



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

ÁREA

TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

TEMA

**“ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MÓDULO ALIMENTADOR
DE VOLTAJE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO UN
LABORATORIO EDUCATIVO PORTATIL ORIENTADO A
INGENIERÍA”**

AUTORA

MENDOZA GONZALEZ NOEMI MARIA

DIRECTORA DEL TRABAJO

ING. SIST. GARCIA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG.

GUAYAQUIL, NOVIEMBRE 2020



ANEXO XI. FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN



FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERIA EN TELEINFORMÁTICA

REPOSITORIONACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:			
Análisis y diseño para módulo alimentador de voltaje que se integre al desarrollo un laboratorio educativo portátil orientado a ingeniería.			
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):		Mendoza González Noemí María	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):		Ing.Comp Plaza Vargas Ángel Marcel MSG / Ing. García Torres Ingrid Angelica, MG.	
INSTITUCIÓN:		Universidad de Guayaquil	
UNIDAD/FACULTAD:		Facultad Ingeniería Industrial	
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:		Ingeniería en Teleinformática	
GRADO OBTENIDO:		Tesis	
FECHA DE PUBLICACIÓN:		No. DE PÁGINAS:	103
ÁREAS TEMÁTICAS:		Tecnología Electrónica	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:		Fuente de Alimentación, circuito electrónico, laboratorio educativo portátil, diseño, prácticas experimentales, conocimiento	
<p>En el presente trabajo de investigación científica se realiza el análisis y diseño de una fuente de alimentación conmutada la cual forma el módulo de alimentación del Laboratorio Portátil Educativo (LEP). Dicha fuente de alimentación está basada en la topología más básica que es la del convertidor Flyback que opera en ambos modos de conducción que son continua y discontinua. Esta fuente de alimentación trabaja con ambos voltajes de la red pública que son 110v a 60Hz y 220v a 50Hz, tiene 3 salidas de voltajes DC 5VDC a 1 A y +12 a 100mA y -12VDC a 100mA, Siendo la primera salida de uso exclusivo para la alimentación del dispositivo LEP y las dos restantes para el desarrollo de prácticas electrónica básica.</p>			

This scientific research work is carried out with the analysis and design of a switching power supply which forms the power supply module of the Portable Educational Laboratory (LEP). This power supply is based on the most basic topology that is that of the Flyback converter and operates in both conduction modes, which are continuous and discontinuous. This power supply works with both voltages of the public network that are 110 to 60Hz and 220 to 50Hz and has 3 outputs of DC voltages 5VDC at 1 A and +12 at 100mA and -12VDC at 100mA, The first output being the exclusive use for feeding the LEP device and the remaining two for the development of basic electronic practices.

ADJUNTO PDF:	SI	X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0978979935		E-mail: noemi.mendozag@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola		
	Teléfono: 593-2658128		
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec		



**ANEXO XII.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERIA EN TELEINFORMÁTICA**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **MENDOZA GONZALEZ NOEMÍ MARÍA**, con C.C. No. **2400031254**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MÓDULO ALIMENTADOR DE VOLTAJE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTATIL ORIENTADO A INGENIERÍA**” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in blue ink that reads "Noemi Mendoza".

MENDOZA GONZALEZ NOEMÍ MARÍA.
C.C.No. 2400031254



ANEXO VII.
CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERIA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado ING. INGRID ANGELICA GARCIA TORRES, MG, tutora del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por MENDOZA GONZALEZ NOEMÍ MARÍA, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERIA EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MÓDULO ALIMENTADOR DE VOLTAJE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTATIL ORIENTADO A INGENIERÍA”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 5 % de coincidencia.



Lista de fuentes		Bloques	Ingrid Garcia (ingrid.garcia@ug.edu.ec)
+	Categoría	Enlace/nombre de archivo	
+		1431577905_Tesina_Laaz_Arce_Final.pdf	<input checked="" type="checkbox"/>
+		regulacion de fuente variable tesis.docx	<input type="checkbox"/>
+		http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27406/1/tesis%20finalizada.pdf	<input type="checkbox"/>
+		https://library.co/document/ovirep1y-diseno-de-una-fuente-conmutada-variable-para-laboratorio.html	<input checked="" type="checkbox"/>
+		DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE MULTIPLE Y UN GENERADOR DE ONDAS PARA LA EJECUCIÓN DE P...	<input checked="" type="checkbox"/>
+		submission.pdf	<input checked="" type="checkbox"/>

<https://secure.arkund.com/old/view/92728976-849979-293074#BcExDoAgDAXQu3T+MS2lpXgV42CIGgZZGI13972XnknrxlBkGIXhAkswhRU4XFAQqDto9nv0q7djtJNWXjinCE+ibqISVez7AQ==>



Firmado electrónicamente por:
INGRID
ANGELICA
GARCIA TORRES

ING. GARCÍA TORRES INGRID ANGELICA, MG
DOCENTE TUTOR
CC: 1308497682
FECHA: 07/03/2021



ANEXO VI.
CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERIA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 7 de marzo del 20021.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MÓDULO ALIMENTADOR DE VOLTAJE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTATIL ORIENTADO A INGENIERÍA”** de la estudiante **MENDOZA GONZALEZ NOEMÍ MARÍA**, indicando que ha(n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

INGRID
ANGELICA
GARCIA TORRES

ING. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FECHA: 07/03/2021

CC: 1308497682



**ANEXO VIII. INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 23 de Marzo del 2021.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Telemática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MÓDULO ALIMENTADOR DE VOLTAJE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTATIL ORIENTADO A INGENIERÍA”** de la estudiante, **MENDOZA GONZALEZ NOEMI MARIA**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de **20** palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo **5** años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado digitalmente por:
**ANGEL MARCEL
PLAZA VARGAS**

ING. ÁNGEL MARCEL PLAZA VARGAS, Msc
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.C: 0915953665

FECHA:23/03/2021

Dedicatoria

Este proyecto va dirigido a Dios en primer lugar por permitirme llegar a estas instancias de mi vida, de darme y salud para continuar estudiando y así poder cumplir otro objetivo, a mi familia por apoyarme en cada nuevo propósito, tanto económicamente como moralmente ya que ellos son mi mayor inspiración para superarme día a día.

Mendoza Gonzalez Noemi María.

Agradecimiento

Quiero agradecer a mis padres Dimas Mendoza e Ivonne González, ya que siempre me han inculcado la importancia de la educación y la superación.

A mis tías Josefa y Rosa que fueron un pilar fundamental cuando tuve que estudiar en una ciudad diferente, mis hermanos Dimas, Erick y Katherine por apoyarme y guiarme a cumplir este objetivo,

A mi novio Andrew Proaño por siempre estar y no dejarme claudicar durante estos 5 años de carrera, a mis amigos y compañeros de aula Jaime, Danilo, Erwing, Joel, por brindarme su amistad y apoyo incondicional en la buenas y en las malas.

A mi tutora Ing. ing. Ingrid Angelica García Torres. por apoyarme en este proceso de titulación, al Ing. Elec. Andrade Greco Plinio por ser mi guía en este proceso y al Ing. Comp. Ángel Plaza Vargas por brindarme su ayuda incondicional con sus conocimientos en este proceso de titulación. En el desarrollo de mi trabajo de investigación, realmente los admiro mucho.

Mendoza Gonzalez Noemi María.

Índice General

N°	Descripción	Pág
	Introducción	19

Capítulo I

El Problema

N°	Descripción	Pág
1.1	Planteamiento del problema	21
1.1.1	Ubicación del problema en un contexto.	21
1.1.2	Situación Conflictos. Nudos Críticos.	21
1.1.3	Causas y Consecuencias del Problema.	22
1.1.4	Delimitación del Problema.	22
1.2	Formulación del Problema.	23
1.3.1	Objetivo general.	23
1.3.2	Objetivos específicos	23
1.4	Evaluación del Problema.	23
1.5	Alcance del Problema.	24

Capítulo II

Marco Teórico

N°	Descripción	Pág
2.1	Antecedentes del Estudio	24
2.2.1	Fundamentación Teórica	27
2.2.2	Importancia	27
2.2.3	Estudio de las fuentes de alimentación	27
2.2.4	Fuente de alimentación lineal	27
2.2.5	Fuente de alimentación conmutada (S.P.S)	29
2.3	Transformador	31
2.3.1	Funcionamiento un transformador.	32
2.3.2	Tipos de transformadores.	32
2.4	Diodo	36
2.4.1	Tipos de Diodos	37
2.5	Tipos de reguladores	37
2.6	Transistor	39
2.6.1	Polarización de un Transistor	40

N°	Descripción	Pág
2.6.2	Corrientes en un transistor.	41
2.7	Comparación entre la fuente de alimentación conmutada y la fuente de alimentación lineal	41
2.8	Aplicación de una fuente de alimentación Conmutada	42
2.9	Convertidores de potencia	44
2.10	Principio de Funcionamiento	44
2.11	Topologías básicas de un SPS	47
2.11.1	Características y aplicaciones de los convertidores de conmutación física en S.P.S	48
2.12	Estudio del Convertidor Flyback	50
2.12.1	Funcionamiento y formas de onda en un flyback elemental	50
2.13	Fundamentación Legal	52
2.14	Definiciones Conceptuales	53

Capítulo III

Metodología y Propuesta

N°	Descripción	Pág
3.1	Metodología del proyecto	54
3.1.1	Factibilidad Técnica	54
3.1.2	Factibilidad legal	55
3.1.3	Factibilidad Operacional	55
3.2	Población y Muestras	55
3.3	Instrumento de colección de datos	57
3.4	Encuesta	58
3.5	Análisis estadísticos de los resultados de la encuesta.	58
3.6	Recursos de construcción	64
3.7	Procedimiento	65
3.7.1	Diagrama de bloques	65
3.8	Esquema del módulo Fuente de alimentación del LEP	67
3.9	Diseño y construcción	68
3.9.1	Cálculos teóricos	68
3.9.2	Diseño de la Etapa AC-DC del Convertidor Flyback	70
3.9.3	Puente Rectificador	71

N°	Descripción	Pág
3.9.4	Capacitor de entrada	71
3.9.5	Diseño de la Etapa DC – DC del convertidor Flyback	72
3.9.6	Diodo de salida del convertidor Flyback	72
3.9.7	Capacitor de Salida y Voltaje de rizado	73
3.10	Prueba de funcionalidad	73
3.11	Valores de porcentaje de error	77
3.12	Costo de elaboración	78
3.13	Conclusiones	80
3.14	Recomendaciones	80
3.15	Anexos	81
3.16	Bibliografía	101

Índice de Tablas

Nº	Descripción	Pág
1	Reguladores de voltaje fijos	39
2	Comparativa entre fuente de alimentación lineal y conmutadas.	42
3	Aplicaciones de la Fuente de Alimentación Conmutada	43
4	Aplicaciones de la Fuente de Alimentación Conmutada Parte 1.	48
5	Aplicaciones de la Fuente de Alimentación Conmutada Parte 2.	49
6	Estudiantes que pertenecen en la carrera de Ingeniería en Teleinformática.	56
7	Cálculo de la muestra de la población de estudiantes	57
8	Tipo de Encuesta, y modalidad.	57
9	Cantidad de alumnos encuestados por niveles en CII2020-2021	58
10	Respuestas de alumnos encuestados en preguntas 1.	59
11	Respuestas de alumnos encuestados en preguntas 5	60
12	Respuestas de alumnos encuestados pregunta 2.	62
13	Respuestas de alumnos encuestados pregunta 3.	63
14	Lista de materiales para construir el diseño experimental	64
15	Características Generales de la fuente de alimentación conmutada LEP	65
16	Características de la salida de voltaje de la fuente conmutada LEP	69
17	Características del diseño de la Etapa AC-DC de la fuente	71
18	Características del diseño de la Etapa AC-DC del convertidor Flyback	73
19	Tabla comparativa de fuente diseñada con fuentes comerciales, margen de error.	79
20	Presupuesto del costo total de los elementos del prototipo experimental	79

Índice de figuras

Nº	Descripción	Pág
1	El diagrama principal de una fuente de alimentación lineal (en serie)	28
2	Fuente Convencional Lineal	29
3	El diagrama del principio de una fuente de alimentación conmutada típica	30
4	Diagrama de bloques de una fuente de alimentación conmutada típica	30
5	Representación de un transformador	31
6	Ejemplo de un transformador	32
7	Transformador elevador	33
8	Transformador elevador	33
9	Transformador Variable	34
10	Transformador de aislamiento	34
11	Transformador ferromagnético	35
12	Transformador de distribución	36
13	Unión PNP de un diodo	36
14	Reguladores Positivos y negativos	38
15	Regulador de voltaje fijos con protección	38
16	Denominación, simbología e identificación de transistores PNP y NPN	39
17	Polarización PNP en un circuito	40
18	Polarización NPN en un circuito	40
19	Modulación PWM	45
20	Modo de conducción continuo	46
21	Modo de conducción discontinuo	46
22	Frontera entre modo de conducción continuo y discontinuo	47
23	Funcionamiento durante T_ON. Flyback funcionamiento general	51
24	Funcionamiento durante T_OFF. Flyback funcionamiento general	51
25	Señales de Corriente y Voltaje del Convertidor Flyback	52
26	Cantidad de estudiantes encuestados por semestre	59
27	Ha usado una fuente de alimentación en un entrenador electrónico como el NI ELVIS	60
28	¿Considera necesario que la fuente a utilizar sea conmutada?	61
29	Considera necesario tener una fuente de alimentación integrada a un laboratorio portátil.	62

N°	Descripción	Pág
30	Cree Ud. que al tener una fuente que esté integrada a un laboratorio portátil facilitaría el aprendizaje en los laboratorios.	63
31	Diagrama de bloques de la fuente de alimentación propuesta en FCI	66
32	Esquemático del módulo de alimentación del LEP.	67
33	Parte externa de fuente de alimentación conmutada con sus respectivos Voltajes de salida.	74
34	Prueba de funcionalidad de la salida de voltaje de +5v	75
35	Prueba de funcionalidad de la salida de voltaje de -12v	76
36	Prueba de funcionalidad de la salida de voltaje de +5v	77

Índice de Anexos

N°	Descripción	Pág
1	Constitución de la república del Ecuador, régimen del buen vivir sección I	83
2	Ley orgánica de la educación superior (loes), Principios del sistema de Educación superior.	84
3	Plan nacional de desarrollo 2017 – 2021	85
4	Encuesta para los estudiantes de 5to 6to 7mo, 8vo	86
5	Resultados de la encuesta del proyecto FCI	88
6	Fuente de alimentación AT yATX	91
7	DM311 Datasheet PDF	97



ANEXO XIII. RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)



FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERIA EN TELEINFORMÁTICA

“ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MÓDULO ALIMENTADOR DE VOLTAJE QUE SE INTEGRE AL DESARROLLO UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTÁTIL ORIENTADO A INGENIERÍA”

Autora: / Mendoza González Noemi María.

Tutora: Ing. García Torres Ingrid Angelica.

Resumen.

En el presente trabajo de investigación científica se realiza el análisis y diseño de una fuente de alimentación conmutada la cual forma el módulo de alimentación del Laboratorio Portátil Educativo (LEP). Dicha fuente de alimentación está basada en la topología más básica que es la del convertidor Flyback que opera en ambos modos de conducción que son continua y discontinua. Esta fuente de alimentación trabaja con ambos voltajes de la red pública que son 110v a 60Hz y 220v a 50Hz, tiene 3 salidas de voltajes DC 5VDC a 1 A y +12 a 100mA y -12VDC a 100mA, Siendo la primera salida de uso exclusivo para la alimentación del dispositivo LEP y las dos restantes para el desarrollo de prácticas electrónica básica.

Palabras Claves: Fuente de alimentación conmutada, circuito electrónico, laboratorio educativo portátil, diseño, prácticas experimentales, conocimiento.



**ANEXO XIV.
RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (INGLÉS)**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERIA EN TELEINFORMÁTICA**

**“ANALYSIS AND DESIGN FOR A VOLTAGE FEEDER MODULE TO BE
INTEGRATED INTO THE DEVELOPMENT OF A PORTABLE EDUCATIONAL
LABORATORY ORIENTED TO ENGINEERING”**

Author: Mendoza González Noemi María.

Advisor: Ing. García Torres Ingrid Angelica, MG.

Abstract

This scientific research work is carried out with the analysis and design of a switching power supply which forms the power supply module of the Portable Educational Laboratory (LEP). This power supply is based on the most basic topology that is that of the Flyback converter and operates in both conduction modes, which are continuous and discontinuous. This power supply works with both voltages of the public network that are 110 to 60Hz and 220 to 50Hz and has 3 outputs of DC voltages 5VDC at 1 A and +12 at 100mA and -12VDC at 100mA,

The first output being the exclusive use for feeding the LEP device and the remaining two for the development of basic electronic practices.

Keywords: Switching Power Supply, electronic circuit, portable educational laboratory, design, experimental practices, knowledge

Introducción

“La pandemia de COVID-19 ha impactado directamente los sistemas educativos de todos los países de la región, afectando a estudiantes, hogares, ministerios, secretarías, centros educativos, docentes y directivos. El cierre de los centros educativos como parte de las acciones para contener la propagación del virus tiene a más de 165 millones de estudiantes sin asistir a los centros de enseñanza, desde preescolar hasta la educación terciaria, en 25 países de la región”. (UNESCO, 2020)

La educación presencial es muy vital en la formación profesional de ingeniería ya que logra que el estudiante pueda aprender de manera más optimada a través del tiempo debido a que se aplica el método de aprender la teoría con la práctica. Dicha metodología ha sido totalmente impactada por la pandemia del Covid-19 dando como consecuencias negativas afectando la curva del aprendizaje del estudiante a ser más alargada a través del tiempo. La Universidad de Guayaquil (UG) antes de la pandemia, ha tratado de combatir todos los contras que afectan la metodología teórico-práctico, para dar a sus estudiantes educación de excelencia

Hoy en día el laboratorio de la Carrera cuenta con pocas unidades de equipos que se encarguen de llevar a cabo prácticas de circuitos electrónicos, estos no abastecen a todos los estudiantes y genera una perdida en el aprendizaje practico de cada estudiante.

El uso de los laboratorios es de suma importancia para que las clases sean de calidad especialmente en las carreras de ingeniería, la adquisición de todas esas herramientas tiene un alto valor en el mercado que muchas veces son inalcanzable.

La UG, ha tratado de solucionar aquello y ha estado levantándose poco a poco tomando alternativas y así poderle dar a sus estudiantes educación de calidad. Y para aquello en la carrera de ingeniería ha otorgado laboratorios portátiles tal como el ELVIS para que los estudiantes de ingeniería realicen sus prácticas. El uso de aquellos laboratorios si ha logrado mejorar la curva del aprendizaje de los estudiantes, sin embargo, no lo es suficientes debido a la alta demanda de la cantidad de los estudiantes asistentes de las clases presenciales.

Hoy en día el laboratorio de la Carrera cuenta con pocas unidades de equipos que se encarguen de llevar a cabo prácticas de circuitos electrónicos estos no abastecen a todos los estudiantes y genera una perdida en el aprendizaje practico de cada estudiante.

El presente proyecto de titulación dispone realizar el análisis y diseño de un módulo alimentador de voltaje, que está incorporado a un laboratorio educativo portátil, el propósito primordial mejorar la calidad de enseñanza de las materias relacionada con la electrónica y

esta implementado con materiales de bajo costo sin perder su efectividad para que en un futuro pueda ser implementado en la Facultad de Ingeniería Industrial, este será de útil ayuda a los estudiantes ya que podrán realizar las diferentes prácticas donde se encuentra inmersa la electrónica.

El laboratorio Educativo Portátil (LEP), se lo denomina, así como uno de los productos del proyecto FCI-039-2018, con su título: Plataforma electrónica para el desarrollo de talleres prácticos de electrónica básica donde el objetivo es crear una versión muy parecida al NI ELVIS. Tal dispositivo tiene que contener instrumentos de medición electrónica las cuales serán: el capacímetro, el óhmetro, osciloscopio digital, generador de señales, amperímetro y voltímetro y la fuente de alimentación. El ultimo componente la cual la presente tesis se enfocará en su análisis y diseño.

Cabe acotar que el fin de este proyecto era realizar de manera física pero debido a la pandemia COVID-19 no se pudo realizar debido a las disposiciones de la Universidad de guayaquil donde tienen como normas en esta emergencia sanitaria resguardar la salud de cada estudiante y docente de no exponerlos a posibles contagios por este virus.

Capítulo I

El Problema

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Ubicación del problema en un contexto.

La Universidad Estatal de Guayaquil en la facultad de ingeniería industrial, la carrera de ingeniería en telecomunicaciones/telemática solo posee con alrededor de un laboratorio donde constan al menos de 4 NI ELVIS que son para el uso tanto de docentes como estudiantes.

El acceso a estos equipos es limitado, los estudiantes que hagan uso de este dispositivo deben ser supervisados por el docente encargado, ya que estos equipos son de un costo elevado y actualmente la Institución de Educación Superior no cuenta con fondos suficientes para costear otros de estos si se llega a averiar.

Otro de los grandes problemas son las cantidades de materias que requieren del dispositivo y las pocas unidades disponibles de NI ELVIS en el laboratorio de la facultad, esto interrumpe el ritmo de la enseñanza y práctica de cada estudiante ya que no se puede realizar actividades en clases si no que deben ser realizadas por grupos, un grupo por día y si en ese día no se pudo recibir clases debido a alguna festividad pues más se atrasan los estudiantes.

Una vez expuesta la problemática se optó por realizar un análisis y diseño de un módulo alimentador de voltaje que se integrara al desarrollo de un laboratorio educativo portátil (LEP), orientado a ingeniería para la carrera de ingeniería en Telecomunicaciones/Telemática de la UG

1.1.2 Situación Conflictos. Nudos Críticos.

Con lo ya antes expuesto, la facultad de ingeniería industrial no cuenta con los recursos económicos necesarios para costear más equipos moduladores como lo es el NI ELVIS, ya que es un dispositivo modular muy caro, lo que se ha propuesto como proyecto de investigación científica FCI, FCI-039-2018, con su título: Plataforma electrónica para el desarrollo de talleres prácticos de electrónica básica cuyo objetivo es analizar y diseñar una versión donde abarque la mayoría de la mayoría de los componentes que tiene el NI ELVIS tales como la fuente variable, el osciloscopio, el generador de señales entre otras. Todos estos componentes son muy útiles a los estudiantes al momento de desarrollar prácticas de electrónica básica.

En el cual, el presente trabajo de investigación se enfoca en el ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MÓDULO ALIMENTADOR DE VOLTAJE QUE SE INTEGRO AL DESARROLLO UN LABORATORIO EDUCATIVO PORTATIL ORIENTADO A INGENIERÍA, dicho módulo tiene como rol principal de alimentar a los demás componentes del laboratorio LEP y actuará también como fuente de alimentación de voltaje DC. Definido ya estos roles de modulo alimentador, el estudiante será capaz de realizar talleres básico de electrónica, alimentando su circuito con corriente directa.

1.1.3 Causas y Consecuencias del Problema.

Causa

- Espacio limitado para crear otro laboratorio.
- Pocas unidades disponibles de NI ELVIS en la facultad.
- Recursos económicos limitados para la compra de NI ELVIS.
- Poco conocimiento del manejo de los dispositivos al momento de utilizar la placa entrenadora

Consecuencias

- Solo hay un laboratorio donde se puedan realizar las practicas.
- No se pueden realizar las prácticas de manera individual esto dificulta el aprendizaje de cada estudiante.
- No se pueden reparar los dispositivos que se encuentran averiados.
- Dispositivos averiándose por el mal uso del estudiante.

1.1.4 Delimitación del Problema.

En la presente tesis, se limitará al análisis y diseño de un módulo de fuente variable de voltaje que se integrará al laboratorio educativo portátil orientado a ingeniería en la facultad de ingeniería industrial en la carrera de ingeniería en telecomunicaciones/telemática.

Se efectuará en los siguientes aspectos:

Campo: Electrónica

Área: Tecnológica Electrónica

Aspecto: Análisis y diseño de un módulo de fuente variable de voltaje

Tema: Análisis y diseño para módulo alimentador de voltaje que se integre al desarrollo un laboratorio educativo portátil orientado a ingeniería.

1.2 Formulación del Problema.

El siguiente proyecto surge como una necesidad tecnológica para poder impartir clases de manera práctica y didáctica en las materias vinculadas con la electrónica, se propone realizar el análisis y diseño de un dispositivo modular que se integre al desarrollo de un laboratorio educativo portátil de electrónica donde nos permita simular una fuente variable. Por lo tanto, se plantea la siguiente interrogante.

¿Cuáles serían beneficios que se tendría realizando el análisis y diseño de un módulo alimentador de voltaje que se integre al desarrollo un laboratorio educativo portátil orientado a ingeniería para facultad de ingeniería industrial de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones/telemática?

1.3.1 Objetivo general.

Realizar el análisis y diseño de una fuente de alimentación conmutada de bajo costo con salidas de voltaje fijas, para un posterior diseño e integración al laboratorio educativo portátil para ingeniería (LEP)

1.3.2 Objetivos específicos:

1. Recopilar toda la información bibliográfica referente para el estudio del estado del arte.
2. Realizar el planteamiento de una tabla comparativa de fuentes convencionales y fuentes conmutadas
3. Determinar los elementos electrónicos requeridos de acuerdo con las especificaciones técnicas definidas
4. Diseñar y plantear un diagrama de circuitos para el módulo alimentador de modo conmutado y comprobar la funcionalidad del mismo que cumpla con las características requeridas para que se integre en el laboratorio educativo portátil de electrónica para Ingeniería

1.4 Evaluación del Problema.

Delimitado: Análisis y diseño de módulo alimentación de voltaje, el cual deberá integrarse al laboratorio educativo portátil de ingeniería el cual pretende presentar una versión de bajos costos del NI ELVIS, logrando así que los estudiantes puedan realizar diversas prácticas y desarrollar diferentes circuitos.

Evidente: Actualmente la facultad de ingeniería industrial solo cuenta con un laboratorio destinado para la carrera ingeniería en teleinformática/telemática el cual no está lo suficientemente equipado para que se puedan llevar a cabo los diferentes tipos de prácticas ya que el tiempo para cada materia es limitada y en ciertos casos no permite la óptima culminación de los sílabos.

Concreto: Se define de forma directa y precisa que la finalidad de este proyecto es la de analizar un módulo de alimentación de voltaje que se especifica el alcance al que se pretende llegar y los objetivos que se cumplirán.

Relevante: El presente proyecto está destinado al análisis y diseño de un módulo alimentador de voltaje tanto fija como variable que será utilizado para diferentes circuitos facilitando el uso y comprensión de teorías referentes a la electrónica y experimentos que son realizados en los talleres en clases.

Original: existen diversos tipos de dispositivos y herramientas que sirven para verificar voltajes tanto fijos como variables, pero debido a que su funcionamiento es único y no permita la modificación de los mismos cumpliendo así funciones específicas, de esta manera el proyecto que se presenta esta abierto al análisis y permitirá la modificación del mismo prestando así mayores funcionalidades al momento de complementarlos con otros módulos o herramientas de medición de circuitos electrónicos.

Factible: El presente proyecto será totalmente factible ya que se analizará y diseñará los componentes necesarios para una futura implementación de un módulo de alimentación de voltaje el cual se integrará al laboratorio educativo portátil orientado a ingeniería utilizando componentes de bajo costos y de fácil utilidad para el desarrollo de prácticas.

1.5 Alcance del Problema.

El presente proyecto de investigación, se empeñará solo el análisis y diseño del módulo alimentador de voltaje, y dicho modulo será la fuente de alimentación de todo el dispositivo y también será parte de los componentes de instrumentación electrónica en laboratorio educativo portátil para ingeniería. Este módulo será una fuente conmutada que contará con salidas de voltaje fijas que son de 12V, -12V y 5V y su corriente será de 100mA en los voltajes de 12 y -12 y 1A en el voltaje de 5. Dichos valores de amperaje será corriente suficiente para alimentar todo el dispositivo y la realización de talleres prácticos de electrónica a los estudiantes de ingeniería de la carrera de teleinformática de la UG.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes del Estudio

En el siguiente capítulo se llevará a cabo la verificación de algunos factores importantes como son las ventajas y desventajas de cada componente a utilizar, esto ayudara a verificar que tan factible es realizar el proyecto de una fuente alimentación de voltaje. Es un dispositivo electrónico que adecua la tensión de la red eléctrica de corriente alterna a una tensión de corriente continua que a su vez es filtrada para ser utilizada como fuente de alimentación a todo tipo de equipos, este a su vez será integrado a un laboratorio educativo portátil orientado a ingeniería.

En los repositorios de investigaciones científicas de la carrera de ingeniería en Teleinformática/Telemática, Facultad de ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil (UG), en base a los trabajos de Cortes (2018) y Figueroa (2017) que trata sobre la construcción de módulos entrenadores para electrónica básica basadas en arduino, tales trabajos son las primicias e ideas de elaborar versiones o ejemplares muy parecidas a un dispositivo entrenador ELVIS de la National Instrument. Un dispositivo ELVIS que contenga todos los instrumentos de medición electrónica para que el estudiante de ingeniería estimule su aprendizaje al conocimiento de la electrónica.

Como este trabajo de investigación, en particular se centra en el análisis y diseño del módulo de la fuente de alimentación, toma como referencia los trabajos realizados por Domínguez Arce y Laaz Martin de la Escuela Politécnica del Litoral con el Tema de Diseño de una Fuente de Alimentación de dos Etapas: AC-DC con Corrección de Factor de Potencia y DC-DC con un Convertidor de Retroceso de un Conmutador (Single-Switch Flyback Converter) e Implementación de su Etapa AC-DC, tal fuente de alimentación entrega una potencia de 30 y 120 Watts con una corriente máxima de 5 amperios, empleando la topología básica del convertidor del convertidor Boost y del convertidor Flyback. (Arce Dominguez & Martin Laaz, 2015)

Se toma también un tercer trabajo como referencia, realizado por Arriscado Miguel de la Universidad Carlos III de Madrid que se trata de Fuente conmutada de amplio rango para alimentación de tarjeta de control, cuyo prototipo fue realizado mediante un estudio exhaustivo del rendimiento del convertidor con el objeto de minimizar las pérdidas de potencia, se compararon distintos componentes tales como condensadores, MOSFETS y diodos) bajo unas mismas condiciones. Tal fuente de alimentación toma una entrada de 24

a 100Voltios AC y entrega una salida de 12 Voltios DC con un rizado mínimo del 3%, ciclo de trabajo 50% y una Potencia de Salida máxima de 50W. (Arriscado Guild, 2016)

En el repositorio institucional de la Universidad Técnica de Machala de la Unidad Académica de Ingeniería Civil de la Carrera de Ingeniería de Sistemas, el autor (Jorge, 2017) con su tema de tesis, “Implementación de un equipo electrónico que contiene una fuente regulada variable con protección de sobre corriente y generador de ondas”, menciona que realiza la construcción de un equipo electrónico con la finalidad de entregar una fuente de poder que debe ser capaz de conceder voltaje regulado variable de 0 a 18 voltios de corriente continua.

En el repositorio institucional de la Universidad Tecnológica Equinoccial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias en la Carrera de Ingeniería Mecatrónica, el autor (Salvador, 2017) con su tema de investigación, “Diseño e implementación de una fuente múltiple y un generador de ondas para la ejecución de prácticas de laboratorio de la carrera de Ing. Mecatrónica”, menciona que en el desarrollo de su tema de investigación los resultados obtenidos de los diferentes análisis, presentan la funcionalidad de los equipos de acuerdo al diseño y pruebas de ajuste realizadas para los mismo, en cuanto la fuente, tenemos una variación de voltaje de 0-30V, sin pérdidas de tensión a la salida, al conectar la carga.

En el repositorio de Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas de la facultad de Ingeniería Eléctricas en el departamento de Telecomunicaciones y Electrónica, el autor (Acosta, 2016) con su tema de titulación, “Diseño de una fuente conmutada variable para laboratorio”, denota que en el presente tema de investigación las fuentes de conmutadas, la fuente es diseñada debe estar preparada para trabajar en voltajes de 110Vac y 220Vac, tener dos salidas, una variable de 1,2Vdc a 60Vdc con una corriente máxima de 5^a, y la otra salida con un voltaje fijo de 5V/1 también cuenta con protecciones de corto – circuito a la salida y aislamiento entre las etapas.

Estos trabajos de investigación como referencias fundamentales se pretenden realizar un módulo de fuente de alimentación conmutada que tenga la capacidad de entregar 3 salidas, +12V y -12V y 5V. Esta última se toma para alimentar al dispositivo del laboratorio Educativo Portátil (LEP) como tal con una corriente de 1 amperio.

Dicho dispositivo LEP da la facilidad a los estudiantes de la carrera realizar prácticas de electrónica básicas de una manera más eficiente para que capten así más conocimientos y desarrollen sus habilidades.

2.2.1 Fundamentación Teórica

2.2.2 Importancia

La necesidad de realizar este tema de investigación es fundamental, porque al contar con un módulo de alimentación de voltaje fija con diferentes salidas que a su vez se integre con otros módulos es de suma importancia hoy en día para realizar diferentes tipos de prácticas con materias afines a la electrónica, y adquirir un equipo (NI ELVIS) es complicado ya que la facultad no cuenta con los recursos económicos para adquirirlos, percibiendo esta problemática se ofrece una alternativa de bajo costo que permitirá el análisis y diseño para que se integre a un laboratorio educativo portátil en la Facultad de Ingeniería Industrial, para ser más específicos en la carrera de Ingeniería en Teleinformática / Telemática.

Según (Lopez Rua & Tamayo Alzate, 2012) la actividad experimental realiza mucho más que favorecer las clases teóricas de cualquier área del conocimiento. Este tiene un papel, el cual es importante por lo que ayuda a despertar y desarrollar algo importante en los estudiantes como lo es la curiosidad, ayudándolos a resolver problemas, a entender y comprender los fenómenos con los que se encuentran interactuando en su cotidianidad.

2.2.3 Estudio de las fuentes de alimentación

2.2.4 Fuente de alimentación lineal

La fuente alimentación de voltaje son dispositivos electrónicos fundamentales, ya que transforma la corriente alterna que viene de directamente de las conexiones eléctricas de las casas en corrientes alternas ideales según el requerimiento de cada circuito o dispositivo electrónico que vaya ser utilizado, existen fuentes de alimentación fijas que entregan valores de voltajes fijos y fuentes regulables en la cual se puede escoger un voltaje en específico dependiendo a la configuración que este soporte.

La fuente de alimentación lineal convencional, como se muestra en la figura 1, en su etapa de entrada de alta tensión alterna (110 V o 220V) con frecuencias de 50Hz o 60Hz, y en su etapa de conversión de alta a baja tensión utiliza un transformador de baja frecuencia que comprende un núcleo hecho de chapa de acero al silicio, para convertir el voltaje de la red a un voltaje deseado, y rectifica y filtra el voltaje a un nivel de CC.

En los *filtros de línea* cumple la función de bloquear la inserción de señales EMI (Electro Magnetic Interference) es decir de las señales de alta frecuencias de la red eléctrica. Esto se hace imprescindible para la fabricación de equipos con destino a los EEUU y Comunidad Europea.

Dado que estos equipos generales requieren voltaje de CC estable o sea voltaje de corriente directa, por lo que la siguiente etapa es la conversión de alterna a continua. Esta tarea la cumple a cabalidad con dos o cuatro diodos debido a que como la señal de entrada es alternada hace cuatro cruces por cero. El nivel de CC rectificado y filtrado debe regularse mediante un regulador de potencia.

El regulador de potencia sujeta el voltaje excesivo al nivel predeterminado y disipa el voltaje no deseado en forma de calor. Para no reducir en gran medida la eficiencia, las fuentes de alimentación lineales deben poner un límite al rango variable del voltaje de entrada de CA.

El concepto de fuentes de alimentación lineales es sujetar el voltaje no deseado junto con el voltaje de rizado y disiparlos en forma de calor, lo que da como resultado un voltaje de rizado bastante pequeño. Debido a la topología lineal, no habrá problemas de ruido de ondulación y EMI en las fuentes de alimentación lineales. (Jaquenod & Charro, 2015)

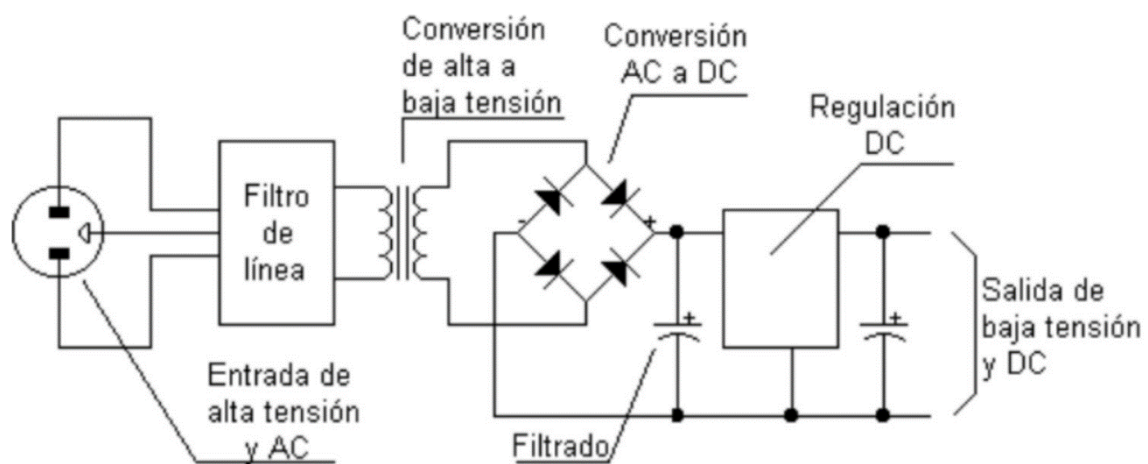


Figura 1 El diagrama principal de una fuente de alimentación lineal (en serie) típica Tomado de Artículo científico Diseño de una fuente de **alimentación** por switching. Elaborado por ELKO S.A

La figura 2 muestra una fuente de alimentación lineal típica con las características principales indicadas: (A) transformador que comprende un núcleo hecho de chapa de acero al silicio, (B) el condensador de entrada grande y (C) el transistor grande con su disipador de calor.

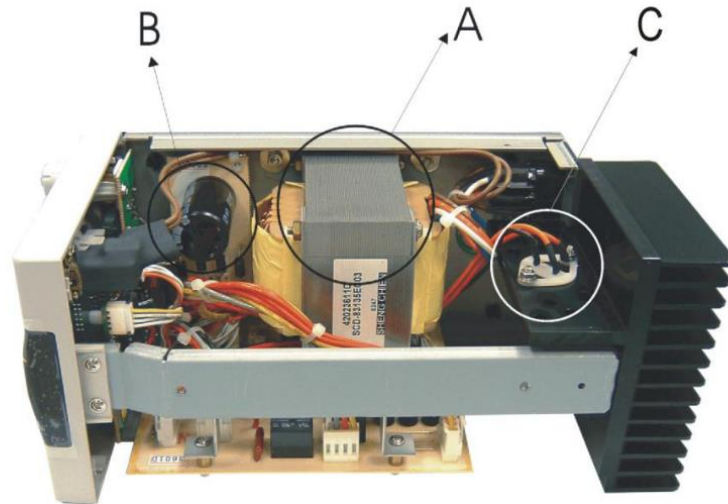


Figura 2: Fuente Convencional Lineal. Tomado de Switching Power Supply Technical Manual. Elaborado por Mean Well

2.2.5 Fuente de alimentación conmutada (S.P.S.)

Conocidas también como Switching debido a su principio de funcionamiento, ya que se basa en la conmutación de un transistor. Las fuentes de alimentación conmutadas fueron creadas para solucionar los problemas de disipación térmica que tienen las fuentes lineales”. (Mecafenix, 2018)

Las fuentes de alimentación conmutadas cuentan con algunas mejores que las fuentes convencionales tales como, el peso elevado, el gran volumen y la baja eficiencia de los componentes integrados, por lo que la hace un poco más complejas, la principal ventaja de esta complejidad es que el funcionamiento proporciona diseño más estabilizados, es decir que pueden entregar más potencia. La característica más común (después de la conversión de CA a CC si es necesario) es el uso de una onda cuadrada de alta frecuencia para impulsar un circuito de conmutación de potencia electrónica. (Arriscado Guild, 2016)

La topología de una fuente de alimentación conmutada, tal como se muestra en la figura 3, rectifica y filtra la tensión directamente de la red de AC (corriente alterna), sin uso alguno de un transformador de baja frecuencia. Luego, la capacitancia del condensador debe ser bastante pequeña debido al alto voltaje rectificado. La fuente de alimentación conmutada utiliza un transistor de alta frecuencia para cortar el alto voltaje de DC en alto voltaje de CA y lo convierte en un voltaje deseado mediante un transformador de alta frecuencia, y luego rectifica y filtra el voltaje a un nivel de DC. La conmutación de alta frecuencia del transistor y los diodos da como resultado la generación de ruidos de ondulación en el transitorio de conmutación.

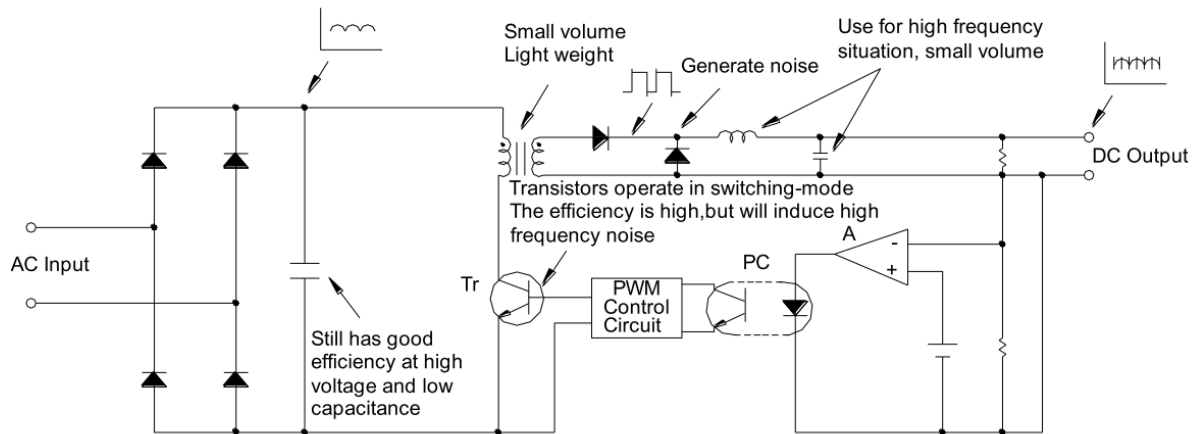


Figura 3: El diagrama del principio de una fuente de alimentación conmutada típica. Tomado de *Switching Power Supply Technical Manual*. Elaborado por Mean Well

El circuito de control es retroalimentado y se compara con un voltaje de referencia proporcionado por una regulación eficiente, una muestra de voltaje de salida de DC. Para mantener el aislamiento eléctrico entre la entrada y la salida, la retroalimentación generalmente se realizará a través de un dispositivo como un optoaislador.

A continuación, se presenta en la siguiente figura el diagrama de bloques de una fuente conmutada:

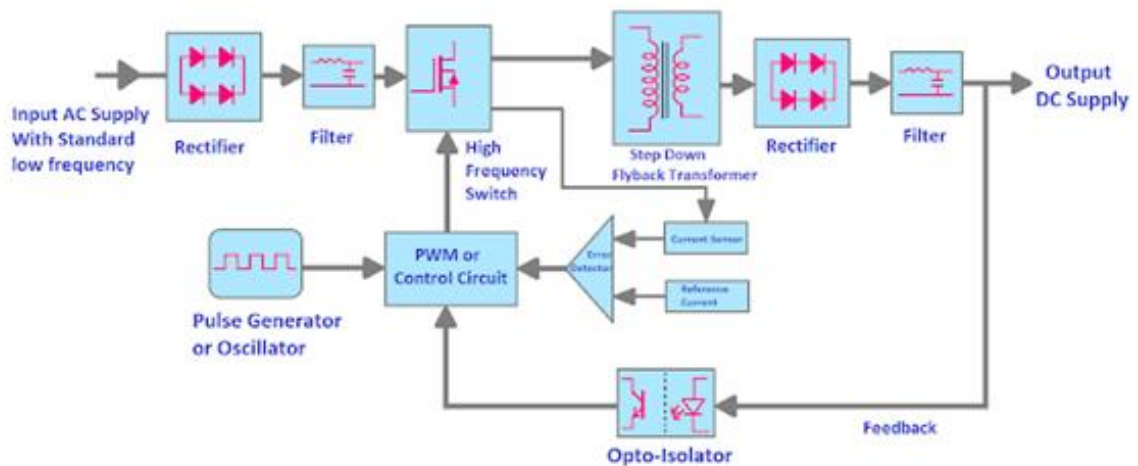


Figura 4: Diagrama de bloques de una fuente de alimentación conmutada típica. Tomado de *SMPS Block Diagram, Switched Mode Power Supply*. Elaborado por EtechnoG

1. Rectificador de puente(diodos): El suministro de CA o AC de alto voltaje de entrada es enviado al rectificador y se convierte en CC de alto voltaje
2. El circuito de filtrado filtra la CC sin filtrar.
3. La CC de alto voltaje se convierte en CA de onda cuadrada de muy alta frecuencia. allí,

el interruptor de alta frecuencia es usado para convertir CC en CA, cabe destacar que el interruptor está controlado por el circuito de control y retroalimentación.

4. La CA de alta frecuencia se reduce a bajo voltaje (tal vez 12 V, 6 V, etc.) mediante un transformador de retorno de alta frecuencia.

5. Luego, nuevamente se usa un circuito rectificador para convertir la CA de bajo voltaje en CC.

6. Circuito de filtro para filtrar la CC.

La ruta de retroalimentación y los circuitos de control se utilizan para controlar el suministro de CC de salida. Principalmente, el circuito de modulación de ancho de pulso se utiliza para el circuito de control. (SMPS Block Diagram | Switched Mode Power Supply , 2020)

2.3 Transformador.

Un transformador es una maquina eléctrica que funciona por el efecto de inducción magnética. Está formado por dos bobinas denominadas devanados. La primera bobina está compuesta por el devanado primario a esta ingresa una tensión de entrada, y por ella circula una corriente que induce un campo magnético en el núcleo. La segunda, es la que el campo magnético producido por la primera induce una corriente en la bobina, de forma que en sus bornes se genera una tensión proporcional a la primaria, esto se da en función del número de espiras de un derivado respecto al otro. (Castillo, 2017)

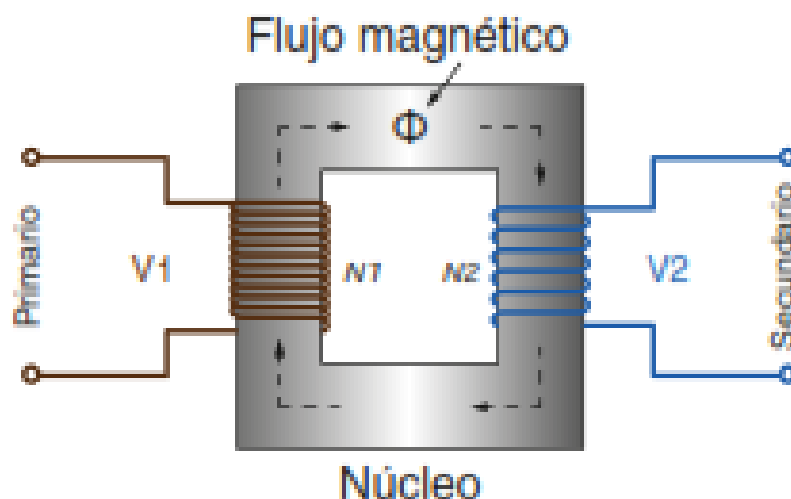


Figura. 5 representación de un transformador tomada del libro Electricidad y Electrónica, elaborado por Castillo Juan Carlos

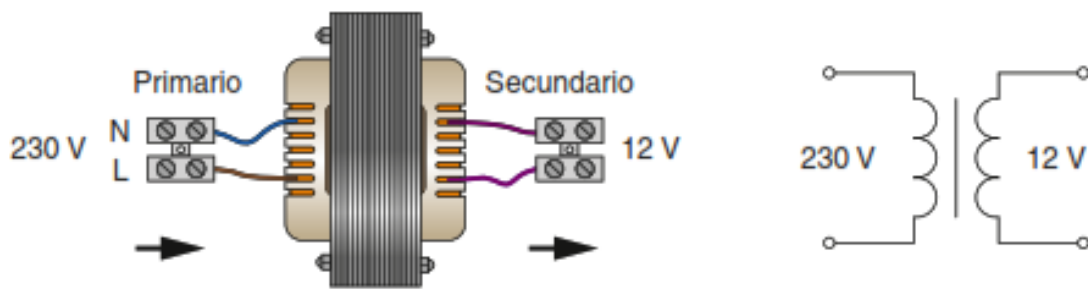


Figura. 6 ejemplo de un transformador de 230v a 12v tomada del libro *Electricidad Y Electrónica*, elaborado por Castillo Juan Carlos

2.3.1 Funcionamiento un transformador.

El funcionamiento del transformador está basado en el principio de la inducción magnética. Está conformado por dos bobinas las cuales no tiene la misma cantidad de vueltas, las cuales están unidas por material ferromagnético el objetivo de utilizar este material es para disminuir la pérdida del transformador.

Ingresa un voltaje de corriente alterna al primer devanado, lo que genera un campo magnético que pasara a través del material ferromagnéticos al segundo devanado. Al ser un campo magnético variable esto se debe a la corriente alterna generara en el devanado secundario una fuerza electromotriz.

2.3.1 Tipos de transformadores.

Transformador elevador.

La característica principal de este transformador es que el voltaje del devanado secundario es mayor que el devanado primario, la razón por la que sucede esto es porque el devanado primario tiene menos vueltas que el secundario. El voltaje de salida de un transformador depende de su relación de giro.

Relación de giro

$$\frac{N_S}{N_P}$$

Este tipo de transformador utiliza la transmisión de la energía que es la que permite reducir las pérdidas de línea, esta depende de la corriente, por lo que la disminución de la corriente (al tiempo que aumenta el voltaje) utilizando un transformador elevador reduce la pérdida y proporciona una transmisión de potencia eficiente.



Figura. 7 transformador elevador, tomada del sitio web Electro mundo elaborado por el autor

Transformador reductor de tensión

El transformador reductor de potencia disminuirá reducirá el voltaje de corriente alterna, es decir, el voltaje de salida es menor que el voltaje de entrada. El número de vueltas en el devanado primario es mayor que el número de vueltas en el devanado secundario. La relación de vueltas del transformador reductor es menor que uno.



Figura.8. Transformador elevador, tomada del sitio web Electro mundo elaborado por el autor.

Transformadores variables.

Para una entrada de tensión fija, se provee de tensión de salida variable ajustable.



Figura. 9 transformador Variable, tomada del sitio web Radio Saturado elaborado por Cesar Castro.

Transformador de aislamiento.

Se encarga de aislar la energía de entrada de la energía de salida, aislando así por completo la fuente de alimentación externa de la fuente de alimentación interna a través de una red electrostática. La energía se transfiere a través de la inducción a diferencia de los transformadores ordinarios, la inducción se lleva a cabo a través de redes electrostáticas, lo que significa que las interferencias eléctricas externas no se transferirán al circuito interno, protegiendo así todos los equipos conectados. (Amper, 200)

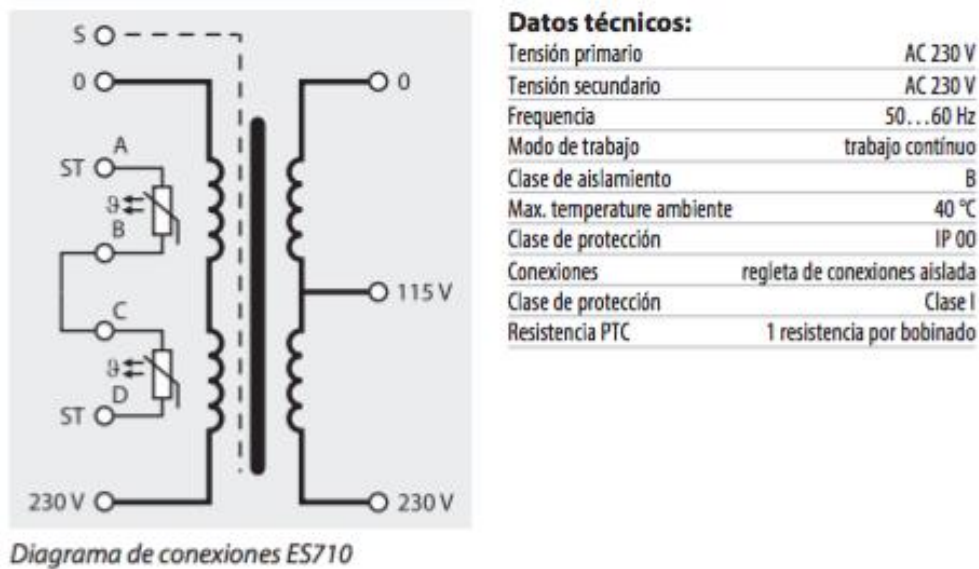


Figura.10 Transformador de Aislamiento. tomada del sitio web Medical & Electric, elaborado por David Mora.

Transformador ferromagnético / núcleo de hierro.

Los núcleos de estos transformadores están hechos de materiales ferromagnéticos. Su característica principal es incrementar el campo magnético. La fuerza del campo magnético depende de la permeabilidad del material utilizado. Los transformadores de potencia de tipo núcleo de hierro se utilizan para aplicaciones de baja frecuencia de servicio pesado, como fuentes de alimentación. El núcleo de hierro incluye sus pérdidas de núcleo de hierro dependientes de la frecuencia, como las pérdidas por corrientes parásitas y por histéresis.



Figura. 11 transformador ferromagnético / Núcleo de hierro, tomada del sitio web Electro mundo elaborado por el autor.

Transformador de distribución.

Estos transformadores de potencia se utilizan para la distribución de electricidad a los usos domésticos o comerciales. Son de menor tamaño en comparación con el transformador de potencia y son fáciles de instalar. Tienen clasificaciones de baja tensión y potencia generalmente por debajo de 200MVA. Su eficiencia permanece por debajo del 70% porque nunca funcionan a plena carga.



Figura. 1 Transformador de distribución, tomada del sitio web Electro mundo elaborado por el autor

2.4 Diodo

Es un semiconductor que este compuesto por la unión de material P y material N. se define como P al ánodo (a) y a la zona N cátodo (k). En el símbolo del diodo el ánodo se representa con una flecha que apunta a una línea vertical que, a su vez, representa el cátodo. (Castillo, 2017)

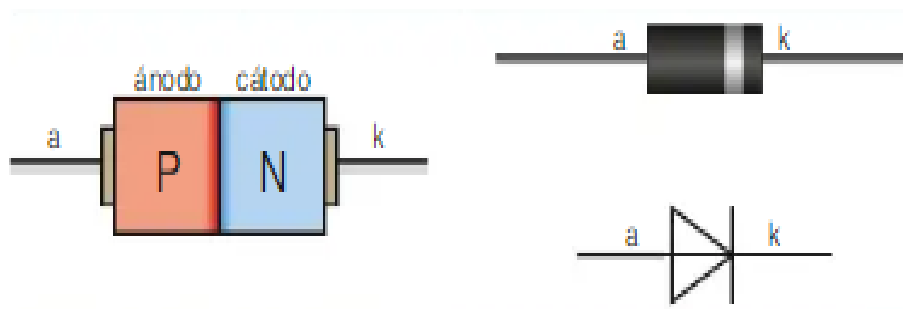


Figura.13 Unión PN de un diodo tomada del libro Electricidad Y Electrónica, elaborado por Castilla Juan Carlos.

La función principal de un diodo es facilitar el paso de corriente en un solo sentido y limitarla del otro. Por lo tanto, si un diodo se inserta en un circuito eléctrico, y la parte positiva se conecta al ánodo, el diodo deja pasar la corriente a través de él. Entonces, se dice que el diodo se ha polarizado de forma directa. Si se realiza de forma contraria no permitirá el paso de la corriente por el mismo. Se puede decir que un diodo se comporta como un interruptor abierto cuando está polarizado en inversa y como un interruptor cerrado cuando está polarizado en directa. El uso común de esta cualidad de los diodos es especialmente útil para rectificar la corriente alterna y, así, convertirla en corriente continua, y para controlar el direccionamiento de las señales en los circuitos electrónicos.

2.4.1 Tipos de diodos

- **Diodos rectificadores**

Comúnmente utilizados para convertir corriente alterna en corriente continua, y se aplica principalmente en circuitos y fuentes de alimentación, por lo general son diodos que trabajan con altas corrientes y algunos también pueden ser utilizados para controlar cargas de alta potencia.

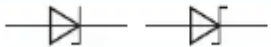

- **Diodos de señal**

Están diseñados para trabajar con corrientes pequeñas desde 100 a 200 mA generalmente estos diodos son utilizados para circuitos que necesitan trabajar con alta velocidad, es por ello que son de tamaño pequeño a diferencia de los diodos rectificadores que son más grandes. Están encapsulados con material transparente.

- **Diodos Zener**

Este diodo funciona en polarización inversa dentro de la zona de ruptura, lo inusual de este diodo es que en lugar de destruirse se produce en él un efecto denominado de avalancha, el cual estabiliza la salida en los terminales, para que los diodos puedan ser utilizados en circuitos reguladores de tensión.

Un diodo Zener debe ser polarizado mediante una resistencia. Cuando la alimentación del conjunto es menor que la tensión nominal del Zener, este no conduce, y en la salida hay la misma tensión que la de la alimentación. Sin embargo, cuando el circuito es alimentado con una tensión superior a la nominal de la del Zener, este entra en conducción, y en la salida del circuito solamente se obtiene el valor de la tensión del Zener, siendo la resistencia la que absorbe el valor restante. (Castillo, 2017)

Denominación	Símbolo IEC (dos formas)	Símbolo ANSI	Identificador
Diodo Zener			D

2.5 Tipos de reguladores

Reguladores positivos y negativos: En la mayoría de los casos los reguladores positivos son usados para regular tensiones positivas, sin embargo, depende de los requerimientos de tierra del sistema cada regulador puede ser usado para tensiones opuesta a las diseñadas.

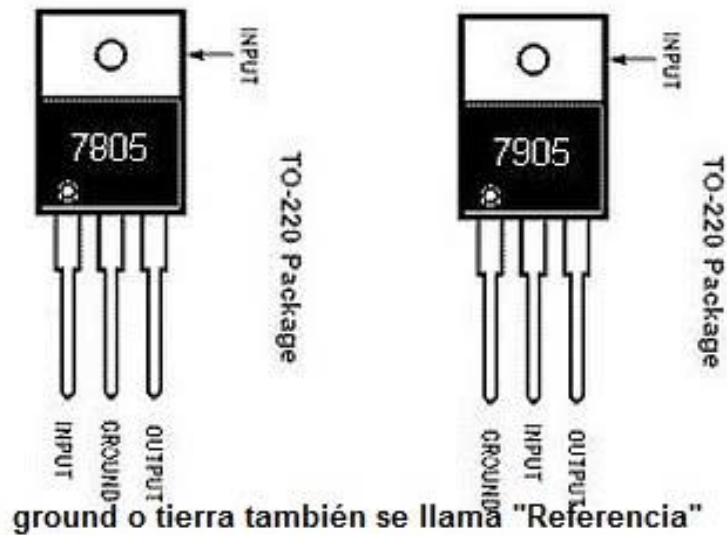


Figura. 14 reguladores positivos y negativos, tomada del libro *Electricidad Básica*, elaborado por Brihuega David.

Reguladores de voltaje fijos: Para el funcionamiento en el circuito de regulación fija, se utiliza los integrados de tres terminales 78xx la tensión de salida depende del integrado utilizado, para protección del integrado de contra picos de voltaje se puede instalar un diodo.

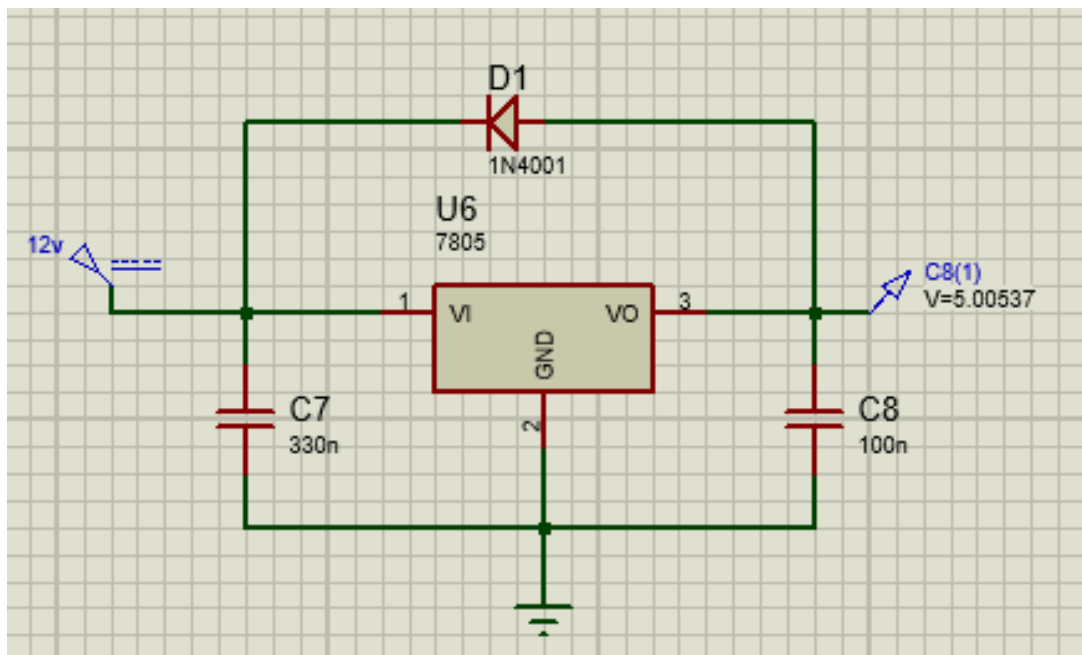


Figura. 15 regulador de voltajes fijos con protección, elaborado por el autor.

Tabla 1 Reguladores de voltaje fijos

Positivos	Negativos
Lm340-5 (5v)	Lm320-5 (-5v)
Lm34012 (12v)	Lm320-12 (-12v)
Lm7805 (5v)	Lm7905 (-5v)
Lm7812 (12v)	Lm7912 (-12v)
Lm7815 (15v)	Lm7915 (-15v)
Lm7824 (24v)	Lm7924 (-24v)
Lm7830 (30v)	Lm7930 (-30v)

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemí.

2.6 Transistor.

El transistor es un semiconductor que está compuesto por 3 capas de cristales de silicio, polarizadas negativa (N) o positivamente (P). en función a su distribución en el interior de estas capas se encuentran transistores como PNP o NPN. Ambos tienen un funcionamiento similar, pero el circuito de polarización para los PNP tiene los sentidos de corriente invertidos respecto al del tipo NPN.

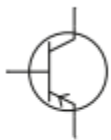

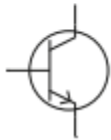

Denominación	Símbolo IEC	Símbolo ANSI	Identificador
Transistor PNP			Q
Transistor NPN			Q

Figura. 16 denominación simbología e identificación de transistores PNP Y NPN elaborado por el autor.

2.6.1 Polarización de un Transistor

Para polarizar un transistor se aplican tensión de acuerdo a su polaridad pueden ser + o - a los componentes de esta manera puede fluir las corrientes por el circuito del transistor de esta manera funcionara correctamente. Generalmente se utiliza solo una fuente de tensión para alimentar tanto al receptor a través del colector-emisor, como para alimentar a la base para activar el transistor.

La polarización del transistor implica ajustar la tensión de alimentación para que pueda funcionar de forma ideal en diferentes áreas de trabajo sin dañarlo. La resistencia del colector R_C corresponde a la resistencia de la carga. La resistencia de la base R_B permite polarizar este terminal para lograr la corriente óptima que debe fluir por este terminal, dependiendo del tipo de trabajo que deba realizar el transistor. Obviamente, todas las corrientes están interrelacionadas, por lo que la polarización de la base depende del voltaje de operación y la resistencia en el colector. Fuente especificada no válida.

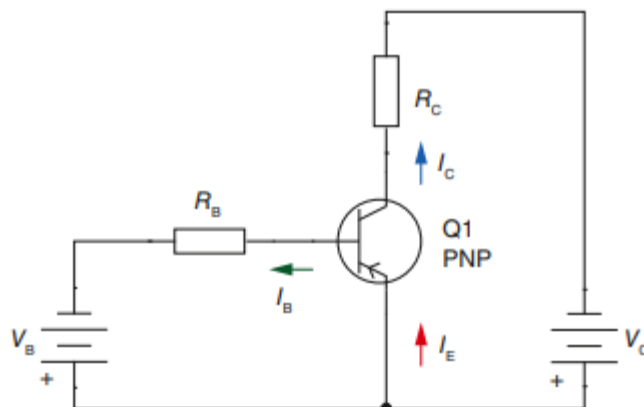


Figura.17 Polarización PNP en un circuito elaborado por el autor.

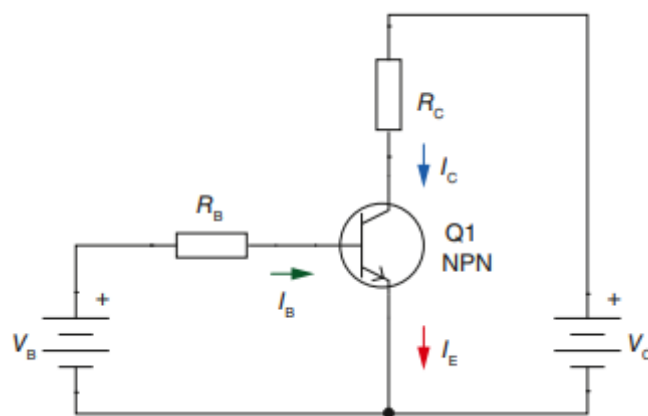


Figura. 18 polarización NPN en un circuito elaborado por el autor.

2.6.2 Corrientes en un transistor.

El transistor está compuesto por tres partes que son semiconductoras emisor, base y colector, la forma correcta de hacer funcionar un transistor es en la zona directa.

$$I_E = I_B + I_C$$

$$V_{CE} = V_{CB} + V_{BE} \text{ En transistores NPN}$$

$$V_{EC} = V_{EB} + V_{BC} \text{ En transistores PNP}$$

El modelo Ebers-Moll fue desarrollado para relacionar las corrientes con las tensiones en los terminales según estas ecuaciones:

Para NPN

$$I_E = I_{ES} \left(e^{V_{BE}/V_T} - 1 \right) - \alpha_R I_{CS} \left(e^{V_{BC}/V_T} - 1 \right)$$

$$I_C = \alpha_F I_{ES} \left(e^{V_{BE}/V_T} - 1 \right) - I_{CS} \left(e^{V_{BC}/V_T} - 1 \right)$$

donde I_{ES} y I_{CS} son la corriente de saturación de acuerdo a las uniones de emisor y colector y α_F y α_R representan las fracciones de inyección de portadores minoritarios.

Para PNP

$$I_E = I_{ES} \left(e^{V_{EB}/V_T} - 1 \right) - \alpha_R I_{CS} \left(e^{V_{CB}/V_T} - 1 \right)$$

$$I_C = \alpha_F I_{ES} \left(e^{V_{EB}/V_T} - 1 \right) - I_{CS} \left(e^{V_{CB}/V_T} - 1 \right)$$

2.7 Comparación entre la fuente de alimentación conmutada y la fuente de alimentación lineal

En comparación entre las fuentes de alimentación conmutadas con las fuentes de alimentación lineales, es que las primeras poseen las ventajas de alta eficiencia y poco peso.

Las ventajas corresponden a las exigencias actuales de ser ligero, manejable y de ahorro energético. Así, S.P.S. ha ganado mucha popularidad en aplicaciones de campo.

A continuación, se presenta la siguiente tabla es la comparación entre las fuentes de alimentación conmutadas y fuente de alimentación lineal:

Tabla 2 Comparativa entre fuente de alimentación lineal y conmutadas.

Items	Fuentes de alimentación lineal	Fuentes de alimentación conmutadas
Eficiencia	Baja (25% – 50%)	Alta (65% - 90%)
Tamaño	Grande (transformador grande y disipador de calor)	Pequeña (1/4 ~ 1/10 de fuente de alimentación lineal)
Peso	Pesada (transformador pesado y disipador de calor)	Ligero (1/4 ~ 1/10 de fuente de alimentación lineal)
Circuitos	Simple (transformación, rectificación y estabilización)	Complicado (rectificación, conversión, control de ancho de pulso, transformación, rectificación, control de retroalimentación y regulación)
Estabilidad	Alto (0.001 - 0.1%)	Normal (0,1 ~ 3%)
Ripple (P-P)	Pequeño (<10mV)	Grande (10 mV ~ 200 mV)
Respuesta transitoria	Rápido (10us ~ 1ms)	Normal (0,5 ~ 10 ms)
Rango de voltaje de entrada	Eficiencia muy reducida con un amplio rango de voltaje de entrada. Prohibida la entrada de CC	Amplia gama de voltaje de entrada. 100V / 200VAC o rango completo. Se permite la entrada de CC
Costo	Baja para potencia nominal pequeña; alto para clasificación de alta potencia.	Normal (la diferencia de cada topología está disminuyendo rápidamente)

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemí.

2.8 Aplicaciones de una fuente de alimentación conmutada

Paulatinamente las fuentes lineales han sido reemplazadas por las fuentes conmutadas y ampliamente han sido usadas en todo tipo de equipo electrónicos, aplicaciones tales como

la fuente para aplicación del módulo, circuito de conducción, la fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) y el cargador de batería, etc. A continuación, la siguiente tabla:

Tabla 3. Aplicaciones de la Fuente de Alimentación Conmutada

Tipo de aplicación	Tipo de productos	Aplicaciones
Maquina industrial	Producto de información	Calculadora electrónica, CPU, dispositivo de memoria, PC industrial
	Producto de Comunicación	Equipo de comunicación por cable, sistema de conmutación electrónico, máquina de fax, dispositivo interior
		Wireless communication equipment, broadcasting system, car pone
	Equipo de oficina	Procesador de textos, PC
	Equipo de control	Automatización de fábrica, robot, sistema de control de potencia, aire acondicionado
		Máquina expendedora, CD, ATM
	Instrumento de medición electrónica	Osciloscopio, oscilador, analizador de espectro de frecuencia
Maquina comercial	Equipo eléctrico	CNC, máquina textil, máquina de control automático mecánico
	Otros	Equipo médico, aplicación de automóvil, equipo de prueba, cargador
	Equipo de video	TV, máquina de videojuegos, decodificador
		VTR 、 VCD 、 DVD
	Equipo de sonido	Audio digital, VCD
		Grabadora, audio compacto
	Otras	Adaptador, equipamiento para el hogar, otras

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemí.

2.9. *Convertidores de Potencia*

Estos convertidores de potencia son distintos en potencia eléctrica y se clasifica según el tipo de tensión que se aplique en sus señales de entrada y obtenga su salida:

- AC/AC: Reguladores de alterna y ciclos convertidores.
- AC/DC: Rectificadores
- DC/DC: Reguladores de Continua
- DC/AC: Inversores

2.10 *Principio de Funcionamiento*

El principio de funcionamiento básicamente es dividir y filtrar la tensión de entrada a alta frecuencia, para lo cual es necesario el uso de uno o varios interruptores y estos son generalmente constituidos por transistores MOSFET.

Las aplicaciones que necesitan grandes cantidades de potencia hacen el uso de transistores IGBT. En caso de necesitar aislamiento entre entrada y salida, o cuando las tensiones de entrada y salida son muy dispares, se utilizan transformadores con el fin de aislar la una de la otra. (Arriscado Guild, 2016)

La variación del tiempo del encendido del transistor (T_{ON}) así como el tiempo del apagado (T_{OFF}) son tomados en cuenta como parámetros para el control de la tensión de la salida del convertidor. Por lo tanto, la siguiente expresión:

$$D = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} = \frac{T_{ON}}{T}$$

Otro parámetro por excelencia para el control en la mayor parte de los convertidores es el “ciclo de trabajo” o también conocido como PWM (pulse width Modulation), y como existen varias formas de variar el ciclo de trabajo da lugar a la aparición de diferentes tipos de circuitos de control:

- PWM o “Pulse Width Modulation”
- Tiempo de encendido fijo
- Tiempo de apagado fijo

PWM o “Pulse Width Modulation”, en los convertidores está compuesta por la varianza del tiempo de encendido del transistor ante una frecuencia fija. Se lleva a cabo a través del contraste de una señal proporcional a la tensión de salida con una señal alterna, y en naturaleza de la tensión alterna se distingue entre:

Modo Tensión: tal como lo muestra la figura 5, la señal alterna es generada por el propio circuito integrado de control. Es una señal periódica que se mantiene constante y presenta una forma de diente de sierra.

Modo Corriente: Es una tensión proporcional a la forma de onda de la corriente por la inductancia del convertidor conocida como la señal alterna de ahí la denominación “modo corriente”. (Arriscado Guild, 2016)

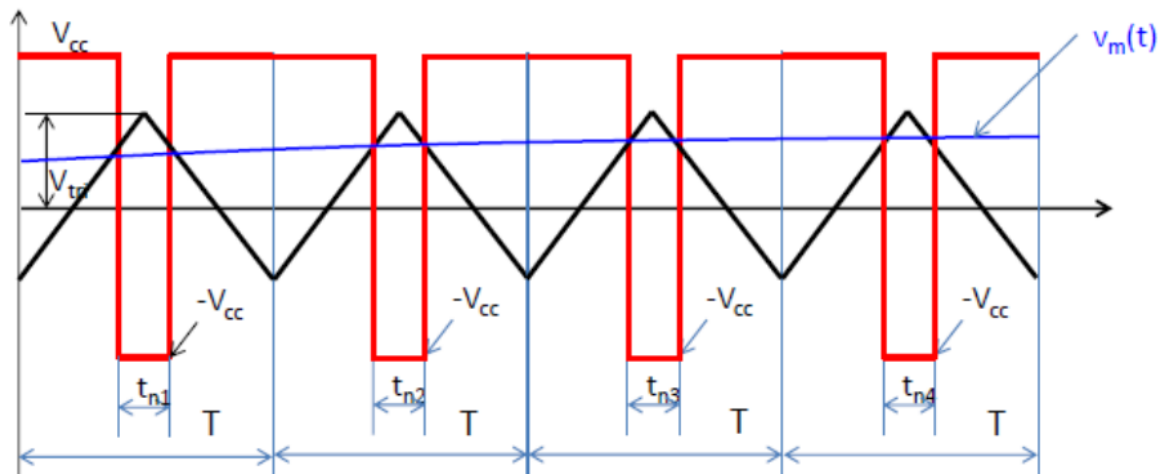


Figura 19: Modulación PWM. Tomado de Apuntes de electronica de potencia curso academico 201572016. Elaborado por Universidad Carlos III de Madrid

Tiempo de encendido fijo: Es la variación la frecuencia ante un tiempo de encendido del transistor constante.

Tiempo de apagado fijo: Tiempo de apagado del transistor que se mantiene constante con la consecuente necesidad de la variación de la frecuencia.

En modo de funcionamiento es otro aspecto fundamental en los convertidores de potencia, que es la que depende de la forma de onda de la intensidad que recorre la bobina de salida. Hay convertidores que cuentan con aislamientos y se determina en función de la corriente que circula por la inductancia magnetizante del transformador y estos se compone en dos:

- Modo de Conducción Continuo (MCC)
- Modo de
- Conducción Discontinuo (MCD)

Modo de Conducción Continuo (MCC): Es cuando la corriente por la bobina no llega a anularse, para ello, la bobina se diseña con suficiente inductancia para que de esa manera el rizado de la corriente disminuya. Este modo es relativamente lento en respuesta ante variaciones de la tensión de entrada o de la carga de salida

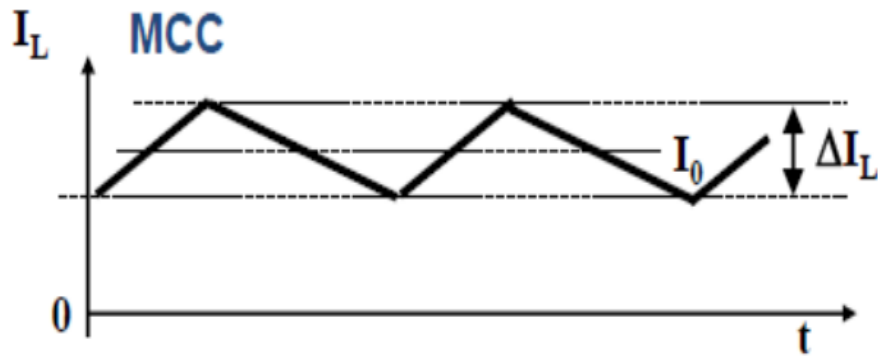


Figura 20. Modo de conducción continuo Tomado de Apuntes de electrónica de potencia curso academico 201572016. Elaborado por Universidad Carlos III de Madrid

Modo de Conducción Discontinuo (MCD): Es cuando la corriente se anula por la bobina en cada ciclo de conmutación durante el ciclo de OFF del transistor. Para este caso el rizado de la corriente presenta elevados picos y para esto las características de los semiconductores deben ser superiores.

Además, se sabe que es complicado conseguir un rizado de tensión reducido a la salida, a pesar de que en la salida se aumente la capacitancia del condensador, esto llega incluso a imposibilitar la reducción del rizado de tensión. Esto se debe a que el rizado de tensión está siendo generado por la resistencia en serie equivalente del condensador (ESR) al circular por ella dicho rizado de corriente.

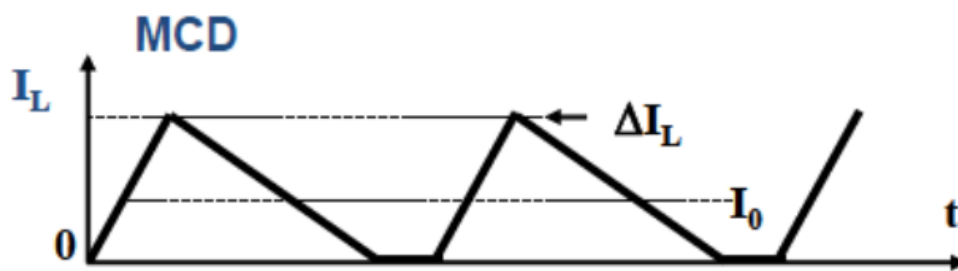


Figura 21: Modo de conducción discontinuo Tomado de Apuntes de electrónica de potencia curso academico 201572016. Elaborado por Universidad Carlos III de Madrid

Para esto el MCD presenta una respuesta ante la variación de las condiciones externas muy rápida.

Adicionalmente, la frontera entre el modo de conducción continuo y discontinuo ocurre cuando la corriente promedio (corriente media) de la bobina se iguala a la mitad del rizado de dicha corriente la cual toma la siguiente formula:

$$I_L = \frac{\Delta i}{2}$$

La Función de transferencia de transferencia del convertidor requiere de una atención total debido a que esta cambia radicalmente de un modo de funcionamiento a otro. El MCC es independiente de la frecuencia, en cambio en MDC si. Por lo tanto, es conveniente mantener los márgenes de seguridad al momento de diseñar estas fuentes para condiciones externas.

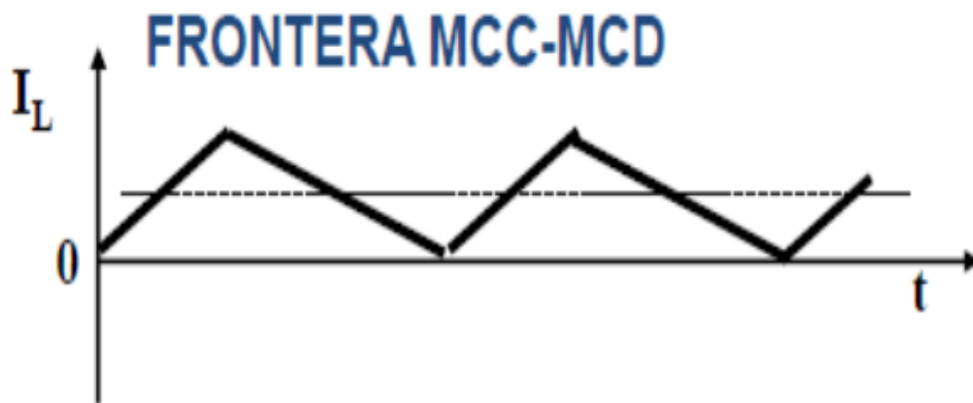


Figura 22: Frontera entre modo de conducción continuo y discontinuo Tomado de Apuntes de electrónica de potencia curso académico 2015/2016. Elaborado por Universidad Carlos III de Madrid

2.11 Topologías Básicas de un SPS

En esta parte, se describirá sobre las topologías más usadas y las más sencillas en las fuentes de alimentación conmutadas, así mismo como también la estructura del circuito, su función de transferencia en modo de conducción continuo y discontinuo, sin detallar.

Convertidores sin aislamiento: Son aquellos los que no usan un aislamiento entre la entrada y la salida siempre y cuando la potencia transmitida no sea muy elevada.

Su principal ventaja radica en su simplicidad, la elección de este tipo de topologías es por su alto rendimiento, reducido coste y mayor fiabilidad. Entre ellos están los siguientes:

- Convertidor reductor (Buck)
- Convertidor Elevador (Boost)
- Convertidor Reductor-Elevador (Buck-Boost).

Convertidores con aislamiento: Son aquellos los que, si usan un aislamiento entre la entrada y salida ya que presentan tensiones de entradas muy elevadas, y para en estos casos

donde las tensiones de entrada y salida son muy dispares se aconseja el uso de un transformador ya que esto permite hacer la conversión de tensiones con ciclos de trabajo cómodos. Las siguientes dos topologías son las más sencillas respecto a aquellas que incluyen un transformador.

- Convertidor Flyback
- Convertidor Forward

2.11.1 Las características y aplicaciones de los convertidores de conmutación física en S.P.S.

Existen muchas variedades de topologías, pero en teoría las S.P.S. (Switching Power Supply) fuentes de alimentación conmutadas, solo tiene pérdida de conducción y no tiene pérdida de conmutación ya que opera solo en el período de ENCENDIDO / APAGADO del interruptor (MOSFET).

Sin embargo, en la vida real, la inductancia de fuga y el efecto de capacitancia en los componentes conducen a la existencia de pérdidas de conmutación, lo que es un obstáculo para mejorar la eficiencia. A continuación, se presenta la siguiente tabla donde se observa las topologías básicas con sus respectivas características y aplicaciones.

Tabla 4. Aplicaciones de la Fuente de Alimentación Conmutada Parte 1.

Tipo	Topología	Características	Notas de selección
Sin aislamiento	Convertidor reductor (Buck)	1.Circuito de conducción complicado	1. Se utiliza para aplicaciones que requieren una buena regulación en varias salidas.
		2. Voltaje de salida inferior al voltaje de entrada	2. Se utiliza en la aplicación de reducir el voltaje de CC alto a un nivel de CC estable bajo
		3. Convertidor no aislado.	

Convertidor Elevador (Boost)	1. Circuito de conducción simple	1. Se utiliza en la aplicación de aumentar el voltaje de CC bajo a un nivel de CC alto
	2. Voltaje de salida superior al voltaje de entrada	2. De uso común para la aplicación de PFC
	3. Convertidor no aislado	
Convertidor Reductor-Elevador (Buck-Boost).	1. Circuito de conducción semicomplejo	
	2. El voltaje de salida puede ser mayor o menor que el voltaje de entrada	Se utiliza en aplicaciones sin aislamiento y que requieren voltaje de salida de polaridad invertida del voltaje de entrada.
	3. Convertidor no aislado	
	4. Polaridad del voltaje de salida opuesto al voltaje de entrada	

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemi.

Tabla 5. Aplicaciones de la Fuente de Alimentación Conmutada Parte 2.

Tipo	Topología	Características	Notas de selección
Con aislamiento	Convertidor Flyback	1. Topología simple	
		2. Transformador también utilizado como inductor de almacenamiento de energía que contribuye a un tamaño de transformador más grande	1. Menos componentes 2. Aplicación de alta potencia nominal solo adecuada para voltaje de salida alto con corriente de salida baja debido a la corriente de ondulación alta
		3. Corriente de ondulación de alta salida 4. Capaz de operar en modo continuo o discontinuo sin inductor de almacenamiento	3. Aplicación de voltaje de salida bajo comúnmente utilizado para potencias inferiores a 100 vatios
		5. Distribución equilibrada en aplicación paralela	

Convertidor Forward	6. La tensión nominal del interruptor debe ser 1,5 ~ 2 veces mayor que la tensión de entrada máxima	
	7. Circuito de conducción sencillo	
	1. Circuito de conducción simple 2. Topología complicada en comparación con el flyback	1. Más componentes. 2. Adecuado para aplicaciones de potencia nominal inferior a 500 W
	3. La tensión nominal del interruptor debe ser 1,5 ~ 2 veces mayor que la tensión de entrada máxima	3. Corriente de ondulación más baja, buena para voltaje de salida bajo y corriente de salida alta
	4. Aplicación de mayor potencia nominal	4. Disponible para la aplicación de MOSFET individuales o MOSFET dobles

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemi

2.12 Estudio del convertidor Flyback

2.12.1 Funcionamiento y formas de onda en un flyback elemental

Un convertidor Flyback cumple la función de convertir la tensión de entrada a un nivel de tensión de salida sea este positivo o negativo mayor o menor. La energía se transfiere a la salida cuando el transistor (FET) no está conduciendo.

Este un tipo de convertidor DC a DC, cuenta con un aislamiento galvánico en la entrada y en la salida. Muchas veces se suele cometer el error de confundir al transformador como un elemento de aislamiento, pero no es así, ya que el transformador no se usa para almacenar energía, mientras que el inductor del flyback sí, este sí almacena toda la energía en el núcleo galvánico.

Modo de Conducción Continuo (MCC): Es cuando la corriente por la bobina no llega a anularse, para ello, la bobina se diseña con suficiente inductancia para que de esa manera el rizado de la corriente disminuya. Este modo es relativamente lento en respuesta ante variaciones de la tensión de entrada o de la carga de salida

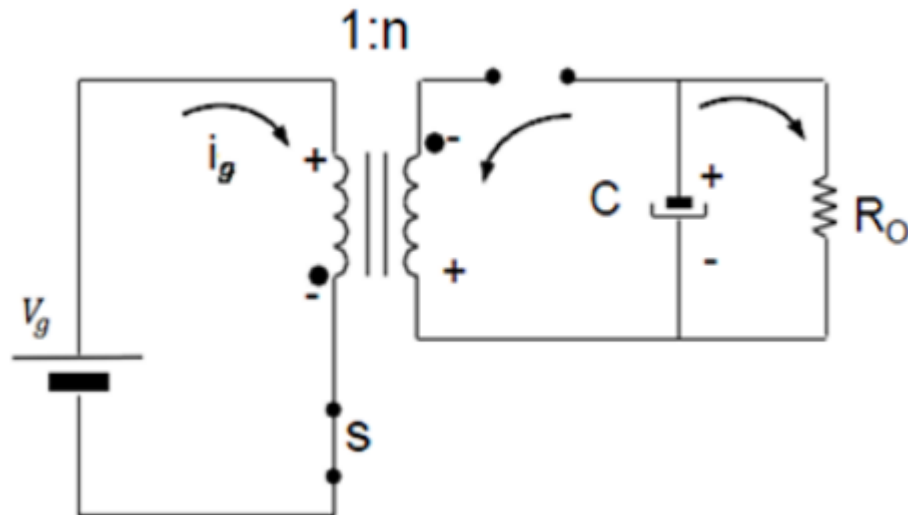


Figura 23: Funcionamiento durante T_{ON} . Flyback funcionamiento general. Tomado de Apuntes de electrónica de potencia curso académico 201572016. Elaborado por Universidad Carlos III de Madrid

En el instante en el cual el transistor se apaga (switch en OFF = T_{OFF}) se transfiere la energía almacenada al secundario del transformador, por lo que la corriente por la inductancia magnetizante disminuye. En estas condiciones el diodo conduce cargando el condensador de la salida y suministrando corriente a la carga.

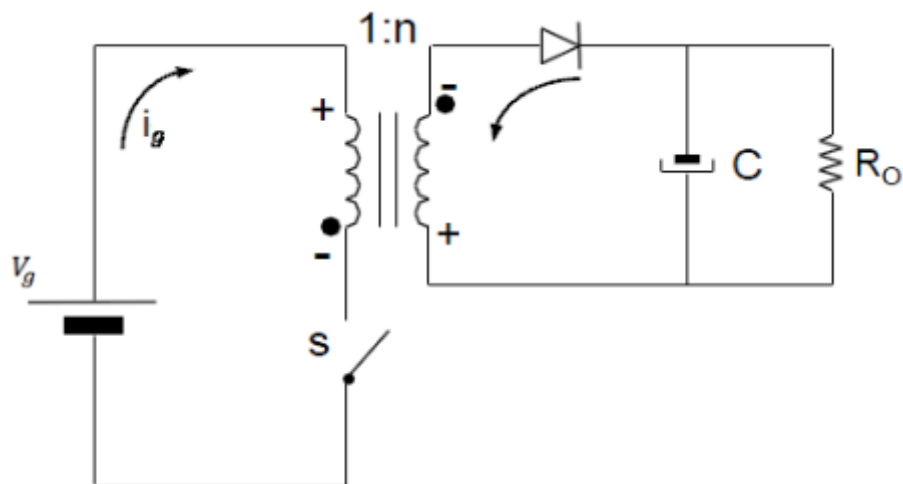


Figura 24: Funcionamiento durante T_{OFF} . Flyback funcionamiento general. Tomado de Apuntes de electrónica de potencia curso académico 201572016. Elaborado por Universidad Carlos III de Madrid

En la figura 24, se puede observar las señales de corriente y voltaje del convertidor Flyback, si el switch está en OFF durante un tiempo considerable, la corriente en el secundario llega a un punto en el que decae a un valor mínimo, mientras que la energía del campo magnético queda totalmente transferida al capacitor de salida y a la carga

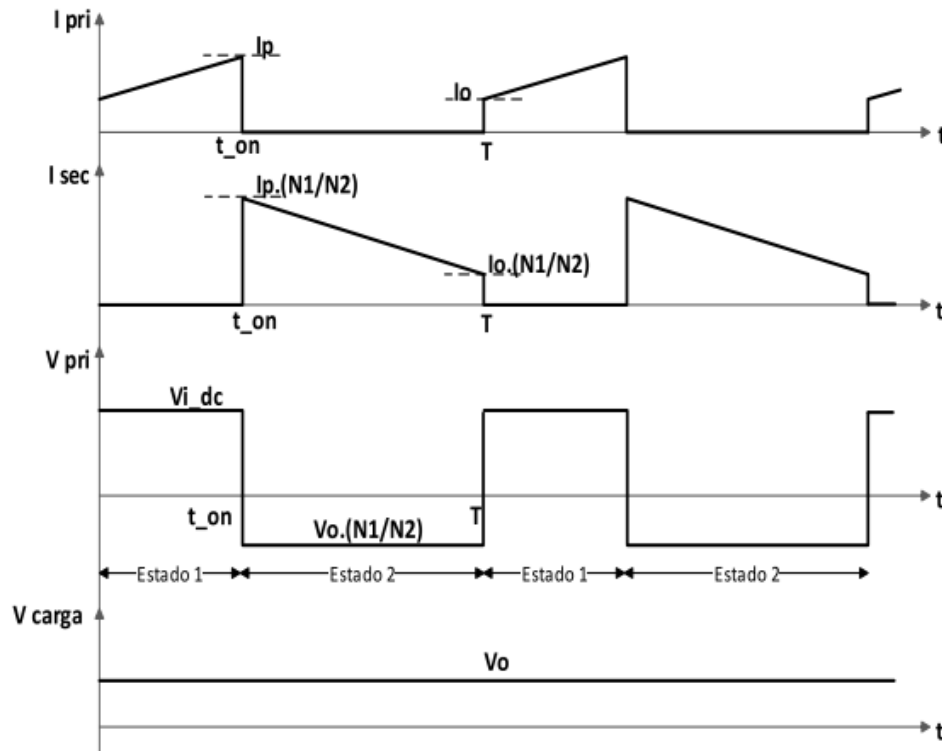


Figura 25: Señales de Corriente y Voltaje del Convertidor Flyback Tomado de Diseño de una Fuente de Alimentación de dos Etapa. Elaborado por: Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

2.13 Fundamentación Legal

En lo que concierne la fundamentación legal, el presente trabajo de investigación se basa en los siguientes puntos:

Como primer punto, donde se resalta que la educación superior en el territorio nacional ecuatoriano tiene como meta formar a sus estudiantes con una visión científica y humanista destacándose en el artículo 350 de la Constitución de La República de Ecuador. Términos de Calidad de formación profesional en área de conocimientos científicos y tecnológicos, específicamente en Título VII Régimen del Buen Vivir, capítulo Primero, Inclusión y Equidad, Sección Primera (Véase anexo 1).

Como segundo punto, se toma como interés donde se expresa que el sistema educativo se debe regir por los principios de autonomía responsable y calidad para la producción del pensamiento y conocimiento en el marco del dialogo de saberes y producción científica tecnológica global, artículo 12 del Capítulo 3 Principios del Sistema de Educación Superior de la Ley Orgánica Superior, (Véase anexo 2)

Y como tercer punto y, por último, como el trabajo de investigación promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, por lo tanto, se basa la política 5.6 del objetivo 5 que es de Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria; del Plan Nacional del Buen Vivir 2017-2021. (Véase anexo 3)

2.14 Definiciones Conceptuales

Laboratorio Educativo Portátil de ingeniería: Es la manera como se lo cataloga al dispositivo cual estará integrado por diversos módulos de medición electrónica para que sea manejado de manera cómoda e interactiva. El módulo de alimentación que plantea esta tesis también formara parte del laboratorio Educativo portátil (LEP)

Módulo de fuente de alimentación conmutada: Este módulo electrónico, es un dispositivo que tiene como elemento principal transistores o chips de conmutación con la finalidad de transformar la energía eléctrica a una energía requerida por los demás dispositivos comunes. Los elementos de conmutación están activos por lo general para altas frecuencias generalmente, en el rango de 20 a 100KHz

Capítulo III

Metodología y Propuesta

3.1 Metodología del proyecto

Bajo las bases teóricas referente al marco conceptual se plantea la siguiente propuesta:

El análisis y diseño de un módulo de fuente de alimentación de modo conmutado y que dicho modulo suministre de voltaje a todo el equipo del dispositivo LEP es decir a los demás módulos integrados (módulo osciloscopio, módulo capacimetro, módulo óhmetro, módulo generador de funciones).

Tal módulo de alimentación de modo conmutado tiene la ventaja de ser reparado e implementado ya que los materiales o elementos que lo componen son elementos electrónicos de bajo coste y asequibles dentro del territorio nacional.

Dicho módulo usará la topología más básica y común que es la topología del Flyback, por lo cual cumple con la característica que sea simple, sin embargo, sus salidas suministradas son valores propiciatorios para la meta requerida por un módulo entrenador de electrónica básica; +12V y -12V aplica para el desarrollo de las prácticas de electrónica y +5V para la alimentación del dispositivo LEP como tal.

Al implementar este módulo de alimentación con los valores de salidas mencionadas en el párrafo previo y que su característica principal sea bajo la base de la topología Flyback, dicho modulo hace que sea un instrumento de medición aprobado por lo mínimo para usuarios principiantes y amateurs ya que cubre los tópicos básicos del estudio de la electrónica para aprender en la carrera universitaria.

3.1.1 Factibilidad Técnica

Se analiza desde varios ángulos para el debido análisis y diseño de la fuente conmutada de alimentación, a continuación, los siguientes criterios:

1. Que el autor del proyecto o la persona que los vaya a implementar goce de conocimientos fundamentales de la electrónica básica y principalmente sepa el pensil, los tópicos que se ven la carrera de ingeniería en Teleinformática/Telemática de la UG
2. Que el módulo de alimentación sea de característica modo conmutado, no lineal, y a su vez provea de corriente para todo el dispositivo LEP y su integración para el desarrollo de prácticas también.

3. Con lo que requiere a la implementación, los materiales que lo componen sean de bajo costo y adquiridos en el territorio nacional.
4. Tomar todas las medidas del caso y usar las opciones convenientes para salvaguardar la integridad del autor del presente proyecto ya que se lo presenta en un temporal donde la pandemia global recién está bajando su intensidad. De todas maneras, se toma precaución en todos los aspectos de la situación.

3.1.2 *Factibilidad Legal*

Construir, analizar y diseñar un módulo de alimentación no es causa al sentido de plagio debido a que dicho modulo se basa a las topologías ya establecida y pre estudiadas para su debida construcción.

Una de las características de la que lo hace único son sus salidas de voltajes ya que son requeridas para el dispositivo del laboratorio Portátil Educativo (LEP) de la versión UG.

Tal presente trabajo de investigación está caracterizado bajo el respeto a la propiedad intelectual y el afán de contribuir para el proyecto del FCI y esto a su vez gane realce y utilidad para los estudiantes de la carrera universitaria para el desarrollo de sus prácticas básicas de electrónica.

3.1.3 *Factibilidad Operacional*

Con lo que concierne a la factibilidad operacional, el módulo de alimentación ya que al cumplir el rol de alimentar a todo el dispositivo LEP y proveer de voltaje al desarrollo de prácticas de electrónica, esto hace que cumpla el punto operacional requerido garantizando el buen manejo del dispositivo LEP versión UG

El éxito de este proyecto de investigación se basa en varios puntos tales como son: la documentación del análisis y diseño de la fuente de alimentación de modo de conmutación y demostración del funcionamiento a través de un prototipo de un diseño experimental de dicha fuente. Todos estos puntos se apegaron de acuerdo a la gestión del departamento de titulación vigente de la carrera de ingeniería en Teleinformática/Telemática UG (Ver anexo)

3.2 Población y Muestras

Como es de conocimiento público, las clases universitarias en la UG están por modalidad online desde el ciclo pasado hasta en este momento actual(2020-2021CII), todo esto debido a la precaución del contagio del Covid-19, por lo tanto, la población y muestra a estudiar son todos aquellos estudiantes que se encuentran desde quinto hasta noveno semestre de la

carrera de Telemática/Teleinformática UG y todos aquellos estudiantes están por modalidad online. A continuación, se presenta la siguiente tabla de la población total de interés para el proyecto.

Tabla 6 Estudiantes que pertenecen en la carrera de Ingeniería en Teleinformática.

Modalidad	Nivel	Cantidad de estudiantes	% conforma la población
Online	5to	49	22%
	6to	36	16%
	7mo	45	20%
	8vo	50	23%
	9no	40	19%
Población total		220	100%

Información tomada de la página SIUG- planificación de la carrera de Ingeniería en teleinformática de la UG. Elaborado por Investigación Directa.

Para el presente trabajo de investigación hace el uso siguiente fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra, conocida como la formula del sistema de aleatorio simple.

$$n = \frac{N * Z^2(p) * (q)}{e^2(N - 1) + (Z^2pq)}$$

A continuación, las descripciones de las variables son:

- n: la muestra deseada
- N: el Tamaño de la población
- Z: porcentaje de confianza
- P: la variable positiva
- q: variable negativa
- e: porcentaje de error

Para el presente proyecto se considera realizar una encuesta en línea con un cálculo del 8% error de estimación, 150% en las variables positiva y negativa y 98% para el nivel de confianza equivalente al 2,33, como se observa en la tabla siguiente.

Tabla 7 Cálculo de la muestra de la población de estudiantes

Datos	Resolución
$N = 220$	$n = \frac{Z^2(p)(q)}{e^2(N - 1) + (Z^2pq)}$
$e = 8\%$	
$Z = 2,33$	n
$p = 0.5$	$= \frac{(220)(2,33)^2(0.5)(0.5)}{(0.08)^2(220 - 1) + ((2.33)^2(0.5)(0.5))}$
--	$n = 109 \text{ encuestados}$

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemi

3.3 Instrumento de colección de datos

Se refiere a la actividad y herramientas para la recopilación de información dentro del presente proyecto, que es la encuesta en este caso encuesta de manera online. Esta encuesta online será enviada por correo a los docentes que imparte materias relacionadas con la electrónica, luego de aquello se procederá con el análisis del procesamiento de datos.

El tipo de encuesta que se va a usar en el presente proyecto de investigación es:

Tabla 8 Tipo de Encuesta, y modalidad.

Técnica	Tipos de preguntas	Modalidad
Encuesta	Preguntas cerradas: Dicotómicas y de valoración	Online

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por investigación directa

3.4 Encuesta

“Una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población, del que se pretende explorar, describir, predecir una serie de características” (García , 1993).

Para la realización de la encuesta en el presente proyecto se procede a la creación de un enlace en Google Forms, en ella contendrá preguntas los siguientes tipos tales como la valoración (escala de Likert), y selecciones múltiples.

El propósito de la encuesta es analizar la perspectiva de los estudiantes que ven las materias relacionada a la electrónica (5to a 9no), ya que ellos están o ya conocen la electrónica básica como tal y pueden recomendar a otros a través de su experiencia en sus propios aprendizajes. Si se desea observar las preguntas se encuentra en el anexo de la presente documentación.

3.5 Análisis estadísticos de los resultados de la encuesta.

Se aplica los siguientes puntos para el análisis estadístico:

1.- Se dividió el valor de la muestra para cada uno de los niveles/semestre para saber la Cantidad de alumnos a encuestar, dando un 20% por cada nivel. A continuación, la siguiente tabla presenta los resultados.

Tabla 9 Cantidad de alumnos encuestados por niveles en CII2020-2021

Semestre	Muestra	% conforma la población
5to	20	20%
6to	20	20%
7mo	20	20%
8vo	20	20%
9no	29	20%
Total	109	100%

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemi

Cantidad de estudiantes a encuestar por semestre

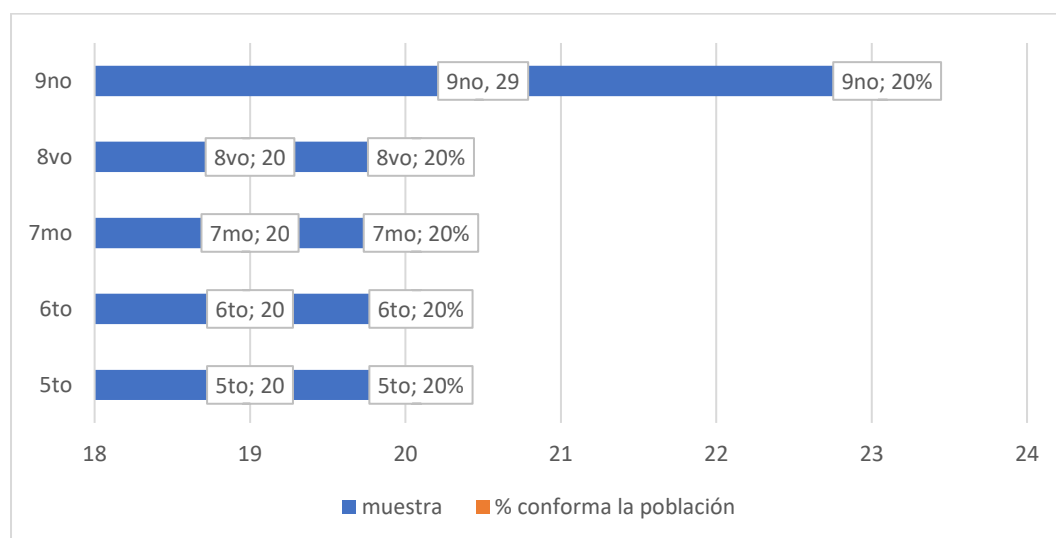


Figura 26: Cantidad de estudiantes encuestados por semestre. Información obtenida de las aulas de la carrera IT. Elaborado por Mendoza González Noemi

2.- De las preguntas 1 y 5 de la encuesta se pretende conocer la intención de los estudiantes hacia alguna fuente de alimentación en un módulo entrenador de electrónica, adicionalmente su elección del tipo de fuente para dicho modulo entrenador.

Tabla 10. Respuestas de alumnos encuestados en preguntas 1.

ITEMS	PREGUNTA 1	PREGUNTA 1 (%)
Si	105	95.4%
No	5	4.6%
Total	109	100%

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemi

Ha usado una fuente de alimentación en un entrenador electrónico como el NI ELVIS.

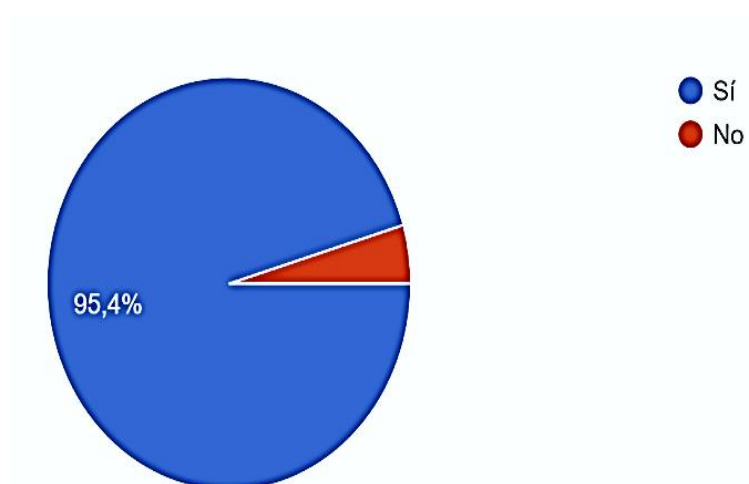


Figura 27: Ha usado una fuente de alimentación integrada a un equipo electrónico. Información obtenida de las aulas de la carrera IT. Elaborado por Mendoza González Noemi

Tabla 11. Respuestas de alumnos encuestados en preguntas 5.

ITEMS	PREGUNTA 5	PREGUNTA 5 (%)
Si	61	56%
No	16	14.7%
Desconozco	36	29.4%
Total	109	100%

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemi

¿Cree necesario que la fuente debería ser conmutada?

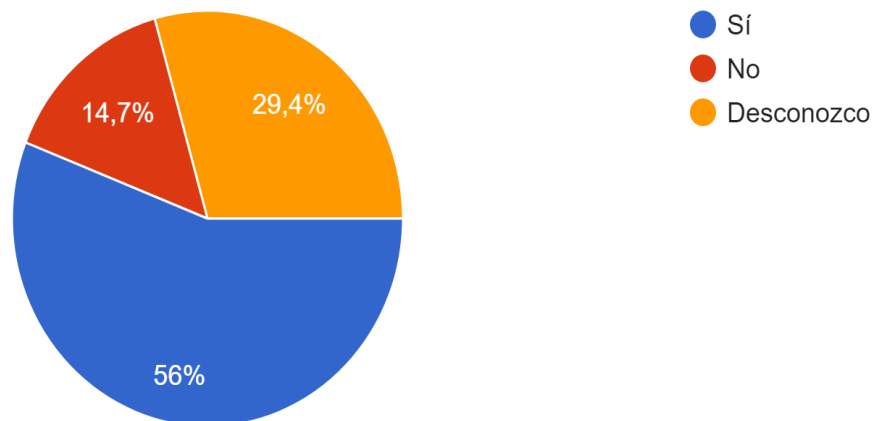


Figura 28: considera necesario que la fuente a utilizar sea conmutada. Información obtenida de las aulas de la carrera IT. Elaborado por Mendoza González Noemi

Los resultados de las preguntas 1 y 5 se puede observar en las figuras 27 y 28, se puede analizar que los estudiantes de la carrera tienen conocimiento de lo que es un módulo entrenador y si han hecho practica en aquellos, conocen sus componentes y en específico con el módulo alimentador de voltaje, y los que conocen un poco más de electrónica sugieren que la fuente de alimentación debe ser de modo conmutado.

Específicamente más del 50% saben de electrónica básica, pero que considerar que una cuarta parte desconoce del tema, eso quiere decir que un 75% de los estudiantes de la carrera de ingeniería en Teleinformática que ven electrónica pueden dar su criterio a la hora de implementar un proyecto electrónico.

Puntos importantes que resaltar también es que a pesar de que en la carrera cuenta con pocos laboratorios y pocos dispositivos entrenadores, todos han realizado por lo menos una vez, las prácticas de electrónica en la universidad. Pero esto no es aún suficiente para llenar las expectativas de la excelencia a la educación.

3.- De las preguntas 2 y 3 de la encuesta se pretende obtener información sobre el interés que tienen que haya un módulo alimentador en los dispositivos entrenadores y su expectativa sobre ello para la realización de sus talleres de electrónica básica.

Tabla 12. Respuestas de alumnos encuestados pregunta 2.

ITEMS	PREGUNTA 2	PREGUNTA 2 (%)
Totalmente De Acuerdo	60	55%
Desacuerdo	24	22%
Tal Vez	12	11%
Desacuerdo	13	11,9%
Totalmente En Desacuerdo	0	0%
Total	109	100%

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemi

Considera necesario tener una fuente de alimentación integrada a un laboratorio portátil.

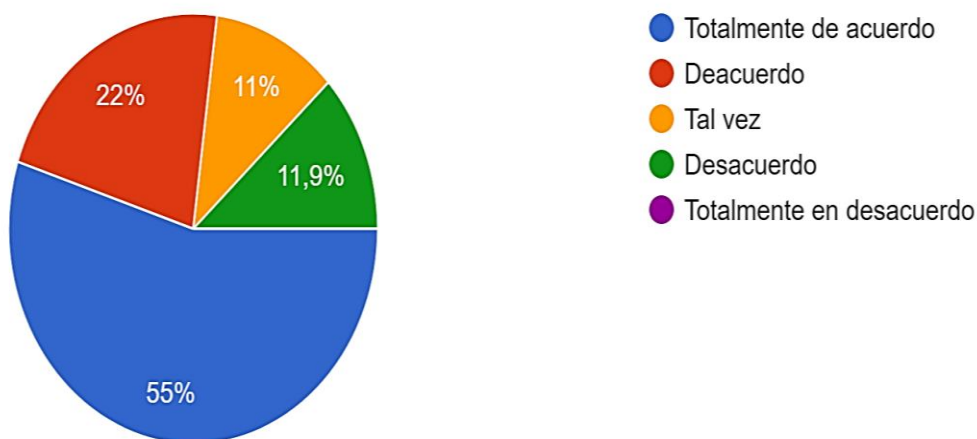


Figura 29: Considera necesario tener una fuente de alimentación integrada a un laboratorio portátil. Información obtenida de las aulas de la carrera IT. Elaborado por Mendoza González Noemi

Tabla 13. Respuestas de alumnos encuestados pregunta 3.

ITEMS	PREGUNTA 3	PREGUNTA 3 (%)
Totalmente De Acuerdo	56	51.4%
Desacuerdo	20	18.3%
Tal Vez	11	10.1%
Desacuerdo	22	20.2%
Totalmente En Desacuerdo	0	0%
Total	109	100%

Información tomada del trabajo de investigación. Elaborado por Mendoza González Noemi.

Cree Ud. que al tener una fuente que esté integrada a un laboratorio portátil facilitaría el aprendizaje en los laboratorios.

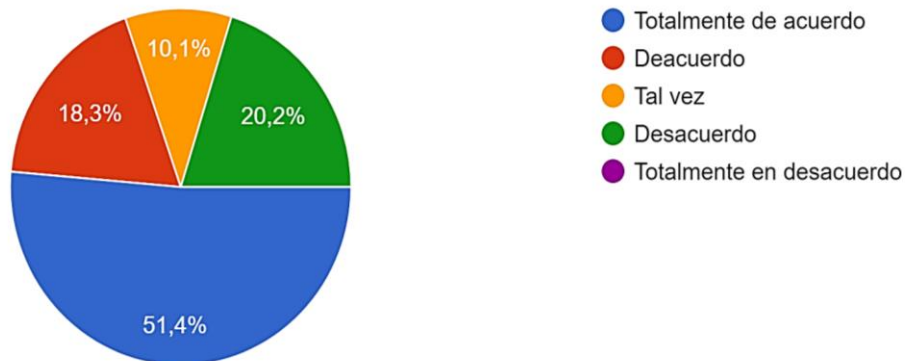


Figura 30: Cree Ud. que al tener una fuente que esté integrada a un laboratorio portátil facilitaría el aprendizaje en los laboratorios. Información obtenida de las aulas de la carrera IT. Elaborado por Mendoza González Noemi

Los resultados de la encuesta están representados en las figuras 29 y 30, donde se observa que los estudiantes encuestados en su mayoría respondieron que están totalmente de acuerdo y de acuerdo que necesitan un módulo fuente de alimentación de voltaje, en sus prácticas de electrónica si sumamos estos dos resultados se puede observar que un 70% ven que tener una fuente alimentador como instrumentación en dispositivo entrenador de electrónica es fundamental para el éxito de las clases prácticas de electrónica. Aunque también hay una

pequeña población que está acostumbrada a tener los instrumentos de medición electrónica por separado.

3.6 Recursos de construcción

Se detalla a continuación la lista de componentes electrónicos que se utilizarán en el esquemático del circuito de la fuente de alimentación conmutada. Cabe destacar que en este caso la fuente solo tomara lo que es el hardware, no tiene nada que ver con alguna implementación de software.

Tabla 24. Lista de materiales para construir el diseño experimental

Clases	Ítems	Cantidad	Lugar de procedencia
Componentes Electrónicos	Diodos de 1N4007	4	Tiendas De Electrónicas Ecuatorianas
	Capacitores electrolíticos de 10uF a 400V	2	
	inductor 1mH	2	
	DM 311	1	
	Resistencia de 120K Ω	2	
	capacitor de 10uF a 50V	1	
	Resistencia de 27k Ω	1	
	Capacitor de 100nF	2	
	Resistencia de 1k Ω	1	
	Resistencias de 100 Ω 1W	1	
	Optoacoplador EL817	1	
	Resistencia de 330 Ω	1	
	Diodo sr260	1	
	Diodo FR107	1	
	Capacitores de 47uF a 25V	2	
	Resistencia de 470 Ω 1W	1	
	Resistencia de 10 Ω	1	
	Resistencia de 10k Ω	2	

Resistencia de 510 Ω	1
1 Diodo TL431	1
1 fusil 1A	1

Fuente: Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en telecomunicaciones de la UG. Elaborado por Investigación Directa.

3.7 Procedimiento

3.7.1 Diagrama de bloques

Para el planteamiento del diagrama de bloques de la presente tesis, se basó en la simplicidad por motivos del tiempo reducido del estudio y la documentación del diseño experimental, por lo tanto, opta como base principal la topología más sencilla y común de un convertidor en las fuentes de alimentación conmutada.

Así como lo plantea la figura 4, fuente de alimentación conmutada (S.P.S.), donde se observa un diagrama de bloques de manera general de una fuente conmutada por topología Flyback, pues toma como referencia y se plantea el siguiente análisis para sacar una fuente con las siguientes características:

Tabla 15. Características Generales de la fuente de alimentación conmutada LEP

Características	Valor
Tensión de entrada	110 VAC o 220VAC
Tensión de salida	12 VDC, -12VDC y 5 VDC
Rizado máximo de tensión de salida	3%
Ciclo de trabajo máximo	50%
Potencia de salida máxima	U

Fuente: Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en telecomunicaciones de la UG. Elaborado por Investigación Directa.

Dadas las siguientes características nace el diagrama de bloques a analizar en el presente trabajo de investigación:

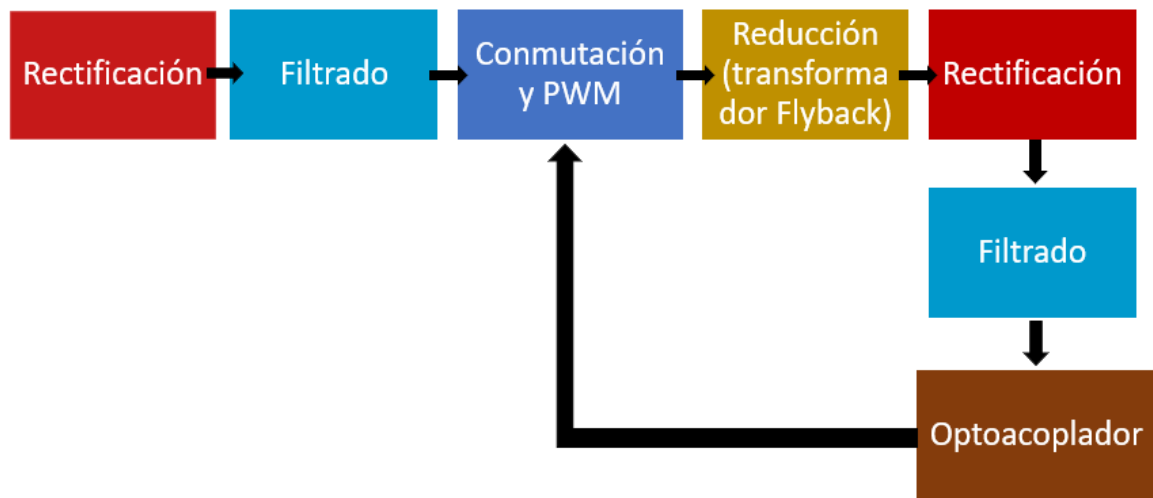


Figura 31: Diagrama de bloques de la fuente de alimentación propuesta en FCI. Elaborado por Investigación Directa.

Como se mencionó previamente a cerca de la topología a usar, dicha topología forma parte de la circuitería mayor, y por medio de ella se presenta las condiciones externas de los requisitos de convertidor que son la potencia de salidas, la tensión de entrada, y el rizado.

Se escoge el valor de la frecuencia de conmutación, valor de 67 KHz y el ciclo de trabajo máximo (50%) viene dado por la ferrita del transformador, esto se debe a que si se da mayores ciclos de trabajo el transformador se satura.

3.8 Esquema del módulo Fuente de alimentación del LEP

Se sabe que el módulo de alimentación LEP será una fuente de modo conmutada que alimentará como tal a todo el dispositivo LEP y también dará salidas de voltajes para la realización de prácticas de electrónicas.

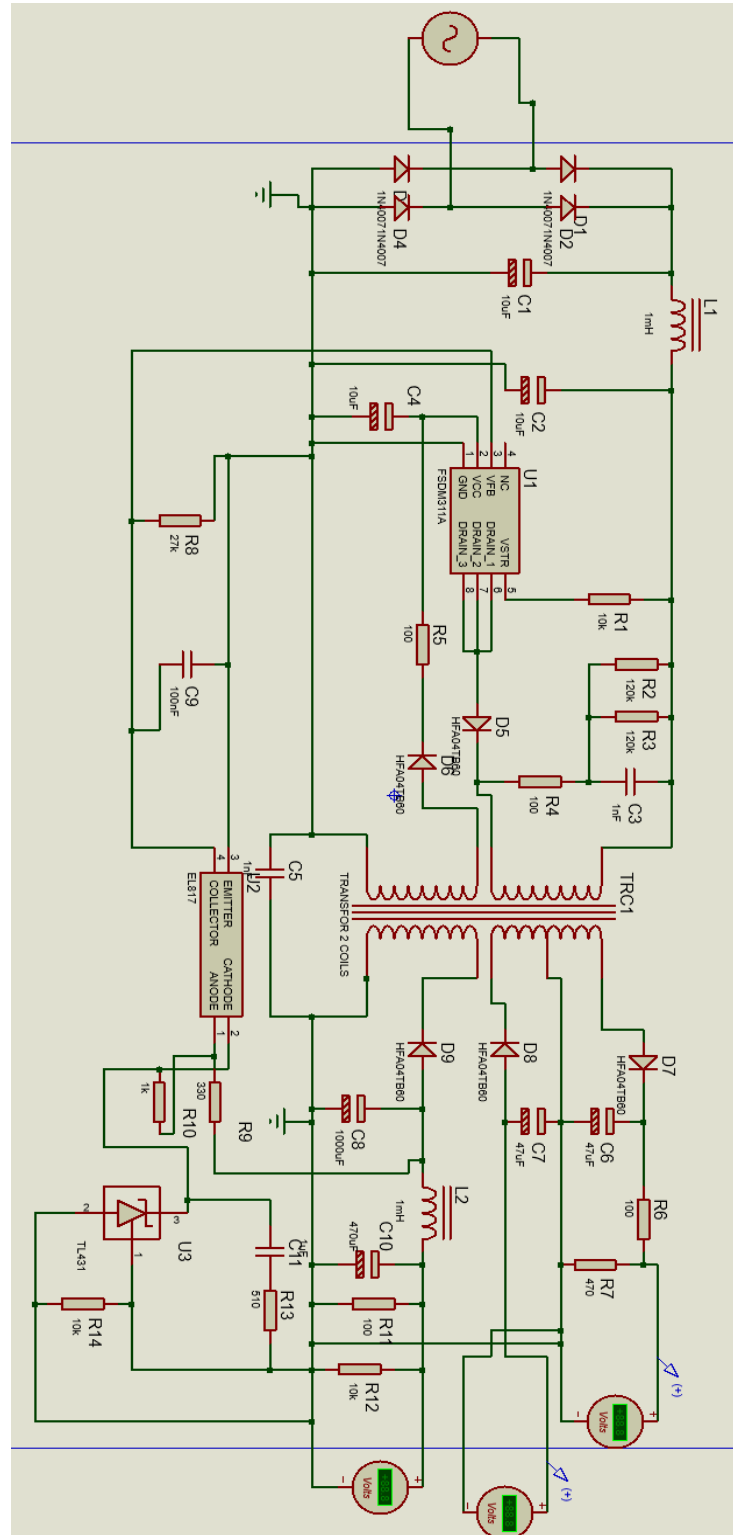


Figura 32: Esquemático del módulo de alimentación del LEP. Tomado de Proyectos FCI. Elaborado por Investigación Directa

Se observa en la figura 32 el esquemático, donde se observa que el circuito usa componentes básicos de electrónica (diodos, resistencias, capacitores) un microchip, tal microchip es el que actuara como switch de conmutación, un transformador de conmutación y un acoplador cuya función es de hacer actuar al PWM establecido que será el 50% del ciclo de trabajo.

3.9 Diseño y construcción

3.9.1 Cálculos teóricos

Básicamente se requiere de una fuente que abastezca de energía al LEP y suministre también a las prácticas de electrónica. Se lo organiza de la siguiente manera

Tabla 16. Características de la salida de voltaje de la fuente conmutada LEP

Salida	Voltaje	Corriente	Potencia (W)	Utilidad
1	5VDC	1 amperios	5Watt	VoltajeLEP
2	+12 VDC	100Ma	1.2Watt	Practicas electrónica
3	-12VDC	100mA	1.2Watt	Practicas electrónica

Fuente: Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en teleinformática de la UG. Elaborado por Investigación Directa

Por lo general, la fuente de alimentación se ejecuta en sus dos modos de funcionamiento, tal como lo menciona en este trabajo de investigación en la sección 2.10 principio de funcionamiento, es decir que la fuente puede ir de un modo a otro (MCC y MCD) dependiendo de la carga. Si la carga es pequeña usualmente va en MCD (Modo de corriente discontinuo) y si la carga es alta, alta corriente ira por MCC (Modo de corriente continua).

Por lo tanto, se conviene que la fuente se diseñe garantizando una carga mínima para que se utilice una intensidad nominal y pueda permanecer en MCC. Como esta fuente en particular tendrá tres salidas pues para carga máxima la corriente de salida, se toma el valor de la salida de corriente más alta para calcular la carga máxima la corriente de salida que pueda suministrar, la carga mínima, el valor mínimo del rizado y el valor la inductancia para que el rizado de la corriente se apacigüe.

$$I_o = \frac{P_{max}}{V_o} = \frac{5}{5} = 1A$$

Y para una carga mínima garantizada del 10% en la salida 1 desciende a:

$$I_o = \frac{P_{max}}{V_o} = \frac{0.50}{5} = 0.1A$$

Basándose en la fórmula de frontera entre MCC y MCD descrita en la sección 7.1.1.6 Principio, en el peor de los casos para esto es necesario garantizar un rizado menor que:

$$I_L = \frac{\Delta i}{2}$$

$$2I_L = \Delta i$$

$$\Delta i = 2I_L$$

$$\Delta i = 2(0.5A) = 1A$$

Ahora estudiando el comportamiento de la conducción del chip (tensión constante) a través del tiempo, se toma la siguiente ecuación para saber las condiciones extremas de tensión y rizado de corriente mínima:

$$L = V_L \frac{\Delta t}{\Delta i} = 5 * \frac{5 * 10^{-6}}{1A} = 250uH$$

Obteniendo este valor de 250uH, se puede observar que no existe en el mercado aquel valor tan específico, sin embargo más cercano es el valor de 250uH cuyo valor si se lo puede conseguir en cualquier tienda de electrónica.

Ahora que se sabe el valor de la inductancia, se procede a recalcular el valor del rizado el rizado de corriente y la corriente máxima que circula por la misma:

$$\Delta i = V_L \frac{\Delta t}{L}$$

$$5 * \frac{5 * 10^{-6}}{220 * 10^{-6}} = 0.1136A$$

$$I_{Lpk} = I_L + \frac{\Delta i}{2}$$

$$1A + \frac{1A}{2} = 1.5A$$

3.9.2 Diseño de la Etapa AC-DC del Convertidor Flyback

Para el presente diseño se toma en consideración que el voltaje de entrada será desde la red pública es decir de 110VAc a 60Hz, la frecuencia de conmutación es 65kHz de acuerdo al funcionamiento del controlador, para obtener una salida de 200 watts a 200 voltios con una eficiencia deseada del 90%, a continuación, la siguiente tabla:

Tabla 37. Características del diseño de la Etapa AC-DC de la fuente

Nombre	Valor
Frecuencia de conmutación	67.7khz
Vi (voltaje de entrada)	110 Vac
Frecuencia de Línea	60Hz
Vo (voltaje de Salida)	200 VDC
Potencia de Salida	200W

Fuente: Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en telecomunicaciones de la UG. Elaborado por Investigación Directa

3.9.3 Puente Rectificador

Se toma el valor de 0.95V para una caída de tensión directa a través de los diodos, entonces la pérdida de potencia se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$P_{Bridge} = 2 * V_{Bridge} * I_{in:AVG}$$

$$P_{Bridge} = 2 * 0.95 * 2 = 4W$$

3.9.4 Capacitor de entrada

Se requiere que la corriente del rizado en el inductor sea de 10% y con su voltaje de alta frecuencia con un factor de rizado de 5%, entonces el valor del capacitor de entrada será:

$$I_{ripple} = \Delta_{ripple} * I_{INpeak} *$$

$$I_{ripple} = 0.1 * 5 = 0.5A$$

$$V_{INRectf} = \sqrt{2} * V_{IN} = \sqrt{2} * 110Vac = 155.56Vac$$

$$\Delta V_{ripple} = 0.05$$

$$V_{INRectf(MAXI)} = \Delta V_{ripple} * V_{INRectf(MIN)}$$

$$V_{INRectf(MAXI)} = 0.05 * 155.56Vac = 7.778$$

$$C_{in} = \frac{I_{ripple}}{8 * f_{sw} * V_{INRectf(MAXI)}}$$

$$C_{in} = \frac{0.5A}{8 * 67.7kHz * V_{INRectf(MAXI)}} = 11.8\mu F$$

Entonces el valor del condensador de entrada es:

Como se puede observar el valor calculado del capacitor de entrada, dicho valor no se encuentra en el mercado por lo tanto se usará el valor más aproximado que es de 10uF que soporte un voltaje de entrada de 300V

En el presente trabajo de investigación, se puede tener una mejor claridad observando en el diagrama del circuito de la fuente conmutada en la figura 32, sección 3.8 Esquemático del módulo de alimentación

3.9.5 Diseño de la Etapa DC – DC del convertidor Flyback

El convertidor estará en modo de operación continuo que aceptará dichas características tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 18. Características del diseño de la Etapa AC-DC de la fuente Flyback

Características	Valor
Frecuencia de Conmutación	67.7Khz
Vi Nominal	200 VDC
Vi Máximo	300 VDC
Vi Mínimo	155.8 VDC
Vo Salida	+12VDC, -12VDC, 5VDC
Corriente Máxima de Salida	1 ^a
Po de Salida	7.2W
Rizado de Voltaje Vo	2%
Rizado de Corriente	5%

Fuente: Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en teleinformática de la UG. Elaborado por Investigación Directa

Se considera aquellos valores de voltaje de entrada debido a que la fuente conmutada estara apta para ser conectada a la red publica desde 100Vac a 60Hz y 220Vac a 50Hz.

Tambien se lo puede observar en la figura 18, esquemático del módulo de alimentación.

3.9.6 Diodo de salida del convertidor Flyback

Aquel diodo debe soportar el presente valor a calcular de voltaje y potencia.

$$V_{dmax} = (V_{imax} / N) + V_o$$

$$\frac{V_{imax}}{N} = \frac{300V}{200N} = 1.5 \frac{V}{N}$$

Con un voltaje máximo de 300VDC entonces en la salida de 12 Voltios positivos y negativos, el voltaje máximo en el diodo será 48V

$$V_{dmax} = 1.5 \frac{V}{N} * 24N + 12 = 48 V$$

Y en la salida de 5 voltios, el voltaje máximo del diodo será de 35V

$$V_{dmax} = 1.5 \frac{V}{N} * 10N + 5V = 20 V$$

3.9.7 Capacitor de Salida y Voltaje de rizado

Existe por naturaleza ciertos criterios para que se obtenga el voltaje rizado en la salida de la fuente conmutada:

$$I = C \frac{dV}{dt}$$

$$dV = 2\%$$

$$V_{rp} = V_0 * dV$$

$$V_{rp} = 0.48V$$

Entonces para calcular el capacitor de salida se considera la siguiente formula, donde T es igual al periodo, TON_{max} es el tiempo del ciclo de trabajo máximo, y IS_{peak} es la corriente pico del secundario.

$$C_o = IS_{peak} \frac{T - TON_{max}}{V_{rp}}$$

$$C_o = 770.33\mu F$$

3.10 Prueba de funcionalidad

Cabe mencionar que el presente trabajo de investigación, se lo está realizando en un temporal de pandemia, donde salvaguardar la salud es prioritaria y para realizar las mediciones de los resultados de la fuente los laboratorios están inaccesibles, sin embargo, se demostrara la documentación del estudio y la funcionalidad de una fuente

Como primer paso la energía viene de la red eléctrica pública (110V), luego se rectifica y se filtra por los capacitores de entrada (10uF 400V) para que se obtenga un voltaje DC con un rizo aceptable para poderla tratar.

La energía no va directamente del bobinado primario al secundario, sino que el voltaje DC un poco filtrado y rizado es almacenada como campo magnético en el núcleo del transformador.

Como segundo paso la energía sale del bobinado secundario a los capacitores de salida a través de los diodos.

El chip DM311 estará trabajando como transistor switch allí, que básicamente switchea la salida, el presente transformador de la fuente tiene bobina primaria, bobina secundaria, y

bobina de entrada y salidas auxiliares.

Cuando el transistor está en ON la energía se eleva y se almacena en el núcleo del transformador, cuando el transistor está en OFF las polaridades del transformador se intercambia.



Figura 33: parte externa de fuente de alimentación conmutada con sus respectivos voltajes de salida. Tomado de Proyectos FCI. Elaborado por Noemi Mendoza Gonzalez

En la figura 32 podemos observar la parte externa de la fuente conmutada realizada, la cual cuenta con 3 salida 5v, 12v y -12v, su función es entregar el voltaje ya expuesto anteriormente, esta prueba se puede verificar por medio de una pantalla led, también por medio de las bornas las cuales nos permiten medir voltaje a través de un multímetro.

En la figura 32. El circuito está compuesto de varias fases de una fuente de alimentación que se describen brevemente en el capítulo II que en este caso se optó por realizar una fuente conmutada ya que son de menor tamaño y a su vez dan más potencia que una fuente convencional o lineal, esta es una ventaja, ya que al momento de integrarla al laboratorio educativo portátil (LEP) no va a ocupar mucho espacio ya que eso era uno de los puntos clave para realizar una fuente, que esta sea de tamaño y peso pequeño, a diferencia de fuente lineal entre más potencia se requiera más grande debe ser el transformador.

Prueba 1



Figura 34: prueba de funcionalidad de la salida de voltaje de +5v. Toma do de Proyectos FCI. Elaborado por Noemi Mendoza Gonzalez

La entrada es senoidal, pasa por un elemento de protección y un rectificador de onda completa conformada por un puente de diodos, lo que provoca que la onda senoidal de la entrada se convierta en una onda completa, luego se tiene un filtro resonante o también conocido como oscilador de copitas que tiene como función dejar pasar solo la frecuencia deseada de oscilación. Una vez filtrada y rectificada la onda de entrada se tiene el devanado principal del transformador, que es un transformador de pulso que trabaja a altas frecuencias lo que permite tener mayor corriente de salida con menores pérdidas y con un menor tamaño de los transformadores convencionales.

En la etapa de switcheo, modulación y oscilación está contemplado en el circuito integrado que está compuesto de un oscilador de la parte moduladora y un transistor mosfet, la funcionalidad de este circuito integrado es que el devanado principal del transformador induzca una diferencia potencial en el segundo devanado. En este devanado se filtra la señal obteniendo el valor de 5v

Prueba 2

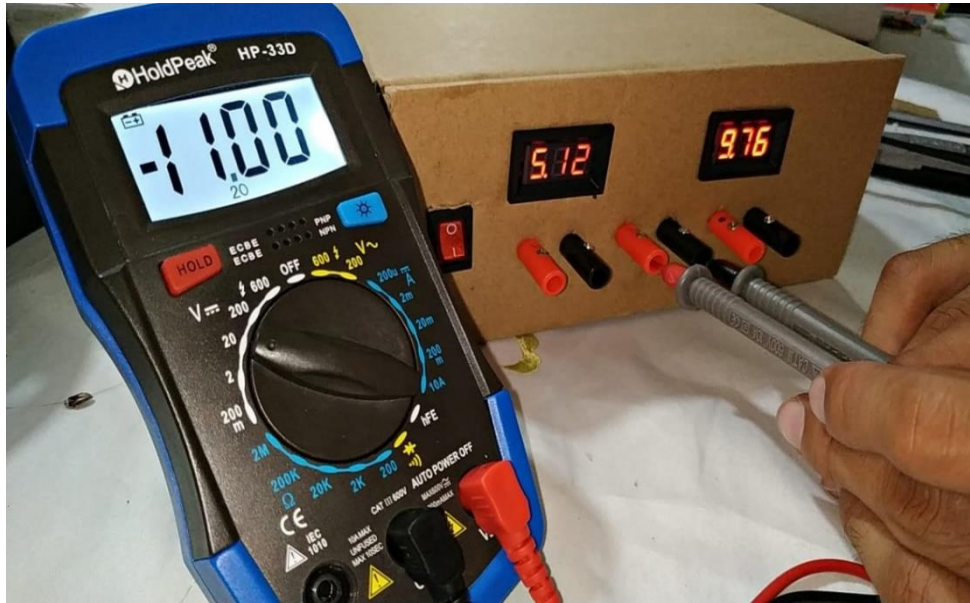


Figura 35: prueba de funcionalidad de la salida de voltaje de -12v. Toma do de Proyectos FCI. Elaborado por Noemi Mendoza Gonzalez

La entrada es senoidal, pasa por un elemento de protección y un rectificador de onda completa conformada por un puente de diodos, lo que provoca que la onda senoidal de la entrada se convierta en una onda completa, luego se tiene un filtro resonante o también conocido como oscilador de copitas que tiene como función dejar pasar solo la frecuencia deseada de oscilación. Una vez filtrada y rectificada la onda de entrada se tiene el devanado principal del transformador, que es un transformador de pulso que trabaja a altas frecuencias lo que permite tener mayor corriente de salida con menores perdidas y con un menor tamaño de los transformadores convencionales.

En la etapa de switcheo, modulación y oscilación está contemplado en el circuito integrado que está compuesto de un oscilador de la parte moduladora y un transistor mosfet, la funcionalidad de este circuito integrado es que el devanado principal del transformador induzca una diferencia potencial en el segundo devanado. En este devanado se filtra la señal obteniendo el valor de -12v

Prueba 3

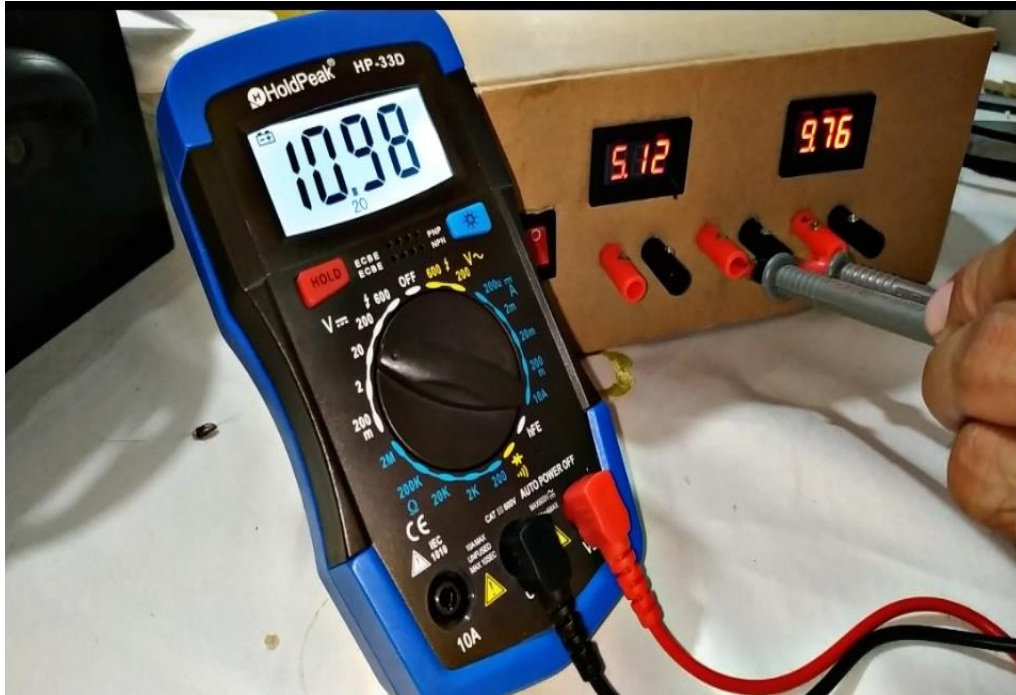


Figura 36: prueba de funcionalidad de la salida de voltaje de +12v. Toma do de Proyectos FCI. Elaborado por Noemi Mendoza Gonzalez

La entrada es senoidal, pasa por un elemento de protección y un rectificador de onda completa conformada por un puente de diodos, lo que provoca que la onda senoidal de la entrada se convierta en una onda completa, luego se tiene un filtro resonante o también conocido como oscilador de copitas que tiene como función dejar pasar solo la frecuencia deseada de oscilación. Una vez filtrada y rectificada la onda de entrada se tiene el devanado principal del transformador, que es un transformador de pulso que trabaja a altas frecuencias lo que permite tener mayor corriente de salida con menores pérdidas y con un menor tamaño de los transformadores convencionales.

En la etapa de switcheo, modulación y oscilación está contemplado en el circuito integrado que está compuesto de un oscilador de la parte moduladora y un transistor mosfet, la funcionalidad de este circuito integrado es que el devanado principal del transformador induzca una diferencia potencial en el segundo devanado. En este devanado se filtra la señal obteniendo el valor de 12v

3.11 Valores de porcentaje de error

Se realiza las pruebas de funcionalidad con los valores de voltaje que se obtienen de la fuente conmutada diseñada, se puede observar en la tabla 18 una tabla comparativa de la

fuelle diseñada con otras 2 fuentes que son comerciales (Anexo 6), se logra apreciar que le margen de error está por debajo del $\pm 1\%$ en los valores de voltajes de la salida.

Tabla 19. Tabla comparativa de fuente diseñada con fuentes comerciales, margen de error.

Voltaje	Fuente diseñada	La fuente de alimentación AT	La fuente de alimentación ATX	Margen de error
5	5.12	5	5.1	$\pm 1\%$
12	11,4	12	11.9	$\pm 1\%$
-12	- 11.4	-12	-12.1	$\pm 1\%$

Fuente: Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en telecomunicaciones de la UG. Elaborado por Noemi Mendoza Gonzalez.

3.12 Costo de elaboración

En esta sección se realiza un presupuesto de los materiales requeridos para una futura implementación del diseño experimental para que así los resultados del análisis sean más exactos. A continuación, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 20. Presupuesto del costo total de los elementos del prototipo experimental

CLASES	ÍTEMS	CANTIDAD	PRECIO
	Transformador	1	\$5.00
	Diodos de 1N4007	4	\$1.20
	Capacitores electrolíticos de 10uF a 400V	2	\$0.40
	inductor 1mH	2	\$3.00
	DM 311	1	\$1.50

Componentes Electrónicos	Resistencia de 120K Ω	2	\$0.10
	Capacitor de 10uF a 50V	1	\$0.30
	Resistencia de 27k Ω	1	\$0.05
	Capacitor de 100nF	2	\$0.40
	Resistencia de 1k Ω	1	\$0.04
	Resistencias de 100 Ω 1W	1	\$0.05
	Optoacoplador EL817	1	\$0.10
	Resistencia de 330 Ω	1	\$0.06
	Diodo sr260	1	\$0.30
	Diodo FR107	1	\$0.30
	Capacitores de 47uF a 25V	2	\$2.50
	Resistencia de 470 Ω 1W	1	\$0.06
	Resistencia de 10 Ω	1	\$0.04
	Resistencia de 10k Ω	2	\$0.08
	Resistencia de 510 Ω	1	\$0.06
	1 Diodo TL431	1	\$0.30
	1 fusible 1A	1	\$1.00
	TOTAL		\$16.34

Fuente: Proyectos FCI, Carrera Ingeniería en telecomunicaciones de la UG. Elaborado por Investigación Directa.

3.13 Conclusiones

Al realizar el estudio de la fuente conmutada en la presente tesis se dieron las siguientes conclusiones

- De acuerdo con la información adquirida en el estudio del estado de arte, el voltaje que se va a utilizar para la entrada de la fuente tiene que soportar los valores de los rangos que ofrece los voltajes de una red pública que son entre 50Hz y 60Hz. y a su vez proveer el mismo voltaje de salida ya configurado, en este caso son 5VDC, +12VDC y -12VDC
- Conforme con el planteamiento de realizar una tabla comparativa entre la fuente conmutada y fuente convencional o lineal, se concluye que la mejor opción para utilizar en la propuesta del trabajo de investigación fue la fuente conmutada ya que ofrece mayores ventajas con respecto a la utilización que se le va a dar en este caso como es la parte estética el peso, tamaño y el costo de elaboración.
- Se concluye que, gracias a el análisis y diseño del diagrama de un circuito, módulo alimentador, se diseña una fuente que tenga como salidas voltajes de alimentación para el laboratorio Educativo Portátil y fuentes de salidas para las practica que se pueda realizar en ella.
- De acuerdo con la funcionalidad del diseño propuesto de la fuente conmutada, se establece que se puede realizar prácticas de electrónica básica para estudiantes de la carrera de ingeniería en Teleinformática/telemática de la UG

3.14 Recomendaciones

Con el estudio realizado de la fuente conmutada para el dispositivo LEP se procede con las siguientes recomendaciones:

- La fuente conmutada tiene 3 salidas, 5VDC a 1A que se usara para alimentar al dispositivo LEP, y para la realización de prácticas electrónicas. Las salidas de +12VDC y -12VDC son exclusivas para la realización de prácticas, Cabe mencionar que son solo para uso didáctico por lo tanto no se debe usar para proyectos donde demanden alto valores de corriente y voltaje.
- Al cambiar el voltaje de la salida de 5VDC, también se cambia por defecto el voltaje de las otras salidas y el voltaje del transistor o DM311 se eleva un poco más.

- Si se desea cambiar el voltaje de la salida, se debe tener en cuenta que le suministren correctamente el voltaje al DM, puede ser que no tenga el voltaje suficiente para su punto de operación.
- Se puede aplicar un diodo Zener para alimentar al DM si se desea cambiar la salida de los voltajes de la fuente.
- Investigar sobre protecciones sobre fusible y otros tipos de protecciones que se le pueda incorporar una protección contra corriente y protección sobre voltaje Investigar sobre protecciones sobre fusible y otros tipos de protecciones que se le pueden adherir al circuito para que sea más completo y evitar daños de cualquier índole.

ANEXOS

ANEXO 1

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR

Título VII

RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

SECCION I

EDUCACIÓN

El Estado financiará la educación especial y podrá apoyar financieramente a la educación fiscomisional, artesanal y comunitaria, siempre que cumplan con los principios de gratuidad, obligatoriedad e igualdad de oportunidades, rindan cuentas de sus resultados educativos y del manejo de los recursos públicos, y estén debidamente calificadas, de acuerdo con la ley. Las instituciones educativas que reciban financiamiento público no tendrán fines de lucro.

La falta de transferencia de recursos en las condiciones señaladas será sancionada con la destitución de la autoridad y de las servidoras y servidores públicos remisos de su obligación.

Art. 349.- El Estado garantizará al personal docente, en todos los niveles y modalidades, estabilidad, actualización, formación continua y mejoramiento pedagógico y académico; una remuneración justa, de acuerdo a la profesionalización, desempeño y méritos académicos. La ley regulará la carrera docente y el escalafón; establecerá un sistema nacional de evaluación del desempeño y la política salarial en todos los niveles. Se establecerán políticas de promoción, movilidad y alternancia docente.

Art. 350.- El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

Art. 351.- El sistema de educación superior estará articulado al sistema nacional de educación y al Plan Nacional de Desarrollo; la ley establecerá los mecanismos de coordinación del sistema de educación superior con la Función Ejecutiva. Este sistema se regirá por los principios de autonomía responsable, cogobierno, igualdad de oportunidades, calidad, pertinencia, integralidad, autodeterminación para la producción del pensamiento y conocimiento, en el marco del diálogo de saberes, pensamiento universal y producción científica tecnológica global.

Art. 352.- El sistema de educación superior estará integrado por universidades y escuelas politécnicas; institutos superiores técnicos, tecnológicos y pedagógicos; y conservatorios de música y artes, debidamente acreditados y evaluados.

Estas instituciones, sean públicas o particulares, no tendrán fines de lucro.

Art. 353.- El sistema de educación superior se regirá por:

1. Un organismo público de planificación, regulación y coordinación interna del sistema y de la relación entre sus distintos actores con la Función Ejecutiva.
2. Un organismo público técnico de acreditación y aseguramiento de la calidad de instituciones, carreras y programas, que no podrá conformarse por representantes de las instituciones objeto de

Fuente: Constitución de la republica del Ecuador. investigacion

ANEXO 2

Ley orgánica de la educación superior (loes)

CAPÍTULO III

PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE EDUCACION SUPERIOR

Concordancias:

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, Arts. 26

CAPITULO 3

PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE EDUCACION SUPERIOR

Art. 12.- Principios del Sistema.- El Sistema de Educación Superior se regirá por los principios de autonomía responsable, cogobierno, igualdad de oportunidades, calidad, pertinencia, integralidad y autodeterminación para la producción del pensamiento y conocimiento en el marco del diálogo de saberes, pensamiento universal y producción científica tecnológica global.

Estos principios rigen de manera integral a las instituciones, actores, procesos, normas, recursos, y demás componentes del sistema, en los términos que establece esta Ley.

Fuente: LOES. investigación Directa

ANEXO 3

Plan nacional de desarrollo 2017 – 2021

OBJETIVO 5

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria

La generación de trabajo y empleo es una preocupación permanente en los diálogos. En ellos se propone la dinamización del mercado laboral a través de tipologías de contratos para sectores que tienen una demanda y dinámica específica. Asimismo, se proponen incentivos para la producción que van desde el crédito para la generación de nuevos emprendimientos; el posicionamiento de sectores como el gastronómico y el turístico—con un especial énfasis en la certificación de pequeños actores comunitarios—; hasta la promoción de mecanismos de comercialización a escala nacional e internacional.

Sobre la contratación de bienes y servicios, hubo recurrentes propuestas para que esta sea desarrollada de manera más inclusiva; es decir, favoreciendo la producción nacional, la mano de obra local, la producción de la zona, con especial énfasis en los sectores sociales más vulnerables de la sociedad y la economía.

Asimismo, se ha destacado la importancia de fortalecer la asociatividad y los circuitos alternativos de cooperatividad, el comercio ético y justo, y la priorización de la Economía Popular y Solidaria.

La ciudadanía destaca que para lograr los objetivos de incrementar la productividad, agregar valor, innovar y ser más competitivo, se requiere investigación e innovación para la producción, transferencia tecnológica; vinculación del sector educativo y académico con los procesos de desarrollo; pertinencia productiva y laboral de la oferta académica, junto con la profesionalización de la población; mecanismos de protección de propiedad intelectual y de la inversión en mecanización,

Fundamento

Ecuador cuenta con una importante base de recursos naturales, renovables y no renovables, que han determinado que su crecimiento económico se sustente en la extracción, producción y comercialización de materias primas (Larrea, 2006). Estos recursos impulsaron un modesto proceso de desarrollo productivo, que generó una estructura productiva de escasa especialización, con una industria de bajo contenido tecnológico y un sector de servicios dependiente de importaciones. Esta situación se recrudeció por la captura del poder por parte de las élites que gobernaron el país en beneficio de grupos económicos aventajados, en detrimento de las grandes mayorías.

A partir de 2007, se inició un proceso político que cambió estas relaciones de poder, gracias a la Constitución aprobada en 2008. Allí se indica que uno de los objetivos del régimen de desarrollo es “construir un sistema económico, justo, democrático, productivo, solidario y sostenible basado en la distribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los medios de producción y en la generación de trabajo digno y estable” (CE, 2008, art. 276, núm. 2). Con ello presente, el Estado recuperó su rol estratégico en el desarrollo del país, dejando atrás la sociedad de mercado, para construir una sociedad *con* mercado, incluyente, que procure el bienestar y la prosperidad por medio de una adecuada generación y distribución de la riqueza. Como lo señaló el Programa de Gobierno, “el mercado es nuestro servidor, no nuestro patrón” (Movimiento Alianza PAIS, 2017, 5).

De ahí que como objetivo de desarrollo nos proponemos impulsar una economía que se sustente en el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, que guarde el equilibrio con la naturaleza e incorpore valor agregado a productos de mayor cantidad y mejor calidad; involucrando a todos los actores y democratizando, a más de los medios de producción, los medios de comercialización.

En esta dirección, se han aplicado medidas que permiten movilizar los recursos sociales que estaban capturados y utilizados ineficientemente, lo que, a su vez, ha permitido potenciar la inversión pública, al punto que Ecuador fue uno de los países de mayor crecimiento económico en la región; aquello se expresó en beneficios directos para su población. Estas condiciones posibilitaron importantes avances en esta última década, como la reducción de desigualdad, la disminución de la pobreza y extrema pobreza, el incremento del empleo y la cobertura de la seguridad social. Por lo tanto, es necesario seguir con estas políticas para cumplir con los Objetivos Nacionales de Desarrollo y los ODS. Sin embargo, aunque en la última década contamos con avances en la creación de condiciones y factores necesarios para iniciar un proceso de transformación productiva, el crecimiento sigue dependiendo de la extracción de recursos

Fuente: Plan Nacional del desarrollo 2017-2021. investigación Directa

ANEXO 4**Encuesta para los estudiantes de 5to 6to 7mo, 8vo**

ENCUESTA PARA TRABAJO DE INVESTIGACION PROYECTOS FCI

Esta es una encuesta que se le hace a los estudiantes de 5to a 9no semestre de la carrera de ingeniería en Teleinformática / Telemática de la Universidad de Guayaquil, la cual tiene el propósito de medir la perspectiva del estudiante con los dispositivos de módulos entrenadores de electrónica básica

***Obligatorio**

Nombre y Apellido *

Tu respuesta

Curso *

- ☐ 5TO SEMESTRE
- ☐ 6TO SEMESTRE
- ☐ 7MO SEMESTRE
- ☐ 8VO SEMESTRE
- ☐ 9NO SEMESTRE

1.- ¿Ha usado alguna vez una fuente de alimentación en algún dispositivo entrenador electrónico como el NI ELVIS, Universal Trainer entre otros? *

- ☐ Sí
- ☐ No

2.- ¿Cree usted que es fundamental que un entrenador de electrónica tenga integrado una fuente de alimentación de voltaje para realizar sus prácticas de electrónica? *

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Deacuerdo
- ☐ Tal vez
- ☐ Desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

3. ¿considera usted que teniendo una fuente de alimentación integrada en su laboratorio portátil de prácticas facilitaría el proceso de aprendizaje? * *

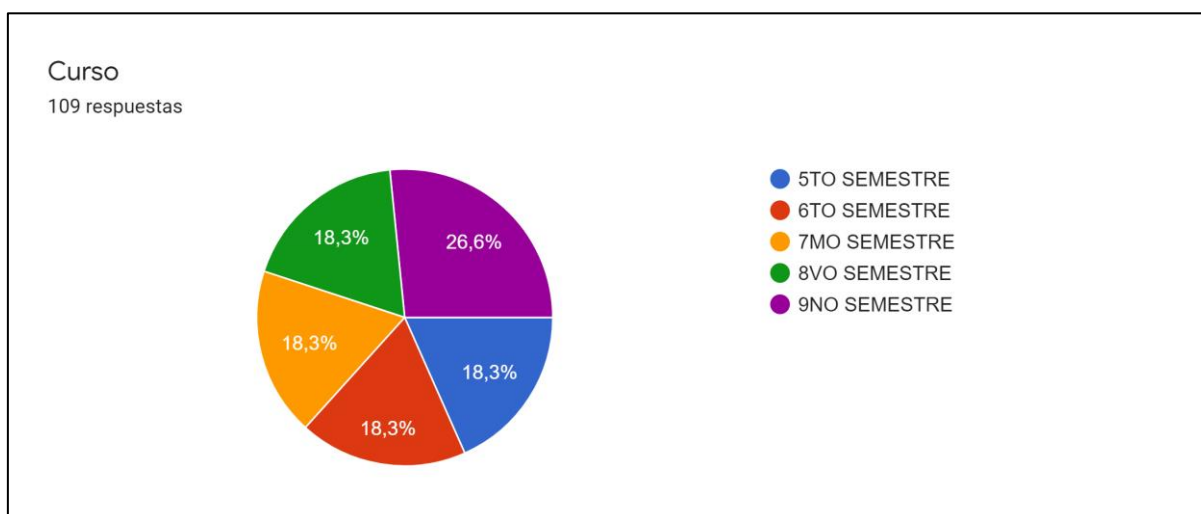
- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Deacuerdo
- ☐ Tal vez
- ☐ Desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

4.- ¿Considera usted que una fuente de alimentación fundamental cuanta salida debería tener? *

- ☐ 1 salida
- ☐ 2 o mas salidas
- ☐ 1 salida positiva y 1 salida negativa

5.- ¿Considera Ud. que la fuente de alimentación debería ser una fuente conmutada? *

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Desconozco

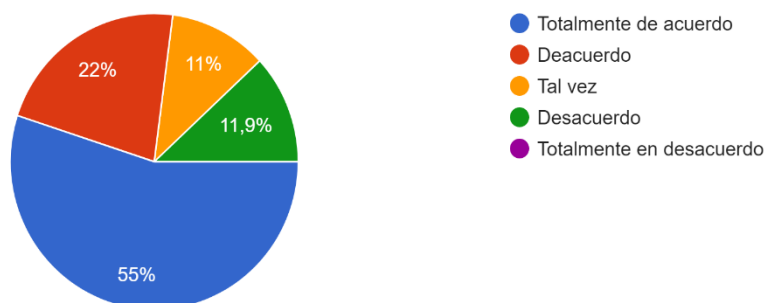
ANEXO 5**Resultados de la encuesta del proyecto FCI**

Si 104 estudiantes

No 5 estudiantes

2.- ¿Cree usted que es fundamental que un entrenador de electrónica tenga integrado una fuente de alimentación de voltaje para realizar sus prácticas de electrónica?

109 respuestas



Totalmente de acuerdo **60 Estudiantes**

De acuerdo **24 Estudiantes**

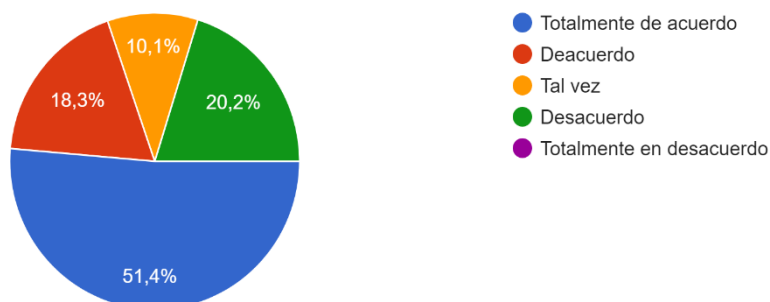
Tal vez **12 Estudiantes**

Desacuerdo **13 Estudiantes**

Totalmente en desacuerdo **0 Estudiantes**

3. ¿considera usted que teniendo una fuente de alimentación integrada en su laboratorio portátil de prácticas facilitaría el proceso de aprendizaje? *

109 respuestas



Totalmente de acuerdo **56 Estudiantes**

De acuerdo **20 Estudiantes**

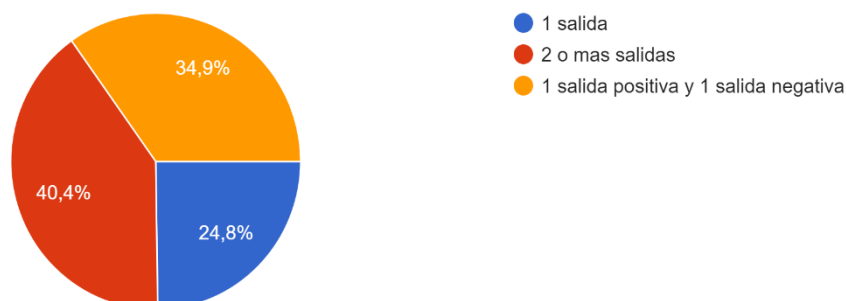
Tal vez **11 Estudiantes**

Desacuerdo **22 Estudiantes**

Totalmente en desacuerdo **0 Estudiantes**

4.- ¿Considera usted que una fuente de alimentación fundamental cuanta salida debería tener?

109 respuestas



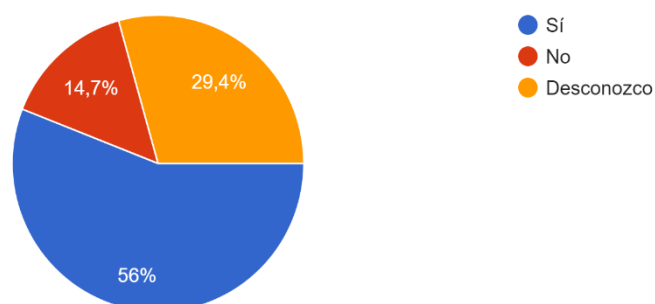
1 salida 44 **Estudiantes**

2 o más salidas 38 **Estudiantes**

1 salida positiva y 1 salida negativa 27 **Estudiantes**

5.- ¿Considera Ud. que la fuente de alimentación debería ser una fuente conmutada? *

109 respuestas



Sí 61 **Estudiantes**

No 16 **Estudiantes**

Desconozco 32 **Estudiantes**

Fuente: Resultados de la encuesta de proyectos FCI. investigación Directa

ANEXO 6

Fuente de alimentación AT Y ATX

En el interior del ordenador existe una caja cerrada, que es la fuente de alimentación, que es la que se encarga de suministrar energía eléctrica a todo el ordenador, incluidos los periféricos que están dentro del ordenador, el ratón, y el teclado.

Dentro lo que tiene es un circuito electrónico que transforma la tensión de la red eléctrica de 220 voltios y 50HZ (alterna) en una serie de continua de 3,3, 5, 5.5, 12, -5 o -12 voltios. Dependiendo del uso de dichas tensiones, así variará la corriente máxima a suministrar por cada tensión. P. ej. los HDD, CD/DVD y floppy utilizan +5V y +12V únicamente.

Hay dos tipos básicos de fuentes de alimentación por su conexión a la placa base:

- ? **Fuentes de alimentación AT con interruptor de encendido frontal:** era el formato de fuente utilizado en las placas/ordenadores de formato AT. Al apagar las fuentes, se apagaba todo. **Se utilizaba hasta el Pentium I, después se dejó de usar.**
- ? **Fuente de alimentación ATX con o sin interruptor de encendido** (o incorporado en el módulo de la fuente de alimentación, no en el frontal). El botón que tienen en el frontal, sólo activa un relé, **la placa base está permanentemente alimentada**, sólo se apaga totalmente desenchufando el cable de alimentación. Los hay que tienen interruptor trasero y cortan totalmente la alimentación del PC.

Actualmente, nos podemos encontrar fuentes de alimentación que suministran potencias desde los 400 hasta los 700-800 W según el tipo de ordenador que tengamos. Así, un Pentium 4 suele requerir una fuente de hasta 400 W, mientras que los equipos posteriores, es recomendable que tengan 600-700 W de potencia. En caso contrario, "no pueden" poner en marcha el ordenador.



Fuente de alimentación ATX de 300 W.

Hay que tener presente una cuestión de rendimiento eléctrico en las fuentes de alimentación: las fuentes conmutadas que se utilizan en los ordenadores, cuanto más potencia tienen que dar (400, 500, 600, 700 W, etc.), **más ventilación tienes que tener**, puesto que para obtener esas "potencias de salida", el calor disipado es proporcionar a la misma.

Esto implica que, **puesto que los tamaños de las cajas de las fuentes de alimentación está estandarizado** para que se puedan instalar en cualquier caja de ordenador, **a más potencia suministrada, más calor disipado y más fácil es que se estropeen**, por mucho ventilador que se incorpore.

Antes de manipular en el interior de un ordenador, QUITAR/DESCONECTAR SIEMPRE EL CABLE DE ALIMENTACIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

La alimentación de cada dispositivo se realiza mediante unas mangueras de cables terminadas en un conector. Así, hay un conector para los lectores/grabadores de CD/DVD y los discos duros; otro más pequeño para los floppys y otro especial para los ventiladores de la CPU.

Para la alimentación de la placa base hay dos formatos de conectores de alimentación:

- En las placas base antiguas del tipo AT, había dos conectores etiquetados P1 y P2 normalmente, que deben de conectarse uno a continuación del otro, **con los hilos negros en la parte central, donde se unen ambos conectores.**



Conector de fijación de P1 y P2, hilos negros en los pines centrales

- En las placas base modelo ATX, hay al menos, dos versiones: las primeras placas sólo tienen un conector con un gran mazo de cables, que sólo se puede insertar en la placa base en una única posición. En las placas ATX de última generación, **hay un conector adicional de 4 hilos, del mismo tipo que el anterior para suministrar tensiones adicionales.** En las versiones de Pentium Core 2 Quad, el mazo principal de cables es de mayor tamaño, pasa de 20 a 24 pines, añadiendo nuevas tensiones que necesitan dichas placas para el correcto funcionamiento de los nuevos micros.



Conectores ATX 20/24 pines Conectores disquetera Conector HDD, CD/DVD

La potencia de las fuentes de alimentación AT y ATX se ha ido incrementando conforme se han ido añadiendo periféricos a los equipos. Así, las fuentes de 350 Watios son normales en la mayoría de equipos actuales.

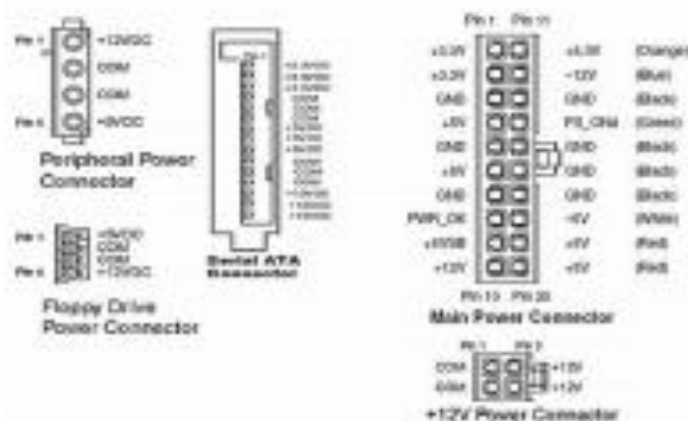
Para verificar el funcionamiento de la fuente de alimentación ATX en vacío, basta con cortocircuitar el cable verde con uno de los cables de masa de color negro situados al lado. En ese momento se escuchará el ruido que produce el ventilador de la fuente de alimentación. Si no se escucha ni se ve el giro del ventilador de la fuente de alimentación, previsiblemente la fuente esté averiada. Una vez en funcionamiento la fuente de alimentación, se podrán verificar sin necesidad de conectar la placa base, todas las tensiones que suministra la fuente como se describe más adelante.



Conector de 20 pines para placas base ATX con enganche de anclaje

Cuando se requiere gran cantidad de periféricos de consumo elevado, p. ej. tarjetas de edición/captura de video, tarjetas AGP con salida DVI, PAL, grabadoras de DVD, varios discos duros en configuración RAID (discos duros de seguridad), etc. la potencia de las fuentes de alimentación debe de ser de 480 Watios o superior, pues en caso contrario se produciría el deterioro de las placas base y todos los periféricos conectados a ella.

Los conectores típicos que nos vamos a encontrar en la salida de una fuente de alimentación, son similares en su mayoría a los de la figura:



Así, si por ejemplo instalamos una tarjeta gráfica de gran potencia y consumo, como la de la figura en nuestro equipo, requeriremos de una potencia adicional de 50-70 W, además de requerir un conector adicional para alimentar DIRECTAMENTE la tarjeta gráfica para suministrarle +12 y +5V_{dc}.



Tarjeta gráfica de gran consumo de potencia

AVERÍAS DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Normalmente, dado el bajo coste de muchas de las fuentes de alimentación, **éstas son muy sensibles a las sobretensiones**, de tal forma que cuando hay una sobretensión en la línea de 220Vac, se queman las protecciones internas de las fuentes y **se suelen deteriorar todos los elementos conectados a la fuente de alimentación**, por las sobretensiones de las tensiones +5, -5, +12 y -12V que se producen al perder la regulación interna.

Dadas las características de la red eléctrica de suministro doméstico, es posible que se produzcan sobretensiones en la misma, que en muchos equipos eléctricos/electrónicos no producen destrozos, pero sucede que una sobretensión de 250Vac, en una fuente de alimentación de ordenador, puede hacer que las tensiones de +5V pase a ser, durante unos microsegundos/segundos de +10V por los diseños de las fuentes de alimentación; esa sobretensión de +10V provoca la destrucción de un disco duro, de una memoria RAM o lo que puede ser peor, de la placa base.

En otros casos, provoca una destrucción de los circuitos de la fuente de alimentación conmutada que no son visibles. Otro síntoma de sobretensión es observar los condensadores electrolíticos de la placa base "hinchados", indicando que han sufrido una sobretensión prolongada.

*Así, es muy recomendable, cuando se apague el ordenador, **DESCONECTAR ÉSTE DE LA RED**, quitando el cable de red o desconectando el interruptor de la prolongadora donde se conecte el monitor, impresora y CPU.*

VERIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Para probar el correcto funcionamiento de una fuente de alimentación que sospechamos que está averiada, basta con hacerla funcionar en vacío, **pero respetando una serie de normas de seguridad eléctrica: la principal es estar aislado del suelo, colocar un material antiestático y aislante debajo de nuestro banco de reparación y disponer de instalación eléctrica con diferencial de 30 mA.**

Se recomienda observar como realizan las medidas las personas expertas, antes de realizarlas por nosotros mismos. Podréis comprobar lo sencillo que es realizar estas medidas sin riesgo de ningún tipo.

Se colocará la fuente sobre una alfombrilla o plancha antiestática, **lejos de donde estén situados líquidos o materiales inflamables**. A continuación se pondrá el cable de 220 Vac enchufado a la fuente de alimentación y, convenientemente protegidos de riesgos eléctricos, se procederá a ponerla en marcha; en el caso de las fuentes ATX, en el mazo de cables de 20/24 pines, cortocircuitaremos con un cable o un interruptor, el cable verde con uno de los de color negro (hilo verde: activa la fuente al conectar ese hilo a masa: el cable negro).

Una vez en marcha la fuente de alimentación, se procederá a medir las tensiones en cada una de las salidas de la fuente de alimentación, **utilizando para ello un multímetro, que estará configurado en la escala de 20/200V de tensión continua**. El cable negro del multímetro se conectará sobre cualquiera de los cables negros de la fuente de alimentación y el rojo lo desplazamos por cada uno de los cables de colores, **distintos del color negro** para comprobar las tensiones existentes.



Multímetro digital para medir tensiones de la fuente de alimentación

En el caso de que alguna de las tensiones no esté presente en alguno de los hilos de colores del mazo de 20/24 pines, puede indicar una avería de la fuente de alimentación.

Las tensiones que normalmente nos vamos a encontrar, cuando midamos en los diferentes cables del conector ATX, serán aproximadamente:

+ 3V +3,3V +5V +12V - 5V(puede no existir) -12V

MUY IMPORTANTE:

El hecho de que las tensiones, **midiéndolas en vacío**, es decir, sin conectar a la placa base, estén dentro de los márgenes establecidos por los fabricantes, **no significa que al conectar la fuente con la placa base, disco duro, memoria, microprocesador, etc., VAYA A FUNCIONAR**. Así, puede suceder que en vacío la fuente marque los 12,20V y al conectar todos los dispositivos se quede esa tensión en 10,5V, **insuficientes para hacer funcionar el ordenador**.

Por este motivo, cualquier dispositivo que utilicemos para medir las tensiones, sea el multímetro digital en escala de Tensión Continua o un dispositivo automático de medida, **deben de efectuar la medición en carga**; en caso contrario la fuente puede parecer perfecta pero a plena carga estar defectuosa.

Las tolerancias máximas admisibles para cada una de las tensiones de salida de una fuente de ordenador, son:

Tensión continua	Tolerancia
+5V _{dc}	± 5%
-5V _{dc} (si existe)	± 10%
+12V _{dc}	± 5%
- 12V _{dc}	± 10%
+3.3V _{dc}	± 5%
+5V _{dc} Stand-by	± 5%

Este tipo de medidas, denominadas medidas en paso, requieren de cables especiales que permitan conectar la fuente de alimentación a la placa base y a todos los dispositivos del ordenador y disponer de un punto intermedio para medir las tensiones, **cuando el ordenador se encuentre funcionando, pero garantizando las medidas de seguridad contra riesgos eléctricos**. Asimismo, requiere una formación técnica bastante del técnico electrónico para realizar un útil de medida adecuado, pues los que existen en el mercado, como norma general no lo permiten.



Este módulo de medida nos permite probar **las tensiones únicamente en vacío**, la fuente de alimentación, comprobándose las tensiones sin ningún dispositivo conectado. Al conectar los distintos periféricos podemos comprobar que lo que aparentemente estaba bien, por un consumo excesivo de corriente de una de las tensiones, no funciona.


El método de medición que hemos descrito aquí, vale para verificar cualquier equipo electrónico que funcione con tensiones continuas, que son la mayoría. Se selecciona la escala de 200 Vdc en el multímetro (más vale proteger el multímetro) y se coloca el cable negro del multímetro (conectado en el terminal **COM** del mismo) sobre un punto que sea masa del equipo a medir. Con el cable rojo del multímetro situado sobre la clavija de ohmios-voltios nos iremos desplazando sobre los distintos puntos a medir, **asegurándonos de no provocar cortocircuitos cuando estamos realizando las mediciones**.

Conociendo las tensiones que debe de haber en la mayoría de los equipos electrónicos, podemos **casi localizar** la avería en ellos si fallan. Casi todos los equipos utilizan como tensiones de referencia para sus componentes electrónicos +5, +12, +24 y -5, -10V de continua. Incluso en ocasiones los valores a medir vienen serigrafiados en la placa del circuito impreso sobre el que estamos realizando las mediciones.


Fuente: Electronicasi.com

Anexo 7

DM311 Datasheet PDF



FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR



November 2007

FSDM311A Green Mode Fairchild Power Switch (FPS™)

Features

- Internal Avalanche-Rugged SenseFET
- Precision Fixed Operating Frequency: 67KHz
- Consumes Under 0.2W at 265V_{DC} & No Load with Advanced Burst-Mode Operation
- Internal Start-up Circuit
- Pulse-by-Pulse Current Limiting
- Over-Voltage Protection (OVP)
- Overload Protection (OLP)
- Internal Thermal Shutdown Function (TSD)
- Auto-Restart Mode
- Under-Voltage Lockout (UVLO) with Hysteresis
- Built-in Soft-Start
- Secondary-Side Regulation

Applications


- Charger & Adapter for Mobile Phone, PDA, & MP3
- Auxiliary Power for White Goods, PC, C-TV, & Monitors

Description

The FSDM311A consists of an integrated Pulse Width Modulator (PWM) and SenseFET, and is specifically designed for high-performance, off-line, Switch-Mode Power Supplies (SMPS) with minimal external components. This device is an integrated high-voltage power switching regulator that combines a VDMOS SenseFET with a voltage-mode PWM control block. The integrated PWM controller features include a fixed oscillator, Under-Voltage Lockout (UVLO) protection, Leading-Edge Blanking (LEB), an optimized gate turn-on/turn-off driver, Thermal Shutdown (TSD) protection, and temperature-compensated precision current sources for loop compensation and fault protection circuitry. When compared to a discrete MOSFET and controller or RCC switching converter solution, the FSDM311A device reduces total component count and design size and weight, while increasing efficiency, productivity, and system reliability. This device provides a basic platform that is well suited for the design of cost-effective flyback converters.

Related Resources


[AN-4134: Design Guidelines for Off-line Forward Converters Using Fairchild Power Switch \(FPS™\)](#)
[AN-4137: Design Guidelines for Off-line Flyback Converters Using Fairchild Power Switch \(FPS™\)](#)
[AN-4138: Design Considerations for Battery Charger Using Green Mode Fairchild Power Switch \(FPS™\)](#)
[AN-4140: Transformer Design Consideration for Off-line Flyback Converters Using Fairchild Power Switch \(FPS™\)](#)
[AN-4141: Troubleshooting and Design Tips for Fairchild Power Switch \(FPS™\) Flyback Applications](#)
[AN-4147: Design Guidelines for RCD Snubber of Flyback](#)
[AN-4148: Audible Noise Reduction Techniques for FPS™ Applications](#)



8DIP

Ordering Information

Product Number	Package	Marking Code	BV _{DS}	f _{OSC}	R _{DS(on)}
FSDM311A	8DIP	DM311A	650V	67KHz	14Ω

 All packages are lead free per JEDEC J-STD-020B standard.
FPS™ is a trademark of Fairchild Semiconductor Corporation.

© 2007 Fairchild Semiconductor Corporation
FSDM311A • Rev.1.0.2

www.fairchildsemi.com

Typical Application & Output Power Table

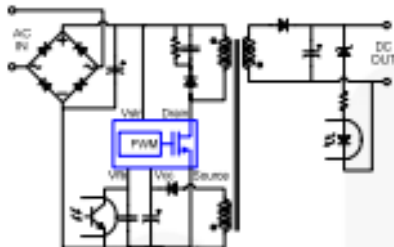


Figure 1. Typical Flyback Application

OUTPUT POWER TABLE		
Product	Open Frame ⁽¹⁾	
	230V _{AC} ±15% ⁽²⁾	85-265V _{AC}
FSDM311A	13W	8W

- Notes:
1. Maximum practical continuous power in an open-frame design with sufficient drain pattern as a heat sinker, at 50°C ambient.
 2. 230V_{AC} or 100/115V_{AC} with doubler.

Internal Block Diagram

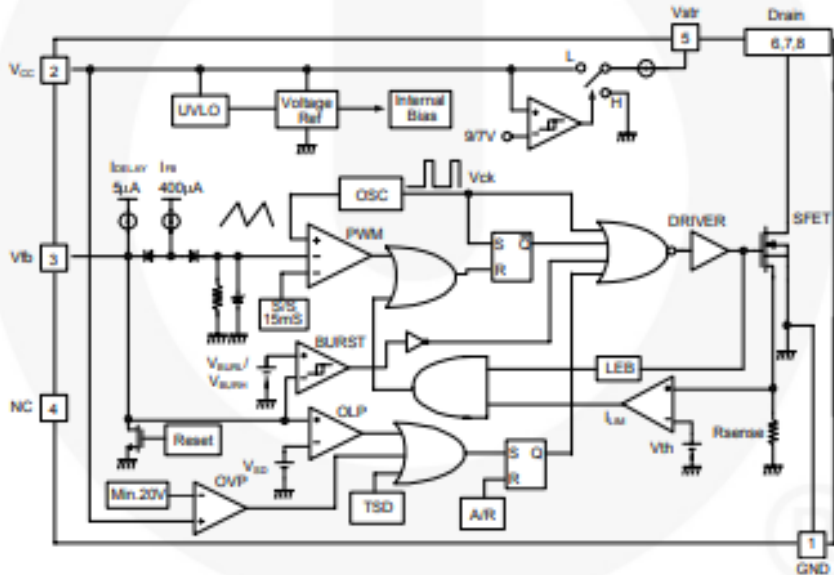


Figure 2. Functional Block Diagram

Pin Configuration

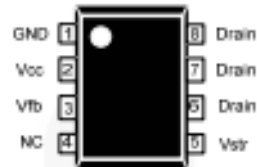


Figure 3. 8-Lead DIP Pin Assignments (Top View)

Pin Definitions

Pin #	Name	Description
1	GND	Ground. SenseFET source terminal on primary side and internal control ground.
2	Vcc	Positive supply voltage input. Although connected to an auxiliary transformer winding, current is supplied from pin 5 (Vstr) via an internal switch during start-up (see the Internal Block Diagram in Figure 2). It is not until Vcc reaches the UVLO upper threshold (9V) that the internal start-up switch opens and device power is supplied via the auxiliary transformer winding.
3	Vfb	Feedback. Inverting input to the PWM comparator with its normal input level lies between 0.5V and 2.5V. It has a 0.4mA current source connected internally, while a capacitor and optocoupler are typically connected externally. A feedback voltage of 4.5V triggers overload protection (OLP). There is a time delay while charging external capacitor C _{fb} from 3V to 4.5V using an internal 5μA current source. This time delay prevents false triggering under transient conditions, but allows the protection mechanism to operate under true overload conditions.
4	NC	No Connection.
5	Vstr	Start-up. This pin connects directly to the rectified AC line voltage source. At start-up, the internal switch supplies internal bias and charges an external storage capacitor placed between the Vcc pin and ground. Once the Vcc reaches 9V, the internal switch stops charging the capacitor.
6,7,8	Drain	SenseFET Drain. The drain pins are designed to connect directly to the primary lead of the transformer and are capable of switching a maximum of 650V. Minimize the length of the trace connecting these pins to the transformer to decrease leakage inductance.

FSDM311A — Green Mode Fairchild Power Switch (FPS™)

Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. $T_A=25^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DRAIN}	Drain Pin Voltage	650	V
V_{STR}	Vstr Pin Voltage	650	V
V_{DS}	Drain-Source Voltage	650	V
V_{GS}	Gate-Source Voltage	± 20	V
I_{DM}	Drain Current Pulsed ⁽³⁾	1.5	A
I_{D}	Continuous Drain Current ($T_C=25^{\circ}\text{C}$)	0.5	A
I_{B}	Continuous Drain Current ($T_C=100^{\circ}\text{C}$)	0.32	A
E_{AS}	Single Pulsed Avalanche Energy ⁽⁴⁾	10	mJ
V_{CC}	Supply Voltage	20	V
V_{FB}	Feedback Voltage Range	-0.3 to V_{STOP}	V
P_{D}	Total Power Dissipation	1.40	W
T_J	Operating Junction Temperature	Internally limited	$^{\circ}\text{C}$
T_A	Operating Ambient Temperature	-25 to +85	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	-55 to +150	$^{\circ}\text{C}$

Notes:

3. Repetitive rating: Pulse width is limited by maximum junction temperature.
4. $L = 24\text{mH}$, starting $T_J = 25^{\circ}\text{C}$

Thermal Impedance

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Value	Unit
8DIP			
θ_{JA}	Junction-to-Ambient Thermal Impedance ⁽⁵⁾	88.84	$^{\circ}\text{C/W}$
θ_{JC}	Junction-to-Case Thermal Impedance ⁽⁶⁾	13.94	$^{\circ}\text{C/W}$

Notes:

5. Free standing with no heatsink; without copper clad. (Measurement Condition – just before junction temperature T_J enters into OTP).
6. Measured on the DRAIN pin close to plastic interface.
7. All items are tested with the standards JESD 51-2 and 51-10 (DIP).

Bibliografía

- Acosta, E. (2016). *Diseño de una fuente conmutada variable para laboratorio*. Santa Clara.
- Amper. (200). *amper online*. Obtenido de <http://www.amperonline.com/transformadores-de-aislamiento-0>
- Arce Dominguez , V., & Martin Laaz, B. (2015). *Diseño de una Fuente de Alimentación de dos Etapas AC-DC con Corrección de Factor de Potencia y DC-DC con un Convertidor de Retroceso de un Conmutador (Single-Switch Flyback Converter) e Implementación de su Etapa AC-DC*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/31126/1/Dise%C3%B1o%20de%20una%20Fuente%20de%20Alimentaci%C3%B3n%20de%20dos%20Etapas%20AC-DC%20con%20Correcci%C3%B3n%20de%20Factor%20de%20Potencia%20y%20DC-DC%20con%20un%20Convertidor%20de%20Retroceso%20>
- Arevalo, V., Garcia , I., & Cano , J. (2017). Laboratorio Remoto de automatica. Una solucion de bajo costo PI y arduino. *5th International Conference on Educational Innovation in Technical Careers*. Obtenido de <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/14686>
- Arriscado Guild, M. (2016). *Fuente conmutada de amplio rango para alimentación de tarjeta de control*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Obtenido de <https://core.ac.uk/display/288499564?source=3>
- Cañar Molina, C., & Pérez Córdova , M. (2016). *DISEÑO DE UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE DOS ETAPAS: AC-DC CON CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA Y DC-DC*. Guayaquil: espol.
- Castillo, J. C. (2017). *Electricidad y Electrónica*. Madrid: Editex, S.A.
- CONSTITUCION DEL ECUADOR 2008. (2008). MONTECRISTI. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Cortez Barzola, J. (2018). PROTOTIPO DE UNA PLACA ENTRENADORA DE ELECTRONICA BASICA USANDO ARDUINO. *Repositorio de la UG*, págs. 1-84. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42160/1/TESIS%20JHONNY.pdf>

- Figueroa Guijarro, M. (2017). DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PLACA ENTRENADORA DE ELECTRÓNICA BÁSICA USANDO ARDUINO. *Repositorio de la UG*, págs. 1-125.
- García , F. (1993). *EL análisis de la realidad social*. Madrid: Alianza Universidad Textos.
- Jaquenod, G., & Charro, R. (2015). *Diseño de fuentes de alimentacion por switching con conversion directa desde 100/220 Vac*. Guatemala: ELKO.
- Játiva Lalangui, C., Ramírez Gallegos , C., & Daniel Falcones , S. (2019). *Diseño de una fuente de alimentación de dos etapas: AC-DC con corrección de factor de potencia y DC-DC con un convertidor de contrafase (Push-Pull Converter) e implementación de su etapa AC-DC*. Guayaquil: ESPOL.
- Jorge, P. T. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO ELECTRÓNICO QUE CONTIENE*. Machala.
- Ley Organica de la Educación Superior*. (2016). Quito. Obtenido de <https://procuraduria.utpl.edu.ec/sitios/documentos/NormativasPublicas/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Educaci%C3%B3n%20Superior%20Codificada.pdf>
- Mecafenix, I. (12 de Junio de 2018). *¿Cómo funciona un fuente de alimentación y que tipos existen?* Obtenido de Ingeniería Mecafenix: <https://www.ingmecafenix.com/electronica/fuente-de-alimentacion/>
- National Instrument. (Junio de 2011). NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II Series. Texas. Obtenido de <http://www.ni.com/pdf/manuals/374629c.pdf>
- National Instruments. (02 de Julio de 2018). Product Flyer NIELVIS. USA. Obtenido de <http://www.ni.com/pdf/product-flyers/ni-elvis.pdf>
- Picerno, I. A. (2013). *La biblia de las fuentes conmutadas*. yopreparo.comq.
- Salvador, F. A. (2017). *Diseño e implementación de una fuente múltiple y un generador de ondas para la ejecucion de prácticas de laboratorio de la carrera de Ing. Mecatrónica*. Quito.
- SMPS Block Diagram | Switched Mode Power Supply* . (15 de Septiembre de 2020). Recuperado el 3 de Enero de 2021, de EtechnoG: <https://www.etechnog.com/2019/05/smps-block-diagram.html>
- Switched Mode Power Supplies Module 3. (2019). En NA, *Switched Mode Power Supplies* (págs. 1-17).
- UNESCO . (26 de 05 de 2020). *Unesco* . Obtenido de <https://es.unesco.org/covid19/educationresponse>

- Vilros;. (2014). *Raspberry User´s Guide*. AS IS. Recuperado el 12 de agosto de 2020, de <https://vilros.com/>
- Zehendner, M., & Ulmann, M. (2020). *Power Topologies Handbook*. USA: Texas Instrument.