24.65
1	poder 1500	295		1.45	427.75
4	luminaria baño	25	pasillo S	1.45	145
					total en watt
					5111.25
					total en kW
					5.11125

*Tabla 8, detalla lista de electrodomésticos y potencia consumida durante las horas de utilidad del equipo durante los días domingos por la noche.*

#### 8.1.1.4 Culto Sabatino, nocturno

La tabla 9 presentada a continuación detalla la cantidad de electrodomésticos utilizados durante el “culto sabatino nocturno” esta actividad tarda aproximadamente 04 horas, y se muestra la potencia consumida por hora que cada electrodoméstico necesita para funcionar. La sección subrayada en amarillo evidencia la cantidad de potencia consumida durante las horas de actividad, dada en kW. Este dato final es resultado de la multiplicación de la potencia consumida por hora con las horas de uso que ese electrodoméstico, al final se divide ese resultado entre mil, para obtener kilowatt utilizado durante las horas de funcionamiento. Todos esos datos fueron obtenidos midiendo la corriente y voltaje que el equipo consumía al momento de utilizarlo y por ley de ohm fue convertido a potencia, y dice que multiplicar el voltaje por la corriente que fluye a través del circuito esta será la potencia que el equipo disipa mientras este en actividad. Con un total de 13.98 kW consumido en 04 horas de actividad durante los días domingos por la mañana.

**Tabla 9**

#### *Censo eléctrico iglesia culto de sábado 4.30pm-8.30pm*

Cant	Electrodoméstico	W/h	Ubicación	h de uso	W/h total
12	lámpara 2 * 40w	40		4	1920
3	lámparas 1*40	40		4	480
2	abanicos de techo sankey grande	75		4	600
8	Abanicos	75		4	2400
1	Proyector	278		4	1112
1	abanico pequeño	45		4	180
1	lámpara vapor de mercurio	250		4	1000
1	parlante amplificado	800		4	3200
1	combo guitarra eléctrica	100		4	400
1	combo bajo	100		4	400
1	Piano	35		4	140
1	Laptop	75		4	300
1	Mixer	17		4	68
1	pod 1500	295		4	1180
2	Luminaria	25	pasillo O	4	200
4	luminaria baño	25	pasillo S	4	400
	total en watt				13980
	total en kW				13.98

*Tabla 9, detalla lista de electrodomésticos y potencia consumida durante las horas de utilidad del equipo durante los días sábado por la noche*

### 8.1.1.5 Culto Femenil

La tabla 10 presentada presenta las sesiones OTROS, su consumo es parecido a las sesiones de los martes por la noche, y domingo por la noche a continuación se detalla la cantidad de electrodomésticos utilizados durante el “sesión otros” esta actividad tarda aproximadamente 02 horas, y se muestra la potencia consumida por hora que cada electrodoméstico necesita para funcionar. Todos esos datos fueron obtenidos midiendo la corriente y voltaje que el equipo consumía al momento de utilizarlo y por ley de ohm fue convertido a potencia, y dice que multiplicar el voltaje por la corriente que fluye a través del circuito esta será la potencia que el equipo disipa mientras este en actividad. Con un total de 6.68 kW consumido en 02 horas de actividad durante la sesión otros.

**Tabla 10**

#### *Censo eléctrico iglesia culto femenino 6pm-8.30pm*

<b>Cant</b>	<b>Electrodoméstico</b>	<b>W/h</b>	<b>Ubicación</b>	<b>h de uso</b>	<b>W/h total</b>
12	lámpara 2 * 40w	40		2.5	1200
3	lámparas 1*40	40		2.5	300
4	Abanicos	75		2.5	750
1	lámpara vapor de mercurio	250		2.5	625
1	parlante amplificado	800		2.5	2000
1	combo guitarra eléctrica	100		2.5	250
1	combo bajo	100		2.5	250
1	Piano	35		2.5	87.5
1	Laptop	75		2.5	187.5
1	Mixer	17		2.5	42.5
1	poter 1500	295		2.5	737.5
4	luminaria baño	25	pasillo S	2.5	250
	total en watt				6680
	total en kW				6.68

*Tabla 10, detalla lista de electrodomésticos y potencia consumida durante las horas de utilidad del equipo durante los días sábado por la noche*

### 8.1.1.6 Censo del cliente como colegio

Los resultados de este censo de carga serán presentados en la tabla 11, por motivo que las aulas y laboratorios son usados en horarios diferentes se habla en horas semanales para generalizar el uso de los mismos.

Las actividades como colegio incluyen:

- Prescolar
- Primaria
- Secundaria
- Computación
- Ingles

En la tabla 11 se presentada presentan todas las actividades que realiza el cliente como colegio a continuación se detalla la cantidad de electrodomésticos utilizados durante la actividad durante una semana (05 días de actividad educativa), y se muestra la potencia consumida por hora que cada electrodoméstico necesita para funcionar.

La sección subrayada en amarillo evidencia la cantidad de potencia consumida durante la semana en actividad, dada en kW. Este dato final es resultado de la multiplicación de la potencia consumida por hora con las horas de uso que ese electrodoméstico, al final se divide ese resultado entre mil, para obtener kilowatt utilizado durante las horas de funcionamiento.

Todos esos datos fueron obtenidos midiendo la corriente y voltaje que el equipo consumía al momento de utilizarlo y por ley de ohm fue convertido a potencia, y dice que multiplicar el voltaje por la corriente que fluye a través del circuito esta será la potencia que el equipo disipa mientras este en actividad.

Con un total de 6.68 kW consumido en 5.29 horas en promedio de actividad durante la sesión.

**Tabla 11**

*Censo eléctrico del colegio*

<b>Cant.</b>	<b>Electrodoméstico</b>	<b>W/h</b>	<b>Ubicación</b>	<b>h de uso</b>	<b>h por sem</b>	<b>W/ sem</b>
2	Luminaria	25	oficina	8	40	2000
1	copiadora impresora	713	oficina	0.05	0.25	178.25
1	pc escritorio	300	oficina	8	40	12000
1	monitor	35	oficina	8	40	1400
2	abanicos pequeños	75	oficina	8	40	6000
1	cafetera	720	oficina	0.5	2.5	1800
2	luminarias	25	librería	6	30	1500
1	abanico pequeño	75	librería	6	30	2250
1	microonda	1000	librería	0.05	0.25	250

2	lámparas 1 * 40w	40	preescolar	6	30	2400
1	abanico	75	preescolar	6	30	2250
1	equipo de sonido (1 día * sem)	300	preescolar		0.5	150
1	data show (1 sem * mes)	278	sala ingles		0.875	243.25
1	laptop	65	sala ingles	8	40	2600
1	exhibidor coca cola	400	cafetín	24	120	48000
1	microonda	1000	cafetín	0.05	0.25	250
1	licuadora	300	cafetín	0.05	0.25	75
2	bombillos	25	pasillo	6	30	1500
6	luminaria	25	1 grado	5	25	3750
4	luminaria	25	2 grado	5	25	2500
1	abanico	75	2 grado	5	25	1875
4	luminaria	25	3 grado	5	25	2500
1	abanico	75	3 grado	3	15	1125
4	luz	25	pasillo S	4	20	2000
6	luz	25	6 grado	4	20	3000
1	abanico	75	6 grado	4	20	1500
6	luz	25	5 grado	4	20	3000
1	aire acondicionado	3516.85	computación		10	35168.5
1	abanico+ pc+monitor	410	dirección	4	20	8200
					total kW	149.465

*Tabla 11, detalla lista de electrodomésticos y potencia consumida durante las horas de utilidad del equipo*

*durante los días sábado por la noche*

## 8.1.2 Procesamiento de datos del censo de carga

### 8.1.2.1 Promedio de consumo teórico

En esta sección se realiza un promedio de consumo correspondiente con los datos obtenidos durante el censo de carga. Tomaremos en cuenta que el cliente realiza la actividad de colegio y templo religioso, por lo cual colocaremos los datos en tablas independientes.

Esta parte es importante, por un subsidio que se ofrece en Nicaragua por un consumo menor a 150kW esto en la ley de la industria eléctrica (Ley No. 272), se cotejara de forma independiente el consumo del cliente por colegio y templo, para conocer las posibilidades de obtener este subsidio

Tabla 12 y 13 en ellas se presentan el consumo (una para el colegio y otra para el templo) con la misma estructura, se muestra el consumo semanal y subrayado en amarillo el consumo promedio mensual y se realiza una resta con el consumo subsidiado (150 kW)

**Tabla 12*****Censo eléctrico***

Sumatoria Iglesia	
Consumo semana	Consumo mes
48 kW	192 kW
Importante	
Aplica subsidio por	NO APLICA POR
150 kW	42 kW

*Tabla 12, promedio de consumo mensual para el templo religioso***Tabla 13*****Censo eléctrico***

Sumatoria Colegio	
Consumo semana	Consumo mes
149 kW	596 kW
Importante	
Aplica subsidio por	NO APLICA POR
150 kW	448 kW

*Tabla 13, promedio de consumo mensual como colegio*

Tabla 14, aquí se presenta el promedio de consumo mensual del cliente con un solo medidor, los resultados sugieren que el cliente utilizando la carga completa llega a consumir hasta 790 kW al mes, lo que implica un gasto excesivo de dinero para el cliente.

**Tabla14*****Censo eléctrico***

Total consumo	
Consumo semana	Consumo mes
197 kW	790 kW
Importante	
Aplica subsidio por	NO APLICA POR
150 kW	640 kW

*Tabla 14, promedio de consumo mensual del cliente*

### **8.1.2.2 Comprobación con lecturas reales**

Teniendo claro los datos obtenidos en el censo de carga para el cliente, y sus actividades y horario en que las realiza, procedemos a comprobar dichos datos, tomando lecturas reales.

Las lecturas reales son aquellos datos obtenidos en tiempo real por un equipo especializado, en este caso un vatímetro, que se utiliza para leer la potencia eléctrica que se consume, en los equipos.

La industria de electricidad utiliza unos vatímetros especiales con la particularidad que guardan la lectura de manera secuencial, esto significa que la lectura tomada será enviada a memoria.

Por esta razón cuando se corta el suministro por algún inconveniente la pantalla siempre mostrará el último dato almacenado y esa lectura será realizada en kilowatt (unidad de medida que multiplica la numeración por 1000watt).

Otra manera para obtener esta lectura real es tomar la lectura de corriente con un amperímetro en la acometida del edificio del cliente para multiplicar con la tensión en esa línea de alimentación para convertirlo en watt.

#### ***8.1.2.2.1 Lectura de martes #1***

Por no contar con un vatímetro se procede a realizar la medición de corriente con un amperímetro y la medición de tensión con un voltímetro, para multiplicar ambos datos y así conocer la potencia que se consume en las diferentes actividades

Tabla 15, en ella se refleja la lectura de corriente obtenida la sesión del martes por la noche, en se toma la lectura de corriente por cada cable que está en el bracker principal para tomar en cuenta la posible distribución de eléctrica que tengan.

La sección LECTURA DE CORRIENTE contiene la lectura de corriente por cada línea contenida en una distribución

Cada distribución esta enumerada con

F1: alimentación principal, la cual suma el total de corriente solicitado por nuestra distribución eléctrica interna

F2: es una distribución secundaria que se dirección al sector nombrado como aulas (alimenta las aulas de clase)

F3: esta distribución se dirige hacia la sala de administración del colegio y alimenta la sala de computación

- La sección CODIGO contiene los colores por cada cable que complementa los cables de alimentación y la ubicación de los mismo
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, " <" significa CABLE DE LA IZQUIERDA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, ">" significa CABLE DE LA DERECHA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, "-" significa CABLE NEUTRO

La sección "kW por 1h" contiene la potencia total consumida, estos valores se toman de F1, quien representa el total de corriente que necesita le circuito interno

## Tabla 15

### *Censo eléctrico lectura #1 del martes*

Lectura de corriente		código	VA	kW por 1h
f1 (Alimentación principal)	14.5	negro	1667.5	2.9256
	10.94	azul	1258.1	
	7.8	neutro		
f2 (Aulas)	1.5	negro		
	2.25	blanco		
	1.5	verde		
f3 (Sala de computación y administración)	1.63	<		
	0.32	>		
	1.48	-		

*Tabla 15, promedio de consumo de los martes, se toma en cuenta F1 porque esta representa el consumo total de todo el sistema eléctrico*

La tabla 16, hace el promedio de consumo con las horas de uso promediadas por el censo de carga, y lo multiplicamos por 4 semanas que equivalen a 1 mes de consumo eléctrico, cuyo valor esta subrayado en amarillo, dando como resultado 46.4 kW al mes teniendo esta sesión.

### **Tabla 16**

#### ***Censo eléctrico***

<hr/>	
Proyección horas uso	
4	11.6 kW
proyección 4 semanas	
4	46.4 KW
<hr/>	

*Tabla 16, promedio de consumo de los martes, proyectados a 1 mes de consumo eléctrico*

#### **8.1.2.2.2 Lectura de martes #2**

Tabla 17, en ella se refleja la segunda lectura de corriente obtenida en la sesión del martes por la noche, en se toma la lectura de corriente por cada cable que está en el bracker principal para tomar en cuenta la posible distribución de eléctrica que tengan.

Importante tomar en cuenta lo siguiente:

La sección LECTURA DE CORRIENTE contiene la lectura de corriente por cada línea contenida en una distribución

Cada distribución esta enumerada con

F1: alimentación principal, la cual suma el total de corriente solicitado por nuestra distribución eléctrica interna

F2: es una distribución secundaria que se dirección al sector nombrado como aulas (alimenta las aulas de clase)

F3: esta distribución se dirige hacia la sala de administración del colegio y alimenta la sala de computación

La sección CODIGO contiene los colores por cada cable que complementa los cables de alimentación y la ubicación de los mismo

- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, " <" significa CABLE DE LA IZQUIERDA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, ">" significa CABLE DE LA DERECHA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, "-" significa CABLE NEUTRO

La sección "kW por 1h" contiene la potencia total consumida, estos valores se toman de F1, quien representa el total de corriente que necesita el circuito interno.

**Tabla 17**

*Censo eléctrico lectura #2 del martes*

Lectura de corriente		código	VA	kW por 1h
f1 (Alimentación principal)	11.4	negro	1311	2.4035
	9.5	azul	1092.5	
	9.4	neutro		
f2 (Aulas)	4	negro		
	0.8	blanco		
	1.8	verde		
f3 (Sala de computación y administración)	0.9	<		
	0.175	>		
	1.47	-		

*Tabla 17, promedio de consumo de los martes, se toma en cuenta F1 porque esta representa el consumo total de todo el sistema eléctrico*

La tabla 18, hace el promedio de consumo con las horas de uso promediadas por el censo de carga, y lo multiplicamos por 4 semanas que equivalen a 1 mes de consumo eléctrico, cuyo valor está subrayado en amarillo, dando como resultado 38.4 kW al mes teniendo esta sesión.

## Tabla 18

### *Censo eléctrico*

Proyección horas uso	
4	9.6 kW
proyección 4 semanas	
4	38.4 kW

Tabla 18, promedio de consumo de los martes, proyectados a 1 mes de consumo eléctrico

#### **8.1.2.2.3 Lectura de domingo #1**

Tabla 19, en ella se refleja la primera lectura de corriente obtenida en la sesión del domingo, en se toma la lectura de corriente por cada cable que está en el bracker principal para tomar en cuenta la posible distribución de eléctrica que tengan.

Importante tomar en cuenta lo siguiente:

La sección LECTURA DE CORRIENTE contiene la lectura de corriente por cada línea contenida en una distribución

Cada distribución esta enumerada con

F1: alimentación principal, la cual suma el total de corriente solicitado por nuestra distribución eléctrica interna

F2: es una distribución secundaria que se dirección al sector nombrado como aulas (alimenta las aulas de clase)

F3: esta distribución se dirige hacia la sala de administración del colegio y alimenta la sala de computación

La sección CODIGO contiene los colores por cada cable que complementa los cables de alimentación y la ubicación de los mismo

- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, <” significa CABLE DE LA IZQUIERDA

- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, " >" significa CABLE DE LA DERECHA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, "-" significa CABLE NEUTRO

La sección "kW por 1h" contiene la potencia total consumida, estos valores se toman de F1, quien representa el total de corriente que necesita el circuito interno.

**Tabla 19**

***Censo eléctrico lectura #1 del domingo***

Lectura de corriente		código	VA	kW por 1h
f1 (Alimentación principal)	11.4	negro	1311	2.4035
	9.5	azul	1092.5	
	9.4	neutro		
f2 (Aulas)	4	negro		
	0.8	blanco		
	1.8	verde		
f3 (Sala de computación y administración)	0.9	<		
	0.175	>		
	1.47	-		

*Tabla 19, promedio de consumo de los domingos, se toma en cuenta F1 porque esta representa el consumo total de todo el sistema eléctrico.*

La tabla 20, hace el promedio de consumo con las horas de uso promediadas por el censo de carga, y lo multiplicamos por 4 semanas que equivalen a 1 mes de consumo eléctrico, cuyo valor está subrayado en amarillo, dando como resultado 38.4 kW al mes teniendo esta sesión.

**Tabla 20**

***Censo eléctrico***

Proyección horas uso	
4	9.6 kW
proyección 4 semanas	
4	38.4 kW

*Tabla 20, promedio de consumo de los domingos, proyectados a 1 mes de consumo eléctrico*

#### **8.1.2.2.4 Lectura de domingo #2**

Tabla 21, en ella se refleja la segunda lectura de corriente obtenida en la sesión del domingo, en se toma la lectura de corriente por cada cable que está en el bracker principal para tomar en cuenta la posible distribución de eléctrica que tengan.

Importante tomar en cuenta lo siguiente:

La sección LECTURA DE CORRIENTE contiene la lectura de corriente por cada línea contenida en una distribución

Cada distribución esta enumerada con

F1: alimentación principal, la cual suma el total de corriente solicitado por nuestra distribución eléctrica interna

F2: es una distribución secundaria que se dirección al sector nombrado como aulas (alimenta las aulas de clase)

F3: esta distribución se dirige hacia la sala de administración del colegio y alimenta la sala de computación

La sección CODIGO contiene los colores por cada cable que complementa los cables de alimentación y la ubicación de los mismo

- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, " <" significa CABLE DE LA IZQUIERDA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, " >" significa CABLE DE LA DERECHA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, " -" significa CABLE NEUTRO

La sección "kW por 1h" contiene la potencia total consumida, estos valores se toman de F1, quien representa el total de corriente que necesita le circuito interno

## Tabla 21

### *Censo eléctrico lectura #2 del domingo*

Lectura de corriente		código	VA	kW por 1h
f1 (Alimentación principal)	5.32	negro	611.8	0.7429
	1.14	azul	131.1	
	3.9	neutro		
f2 (Aulas)	4.15	negro		
	1.14	blanco		
	1.8	verde		
f3 (Sala de computación y administración)	1.28	<		
	0.563	>		
	1.07	-		

*Tabla 21, promedio de consumo de los domingos, se toma en cuenta F1 porque esta representa el consumo total de todo el sistema eléctrico*

La tabla 22, hace el promedio de consumo con las horas de uso promediadas por el censo de carga, y lo multiplicamos por 4 semanas que equivalen a 1 mes de consumo eléctrico, cuyo valor esta subrayado en amarillo, dando como resultado 11.2 kW al mes teniendo esta sesión

## Tabla22

### *Censo eléctrico*

Proyección horas uso	
4	2.8 kW
proyección 4 semanas	
4	11.2 kW

*Tabla 22, promedio de consumo de los domingos, proyectados a 1 mes de consumo eléctrico*

### **8.1.2.2.5 Lectura de sábado #1**

Tabla 18, en ella se refleja la primera lectura de corriente obtenida en la sesión del sábado, en se toma la lectura de corriente por cada cable que está en el bracker principal para tomar en cuenta la posible distribución de eléctrica que tengan.

Importante tomar en cuenta lo siguiente:

La sección LECTURA DE CORRIENTE contiene la lectura de corriente por cada línea contenida en una distribución

Cada distribución esta enumerada con

F1: alimentación principal, la cual suma el total de corriente solicitado por nuestra distribución eléctrica interna

F2: es una distribución secundaria que se dirección al sector nombrado como aulas (alimenta las aulas de clase)

F3: esta distribución se dirige hacia la sala de administración del colegio y alimenta la sala de computación

La sección CODIGO contiene los colores por cada cable que complementa los cables de alimentación y la ubicación de los mismo

- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color,” <” significa CABLE DE LA IZQUIERDA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color,” >” significa CABLE DE LA DERECHA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color,” -” significa CABLE NEUTRO

La sección “kW por 1h” contiene la potencia total consumida, estos valores se toman de F1, quien representa el total de corriente que necesita le circuito interno

### Tabla 23

#### *Censo eléctrico lectura #1 del sábado*

Lectura de corriente		código	VA	kW por 1h
f1 (Alimentación principal)	6.45	negro	741.75	1.29375
	4.8	azul	552	
	3.03	neutro		
f2 (Aulas)	0.428	negro		
	0.233	blanco		
	0.23	verde		
f3 (Sala de computación y administración)	0.235	<		
	0.172	>		
	0.14	-		

*Tabla 23, promedio de consumo de los domingos, se toma en cuenta F1 porque esta representa el consumo total de todo el sistema eléctrico*

La tabla 24, hace el promedio de consumo con las horas de uso promediadas por el censo de carga, y lo multiplicamos por 4 semanas que equivalen a 1 mes de consumo eléctrico, cuyo valor esta subrayado en amarillo, dando como resultado 30.72 kW al mes teniendo esta sesión

#### **Tabla24**

##### ***Censo eléctrico***

Proyección horas uso	
4	7.68 kW
proyección 4 semanas	
4	30.72 KW

*Tabla 24, promedio de consumo de los domingos, proyectados a 1 mes de consumo eléctrico*

#### ***.1.2.2.6 Lectura de sábado #2***

Tabla 25, en ella se refleja la segunda lectura de corriente obtenida en la sesión del sábado, en se toma la lectura de corriente por cada cable que está en el bracker principal para tomar en cuenta la posible distribución de eléctrica que tengan.

Importante tomar en cuenta lo siguiente:

La sección LECTURA DE CORRIENTE contiene la lectura de corriente por cada línea contenida en una distribución

Cada distribución esta enumerada con:

F1: alimentación principal, la cual suma el total de corriente solicitado por nuestra distribución eléctrica interna

F2: es una distribución secundaria que se dirección al sector nombrado como aulas (alimenta las aulas de clase)

F3: esta distribución se dirige hacia la sala de administración del colegio y alimenta la sala de computación

La sección CODIGO contiene los colores por cada cable que complementa los cables de alimentación y la ubicación de los mismo

- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, " <" significa CABLE DE LA IZQUIERDA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, ">" significa CABLE DE LA DERECHA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, "-" significa CABLE NEUTRO

La sección "kW por 1h" contiene la potencia total consumida, estos valores se toman de F1, quien representa el total de corriente que necesita el circuito interno

## Tabla 25

### *Censo eléctrico lectura #2 del sábado*

Lectura de corriente		código	VA	kW por 1h
f1 (Alimentación principal)	9.12	negro	1048.8	1.5755
	4.58	azul	526.7	
	5.7	neutro		
f2 (Aulas)	0.408	negro		
	0.23	blanco		
	0.846	verde		
f3 (Sala de computación y administración)	0.172	<		
	0.24	>		
	0.275	-		

*Tabla 25, promedio de consumo de los domingos, se toma en cuenta F1 porque esta representa el consumo total de todo el sistema eléctrico*

### **8.1.2.2.7 Lectura del colegio #1**

Tabla 27, en ella se refleja la primera lectura de corriente obtenida en la sesión del colegio, en se toma la lectura de corriente por cada cable que está en el bracker principal para tomar en cuenta la posible distribución de eléctrica que tengan.

Importante tomar en cuenta lo siguiente:

La sección LECTURA DE CORRIENTE contiene la lectura de corriente por cada línea contenida en una distribución

Cada distribución esta enumerada con:

F1: alimentación principal, la cual suma el total de corriente solicitado por nuestra distribución eléctrica interna

F2: es una distribución secundaria que se dirección al sector nombrado como aulas (alimenta las aulas de clase)

F3: esta distribución se dirige hacia la sala de administración del colegio y alimenta la sala de computación

La sección CODIGO contiene los colores por cada cable que complementa los cables de alimentación y la ubicación de los mismo

- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, “<” significa CABLE DE LA IZQUIERDA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, “>” significa CABLE DE LA DERECHA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color, “-” significa CABLE NEUTRO

La sección “kW por 1h” contiene la potencia total consumida, estos valores se toman de F1, quien representa el total de corriente que necesita le circuito interno

## Tabla26

### *Censo eléctrico lectura #1 del colegio*

Lectura de corriente		código	VA	kW por 1h
f1 (Alimentación principal)	28.7	negro	3300.5	6.20655
	25.27	azul	2906.05	
	6.8	neutro		
f2 (Aulas)	3	negro		
	4.6	blanco		
	1.7	verde		
f3 (Sala de computación y administración)	24.4	<		
	20.3	>		
	1.9	-		

*Tabla 26, promedio de consumo de los domingos, se toma en cuenta F1 porque esta representa el consumo total de todo el sistema eléctrico*

La tabla 27, hace el promedio de consumo con las horas de uso promediadas por el censo de carga, y lo multiplicamos por 4 semanas que equivalen a 1 mes de consumo eléctrico, cuyo valor da como resultado 262.38 kW al mes teniendo esta sesión

**Tabla 27**

***Censo eléctrico***

Proyección horas uso	kW
5.296153846	32.79
proyección 2 días	
2	65.59
proyección 4 semanas	
4	262.38

*Tabla 27, promedio de consumo del colegio, proyectados a 1 mes de consumo eléctrico*

**8.1.2.2.8 Lectura del colegio #2**

Tabla 29, en ella se refleja la segunda lectura de corriente obtenida en la sesión del colegio, en se toma la lectura de corriente por cada cable que está en el bracker principal para tomar en cuenta la posible distribución de eléctrica que tengan.

Importante tomar en cuenta lo siguiente:

La sección LECTURA DE CORRIENTE contiene la lectura de corriente por cada línea contenida en una distribución

Cada distribución esta enumerada con

F1: alimentación principal, la cual suma el total de corriente solicitado por nuestra distribución eléctrica interna

F2: es una distribución secundaria que se dirección al sector nombrado como aulas (alimenta las aulas de clase)

F3: esta distribución se dirige hacia la sala de administración del colegio y alimenta la sala de computación

La sección CODIGO contiene los colores por cada cable que complementa los cables de alimentación y la ubicación de los mismo

- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color,” <” significa CABLE DE LA IZQUIERDA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color,” >” significa CABLE DE LA DERECHA
- En ubicación se utiliza el siguiente código pues ambos cables son del mismo color,” -” significa CABLE NEUTRO

La sección “kW por 1h” contiene la potencia total consumida, estos valores se toman de F1, quien representa el total de corriente que necesita le circuito interno

**Tabla28**

**Censo eléctrico lectura #2 del colegio**

Lectura de corriente		código	VA	kW por 1h
f1 (Alimentación principal)	7.68	negro	883.2	1.8722
	8.6	azul	989	
	7.68	neutro		
f2 (Aulas)	2.78	negro		
	4.49	blanco		
	1.69	verde		
f3 (Sala de computación y administración)	4.85	<		
	1.37	>		
	2.3	-		

*Tabla 28, promedio de consumo de los domingos, se toma en cuenta F1 porque esta representa el consumo total de todo el sistema eléctrico*

La tabla 30, hace el promedio de consumo con las horas de uso promediadas por el censo de carga, y lo multiplicamos por 4 semanas que equivalen a 1 mes de consumo eléctrico, cuyo valor esta subrayado en amarillo, dando como resultado 118.68 kW al mes teniendo esta sesión

**Tabla29*****Censo eléctrico***

Proyección horas uso	kW
5.296153846	9.89
proyección 3 días	
3	29.67
proyección 4 semanas	
4	118.68

*Tabla 29, promedio de consumo del colegio, proyectados a 1 mes de consumo eléctrico***8.1.2.3 Cronograma de lecturas tomadas**

Para la tabla 30 se han tomado las mediciones con mayor consumo y se han ubicado de manera cronológica utilizando los días más importantes de actividad, de manera independiente y una sumatoria para el promedio de consumo semanal para cada caso

**Tabla 30*****Censo eléctrico***

Lectura real de días con mayor consumo al mes								
Actividad	D	L	M	M	J	V	S	suma
Iglesia	38.4kW		46.4 KW				30.72 KW	<b>115.52 KW</b>
Colegio	-	-	131.19 KW	-	131.19 kW	-	-	<b>262.38 KW</b>

*Tabla 30, promedio de consumo semanal con lecturas reales obtenidas*

Para la tabla 31 se han tomado las mediciones con menor consumo y se han ubicado de manera cronológica utilizando los días más importantes de actividad, de manera independiente y una sumatoria para el promedio de consumo semanal para cada caso.

**Tabla 31*****Censo eléctrico***

Lectura real de días con menor consumo al mes								
Actividad	D	L	M	M	J	V	S	suma
Iglesia	11.2 KW		-				-	<b>11.2 KW</b>
Colegio	-	39.56 kW	-	39.56 kW	-	39.56 KW	-	<b>118.68 KW</b>

*Tabla 31, promedio de consumo semanal con lecturas reales de menor consumo*

Al comparar los resultados de las tablas 7 (utilizando el consumo semanal de la iglesia), tabla 8 (utilizando consumo semanal del colegio) las cuales son tomadas de manera teórica.

Se compara con la tabla 26, y tabla 27, anteriormente presentada, dando como resultado los siguientes valores:

- El consumo del colegio se mantiene aparentemente con un promedio de 381.06 kW al mes, esto extraído de la tabla 31 y 32 (tabla de lecturas reales de consumo)
- El consumo de la iglesia se mantiene aparentemente con un promedio de 126.72 kW al mes, esto extraído de la tabla 31 y 32 (tabla de lecturas reales de consumo)

#### 8.1.2.4 Tabla de mediciones

Tabla 32, compara los valores teóricos y tomados con equipo de medición, esto nos permite asegurar que el consumo que realiza el cliente es muy variable y oscilado entre sus valores máximos, esto significa que no basta solamente con apagar los equipos eléctricos por un periodo indefinido para ahorrar

**Tabla 32**

#### *Censo eléctrico*

<b>Comparando resultados</b>		
	resultado teórico	lecturas reales
<b><i>Iglesia</i></b>		
resultado menor	-	126.72 kW
resultado mayor	192 kW	-
<b><i>Colegio</i></b>		
resultado menor	-	381.06 kW
resultado mayor	596 kW	-

*Tabla 32, compara los valores máximos y mínimos obtenidos en el censo de carga del cliente incluyendo los teóricos y las mediciones reales, estos valores son consumidos por mes*

Tabla 33, esta contiene la actualización de los valores, permitiéndonos tener un rango de consumo a lo largo de la labor del cliente, estos valores pueden ser consumidos por mes por la cantidad de equipos eléctricos que tiene, se especifica los valores mínimos y máximos de potencia consumida

### Tabla 33

#### *Censo eléctrico*

Consumo estimado por mes		
	Mínimo	Máximo
Iglesia	126.72 kW	192 kW
Colegio	381.06 kW	596 kW
TOTAL kW	507.78	788

*Tabla 34 mínimos y máximos de consumo por semana*

#### **8.1.2.5 Historial de consumo**

A continuación, se mostrará una serie de tablas las cuales muestran el comportamiento del cliente correspondiente a su hábito de consumo, para ello fue necesario facturas de:

enero, febrero, marzo, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre del 2018

enero, febrero, marzo del 2019.

Tabla 34, Esta tabla representa las 08 últimas facturas emitidas por la empresa de distribución eléctrica, con el fin de extraer las variables exactas con respecto a la fluctuación del consumo eléctrico en el edificio que sirve como iglesia y colegio se procede a explicar la tabla:

- Fecha: En este segmento corresponde únicamente la fecha en que fue leído el medidor del cliente
- Días: Aquí corresponde únicamente los días que la industria eléctrica ha facturado al cliente
- Lectura: Esta muestra la cantidad de potencia que el cliente ha consumido hasta la fecha facturada
- kW/mes: es la resta de la lectura nueva con la antecesora, el resultado será la cantidad de kilo watt (kW) utilizados al mes
- KW/días: Es el promedio de la cantidad de kW/mes con respecto a los días facturados, este resultado será el consumo de potencia por día
- Incremento/día: Esta parte detalla la cantidad de energía promedio que está incrementando su consumo por día mostrando la diferencia de consumo por día a la par de los meses consecuentes a la última lectura.

- Promedio incremento/día: Este presenta la cantidad de potencia que demanda adicional su sistema eléctrico internamente por día.

### Tabla33

#### *Censo eléctrico*

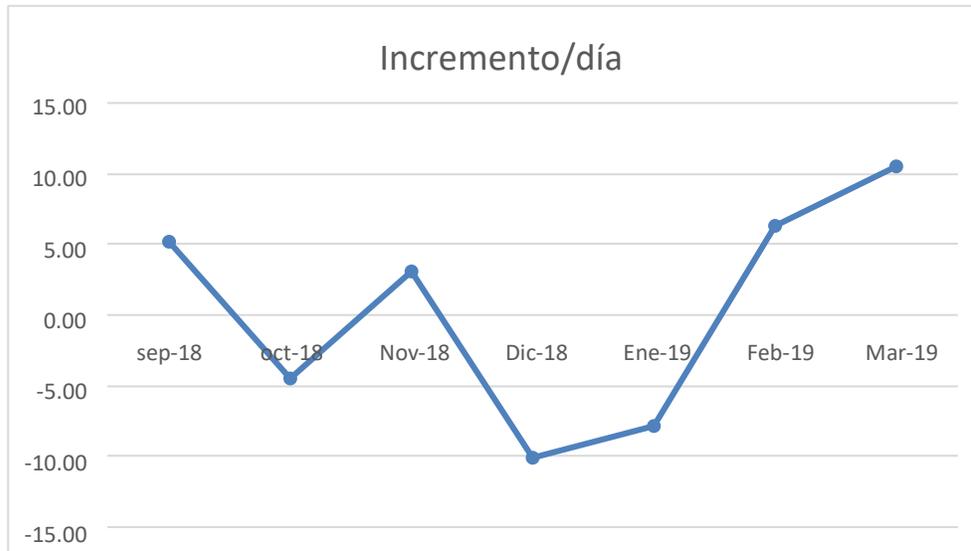
	Lectura medidor							
fecha	<b>ago-18</b>	<b>sep-18</b>	<b>oct-18</b>	<b>nov-18</b>	<b>dic-18</b>	<b>ene-19</b>	<b>feb-19</b>	<b>mar-19</b>
días	32	29	32	30	32	31	28	30
kW/mes	737	817	759	804	535	276	425	771
incremento/día	-	5.14	-4.45	3.08	-10.08	-7.82	6.27	10.52

*Tabla 34, lectura de facturas desde agosto 2018 hasta marzo 2019*

Lo que rescatamos de la tabla 35, será mostrado en la gráfica 1, es el incremento /día por este valor se nota la gran variación de consumo de potencia afectando el precio que se pagara mensualmente por la potencia consumida.

## Grafica 1

### *Censo eléctrico*



*Grafica 1, representa la curva de consumo del cliente aclarando más que el consumo de él no es constante*

Tabla 34, Esta tabla contiene las primeras 03 facturas del año 2018 y 2019, donde confirma que su comportamiento es repetitivo y muestra una leve reducción en el consumo que no está siendo desaprovechado por el cliente.

## Tabla 34

### *Censo eléctrico*

Cotejo 2018 vs 2019		
	<b>2018</b>	<b>2019</b>
enero	9.83	8.90
febrero	14.86	15.18
marzo	27.00	25.70

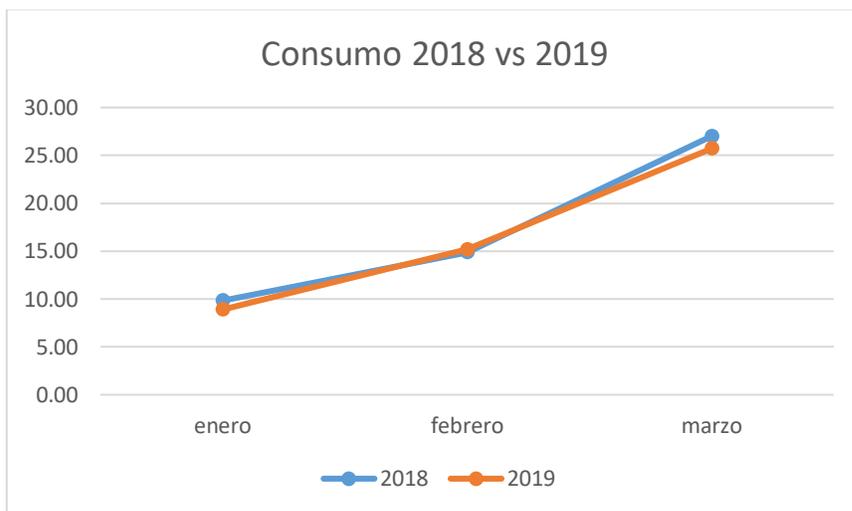
*Tabla 34, la numeración debajo del año, corresponde al incremento/día correspondiente al mes cotejado*

La curva mostrada en el grafico 2 representa el incremento en su consumo por día, este dato es importante, ya que permite prevenir gasto innecesario de potencia eléctrica. Esta curva

radica que el comportamiento es idéntico, aprovechando la curva q se muestra en grafica 1. Por lo tanto, el comportamiento de consumo del cliente es irregular, pero repetitivo

## Grafica 2

### *Censo eléctrico*



*Grafica 2, compara consumo de los primeros 03 meses del año 2018 y 2019*

El promedio incremento/día indica que su consumo está dentro del rango aceptable, por lo tanto, todas las facturas emitidas son reales a su consumo mensual, y con el censo de carga se concreta que esta información está dentro de su consumo habitual, con los datos anteriormente presentados podemos determinar lo siguiente:

- Debido que el cliente tiene un consumo irregular, obtiene un 4% de reducción en su consumo.
- El cliente no está aprovechando la reducción de consumo, al no tener control de su sistema
- Que el cliente tenga dos comportamientos diferentes (Iglesia y Colegio) permite la irregularidad y desbalance del consumo. Provocando gastos innecesarios en el servicio, tanto para el colegio e iglesia

Con el diagnóstico realizado se determina que el cliente no podrá reducir costos en su factura de potencia eléctrica con solo apagar equipos eléctricos, se propone reducir consumo en las luminarias con un sistema de iluminación con tecnología LED y una fuente conmutada que

alimente las lámparas LED con diseño personal para que el cliente ahorre en esta tecnología, pues no cuenta con recursos suficientes para rediseñar el circuito eléctrico completo de su edificio.

### 8.1.2.6 Comparación de consumo en luminarias

En las siguientes tablas presenta el censo de carga proporcionado solamente por las luminarias en cada sesión realizada por el cliente como templo religioso con las horas y cantidad de potencia consumida.

**Tabla35**

#### *Censo eléctrico culto de sábado 4:30pm- 8.30pm*

Cant.	Electrodoméstico	W/h	Ubicación	h de uso	W/d
12	lámpara 2 * 40w	40		4	1920
3	lámparas 1*40	40		4	480
1	lámpara vapor de mercurio	250		4	1000
2	luminaria	25	pasillo O	4	200
4	luminaria baño	25	pasillo S	4	400
				total en kW	4
				Total kW/mes	16

*Tabla 35, censo eléctrico de día sábado de 4:30 pm a 8:30 pm*

**Tabla36**

#### *Censo eléctrico culto de martes 5.30-9pm*

Cant.	Electrodoméstico	W/h	h de uso	W/d
12	lámpara 2 * 40w	40	4	1920
9	lámparas 1*40	40	4	1440
5	luminaria	25	4	500
2	luminaria	25	4	200
4	luminaria baño	25	4	400
			total en kW	4.46
			Total kW/mes	17.84

*Tabla 36, censo eléctrico de día martes de 5:30 pm a 9pm.*

**Tabla 37**

#### *Censo eléctrico culto domingo 5.30pm-8pm*

Cant.	Electrodoméstico	W/h	h de uso	W/d
12	lámpara 2 * 40w	40	3	1440
9	lámparas 1*40	40	3	1080
5	luminaria	25	3	375

2	luminaria	25	3	150
4	luminaria baño	25	3	300
			total en kW	3.345
			Total kW/mes	13.38

Tabla 37, censo eléctrico de día domingo de 5:30 a 8:00pm.

### Tabla 38

#### *Censo eléctrico culto domingo 9am-12md*

Cant.	Electrodoméstico	W/h	Ubicación	h de uso	W/d
12	lámpara 2 * 40w	40		1.45	696
5	lámparas 1*40	40		1.45	290
0	lámpara vapor de mercurio	250		1.45	0
6	luces	25	jóvenes	1.45	217.5
5	luminaria	25	aula	4	500
4	luminaria baño	25	pasillo S	1.45	145
1	parlante amplificado	800		1.45	1160
4	luminaria baño	25	pasillo S	1.45	145
				total en kW	3.1535
				Total kW/mes	12.614

Tabla 38, censo eléctrico de día domingo de 9am a 12md

### Tabla 39

#### *Censo eléctrico culto femenil 6pm-8.30pm*

Cant.	Electrodoméstico	W/h	Ubicación	h de uso	W/d
12	lámpara 2 * 40w	40		2.5	1200
3	lámparas 1*40	40		2.5	300
1	lámpara vapor de mercurio	250		2.5	625
4	luminaria baño	25	pasillo S	2.5	250
				total en kW	2.375
				Total kW/mes	9.5

Tabla 39, censo eléctrico, culto femenil 6pm a 8:30pm

La siguiente tabla presenta el censo de carga proporcionado solamente por las luminarias en cada sesión realizada por el cliente como colegio con las horas y cantidad de potencia consumida en la semana

## Tabla 40

### *Censo eléctrico luces en colegio*

Cant.	Electrodoméstico	W/h	h de uso	W/ sem
2	bombillos	25	8	2000
2	bombillos	25	6	1500
2	lámparas 1 * 40w	40	6	2400
2	bombillos	25	6	1500
6	bombillos	25	5	3750
4	bombillos	25	5	2500
4	bombillos	25	5	2500
4	bombillos	25	4	2000
6	bombillos	25	4	3000
6	bombillos	25	4	3000
			total kW	24.15
			Total kw/mes	96.6

Tabla 40, lista de luminarias.

Lo que debemos rescatar de las tablas anteriores es la cantidad de potencia que se consume por mes y comparar el consumo final reduciendo el consumo de luminarias, para ello retomamos tabla 41 para recordar las potencias promediadas en el inciso 8.1.

## Tabla 41

### *Censo eléctrico*

	Consumo estimado por mes	
	Mínimo	Máximo
Iglesia	126.72 kW	192 kW
Colegio	381.06 kW	596 kW
TOTAL kW	507.78	788

Tabla 41, mínimos y máximos de consumo por semana

En tabla 42 sumaremos la cantidad de potencia consumida por el sistema de iluminación actual en el edificio en sus diferentes horarios de trabajo

## Tabla 42

### *Censo eléctrico luminarias*

Actividad	Lectura real de días con mayor consumo al mes							suma
	D	L	M	M	J	V	S	
Iglesia	25.99 kW		17.84 KW		9.5 kW		16 KW	<b>69.33 KW</b>
Colegio	-				96.6 kW		-	<b>96.6 KW</b>
							Total kW	<b>165.93</b>

*Tabla 42, promedio de consumo mensual de potencia en luminarias*

Tabla 42 presenta la cantidad total de potencia consumida por las luminarias y se resta con el total de la tabla 43

## Tabla 43

### *Censo eléctrico*

	Consumo estimado por mes	
	Mínimo	Máximo
Iglesia	126.72 kW	192 kW
Colegio	381.06 kW	596 kW
TOTAL kW	507.78	788
Resta luminaria	-165.93	
Carga sin luminaria	341.85	622.07

*Tabla 43, en ella se manifiesta la reducción en consumo en la sección resta, se presenta la cantidad máxima y mínima en consumo de potencia eléctrica y esto le beneficiara porque permite reducción en el pago de la factura mensual*

### **8.1.3 tecnologías de iluminación que el cliente utiliza**

Para disponer de la tecnología que utilizaremos para brindar al cliente una solución económica y que cumpla con el ahorro de consumo de potencia conoceremos en manera resumida la tecnología que el cliente utiliza en la actualidad en su edificio y la compararemos con la electrónica que se diseña para el cliente.

#### **8.1.3.1 Bombillo de vapor de mercurio**

Esta tecnología de iluminación produce LUZ visible porque al cerrar el interruptor, se produce un pequeño arco entre los electrodos principal y auxiliar de arranque que produce la

ionización del gas de relleno del tubo de cuarzo iniciando la descarga, la cual se produce a través del gas porque el mercurio aún está a temperatura ambiente y con una presión baja.

A medida que el mercurio eleva su temperatura, se vaporiza aumentando la presión en el interior del tubo y la tensión entre los bornes de la lámpara, después de unos minutos el mercurio está completamente volatilizado y la descarga se produce a través de este, en ese momento aumenta el flujo luminoso y varía el color de la fuente, al llegar al equilibrio la intensidad de corriente la regula el balasto.

El balastro es una reactancia que consiste en una bobina que limita el paso de intensidad de corriente a través del tubo y estabilizar la descarga. No es necesario equipo de arranque ya que se cuenta con un condensador conectado en serie para compensar el factor de potencia.

En las figuras 19 y 20 se muestra el circuito eléctrico dispuesto para esta tecnología y se dará una descripción de las siguientes etapas:

- Tubo de descarga: es un tubo de cuarzo para soportar altas presiones y temperaturas. En su interior hay dos electrodos en los extremos de wolframio o tungsteno con cavidades rellenas de un material que facilita la emisión de electrones. También lleva un electro auxiliar que está conectado a uno de los electrodos principales y conectado al otro por medio de una resistencia de valores entre 10-30k $\Omega$ .
- El tubo está relleno de un gas inerte (argón o neón) que ayuda a originar la descarga y una dosis adecuada de mercurio que se vaporiza cuando la lámpara está en pleno funcionamiento.
- Ampolla exterior: es de vidrio endurecido y soporta temperaturas de 350°C aproximadamente, su misión es proteger el tubo de descarga y todos los soportes, es relleno por un gas inerte, argón o nitrógeno, que ayuda a evitar la oxidación de los elementos metálicos.
- Casquillo: tiene la función es sellar la ampolla y conectar la tensión de línea a los electrodos del tubo de cuarzo, lleva un balasto en serie con los electrodos.

## Figura 19

### Lámpara de vapor de mercurio

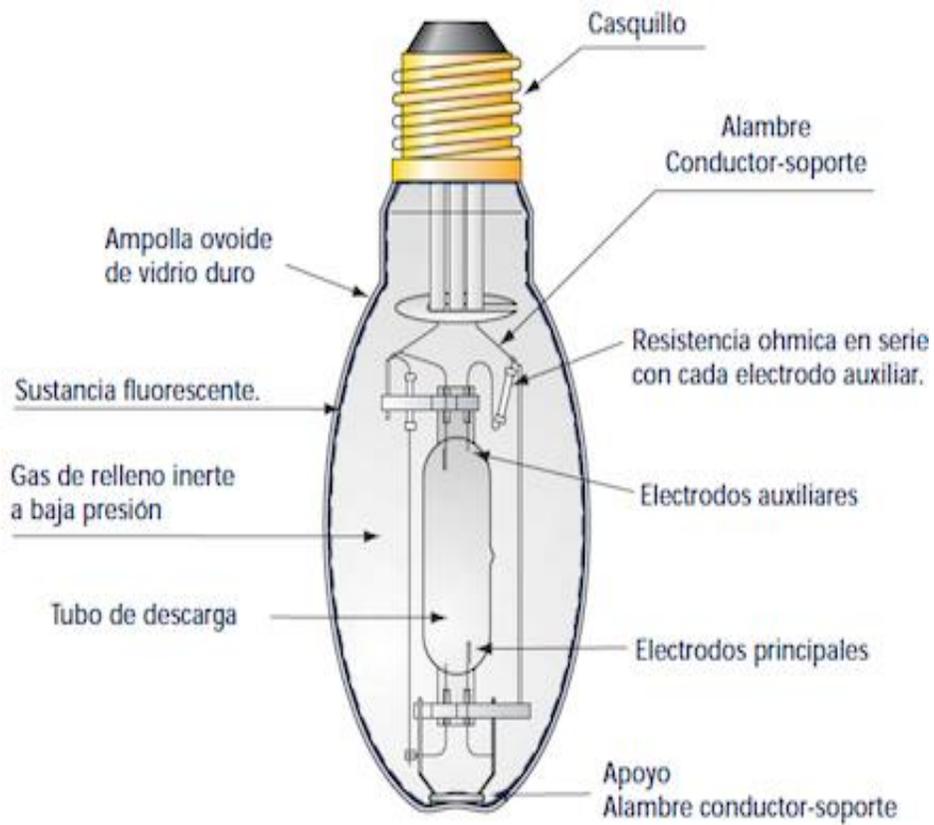
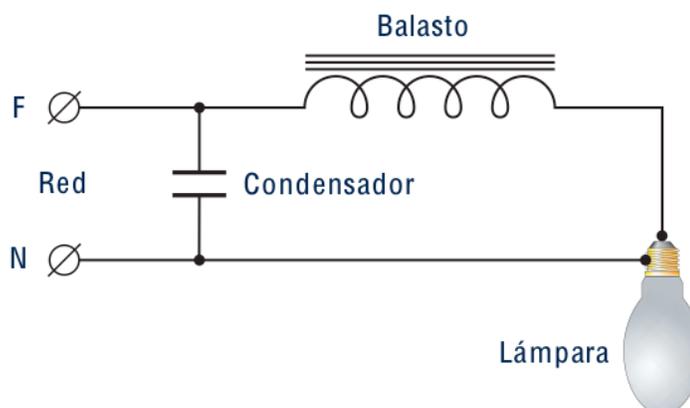


Figura 19: Partes de la lámpara de vapor de mercurio

Fuente: Manual de iluminación INDAL

**Figura 20**

***Cableado de conexión de lámparas de mercurio a alta presión***



*Figura 20: Cableado de conexión para lámparas de mercurio a alta presión*

*Fuente: Manual de iluminación INDAL*

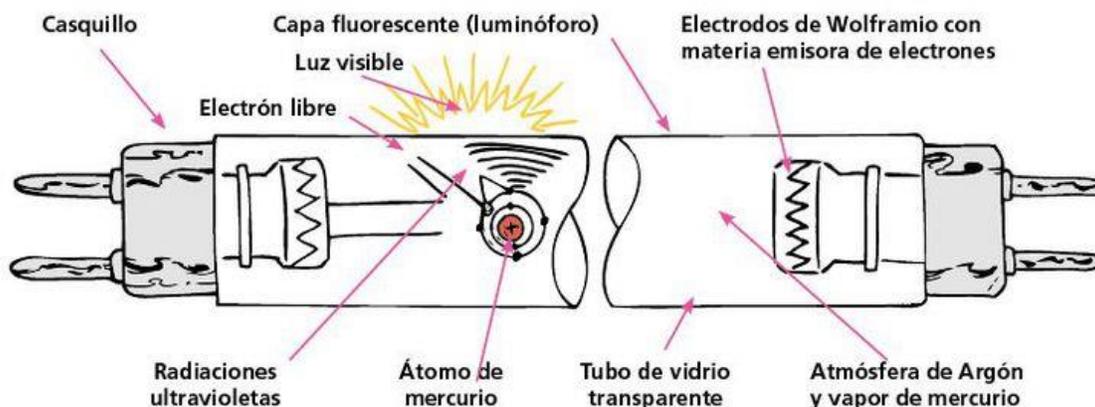
### **8.1.3.2 Iluminación con tubo fluorescente**

Tomando en cuenta el funcionamiento recordamos que se necesita un arco eléctrico que atraviese todo el gas para generar luz, esto es acondicionado por un sobre voltaje (aumento de voltaje de muy corta duración entre dos conductores), entre los terminales del tubo.

El balastro solamente es para reducir corriente por impedancia inductiva y así mantener un flujo de corriente relativamente estable hasta que el gas queda ionizado y así la electricidad puede atravesar libremente el gas dentro del tubo generando luz visible por el fenómeno químico que se produce al momento en que los haces de luz no visible y dañina para el ser humano golpea al fosforo en toda la pared interna del tubo produciendo luz visible.

**Figura 21**

***Estructura interna de tubo fluorescente***



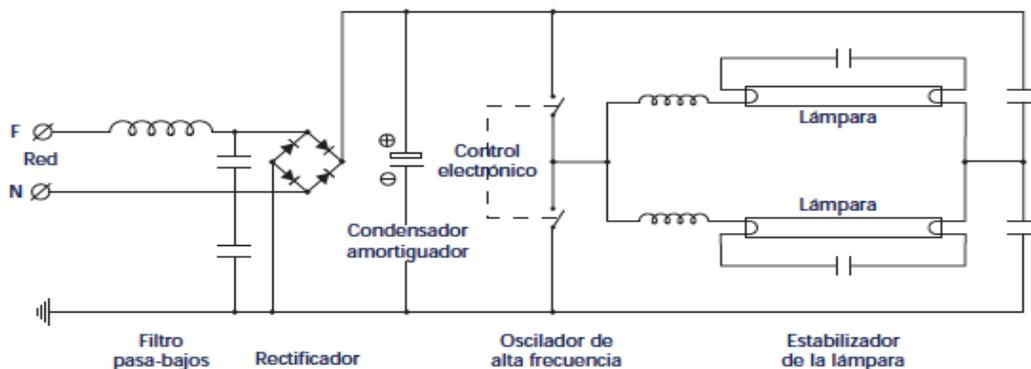
*Figura 21 Estructura interna de tubo fluorescente*

*Fuente: abc.com.py/lámparas fluorescentes*

En la figura 22 se muestra la conexión para esta tecnología con balastro electrónico, En la figura 23 se presenta la conexión eléctrica de esta tecnología con balastro común, la figura 21 muestra la estructura interna del tubo fluorescente.

**Figura 22**

***Balastro electrónico***

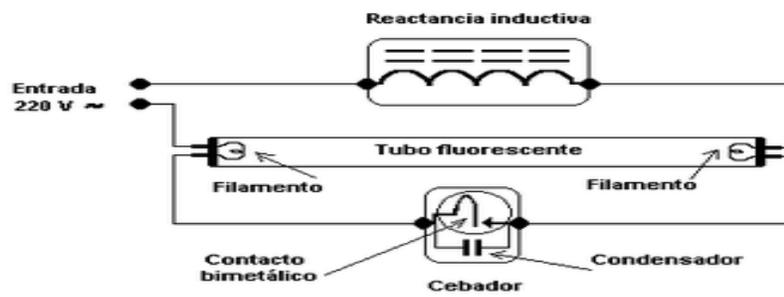


*Figura 21: Balastro electrónico*

*Fuente: Manual de iluminación INDAL*

*Figura 23*

*Balastro común*



*Figura 23: Balastro común*

*Fuente: Manual de iluminación INDAL*

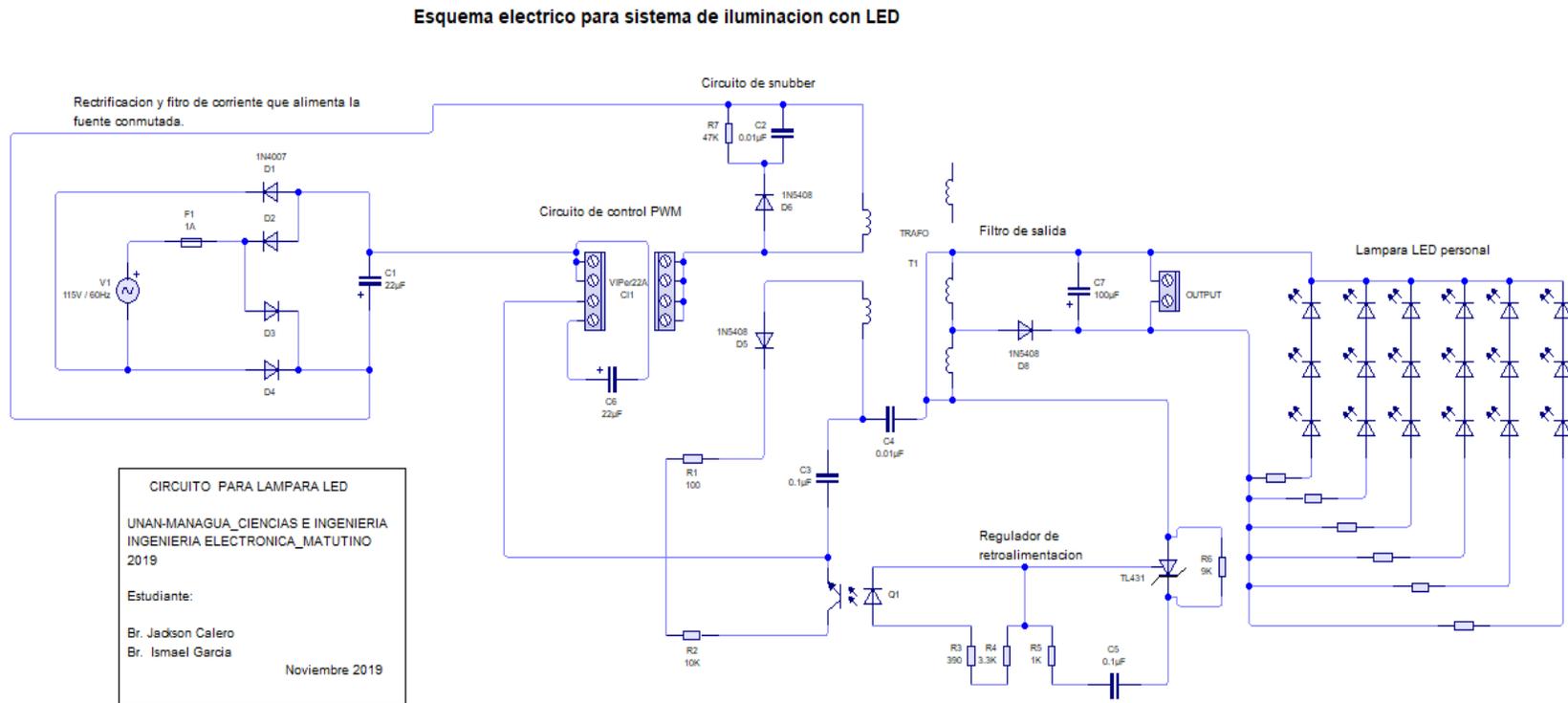
## **8.2 DISEÑAR PROTOTIPO PARA SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON FUENTE CONMUTADA Y LÁMPARA LED.**

Para desarrollar el sistema de iluminación que es propuesto al cliente es necesario determinar la cantidad de potencia que consumen la iluminación, posteriormente se diseña el circuito de iluminación que es en conjunto una fuente conmutada y lámpara LED que pueda sustentar la necesidad del cliente.

Identificando las potencias promedio consumida al mes por el sistema de iluminación actual del cliente, procedemos a desarrollarnos en el diseño de lámpara con diodos emisores de luz (LED) y la fuente de alimentación conmutada, para este sistema de iluminación es del tipo “BUCK” que significa reductora.

**Figura 24**

**Esquema electrónico de sistema de iluminación**



**Figura 24:** Esquema electrónico de sistema de iluminación

Fuente: Autoria propia

## **8.2 DISEÑAR PROTOTIPO PARA SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON FUENTE CONMUTADA Y LÁMPARA LED**

### **8.2.1 Diseño de lámpara LED**

#### **8.2.1.1 Lámpara LED con diseño personal**

Las lámparas LED son una tecnología reciente que permite ahorro de potencia eléctrica para iluminar un área determina, la diferencia entre esta tecnología y la convencional es el costo de adquisición del producto.

Por esta razón se optó por diseñar lámparas con tecnología LED para ahorrar dinero, obteniendo doble beneficio, fabricando un producto que es accesible para cualquier persona que lo desee, tenga ingresos fuertes o no.

Esto permite un apoyo para el desarrollo de nuestro país invirtiendo en tecnología accesible y eficiente para ahorrar energía eléctrica, puesto que es la más demandada por los ciudadanos nicaragüenses.

Esto permite un apoyo para el desarrollo de nuestro país invirtiendo en tecnología accesible y eficiente para ahorrar energía eléctrica, puesto que es la más demandada por los ciudadanos nicaragüenses.

Las lámparas LED son diseñadas específicamente para valores de corriente y tensiones de trabajo, configurando la conexión eléctrica de los diodos, la especificación eléctrica de la lámpara se muestra en la tabla.

Para la intensidad de iluminación que se establecerá por ambiente se toman los datos de la tabla 44 ya predefinidos por normativa DGE-017.

**Tabla 44*****Intensidad luminosa establecida por normativa.***

Intensidad luminosa establecida por normativa DGE-017	
Ambiente	Lux
Alumbrado general en aulas	500 – 1000
Gimnasios	250 – 500
Laboratorios	250 – 1000
Pizarras	300 – 700
Salas de conferencias	200 - 1000
Zonas de paso	150 - 700
Vestuarios y lavados	50 - 300
Salas de estudios y bibliotecas	300 - 750

*Tabla 44, intensidad luminosa establecida por normativa*

Para que los cálculos se desarrollen uniformemente se establece una intensidad de iluminación promedio a 500 lux, tomados en cuenta:

- Las aulas de clases se utilizan en el día
- Las oficinas de la dirección y administración, igual que las aulas tienen suficiente entrada de luz natural
- En el edificio se cuenta con 1 sala de conferencia y 4 pasillos. Por lo anterior mencionado se promedia que la intensidad lumínica para el diseño propuesto será de 500 lux puesto que entra en los estándares normalizados para ambientar y que las paredes son blancas.

**Tabla 45**

***Especificaciones de lámpara LED***

Unidad	Long	Altura	Lux	Costo	Detalle	Fabricante
1	1 metro	1 metro	1600	\$ 7	fuelle integrada	Mercado
1	1 metro	1 metro	1250	\$ 2	sin fuente integrada	Diseño personal

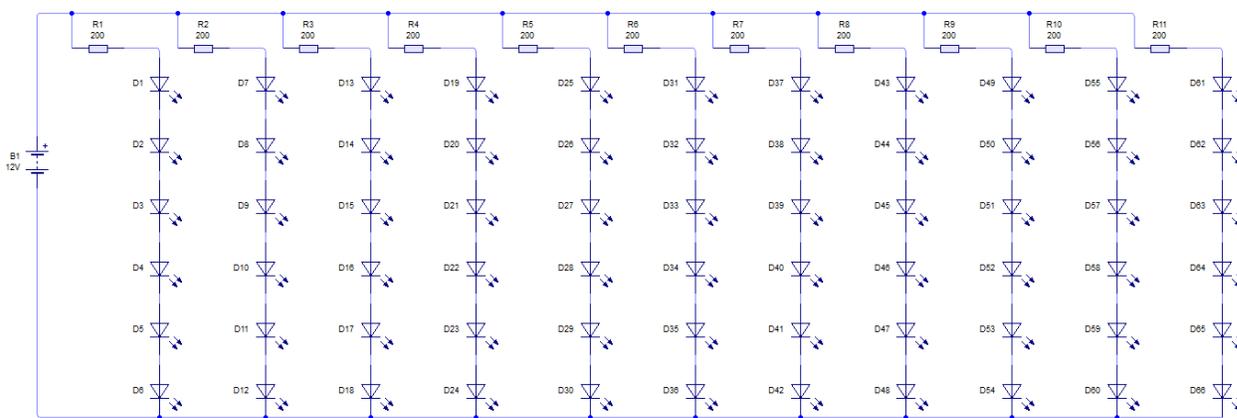
*Tabla 45, especificaciones de lámpara LED*

**8.2.1.2 Esquema eléctrico de lámpara LED con diseño personal**

Para obtener la cantidad de intensidad lumínica deseada fue necesario hacer un primer diseño para la construcción de lámpara con tecnología LED, esta alcanzo la intensidad mínima requerida, pero superó el presupuesto para montaje del circuito, la figura 24 presenta la primera propuesta, y la tabla 46 la describe.

**Figura 25**

***Esquema propuesto para diseñar lámpara LED***



*Figura 25, esquema propuesto para diseño de lámpara LED.*

**Tabla 46*****Especificaciones de diseño de lámpara LED.***

Lúmenes por LED	Largo de LED	Cantidad de LED	Tensión	Costo	Lúmenes total	Largo de lámpara
6.06	0.005 m	66 unidades	1.5 v	\$ 19	400	0.33 m

*Tabla 46, Especificaciones de diseño de lámpara LED*

Para llenar los datos de la tabla 47 específicamente, la cantidad de LED necesarios para este diseño y el largo total de lámpara se utilizó la ecuación siguiente:

Datos:

Diámetro de LED = DL = 0.005 m

Lúmenes por LED = lum L = 6.06 lum

Lúmenes Deseado = lum D = 400 lum

Ecuación 1, cantidad de LED totales

LED Total = LT

$$LT = \frac{lum D}{lum L}$$

$$LT = \frac{400}{6.06} = 66 \text{ unidades}$$

Ecuación 2, longitud de lámpara LED

Largo de Lámpara = LL

$$LL = 66 * 0.005 \text{ m}$$

$$LL = LT * DL = 0.33 \text{ m}$$

Con este diseño se definió que es demasiado caro fabricar con LED, para ello se mejoró el diseño y se sustituyó con LED que trabajan a 4 voltios debido a que son más grandes y se

compra al por mayor, esto permite ahorrar dinero, en la figura 26 se presenta segundo diseño y en tabla 47 se describen sus características.

**Figura 26**

**Segundo esquema propuesto para diseñar lámpara LED**

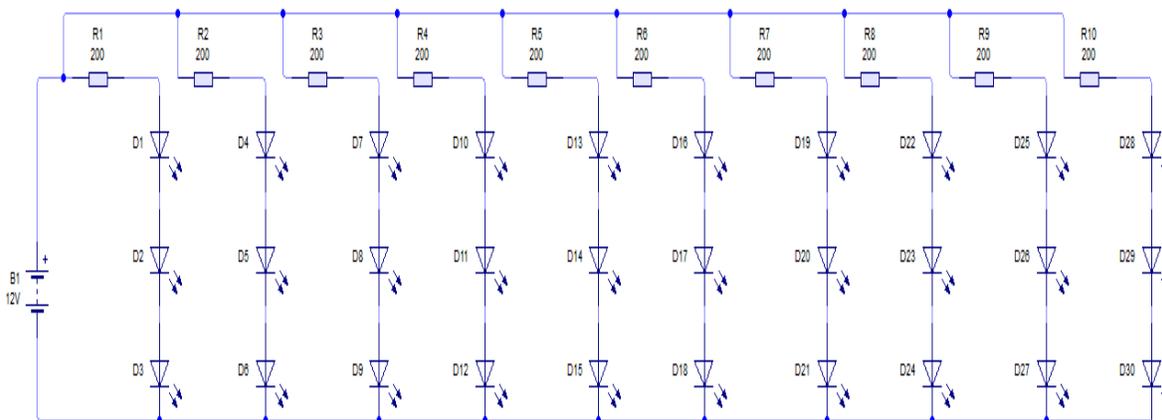


Figura 26, segundo esquema propuesto para diseñar lámpara LED

**Tabla 47**

**Especificación eléctrica de lámpara LED**

Lúmenes por LED	Largo de LED	Cantidad de LED	Tensión	Costo	Lúmenes total	Largo de lámpara
25	0.033 m	50 unidades	4 v	\$ 2	1250	1 m

Tabla 47, especificación eléctrica de lámpara LED

Para llenar los datos de la tabla 47 específicamente, la cantidad de LED necesarios para este diseño y el largo total de lámpara se utilizó la ecuación siguiente:

Datos:

Diámetro de LED = DL = 0.033 m

Lúmenes por LED = lum L = 25 lum

Lúmenes Deseado = lum D = 1250 lum

Ecuación 1, cantidad de LED totales

$$\text{LED Total} = \text{LT}$$

$$\text{LT} = \frac{\text{lum } D}{\text{lum } L}$$

$$\text{LT} = \frac{1250}{25} = 50 \text{ unidades}$$

Ecuación 2, longitud de lámpara LED

El largo de lámpara será de 1m para poderla instalar en el interior de porta lámparas comerciales que el cliente tiene en el local, ya que este segundo diseño cubre mayor longitud y es más económico.

### 8.2.1.3 Lámpara LED, presupuesto

Posterior al diseño de la lámpara con tecnología LED se elabora el presupuesto para la fabricación de dicha lámpara, en la tabla 48 se detalla la información para la construcción y costo del sistema de iluminación, comparándolo con lámparas LED comerciales.

**Tabla 48**

*Presupuesto de fabricación de lámpara.*

Producto	Lum máximo	Costo máximo	Fuente integrada	V	A Max	W
Lámpara LED	1600	\$ 7	Si	115	0.169	19.43
convencional						
Lámpara LED con diseño personal	1250	\$ 2	No	12	0.91	10.9

*Tabla 48, presupuesto de fabricación de lámpara LED*

### 8.2.1.4 Habitación propuesta para instalación de luminarias LED

Para comparar la cantidad de lámparas con el costo de adquisición de las mismas se determina un área de trabajo donde se planifica la instalación de estas lámparas, se presenta un esquema de la vivienda y se extraen los datos necesarios para definir ubicación y cantidad de lámparas,

se determina la cantidad de lámparas suficiente para iluminar las áreas por la siguiente ecuación:

Donde

$$CL = \frac{FT}{FL}$$

$$FT = \frac{(Em * S)}{(Fu * Fm)}$$

$$fu = \frac{(a * b)}{(Hmax (a + b))}$$

FT = flujo luminoso total de lámparas para local (en lum)

FL = flujo luminoso por lámpara con diseño personal (en lum)

CT = cantidad de lámpara

Em = nivel medio de iluminación sobre plano de trabajo (en lux)

Fu = factor utilización

Fm = factor de mantenimiento (cantidad de limpieza 0.80)

S = superficie del local ( $m^2$ )

#### ***8.2.4.1 Cálculo de iluminación para secciones y oficinas***

Después de conocer las condiciones para determinar la cantidad de iluminación que se requiere para cada ambiente se procede a desarrollar la ecuación para determinar la cantidad de lámparas LED con diseño personal que se requieren para cada aula, considerando que las aulas y oficinas tienen las mismas dimensiones las cuales están en la figura 27

## Figura 27

### Calculo de iluminación para secciones

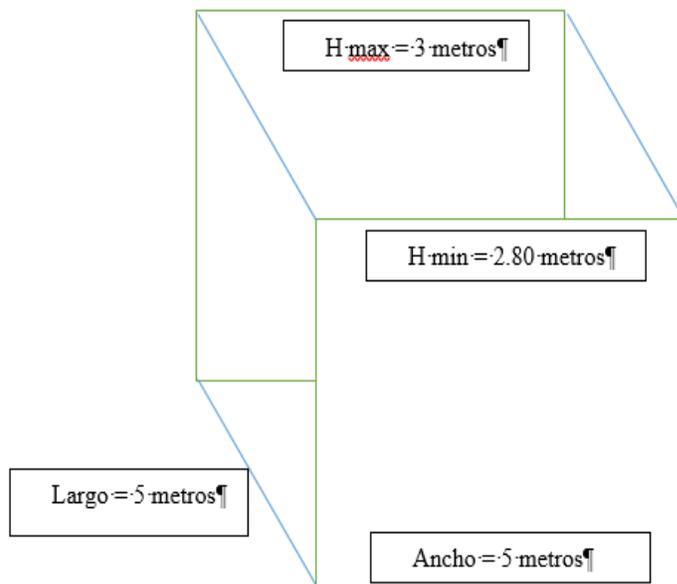


Figura 27, esquema de medidas de secciones.

Datos:

Altura máxima ( $H_{\max}$ )= 3m

Longitud ( $a$ )= 5m

Ancho ( $b$ )= 5m

Superficie de trabajo ( $S$ ) = ( $a \cdot b$ ) =  $25 \text{ m}^2$

Donde

$$CL = \frac{FT}{FL}$$

$$FT = \frac{(Em * S)}{(Fu * Fm)}$$

$$fu = \frac{(a * b)}{(H_{\max} (a + b))}$$

FT = flujo luminoso total de lámparas para local (en lum)	= ¿?
FL = flujo luminoso por lámpara con diseño personal (en lum)	= 1 200
CT = cantidad de lámpara	= ¿?
Em = nivel medio de iluminación sobre plano de trabajo (en lux)	= 500
Fu = factor utilización	= ¿?
Fm = factor de mantenimiento (por mantener limpio el local)	= 0.80
S = superficie del local ( $m^2$ )	= 25

Al sustituir la ecuación con los datos de las aulas se obtiene

$$fu = \frac{(25)}{(3 (10))} = 0.83$$

$$FT = \left( \frac{(500 * 25)}{(0.83 * 0.80)} \right) = 18\ 825\ lum$$

$$CL = \frac{18\ 825}{1\ 200} = 15\ lamparas$$

Al determinar la cantidad de lámparas LED con diseño personal que se pueden instalar en una superficie de  $25\ m^2$  (metros cuadrados) la cual corresponde a:

- 14 aulas de clase (preescolar, primaria, secundaria y sala de computación)
- 3 oficinas (librería, oficina administrativa, dirección)

Por lo cual se define que existe un total de 17 ambientes con una superficie de  $25\ m^2$  entonces se calcula que las lámparas LED con diseño personal que se requerirán para estos ambientes es un total de 255 unidades, calculado por la ecuación siguiente

Donde:

Total, de Lámparas para Usar = TLU = ¿?

Cantidad de lámparas por ambiente calculado = CL = 15 lámparas

Cantidad de ambientes = 17 ambientes

$$TLU = CL * CA$$

$$TLU = 15 * 17 = 255 \text{ lámparas total (aulas y oficina)}$$

#### 8.2.4.2 Cálculo de iluminación para pasillo 1

Después de conocer las condiciones para determinar la cantidad de iluminación que se requiere para cada ambiente se procede a desarrollar la ecuación para determinar la cantidad de lámparas LED con diseño personal que se requieren para los pasillos, considerando que las aulas y oficinas tienen las mismas dimensiones las cuales están en la figura 28

**Figura 28**

#### *Calculo de iluminación para pasillo 1*

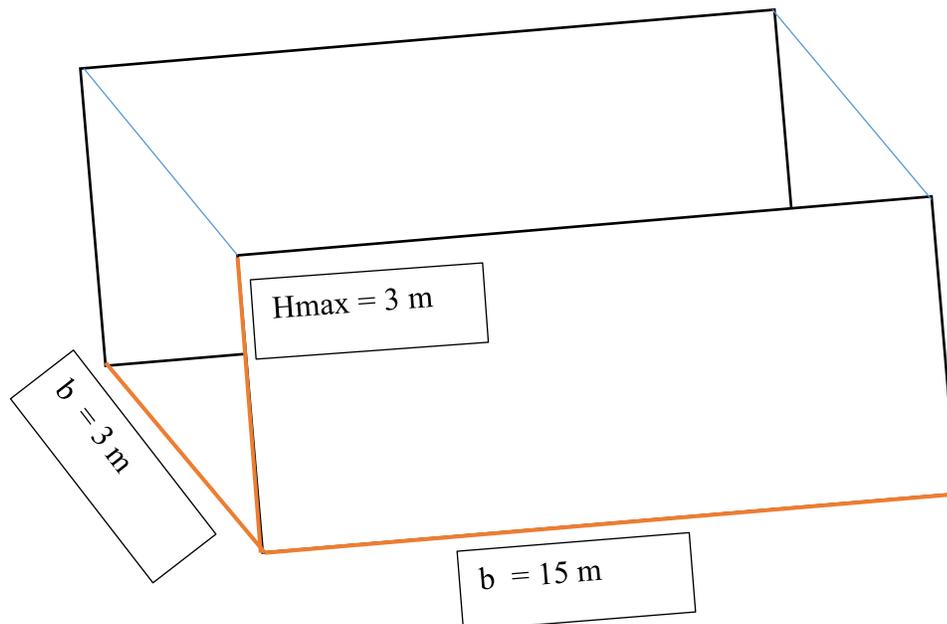


Figura 28, esquema de medidas de pasillo 1.

Datos:

Altura máxima (Hmax)= 3m

Longitud (a)= 3m

Ancho (b)= 15m

Superficie de trabajo (S) = (a\*b) = 45 m<sup>2</sup>

Donde

$$CL = \frac{FT}{FL}$$

$$FT = \frac{(Em * S)}{(Fu * Fm)}$$

$$fu = \frac{(a * b)}{(Hmax (a + b))}$$

FT = flujo luminoso total de lámparas para local (en lum) = ¿?

FL = flujo luminoso por lámpara con diseño personal (en lum) = 1 200

CT = cantidad de lámpara = ¿?

Em = nivel medio de iluminación sobre plano de trabajo (en lux) = 500

Fu = factor utilización = ¿?

Fm = factor de mantenimiento (por mantener limpio el local) = 0.80

S = superficie del local (m<sup>2</sup>) = 45

Al sustituir la ecuación con los datos de las aulas se obtiene

$$fu = \frac{(45)}{(3 (18))} = 0.83$$

$$FT = \left( \frac{(500 * 45)}{(0.83 * 0.80)} \right) = 33\ 885\ lum$$

$$CL = \frac{33\ 885}{1\ 200} = 28 \text{ lamparas}$$

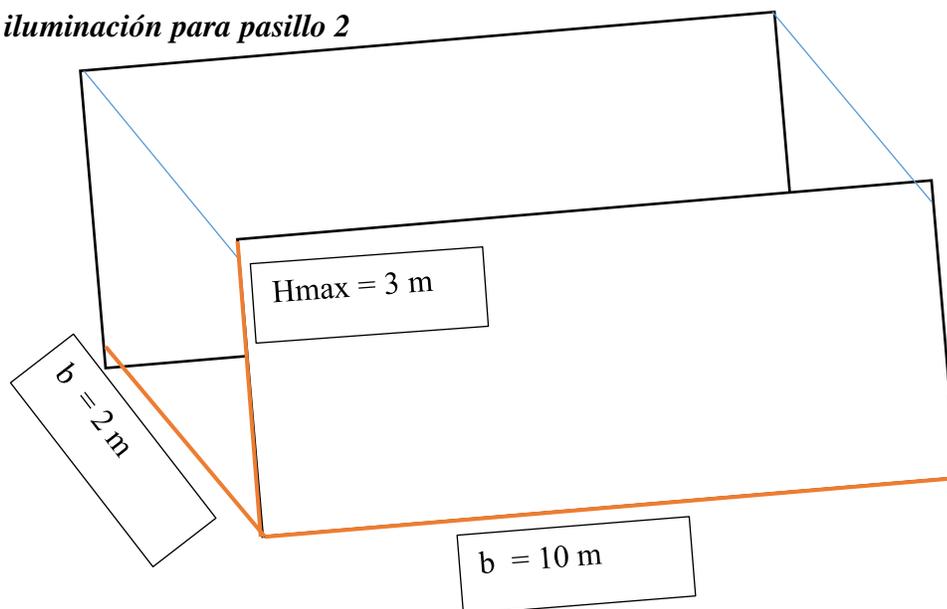
Al determinar la cantidad de lámparas LED con diseño personal que se pueden instalar en el pasillo con una superficie de  $45 \text{ m}^2$  entonces podemos calcular que las lámparas LED con diseño personal que se requerirán para estos ambientes es un total de 28 unidades.

#### 8.2.4.3 Cálculo de iluminación para pasillo 2

Después de conocer las condiciones para determinar la cantidad de iluminación que se requiere para cada ambiente se procede a desarrollar la ecuación para determinar la cantidad de lámparas LED con diseño personal que se requieren para los pasillos, considerando que las aulas y oficinas tienen las mismas dimensiones las cuales están en la figura 29

**Figura 29**

#### *Calculo de iluminación para pasillo 2*



*Figura 29, esquema de medidas de pasillo 2.*

Datos:

Altura máxima (Hmax)= 3m

Longitud (a)= 2m

Ancho (b)= 10m

Superficie de trabajo (S) = (a\*b) = 20 m<sup>2</sup>

Donde

$$CL = \frac{FT}{FL}$$

$$FT = \frac{(Em * S)}{(Fu * Fm)}$$

$$fu = \frac{(a * b)}{(Hmax (a + b))}$$

FT = flujo luminoso total de lámparas para local (en lum) = ¿?

FL = flujo luminoso por lámpara con diseño personal (en lum) = 1 200

CT = cantidad de lámpara = ¿?

Em = nivel medio de iluminación sobre plano de trabajo (en lux) = 500

Fu = factor utilización = ¿?

Fm = factor de mantenimiento (por mantener limpio el local) = 0.80

S = superficie del local (m<sup>2</sup>) = 25

Al sustituir la ecuación con los datos de las aulas se obtiene

$$fu = \frac{(20)}{(3 (12))} = 0.55$$

$$FT = \left( \frac{(500 * 20)}{(0.55 * 0.80)} \right) = 22\,727 \text{ lum}$$

$$CL = \frac{22\,727}{1\,200} = 18 \text{ lamparas}$$

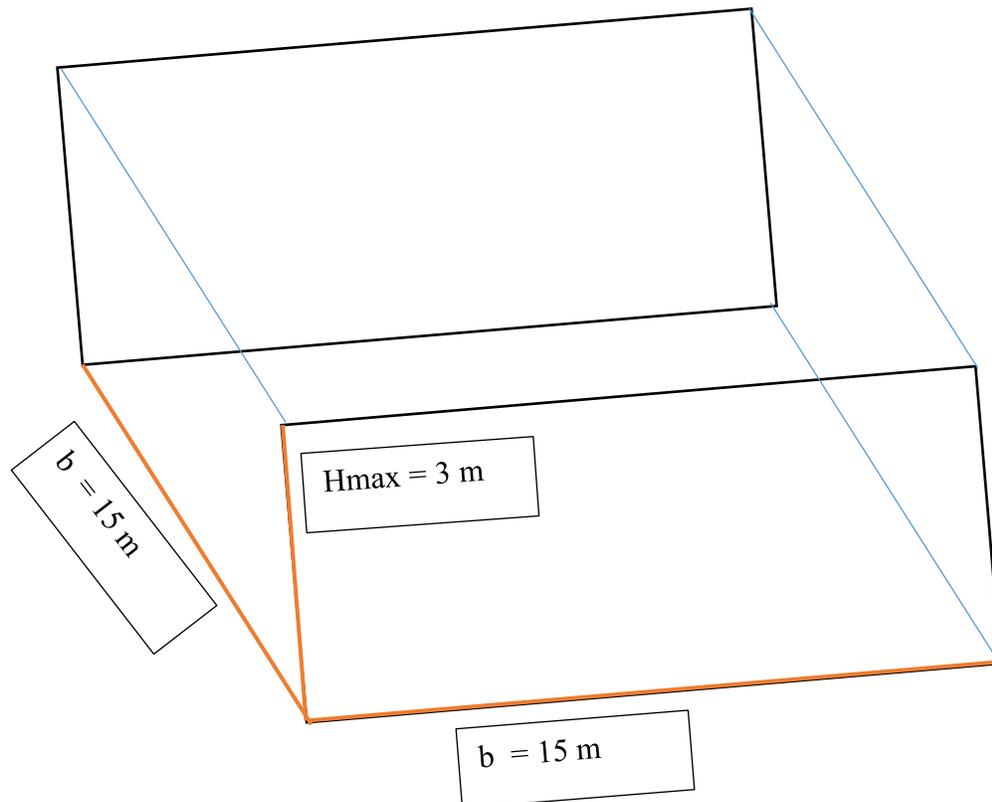
Al determinar la cantidad de lámparas LED con diseño personal que se pueden instalar en el pasillo 2 se calcula que las lámparas LED con diseño personal que se requerirán para estos ambientes es un total de 18 unidades.

#### ***8.2.4.4 Cálculo de iluminación para sala de conferencia***

Después de conocer las condiciones para determinar la cantidad de iluminación que se requiere para cada ambiente se procede a desarrollar la ecuación para determinar la cantidad de lámparas LED con diseño personal que se requieren para los pasillos, considerando que las aulas y oficinas tienen las mismas dimensiones las cuales están en la figura 30

**Figura 30**

#### ***Calculo de iluminación para sala de conferencia***



*Figura 30, esquema de iluminación para sala de conferencia.*

Datos:

Altura máxima ( $H_{max}$ )= 3m

Longitud ( $a$ )= 15m

Ancho (b)= 15m

Superficie de trabajo (S) = (a\*b) = 225 m<sup>2</sup>

Donde

$$CL = \frac{FT}{FL}$$

$$FT = \frac{(Em * S)}{(Fu * Fm)}$$

$$fu = \frac{(a * b)}{(Hmax (a + b))}$$

FT = flujo luminoso total de lámparas para local (en lum) = ¿?

FL = flujo luminoso por lámpara con diseño personal (en lum) = 1 200

CT = cantidad de lámpara = ¿?

Em = nivel medio de iluminación sobre plano de trabajo (en lux) = 500

Fu = factor utilización = ¿?

Fm = factor de mantenimiento (por mantener limpio el local) = 0.80

S = superficie del local (m<sup>2</sup>) = 225

Al sustituir la ecuación con los datos de las aulas se obtiene

$$fu = \frac{(225)}{(3 (30))} = 2.5$$

$$FT = \left( \frac{(500 * 225)}{(2.5 * 0.80)} \right) = 56 250 \text{ lum}$$

$$CL = \frac{56 250}{1 200} = 47 \text{ lamparas}$$

Al determinar la cantidad de lámparas LED con diseño personal que se pueden instalar en la sala de conferencia entonces podemos calcular que las lámparas LED con diseño personal que se requerirán para estos ambientes es un total de 47 unidades.

## **8.2.2 Diseño de fuente conmutada para sistema de iluminación LED con diseño personal**

### **8.2.2.1 Rectificador y filtro de entrada**

La rectificación y filtrado de entrada corresponde a tomar corriente alterna y convertirla en corriente directa para poder transformar la frecuencia con la que se desplaza y de esta manera poder trabajar con los demás componentes que permitirán su reducción o amplificación de tensión según la topología utilizada.

La etapa de rectificación es la que filtra y prepara la corriente que será demandada en todo el circuito hasta el final, si esta es deficiente los resultados de la fuente será una corriente de mala calidad, teniendo bajos resultados en las tensiones y corrientes correspondientes al diseño.

Los datos para este parámetro se muestran a continuación:

$I_{media}$  = Corriente que se aportara al circuito

$E_{ca}$  = Tensión de alimentación en corriente alterna

$f$  = Frecuencia de la corriente

$C$  = Capacitancia

$V_{max}$  = voltaje pico

$V_{rms}$  = valor eficaz, tomado de la red domestica

Para calcular la capacitancia del condensador se procede con la siguiente ecuación especificando los datos en corriente alterna:

$$I_{med} = \frac{V_{med}}{X_c} = 1.72 \text{ A}$$

$$f = 120 \text{ Hz}$$

$$C = 22 \mu\text{F}$$

$$X_c = 60.28 \Omega$$

$$V_{\text{rms}} = 115 \text{ Vca}$$

$$V_{\text{max}} = V_{\text{rms}} * \sqrt{2} = 163 \text{ Vp}$$

$$V_{\text{med}} = \frac{2 V_{\text{max}}}{\pi} = 103.7 \text{ (tensión rectificada)}$$

Con la corriente definida se procede a escoger los diodos rectificadores de la serie HER207 con capacidad de 2A y soporta 800Vcc. En el circuito 1 se muestran los componentes e interconexión de cada uno donde los valores de D1, D2, D3, y D4 son tipo HER207, V1 conforma la fuente de corriente comercial domestica que en Nicaragua tiene una frecuencia de 60Hz con la tensión de 1 fase promedio de 115 Vrms.

El condensador de filtro C1 es de 22 $\mu$ F, esta capacitancia es escogida no para filtrar la tensión de rizo en esta corriente rectificada, es para limitar una corriente de trabajo por la impedancia del condensador, teniendo la capacidad de suministrar hasta 1.30 Acc.

Con un promedio de tensión eficaz en nuestra fase comercial de 115 Vrms y una corriente promedio de 1.30A tenemos una potencia promedio de 150W para nuestra fuente, siendo suficiente para alimentar los diferentes componentes del circuito y la carga que dispondremos a su salida.

**Figura 31**

*Circuito rectificador de corriente*

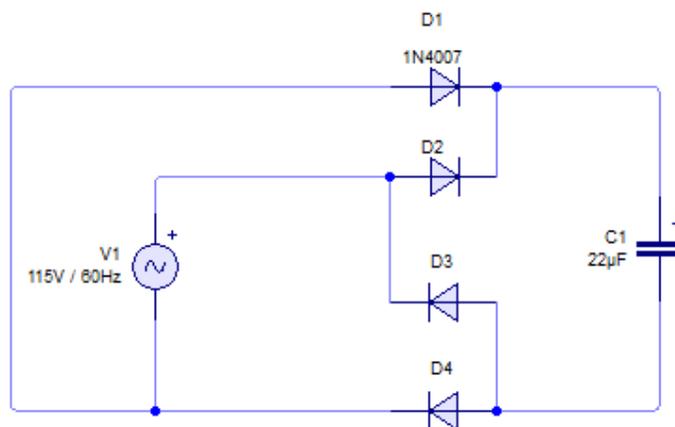


Figura 31 Circuito rectificador de corriente

**8.2.2.2 Circuito de control**

El circuito de control se encarga de regular el ancho de pulso en alto y enviar la frecuencia requerida para general más o menos campo magnético al transformador y que a su salida exista mayor o menor voltaje.

Un regulador PWM (Modulación por anchura de pulsos) sólo dispone en su interior de un Diodo, por tanto, un circuito funciona a la misma tensión. La energía a un lado y al otro del regulador es la misma, con los valores de tensión y corriente iguales también.

Esta regulación en la salida se realiza con un divisor de tensión que se compara con un zener variable conocido como TL431, se configura para obtener entre 10 y 17 voltios a salida de la fuente.

**8.2.2.2.1 Transistor**

La alta frecuencia es vital en una fuente conmutada, por este dispositivo se permite reducir el tamaño del transformador, para reducir perdidas de energía por calor, para ello es necesario un conmutador que responda a la frecuencia con que se está trabajando, que en esta ocasión se presenta una frecuencia aproximada superior a 200 KHz los suficiente para hacer trabajar las bobinas del transformador.

Este conmutador consiste en cortar y permitir el paso de la corriente que será inyectada directamente al transformador de alta frecuencia.

La Tensión de corriente directa con la que se trabajara es de 5 Vcd, se pretende elevarla lo suficiente para encender un tubo fluorescente en corriente directa pulsante, simulado una corriente alterna a la entrada del transformador con el transistor mosfet IRFZ40 que tiene la capacidad de trabajar con una potencia máxima de 150 W, con flujo de corriente mínimo por el drenado de 36 A.

El tubo de prueba utilizado para este proyecto es un tubo fluorescente de 20W con una tensión 115 Vca hasta 225 Vca, por tal motivo este transistor es suficiente para la carga que será instalada a su salida.

La carga amerita una potencia aproximada a 20W, esta potencia tendrá que ser capaz de proporcionarlo el transformador, por consecuencia el transistor que sirve como conmutador tendrá que soportarlo y el seleccionado tiene capacidad de hasta 150 w.

#### ***8.2.2.2 Oscilador y transistor integrado***

Para este inciso se realizaron diferentes diseños de controladores, los cuales tienen las características de oscilador, regulador de PWM y comparador de tensión para regular la cantidad de corriente que ingresa en el circuito a continuación presentamos un circuito integrado que cuenta con estas características integradas.

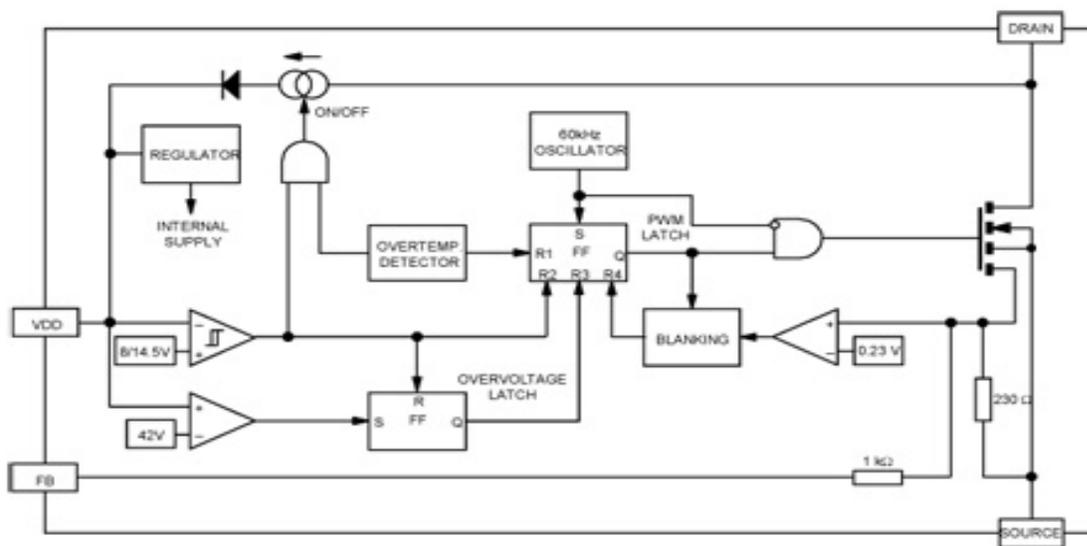
Para seleccionar el integrado con mejores prestaciones se toman referencias de las ecuaciones despejadas en el inciso 8.2.3, donde fue definido lo siguiente:

- Tensión de trabajo = 115 Vrms (valor eficaz del suministro de energía comercial)
- Corriente trabajo = 1.7 A (corriente máxima con la que está alimentada la fuente)
- Tensión de salida = 10 hasta 17 Vcc (voltaje deseado en la salida de la fuente)

Para el prototipo seleccionamos el circuito integrado VIPER22A, que soporta una tensión máxima de 400 voltios, una variación de frecuencia desde los 60 kHz y una potencia máxima de 20 W con esta alimentación es suficiente para alimentar la lámpara LED prediseñada.

**Figura 32**

*Esquema de controlador y oscilador*



*Figura 32, esquema de controlador y oscilador*

### 8.2.2.3 Transformador de alta frecuencia

Para el transformador de alta frecuencia utilizado la serie EE25 con capacidad de 1 A, que trabaja en óptimas con una frecuencia de 100kHz, con una tensión en su salida reducida al 50%, económico, fácil adquisición además este diseño de transformador, aparte de un devanado primario tiene uno auxiliar y 3 devanados secundarios, permitiéndonos tener una tensión de retroalimentación a nuestro circuito independiente.

Para seleccionar el transformador necesario se siguió el parámetro de tensión y corriente de alimentación a nuestra fuente.

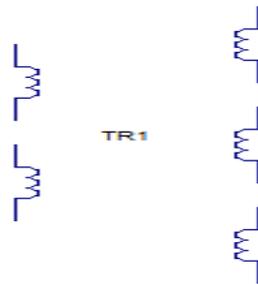
Características del transformador:

- Temperatura ambiente  $\leq 50^\circ \text{C}$
- Voltaje reflejado primario = 90 a 240 V
- Rigidez dieléctrica  $\geq 3750 \text{Vac}$
- Distancias de fuga  $\geq 6 \text{ mm}$
- Construcción conforme a CEI950, CEI335, CEI61558 para aislamiento reforzado

- Los secundarios pueden estar conectados en serie
- La potencia de salida se puede entregar con cualquier combinación de secundarios dentro de los límites de corriente máxima.
- Suministra de 15 a 30 w en los devanados secundarios

### Figura 33

#### *Esquema de transformador de alta frecuencia*



*Figura 33, esquema de transformador de alta frecuencia.*

#### **8.2.2.4 Rectificador y filtro de salida**

Este filtro y rectificación, amerita de diodos que puedan trabajar a esa frecuencia y condensadores pequeños. Por conveniencia se utiliza el diodo rápido 1N5822 que tiene la capacidad de rectificar hasta 3 A.

Con un condensador de filtro a su salida de 16V a 1000  $\mu$ F, calculado con las ecuaciones presentadas en el inciso 8.2.3, de esta misma se determina la condensación de filtro a la entrada.

**Tabla 49*****Máximos rangos eléctricos******MAXIMOS RANGOS ELECTRICOS***

RANGOS	SIMBOLO	IN5820	IN5821	IN5822	UNIDADES
CORRIENTE					
MAXIMA, PICO DE VOLTAJE	V <sub>rrm</sub>	20	30	40	V
VOLTAJE MAXIMO RMS	V <sub>rms</sub>	14	21	28	V
MAXIMO BLOQUEO DE VOLTAJE DC MAXIMA	V <sub>dc</sub>	20	30	40	V
CORRIENTE RECTIFICADA PROMEDIO	I <sub>o</sub>	3.0	3.0	3.0	A
CAPACITANCIA TIPICA DE CRUCE	C <sub>1</sub>	250	250	250	pF
RESISTENCIA TERMICA	R <sub>j</sub>	30	30	30	°C/W
RANGO DE ALMACENAMIENTO DE TEMPERATURA	T <sub>stg</sub>	-55 a +125	-55 a +125	-55 a +125	°C
OPERACIÓN DEL RANGO DE TEMPERATURA	T <sub>of</sub>	-55 a +125	-55 a +125	-55 a +125	°C

*Tabla 49, máximos rangos eléctricos*

**Tabla 50**

*Características eléctricas*

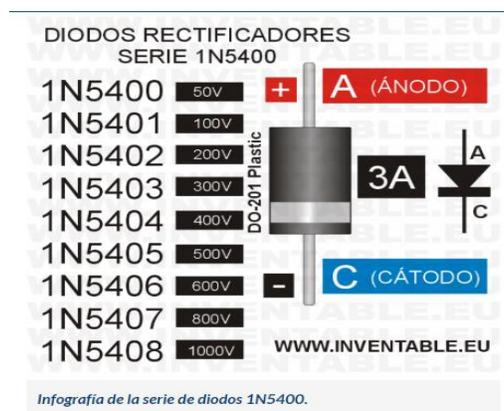
**CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

CARACTERISTICAS	SIMBOLO	IN5820	IN5821	IN5822	UNIDADES
VOLTAJE MAXIMO RECTIFICADO (DC)	$V_r$	0.475	0.500	0.525	V
CORRIENTE MAXIMA DE REVERSA A 25 °C	$I_g$	2.0	2.0	2.0	mA
CORRIENTE MAXIMA DE REVERSA A 100 °C	$I_g$	20.0	20.0	20.0	mA

*Tabla 50, características eléctricas.*

**Figura 34**

*Diodos rectificadores*



*Figura 34, diodos rectificadores; Fuente: GOOGLE PHOTOS*

### 8.2.1.5 Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto del prototipo para sistema de iluminación con LED para el cliente, el sistema de iluminación se conforma por 2 etapas: costo por lámparas totales que se ocupara y costo por cantidad de fuentes que alimentar al sistema de iluminación, esto se detallara de la siguiente forma

- Costo de prototipo de sistema de iluminación para EL CLIENTE se presenta en presupuesto 1
- Costo y cantidad total del sistema de iluminación propuesto comparado con lámparas LED comerciales se muestra en presupuesto 2

A continuación, se presentarán los materiales utilizados y el costo en córdobas nicaragüenses para el prototipo del sistema de iluminación con lámparas LED propuesto para el cliente, este sistema tiene integrada una fuente que puede alimentar 2 lámparas con diseño personal. En la tabla 51 se muestra detalle del costo.

**Tabla 51**

***Presupuesto 1***

Producto	Código	Cantidad	Precio	Detalle	Sub Total
Cable de alimentación		1	C\$ 18	# 14	18
Fusible		1	C\$ 2	1A	2
Diodos rectificador	HER207	6	C\$ 2	1A	12
Diodo shotki	1N5408	1	C\$ 2	3A	2
Condensador electrolítico	22 $\mu$ F	1	C\$ 2	400 V	2
Condensador electrolítico	22 $\mu$ F	1	C\$ 2	50 V	2
Condensador cerámico	103	2	C\$ 1	400 V	2

Condensador cerámico	104	2	C\$1	400 V	2
Resistencia	47 k $\Omega$	1	C\$ 2	½ w	2
Resistencia	100 $\Omega$	1	C\$ 2	½ w	2
Resistencia	10 k $\Omega$	1	C\$ 2	½ w	2
Resistencia	390 $\Omega$	1	C\$ 2	½ w	2
Resistencia	3.3 k $\Omega$	1	C\$ 2	½ w	2
Resistencia	1 k $\Omega$	1	C\$ 2	½ w	2
Resistencia	9.1k $\Omega$	1	C\$ 2	½ w	2
VIPer22A		1	C\$ 40	3A	40
Transformador chopper	EE25		C\$ 60	EE25.T.1A	60
Quemado de tarjeta	PCB		C\$ 50	PCBway servive	50
Encapsulado			C\$ 70		70
Lámpara LED con diseño personal	-	2	C\$ 60	1 metro	120
Total córdobas					C\$ 396
Total dólares (C\$ 33.5 * \$ 1 )					\$ 11.8

*Tabla 51, presupuesto 1*

### **8.3 ELABORAR PROTOTIPO QUE DISMINUYA EL CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ILUMINACIÓN LED.**

#### **8.3.1 Fuente conmutada para sistema de iluminación con LED**

Para construir este prototipo de fuente conmutada para alimentar lámparas LED fue necesario determinar las cantidades de corriente necesarias, tanto de entrada y salida, para ello se realizaron pruebas con distintos tipos de circuitos para seleccionar el de mejores resultados en potencia de salida.

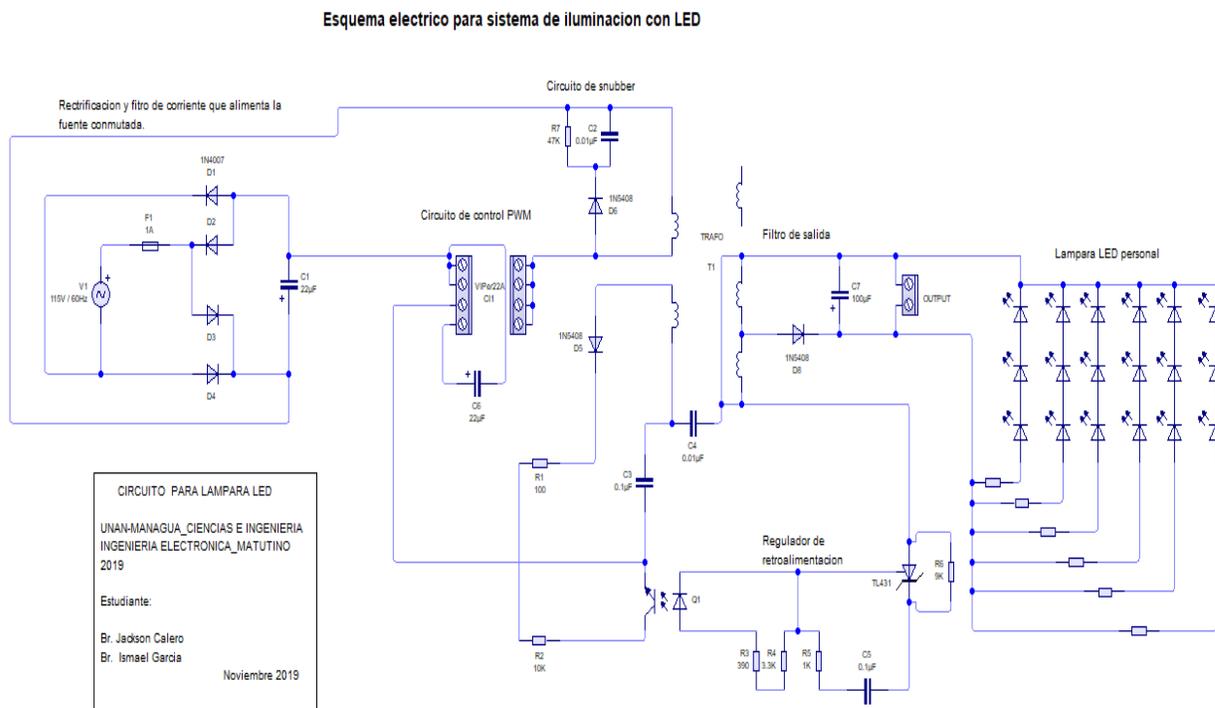
Los límites de esta etapa radican en efectividad y economía al construir la fuente adquirida y de esta manera poderla ofrecer al cliente a un costo factible, tomando en cuenta que el circuito de más tratamiento es el encargado de regular el flujo de corriente y estabilidad de la potencia en la salida de la fuente.

En esta etapa se realiza el montaje de las diferentes propuestas de circuitos diseñadas en el inciso anterior, para ello se tomó en cuenta los circuitos de mayor complejidad, de los cuales depende la estabilidad de potencia en la salida de nuestra fuente.

A continuación, en la figura 35, se menciona la experiencia adquirida con el montaje de los circuitos propuestos para la oscilación de la fuente conmutada.

**Figura 35**

**Esquema eléctrico de fuente conmutada con lámpara LED**



*Figura 35, esquema eléctrico de fuente conmutada para lámpara LED*

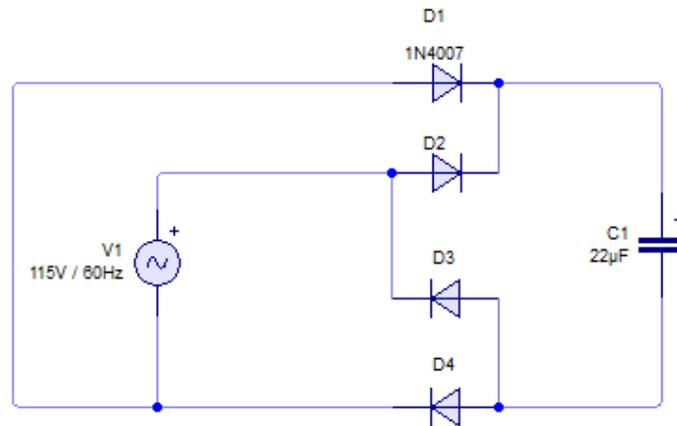
**8.3.1.1 Rectificador y filtro de entrada**

Con la corriente definida se procede a seleccionar los diodos rectificadores de la serie HER207 con capacidad de 2A y soporta 800Vcc. En el circuito 1 se muestran los componentes e interconexión de cada uno donde los valores de D1, D2, D3, y D4 son tipo HER207, V1 conforma la fuente de corriente comercial domestica que en Nicaragua tiene una frecuencia de 60Hz con la tensión de 1 fase promedio de 115 Vrms. El condensador de filtro C1 es de 22µF

Se muestra el circuito montado en la figura 36 y se presenta la gráficamente la señal de entrada

**Figura 36**

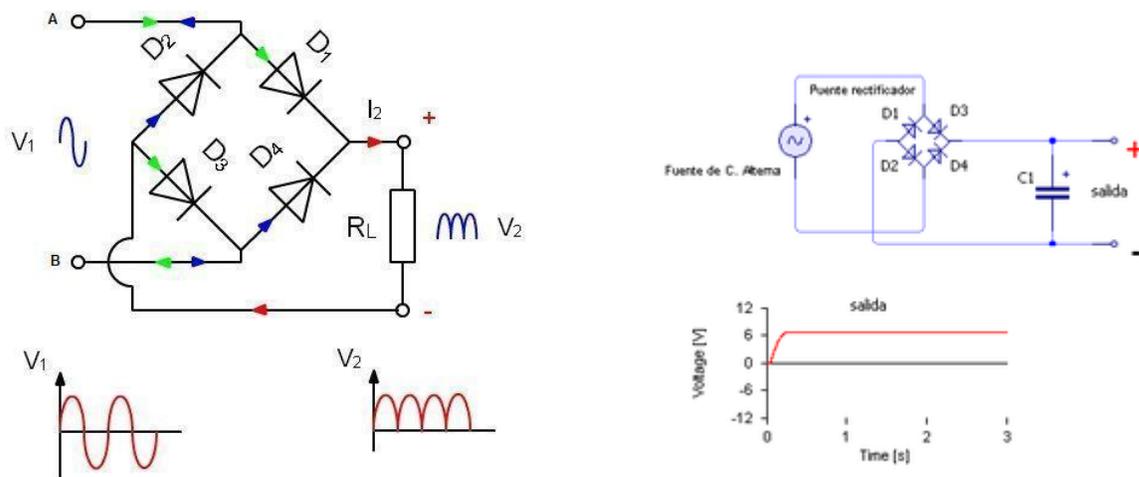
**Circuito rectificador de corriente**



*Figura 36, circuito rectificador de corriente.*

**Figura 37**

**Puente rectificador de “onda completa”**



*Figura 37, Puente rectificador de “onda completa”*

### 8.3.1.2 Controlador de fuente conmutada

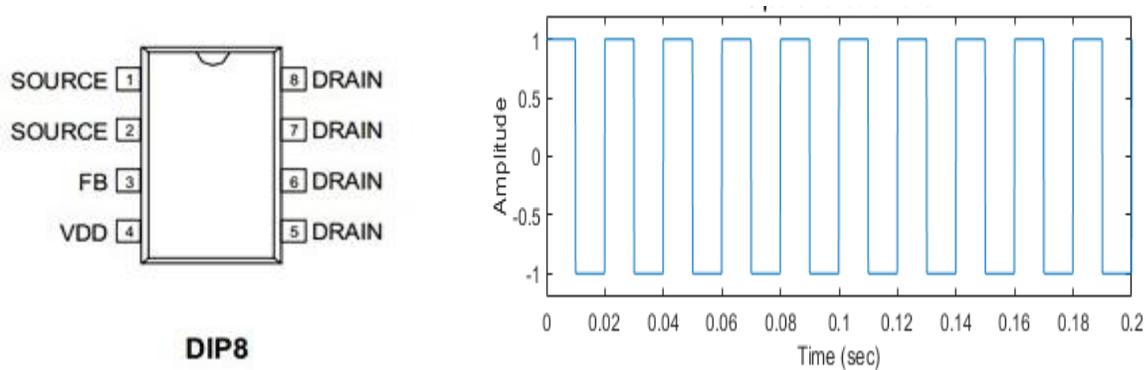
Para el circuito de control se desarrollaron pruebas para verificar la potencia de salida y la estabilidad por cada una, determinando que la estabilidad de la fuente radica en la regulación de frecuencia que inyecta el sistema de control, y la capacidad de corriente se limita en el driver que es regulado por el circuito de control, en pocas palabras se especifica que la capacidad de corriente que alimenta el circuito depende del mosfet que se utilice.

Este integrado tiene las funciones de driver para conducir corriente al bobinado primario del transformador con la frecuencia necesaria, estos se conectan en los pines del 5 al 8, mientras el pin 3 recibe la señal de retroalimentación por un bobinado auxiliar en la sección del primario.

Después de alimentar el integrado este se encarga de conmutar a alta frecuencia para alimentar el transformador shoper por el dreain, esta señal de salida es cuadrada mostrada en la siguiente figura

**Figura 38**

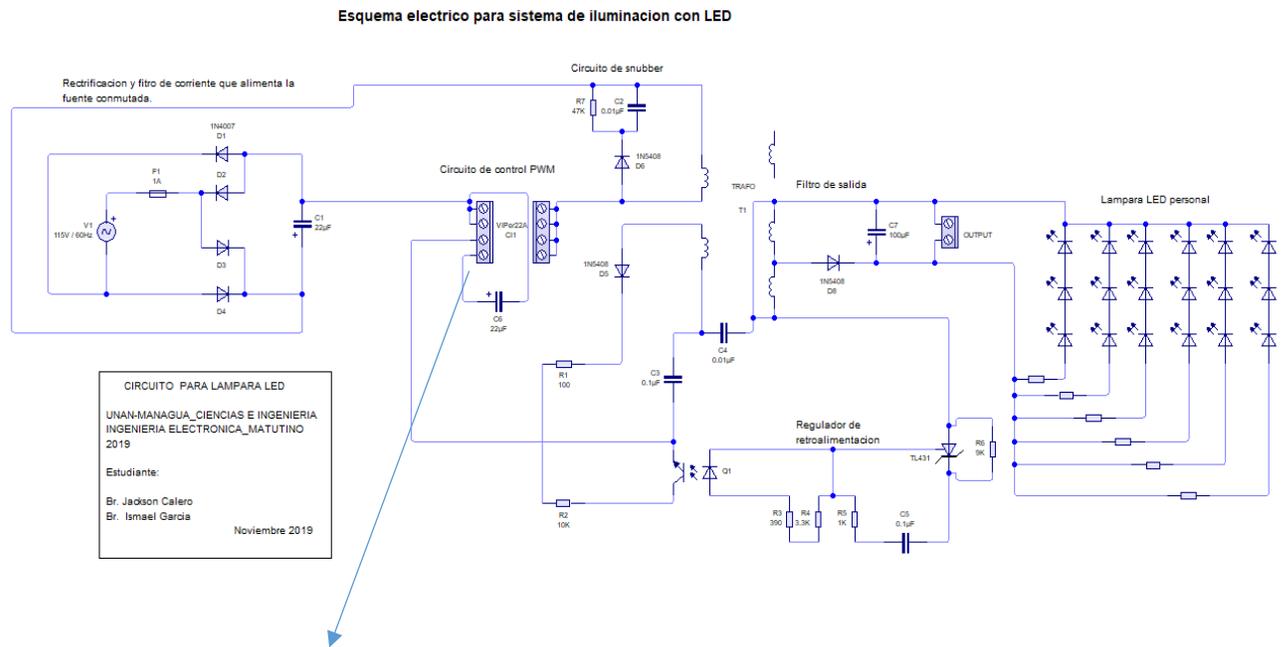
***Viper 22A***



*Figura 38, Viper22A*

**Figura 39**

**Circuito integrado VIPer22A de control de Frecuencia**



*Figura 39, circuito integrado VIPer22A de control de Frecuencia.*

### 8.3.1.3 Circuito de snubber

Es un filtro de frecuencia que suprime las frecuencias superiores, esto para evitar daños por los picos de tensión causados por las conmutaciones en alta frecuencia realizado en la bobina del primario, se aprecia en la figura 38, esta frecuencia se determina con la multiplicación de la resistencia con la capacitancia que presente, con esta configuración suprimimos los picos de tensión causados por las frecuencias de conmutación superiores a 339 HZ.

Figura 40

Circuito Snubber

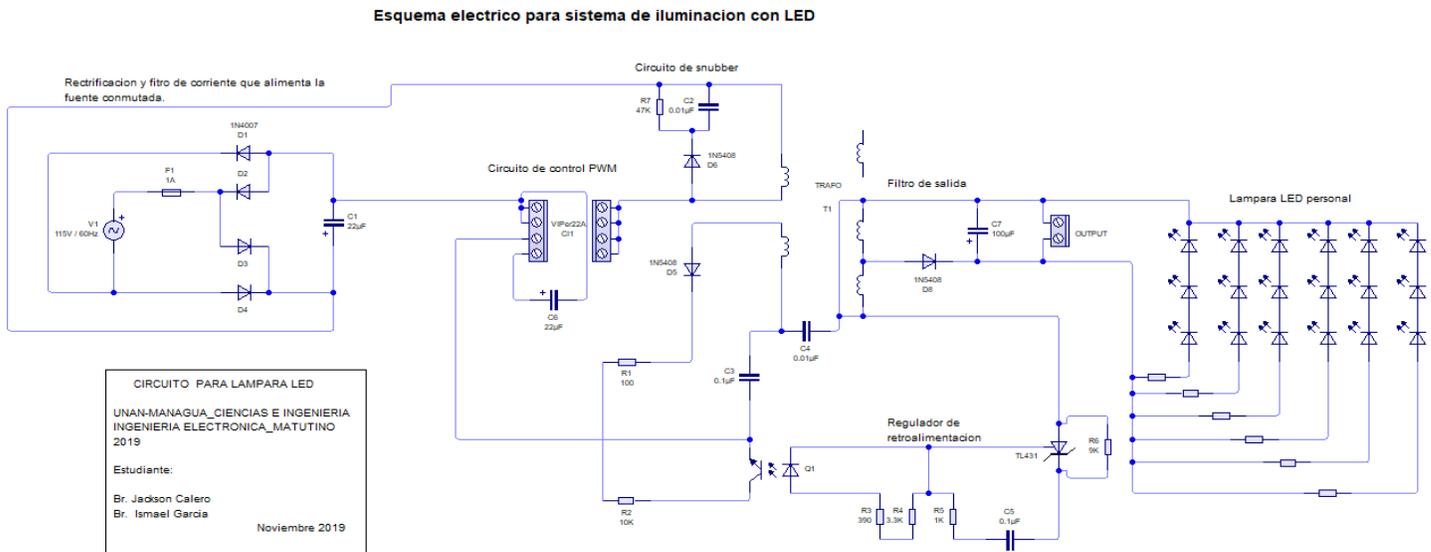


Figura 40, circuito integrado VIPer22A de control de Frecuencia.

#### **8.3.1.4 Pruebas de circuitos de control para fuente conmutada**

Para comprobar la eficiencia del circuito propuesto para la fuente que alimenta la lámpara LED con diseño personal es necesario comparar los circuitos previos para cada etapa de una fuente conmutada.

Los circuitos independientes para el desarrollo de la fuente son:

- Circuito rectificador principal
- Circuito regulador de ancho de pulso PWM
- Retro alimentación de tensión para regular tensión de salida

Después de confirmar la efectividad de los circuitos de control para comprender el funcionamiento de la fuente conmutada se procede con el montaje del diseño con mejores resultados que nos limitan en el circuito integrado de generador de frecuencia VIPer22A.

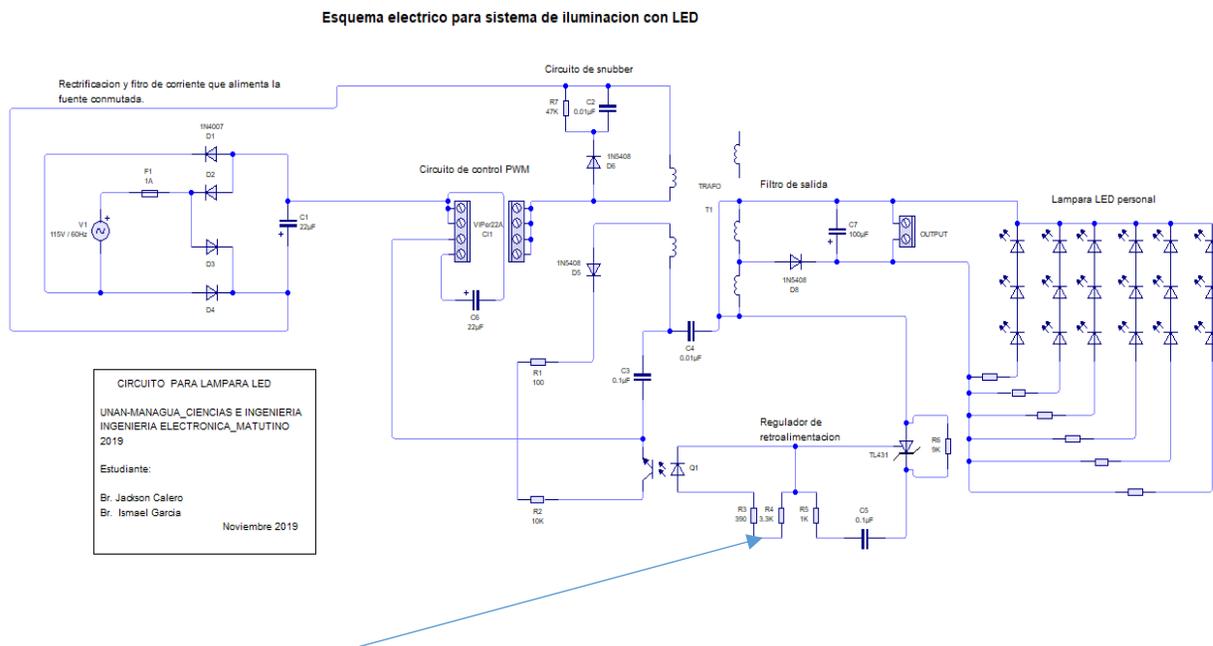
Se comprueba la eficiencia de la fuente posterior al montaje y realizar pruebas preliminares.

#### **8.3.1.5 Circuito de retroalimentación**

El circuito de retroalimentación consta de un divisor de tensión para alimentar a un TL431 (Diodo zener variable) para ajustar una tensión correspondiente a la que deseamos, de esta manera la conectamos con un opto acoplador para aislar las corrientes de baja frecuencia con las de alta frecuencia y comparamos la tensión de salida con una tensión específica del TL431, si la tensión obtenida en nuestro divisor de tensión es diferente a la marcada en TL431 el IC VIPer22A modulara el ancho de pulso para que esta tensión se mantenga en el valor indicado, se muestra el figura 41, si este circuito de regulación se omite se obtiene una tensión superior a los 30 Vcc.

**Figura 41**

*Circuito de retroalimentación.*



*Figura 41, circuito regulador con retroalimentación al circuito de control por opto acoplador.*

### 8.3.1.6 Bobinado secundario y tensión de salida

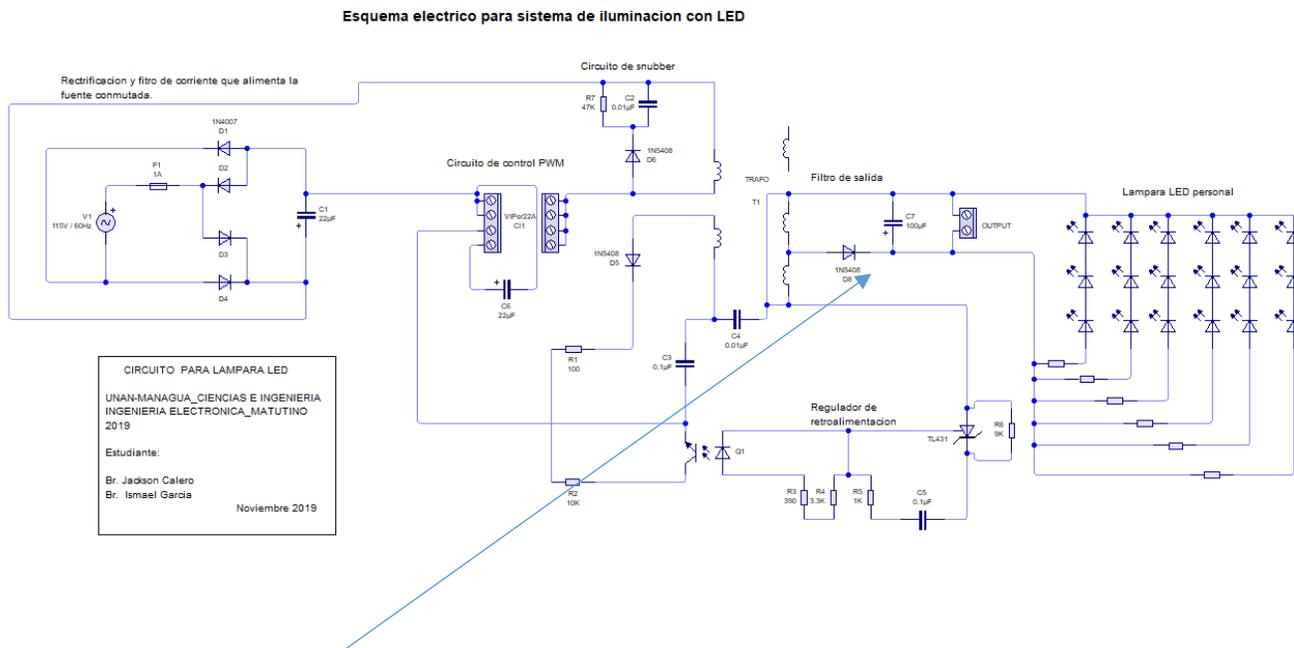
Con el integrado VIPer22A funcionando y el transformado trabajando sin el circuito de retroalimentación y rectificando con el diodo rápido y el condensador presentado en el diseño para rectificar la tensión en corriente alterna con alta frecuencia, en las bobinas secundarias la tensión se divide entre las 3 bobinas que se encuentran en el secundario.

Para obtener más corriente a la salida se realiza la conexión en serie de dos bobinas y estas al combinarlas superan los 60 Vcc, lo que hace necesario el circuito de regulación con retroalimentación para mantener una tensión de salida oscilado entre 10Vcc y 17Vcc.

La tensión es limitada entre esos valores para obtener la potencia suficiente para alimentar las lámparas LED debido a que se conecta una carga variable que soporta de 1 a 4 lámparas.

**Figura 42**

**Filtro de salida**



*Figura 42, Circuito rectificador y filtrado de tensión en alta frecuencia.*

### 8.3.2 Lámpara para sistema de iluminación con LED

Los diodos emisores de luz (LED) vienen diseñados de fábrica para una intensidad de iluminación determinada (lúmenes) esto permite seleccionar el tipo de LED a utilizar, estos son caracterizado por las siguientes especificaciones:

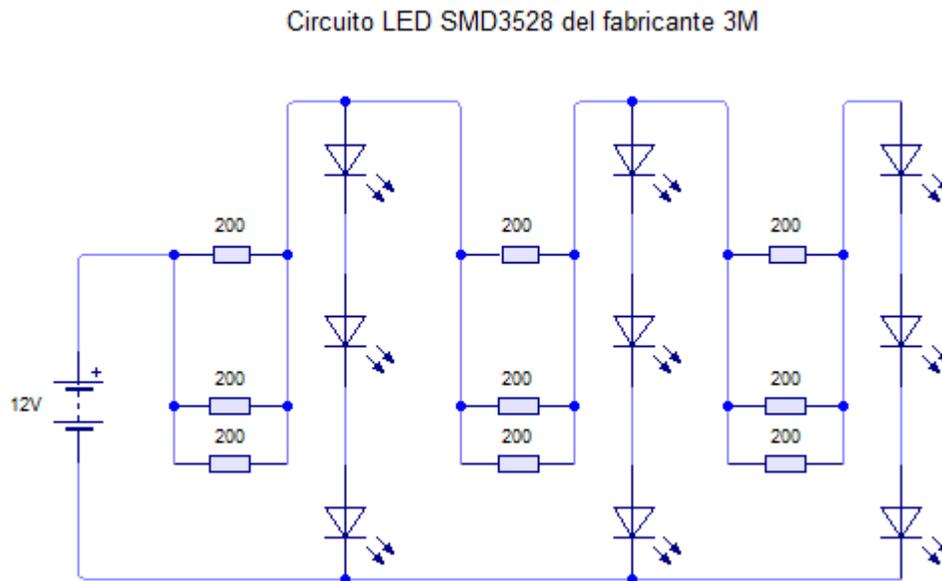
- Montaje superficial
- Tensión de trabajo por cada LED cercano a 4 Vcc
- 25 lum por cada LED

Para la elaboración del prototipo hay que tomar en cuenta que existen tiras LED con diferentes diseños que los fabricantes disponen para sus circuitos, para ahorrar tiempo en la fabricación de secuencias de LED y dinero en adquisición de materiales. En el prototipo se utiliza la tira LED que se acerque más al diseño propuesto.

En el mercado el fabricante “3M” ofrece la tira LED SMD3528 que viene con una secuencia de 3 LED en serie conectando 3 resistencias en paralelo, debido que este fabricante la proporciona con características cercanas al diseño de LED propuestos para la lámpara se procede a montar la lámpara LED con diseño personal con la cantidad precisa de LED, ahorrando tiempo al soldar 50 LED, los cuales son necesarias para alcanzar la intensidad en lúmenes requerido por cada lámpara.

**Figura 43**

*Circuito Led SMD3528, fabricante 3M.*



*Figura 43, Circuito rectificador y filtrado de tensión en alta frecuencia.*

Se da por conclusión que la reducción de tensión por parte de la fuente es exitosa puesto que el driver de corriente que es diseñado para esta fuente en la etapa de regulación permite además de regular tensión, también estabiliza el flujo de la corriente demandada para mantener estable la potencia requerida, el regulador diseñado reduce o aumenta la corriente y tensión suministrada a la carga para proporcionar una potencia igual a la consumida con una sola lámpara LED mientras la carga está compuesta por 2 lámparas LED.

### 8.3.2 Proyección del comportamiento de consumo de potencia del circuito propuesto

Para comprobar la eficiencia tanto económica en su construcción y en la capacidad para reducir la potencia en el sistema de iluminación del cliente se realizan las mediciones del circuito propuesto para el cliente y con los valores obtenidos se estimará un consumo de potencia en el edificio de estudio para proyectarle al cliente el comportamiento que tendrá al instalar el sistema de reducción de potencia eléctrica con tecnología LED y fuente con diseño personal.

En las tablas 52, 53 y 54, se presentará la potencia que consume el prototipo del sistema de iluminación diseñado cuando se conectan cargas variables, sin lámparas, con 1 lámpara y 2 lámparas respectivamente, con el fin de poder proyectar el comportamiento en el consumo de potencia

**Tabla 52**

#### *Mediciones sin carga*

Potencia aparente salida	Corriente salida	Voltaje salida
0 W	0 A	18.1 V

*Tabla 52, mediciones sin carga.*

**Tabla 53**

#### *Mediciones con carga (1 lámpara)*

Potencia aparente de SALIDA	Corriente salida	Voltaje salida	Cantidad lámparas
11.49 W	0.98 A	11.72 V	1

*Tabla 53, mediciones con carga (1 lámpara)*

## Tabla 54

### *Mediciones con carga (2 lámparas)*

Potencia aparente de SALIDA	Corriente salida	Voltaje salida	Cantidad lámparas
11.28 W	1.12 A	10.07 V	2

*Tabla 54, Mediciones con carga (2 lámparas)*

Al comprobar que la potencia consumida se mantiene con una carga variable se procede a realizar la proyección de consumo de potencia eléctrica que se consumirá en el sistema de iluminación propuesto en paralelo al sistema actual y al sistema con luminarias LED comerciales en la tabla 55

## Tabla 55

### *Proyección en consumo de potencia con sistema de iluminación*

Tecnología utilizada	Potencia individual del sistema	Cantidad de lámparas	Potencia total consumida	H promedio	Sesión / mes
Sistema fluorescente actual	-	~ 38	~ 96.6 kW/mes	5 H/d	Colegio
Sistema LED comercial	~ 19.43 W	~ 38	~ 73.8 kW/mes	5 H/d	colegio
Sistema LED diseño personal	~ 11.49 W	~ 57	~ 65.5 kW/mes	5 H/d	colegio

*Tabla 55, proyección de potencia consumida*

Para comprender la tabla se realiza una equivalencia donde 1 sistema LED comercial equivale a 1600 lúmenes; es como tener 1.5 lámpara con diseño personal, es decir que para lograr la intensidad deseada se necesitan más lámparas que las LED comerciales, por este motivo las lámparas sugeridas aumentan su cantidad.

Para comparar el consumo de potencia se recuerda la tabla 55 del censo de carga en luminaria del cliente trabajando como colegio, puesto es quien más consume potencia eléctrica, ponemos como referencia la potencia equivalente consumida al mes, para proyectar el ahorro que se alcanzaría con el sistema de iluminación propuesto.

**Tabla 56***Censo eléctrico luces en colegio*

Cant.	Electrodoméstico	W/h	h de uso	W/ sem
2	bombillos	25	8	2000
2	bombillos	25	6	1500
2	lámparas 1 * 40w	40	6	2400
2	bombillos	25	6	1500
6	bombillos	25	5	3750
4	bombillos	25	5	2500
4	bombillos	25	5	2500
4	bombillos	25	4	2000
6	bombillos	25	4	3000
6	bombillos	25	4	3000
			total kW	24.15
			Total kw/mes	96.6

*Tabla 56, lista de luminarias.*

El “Sistema de iluminación con diodo emisor de luz (LED) para disminuir consumo de potencia eléctrica en centro de fe y vida nueva (CFVN)” está en la capacidad para dar solución económica al adquirir el producto considerando que está fabricado con materiales económicos y logra disminuir hasta el 30% de potencia eléctrica consumida por las luminarias que presentan en uso actualmente.

## 9. CONCLUSIONES

1. Con el diagnóstico realizado se determina que el cliente no podrá reducir costos en su factura de potencia eléctrica con solo apagar equipos eléctricos, se propone reducir consumo en las luminarias con un sistema de iluminación con tecnología LED y una fuente conmutada que alimente las lámparas LED con diseño personal para que el cliente ahorre en esta tecnología, pues no cuenta con recursos suficientes para rediseñar el circuito eléctrico completo de su edificio.
2. Al elaborar el diseño para el sistema de iluminación con lámparas LED con diseño personal con fuente conmutada para alimentar 2 de estas lámparas, se observó la variación en el costo de adquisición del este producto, permitiendo que el cliente ahorre un 16 % como mínimo al fabricar el sistema de iluminación personalizado para su edificio
3. Damos por conclusión que la reducción de tensión por parte de la fuente es exitosa puesto que el driver de corriente que es diseñado para esta fuente en la etapa de regulación permite además de regular tensión, también estabiliza el flujo de la corriente demandada para mantener estable la potencia requerida, el regulador diseñado reduce o aumenta la corriente y tensión suministrada a la carga para proporcionar una potencia igual a la consumida con una sola lámpara LED mientras la carga está compuesta por 2 lámparas LED
4. Damos por conclusión que el sistema “Sistema de iluminación con diodo emisor de luz (LED) para disminuir consumo de potencia eléctrica en centro de fe y vida nueva (CFVN)” está en la capacidad para dar solución económica para adquirir el producto considerando que está fabricado con materiales económicos y logra disminuir hasta el 30% de potencia eléctrica consumida por las luminarias del cliente.

## 10. RECOMENDACIONES

1. A día de hoy se suman cada vez más dispositivos electrónicos que son alimentados con 12 voltios, por tal motivo son mucho más complicados de implementar al momento de realizar un proyecto y es por esto que presentan algún tipo de inconveniente al momento en que se dan sobretensiones en el sistema de corriente eléctrica. Por tal motivo es indispensable el uso de fuentes de alimentación eléctrica reguladas que aseguren de manera continua la tensión que entra a los dispositivos electrónicos.
2. Hoy en día la venta de Fuentes de Alimentación Conmutadas se ha masificado por el tirón que el mercado de la iluminación LED ha originado. Esta masificación del mercado lleva a la competencia brutal en el factor precio y por lo tanto a los atajos que buscan fabricantes, distribuidores y clientes para abaratar los costes. Con ello aparecen en el mercado mil y una oportunidades de modelos que difieren en su precio y que obligan al comprador a adoptar precauciones si es que se quiere evitar problemas.
3. El presente diseño muestra un prototipo que puede brindar una solución al cliente del “Centro de Fe y Vida Nueva” (CFVN) en los altos costos que este presenta y de esta manera generar un ahorro energético don del cliente puede tomar la decisión de invertirlo en otros proyectos de mejora en su centro de evangélico y de estudios. Dicho sistema queda como propuesta para el cliente, dicha investigación queda abierta para la aplicación del sistema planteado.
4. Es importante tener en cuenta que una fuente conmutada genera calor, si esta es de una potencia alta y, por lo tanto, no es apropiado añadirle más calor de otras fuentes externas. También es de suma importancia saber que las fuentes NO se pueden colocar en cualquier posición.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Anonimo. (04 de 12 de 2019). *Electronica Facil*. Obtenido de Electronica Facil: <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.html>
- Braga, N. C. (2017). *incb*. Obtenido de incb: <http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/9-articulos-tecnicos-y-proyectos/1680-fuentes-sin-transformador-art280s>
- Chaverra, D. (16 de Abril de 2018). *acrlatinoamerica*. Obtenido de acrlatinoamerica: <https://www.acrlatinoamerica.com/201904168641/noticias/empresas/demanda-mundial-de-energia-aumento-un-2-3-en-2018.html>
- Condit, R. (domingo de mayo de 2016). *trabajos-espe*. Obtenido de trabajos-espe: <http://trabajos-espe.blogspot.com/2016/05/fuente-regulada-dc-12v-1a-sin.html>
- ecured.cu*. (2019). Obtenido de *ecured.cu*: [https://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara\\_fluorescente](https://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara_fluorescente)
- Energia, I. N. (2019). *INE*. Obtenido de INE: <https://www.ine.gob.ni/index.php/electricidad/subsidio-residencial-150-kwh/>
- G., Y. E. (abril de 2018). *usb.ve*. Obtenido de *usb.ve*: <http://www.bib.usb.ve/tesis/000176435.pdf>
- McAllister, W. (2019). *khanacademy.org*. Obtenido de *khanacademy.org*: <https://es.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-natural-and-forced-response/a/ee-rc-natural-response>
- Nicholas Keyes, A. R. (3 de octubre de 2018). *bancomundial.org*. Obtenido de *bancomundial.org*: <https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>
- Nieto, E. (15 de Mayo de 2014). *fidestec*. Obtenido de *fidestec*: <https://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-01/>
- Nieto, E. (30 de 12 de 2014). *Fidestec*. Obtenido de *Fidestec*: <https://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-02/>
- Pardell, X. (24 de 8 de 2019). *Apuntes de electromedicina*. Obtenido de *Apuntes de electromedicina*: <https://www.pardell.es/fuentes--conmutadas-v.html>
- Raffino, M. E. (24 de Febrero de 2019). *Concepto.de*. Obtenido de *Concepto.de*: <https://concepto.de/fuente-de-alimentacion/>
- Sancho, E. M. (1993). *Analisis y Diseño de un Convertidor Boost-PWM para la corrección dinamica del factor de potencia*. Valencia: Edition ProQuest LLC.
- Usera, J. D. (3 de junio de 2018). *Hard Zone*. Obtenido de *Hard Zone*: <https://hardzone.es/2018/06/03/pfc-fuente-alimentacion-mejora-eficiencia/>

uv.es. (2 de 10 de 2019). Obtenido de uv.es: <https://www.uv.es/marinjl/electro/555.htm>

Vilardell, E. N. (2015). *Fuentes de alimentación conmutadas en la práctica*. Fidestec Ediciones.

Villardel, E. N. (2015). *Fuentes de alimentación conmutadas en la práctica*. Fidestec ediciones.

## 12. ANEXOS

### Anexo 1

#### *Oscilador con conmutador*

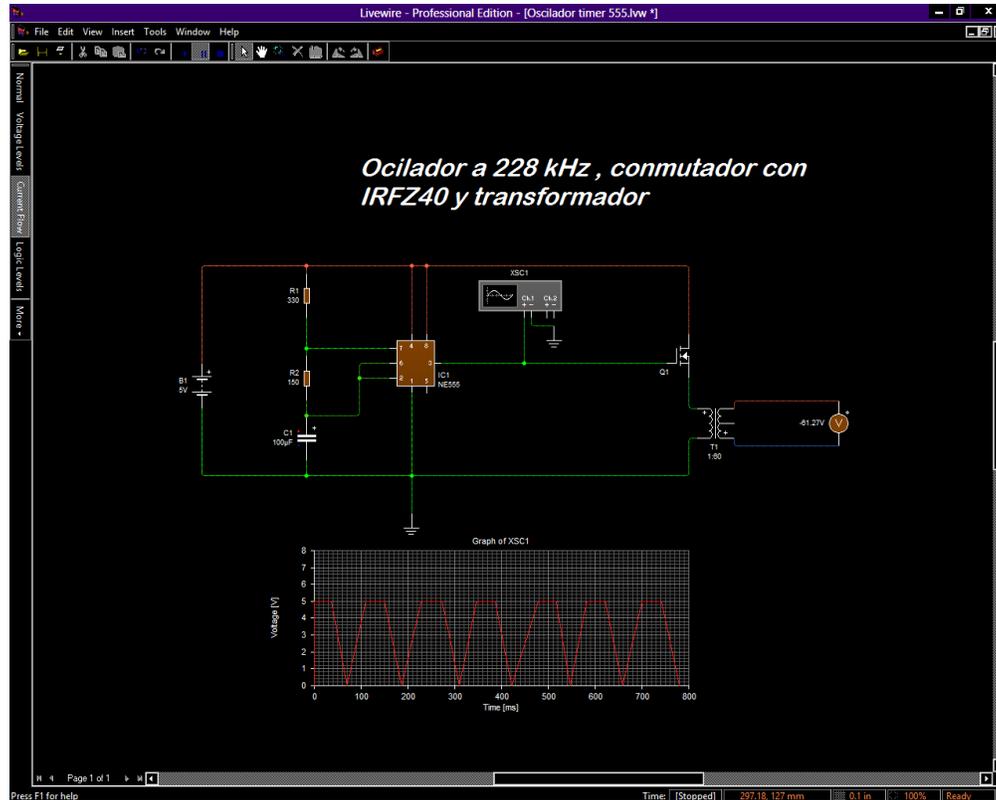


Figura 44, Oscilador con conmutador

Fuente: Autoría Propia

## Anexo 2

### Esquema eléctrico de sistema propuesto para iluminación LED

Esquema electrico para sistema de iluminacion con LED

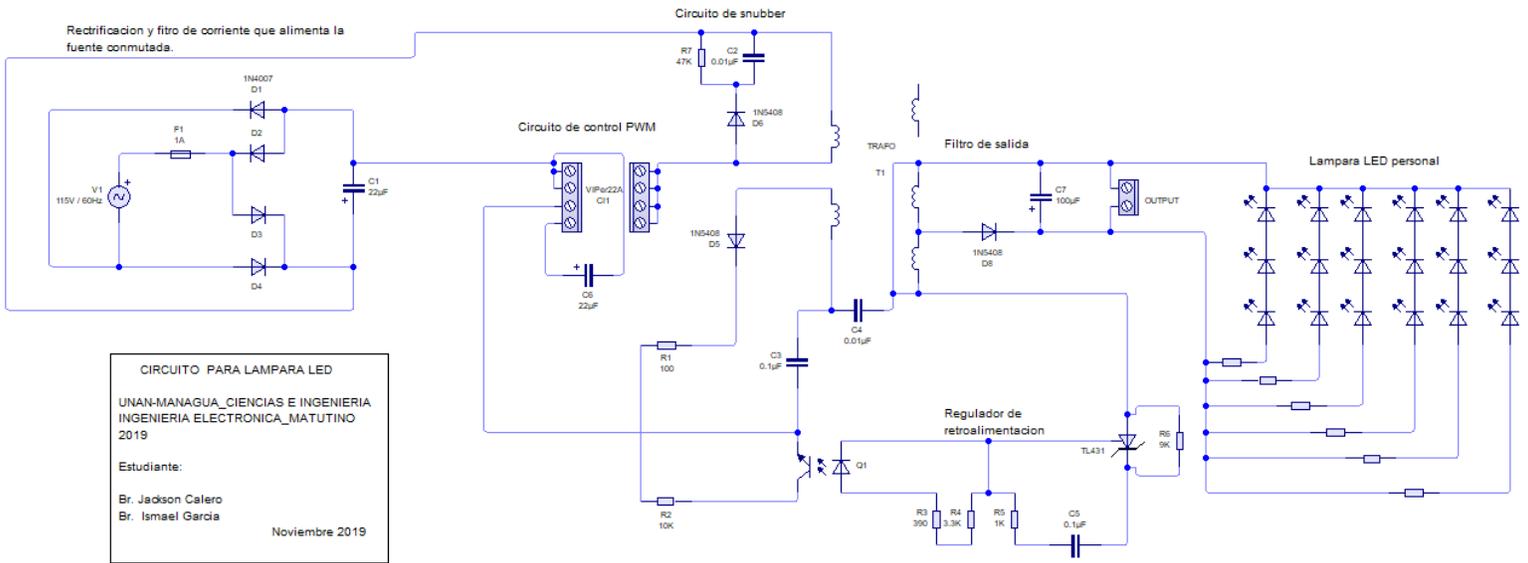


Figura 45, fuente con lámpara LED

Fuente: Autoría Propia

### Anexo 3

#### Onda cuadrada en osciloscopio



Figura 46: Señal cuadrada en osciloscopio

Fuente: Autoría Propia

## Anexo 4

### Prueba de circuito

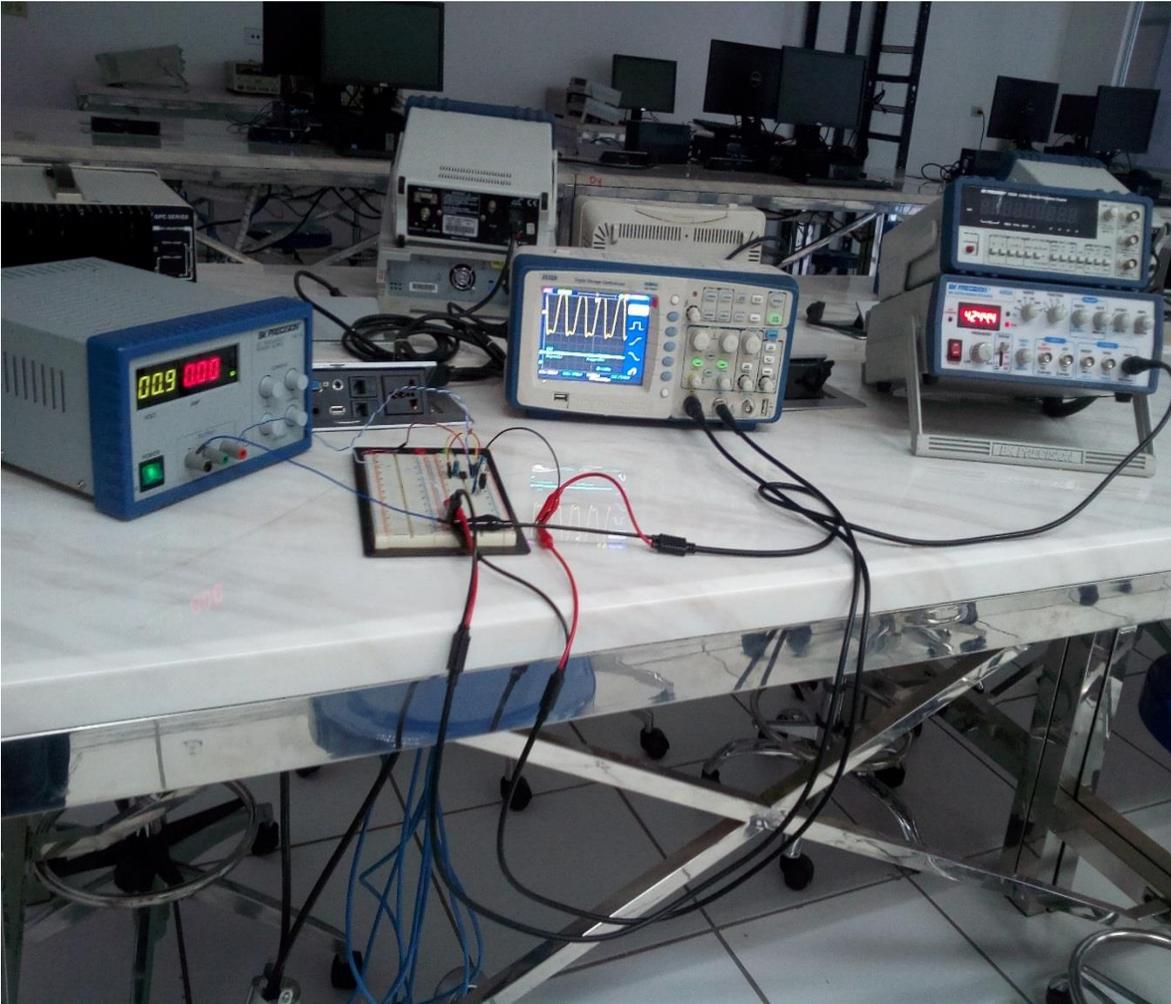


Figura 47, osciloscopio y fuente de Voltaje

Fuente: Autoría Propia

## Anexo 5

### Prueba de transformador

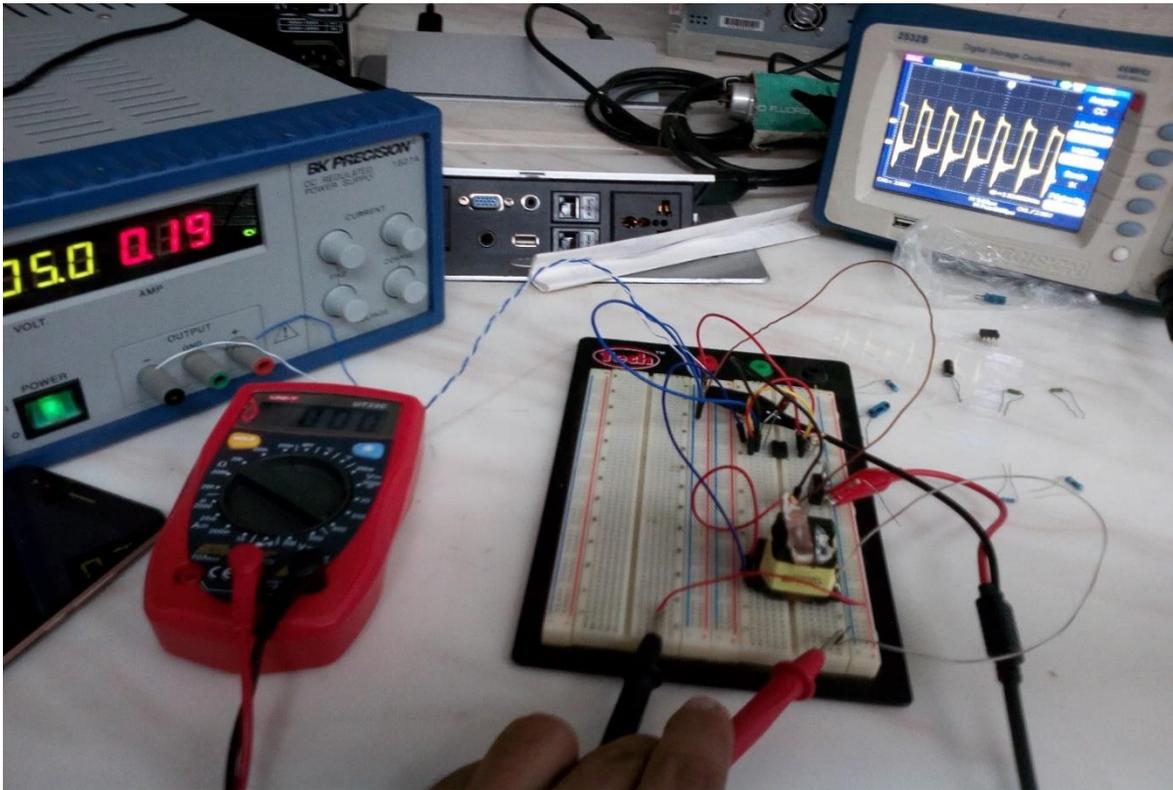


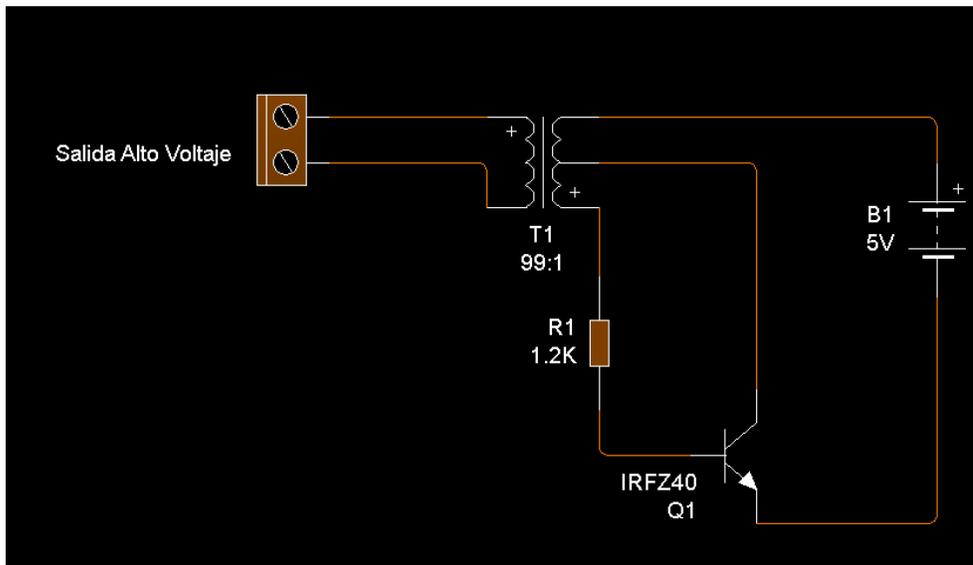
Figura 48: Prueba de transformador

Fuente: Autoría Propia



## Anexo 7

### *Transformador ligado a transistor*

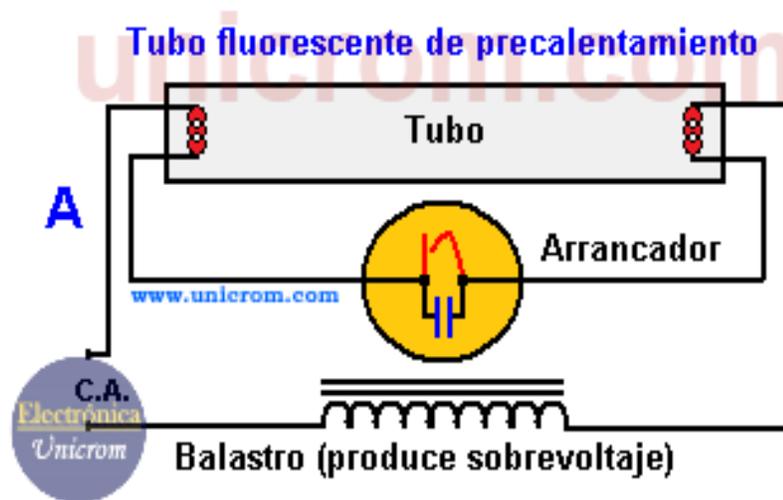


*Figura 50, simulación de transformador y transistor*

*Fuente: Autoría Propia*

**Anexo 8:**

*Diagrama de tubo fluorescente*



*Figura 51, tubo fluorescente*

*Fuente: Unicrom*

## Anexo 9:

### *Niveles de Luz recomendados en distintas áreas*

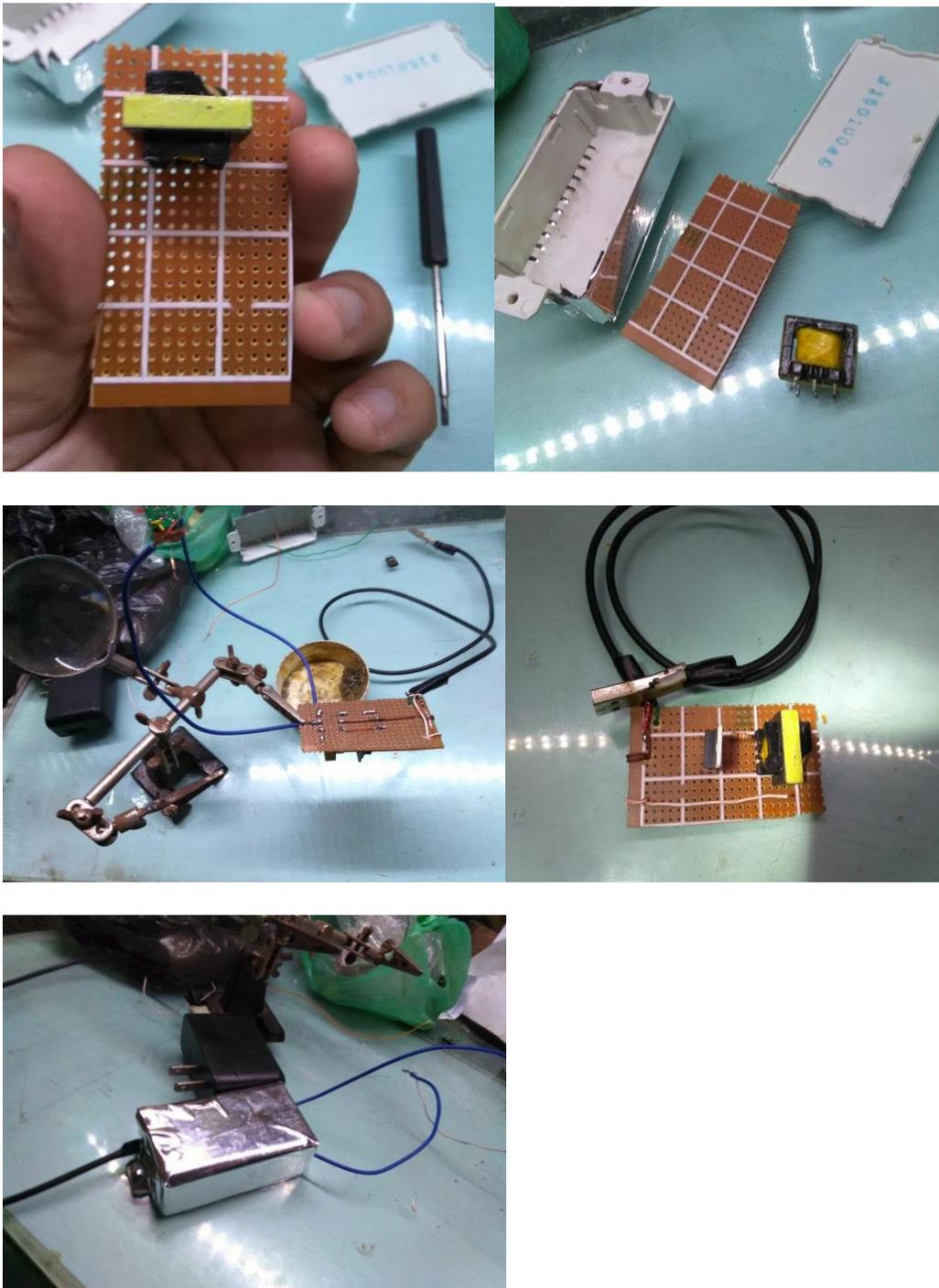
<b>LUGAR O FAENA</b>	<b>ILUMINACION</b>
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada maquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

*Figura 52: Niveles de Luz*

*Fuente: Google Images*

**Anexo 9:**

**Montaje de fuente conmutada**



*Figura 53, montaje de fuente conmutada*

*Fuente: Autoría Propia*

## Anexo 10

### Montaje de fuente conmutada

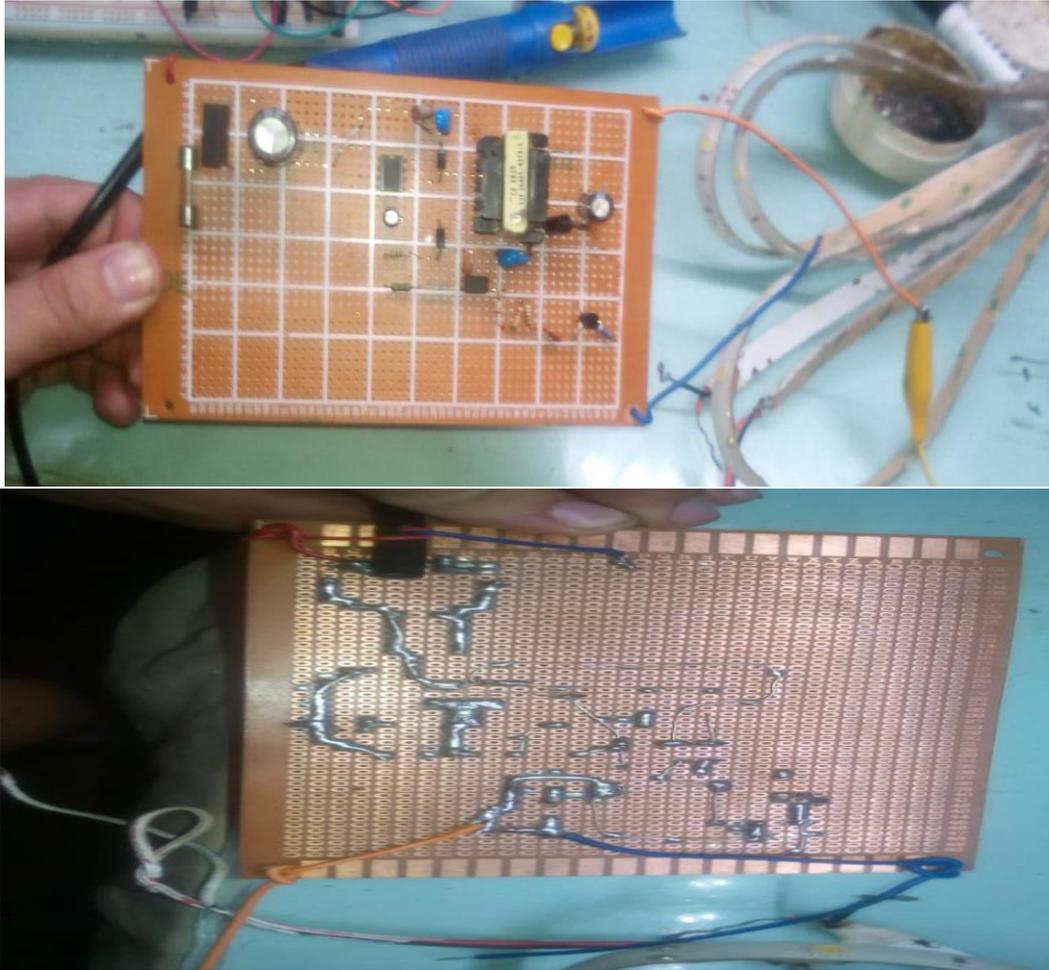


Figura 54, circuito en tarjeta perforada

Fuente: Autoría Propia