

**INTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE AVIÓNICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN  
DE 38 VDC PARA EL BANCO DE PRUEBA DEL CONTROL DE  
MOTORES DC DE 1/4 HP DEL LABORATORIO DE  
ELECTRICIDAD E INSTRUMENTOS DEL ITSA.**

**POR:**

**TAPIA GALARZA EDGAR EDUARDO**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN AVIÓNICA**

**2005**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. TAPIA GALARZA EDGAR EDUARDO, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO en la especialidad de AVIÓNICA.

Ing. Lucía Guerrero  
ASESOR DE TESIS

Latacunga, 09 de Mayo de 2005.

## **DEDICATORIA**

A mis Padres y a Dios.

A ellos dedico este trabajo fruto y sacrificio de su esfuerzo constante. Porque con infinito amor me supieron guiar en las buenas y en las malas por el camino del estudio para alcanzar una profesión y ser una persona de bien.

**EDUARDO TAPIA**

## **AGRADECIMIENTO**

El desafío de realizar un trabajo tiene como recompensa la satisfacción de saber que se lo ha logrado y que este trabajo ayudará al desarrollo de una sociedad, demostrando así la capacidad de un hombre que ha obtenido los conocimientos adecuados para forjar una base en la cual se sustentará su vida y la de los que con este se relacionen.

Es por eso que el presente trabajo va dirigido con expresión de gratitud para mis distinguidos Padres, hermanos e instructores académicos, que con nobleza y entusiasmo pusieron su apostolado en mis manos.

**EDUARDO TAPIA**

# INTRODUCCIÓN

La naturaleza creativa del hombre le ha permitido a lo largo de su evolución crear herramientas que facilitan su modo de vida, el descubrimiento de la electricidad y posteriormente de la electrónica en la actualidad ha desencadenado una verdadera revolución de invenciones tecnológicas, cuyo propósito es brindar el apoyo necesario en el desenvolvimiento cotidiano, desde la función más simple hasta lograr controlar un proceso complejo.

Actualmente se desarrollan dispositivos que cumplen funciones específicas, por ejemplo las fuentes de alimentación tienen la capacidad de brindar una señal de corriente acondicionada para el funcionamiento de diferentes máquinas eléctricas o electrónicas.

El objetivo principal del presente proyecto es la construcción de una Fuente de corriente continua con la cual se pondrá en funcionamiento el Banco de Prueba del Control de Motores que se encuentra en el Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA.

En el Capítulo I se refiere a la parte teórica de todos los componentes utilizados para la construcción de la fuente de alimentación de corriente continua; tales como, transformador, transformador variable o variac, diodos y filtros.

Antes de diseñar la fuente de alimentación, en el Capítulo II se hace un breve resumen de los motores de corriente continua y posteriormente el cálculo y diseño de la misma, así como también las pruebas de funcionamiento.

Para la correcta operación de la fuente de alimentación en el Capítulo III se ha elaborado manuales de operación y mantenimiento que guiarán al instructor y alumnos en el correcto uso de la misma.

El estudio económico-financiero para el desarrollo del proyecto es presentado en el Capítulo IV.

Finalmente el Capítulo V contiene las Conclusiones y Recomendaciones obtenidas durante el desarrollo y culminación del proyecto.

Con la construcción de la fuente de alimentación de corriente continua se pondrá en funcionamiento el Banco de Prueba del Control de Motores DC, logrando de esta manera brindar a los alumnos la herramienta necesaria para la realización de prácticas en la materia de Máquinas Eléctricas

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los avances tecnológicos de la sociedad actual, satisfacen la necesidad de la gente, y al mismo tiempo exigen un mejoramiento educativo eficaz.

La evolución social, proyectada en nuevas tecnologías alternativas, desencadena un alto grado de competitividad, logrando una actitud de beneficio compartido entre las instituciones educativas y las organizaciones productivas.

En este sentido, dentro de la relación Educación – Producción debe haber un proceso sistemático enfatizado en las necesidades reales de las empresas para que los estudiantes se desarrollen efectivamente en su campo de acción.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en su formación educativa, necesita de las herramientas necesarias para que los estudiantes fortalezcan su conocimiento mediante la realización de prácticas que permitan formar profesionales con una gran proyección a la solución de problemas dentro de su especialidad y a los que se presenten en su vida cotidiana.

En la actualidad el Laboratorio de Electricidad e Instrumentos no cuenta con una fuente de alimentación de corriente continua (c.c.) de alto amperaje, que permita el funcionamiento del banco de prueba del motor de corriente continua, para que de esta

manera los estudiantes pongan en practica los conocimientos teóricos adquiridos en el aula en lo referente a: Electricidad, Máquinas Eléctricas y Electrónica.

### **Formulación del problema.**

¿Cómo incide el uso de la Fuente de Alimentación de corriente continua en el manejo del Banco de Pruebas del Control de Motores DC del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

## **JUSTIFICACIÓN**

El avance de la tecnología industrial está involucrado en todos los ámbitos técnicos. Los establecimientos educativos necesitan de herramientas didácticas que sirvan de ayuda para el aprendizaje de sus alumnos.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, necesita emplear y contar con el material necesario que ayude al aprendizaje de conocimientos de especialización en los diferentes campos de la aeronáutica. Por tal motivo este proyecto está destinado a la “Implementación de una Fuente de Alimentación de 38 Vdc” que pondrá en funcionamiento el Banco de Prueba del Control de Motores de Corriente Continua del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA, que por falta de la misma, no se está ocupando un material que es imprescindible para el entendimiento de algunos temas sobre motores de dc en la materia de máquinas eléctricas.

## **OBJETIVO GENERAL**

Implementar una Fuente de Alimentación de 38 Vdc para el Banco de Prueba del Control de Motores DC ¼ HP del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1 Realizar la investigación de diferentes diagramas de fuentes de alimentación de alta corriente.
- 2 Diseñar la fuente de alimentación que satisfaga con las especificaciones de funcionamiento del Motor DC ¼ HP.
- 3 Implementar el circuito de la Fuente de Alimentación de 38 Vdc.
- 4 Realizar las pruebas de funcionamiento de la fuente con el Motor DC de ¼ HP.
- 5 Proporcionar a los alumnos del Instituto una guía teórica de fuentes de alimentación de corriente continua.
- 6 Contribuir con este proyecto el funcionamiento para el Banco de Prueba del Control de Motores DC ¼ HP del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA.

## **ALCANCE**

Este proyecto facilitará el funcionamiento del Banco de Prueba del Control de Motores DC del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA por lo tanto facilitará el aprendizaje de motores DC, en la materia de Máquinas Eléctricas.

El presente proyecto se lo realizó con la finalidad de poseer mayor material didáctico para la especialidad de motores y aviónica. Será la base de próximos proyectos que podrá llegar a un mayor conocimiento sobre la utilización de dispositivos eléctricos y electrónicos que son la base de la tecnología actual.

# CAPÍTULO I

## 1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

### 1.1. Introducción.

Todos los circuitos y aparatos electrónicos requieren por lo menos de una fuente de alimentación AC o DC, externa o interna, para operar correctamente. En el caso de un circuito AC, la fuente puede ser simplemente un transformador reductor conectado a la red pública de corriente alterna de 115V o 220V. La mayoría de circuitos electrónicos prácticos, sin embargo, trabajan a partir de un voltaje de alimentación DC.

Este último puede ser, por ejemplo, suministrado por una batería. Los voltajes requeridos raramente exceden de 30V y en algunos casos pueden llegar a ser inferiores a 1.5V, la corriente demandada puede variar desde unos pocos microamperios hasta varios amperios.

Los diodos son dispositivos electrónicos cuyo funcionamiento consiste en permitir el paso de la corriente en un sentido y oponerse en el otro. Se va a estudiar una de las aplicaciones de los diodos gracias a esta característica. Las fuentes de alimentación son usadas para suministrar corriente eléctrica a nuestros aparatos electrónicos pero como parten de una corriente alterna es necesario transformarla a corriente continua. En este objetivo se va a tener como grandes aliados a los diodos.

La fuente de alimentación es un dispositivo electrónico de manera similar que los "alimentos" son a los seres humanos. Es evidente que cualquier equipo necesita de ella para funcionar. Si falla la fuente falla todo el equipo.

La forma en que está disponible la energía eléctrica en laboratorios electrónicos o en nuestros hogares no es la adecuada para los aparatos que todos conocemos: televisores, lavadoras, frigoríficos, etc. Ya que la mayor parte de estos aparatos necesitan corriente

continua para funcionar, mientras de la que se dispone en los enchufes, es de corriente alterna.

Existen dos soluciones, la primera es usar pilas o baterías pero esto resultaría muy caro, la segunda es transformar la corriente alterna en corriente continua.

El proceso se divide en distintas etapas bien diferenciadas, como puede verse en la figura 1.1. La corriente eléctrica en "bruto" viene como corriente alterna y con tensión variable; sin embargo, tras atravesar la fuente de alimentación, se obtiene corriente continua con tensión constante, y esta es la que interesa pues es la que se conectar a los dispositivos.



Figura 1.1. Fuente de Alimentación

## 1.2. Componentes de una fuente de alimentación.

La función de una fuente de alimentación es convertir la tensión alterna en una tensión continua y lo más estable posible, para ello se usan los siguientes componentes:

- 1.- Transformador de entrada.
- 2.- Rectificador a diodos.
- 3.- Filtro para el rizado.
- 4.- Regulador (o estabilizador) lineal. Este último no es siempre imprescindible.

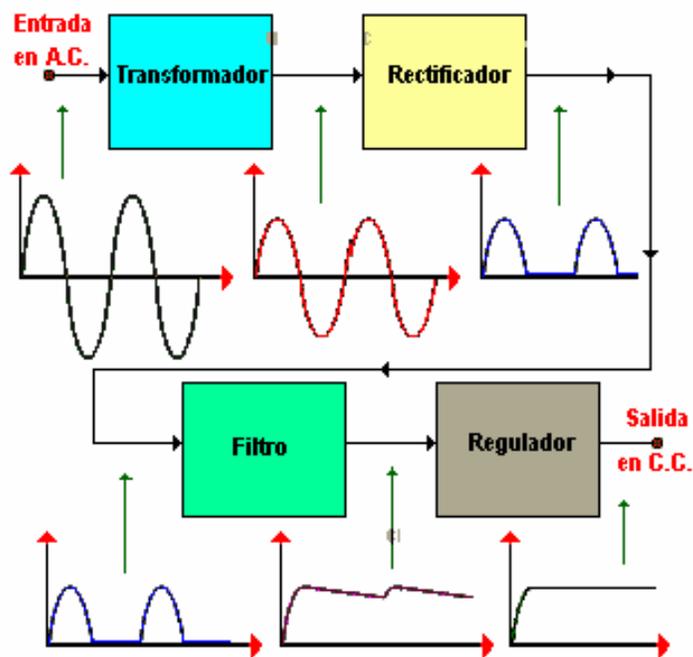


Figura 1.2. Componentes de una fuente de alimentación.

## **1.2.1. TRANSFORMADOR.**

### **1.2.1.1. Funcionamiento del transformador ideal en el vacío.**

Se considera como transformador ideal, aquel que está carente de pérdidas, y que los valores de resistencias de los bobinados primario y secundario son cero, por lo que no existirán caídas de tensión en ambos circuitos, así como tampoco se considera el flujo de dispersión (aquella parte del flujo total producido en cada bobina y que se pierde en el aire).

Se monta sobre el núcleo magnético dos bobinas y aplicamos corriente alterna variable a una de ellas, el flujo magnético que se establece en el núcleo pasa a la otra bobina e induce en ella una f.e.m., la cual puede dar lugar a la circulación de una corriente.

El valor de la f.e.m. depende del número de espiras de la bobina que recibe la corriente o bobina primaria  $N_p$  y del número de espiras de la bobina donde se engendra la f.e.m. o bobina secundaria  $N_s$ .

En los transformadores se cumple también la transferencia de potencia entre primario y secundario, esto es:

$$P_p = P_s = V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s \quad (1.1)$$

### **1.2.1.2. Principios de inducción electromagnética.**

La electricidad magnetismo en un electroimán, que es distinto de un imán permanente, y que el campo magnético se produce sólo cuando las espiras de alambre arrolladas alrededor del núcleo magnético, transportan corriente eléctrica. Para determinar la polaridad de un electroimán se puede usar la llamada regla de la mano izquierda.

### 1.2.1.3. Constitución del transformador.

El transformador monofásico está formado por los elementos siguientes:

- Núcleo.
- Bobinados primario y secundario.

Por el circuito primario el transformador recibe la energía eléctrica, mientras que por el secundario la suministra.

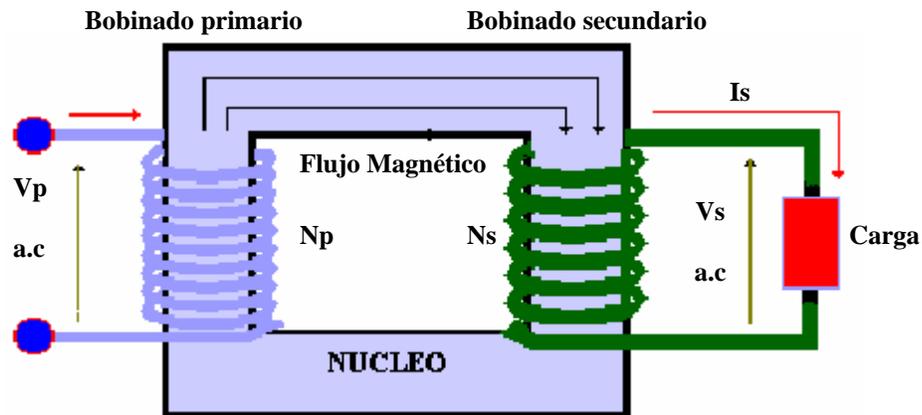


Figura 1.3. Constitución del transformador.

- **Núcleo.-** Está construido superponiendo numerosas chapas de aleación acero silicio, a fin de reducir las pérdidas por histéresis magnética y aumentar la resistividad del acero. El núcleo es el elemento encargado de acoplar magnéticamente los arrollamientos de las bobinas primaria y secundaria del transformador.
- **Devanados.-** Las espiras del devanado se encuentran aislados del núcleo entre sí, utilizando para ello materiales como algodón, papel, barniz, etc. En los devanados de

los circuitos primario y secundario de un transformador es donde se genera el flujo magnético.

#### **1.2.1.4. Potencia primaria y secundaria.**

De hecho, un transformador transfiere potencia eléctrica del primario al circuito secundario. El circuito primario toma la potencia de la fuente y el secundario transmite a la carga. La potencia que es transferida del primario al secundario está determinada por la corriente del secundario que, a su vez, depende de la potencia que requiere la carga. Si la carga requiere una gran cantidad de potencia, según sería el caso de una carga de baja resistencia, entonces se tendría mucha corriente en el secundario. Esta alta corriente causará una disminución en la f.e.m. inducida del primario y la corriente del secundario aumentará.

Esto producirá el campo magnético más intenso, necesario para una alta corriente secundaria. Por lo tanto el transformador regula la potencia transferida de la fuente a la carga en respuesta a lo que necesita la carga.

En un transformador ideal, la potencia en el circuito primario es igual a la potencia en el circuito secundario. Puesto que la potencia es igual al producto de la corriente por la tensión., la ecuación que determina la relación entre la potencia primaria ( $P_p$ ) y la potencia secundaria ( $P_s$ ) en un transformador ideal es la siguiente:

$$V_p \times I_p = V_s \times I_s \quad (1.2)$$

Donde:

$V_p$  = Voltaje del primario

$I_p$  = Corriente del primario

$V_s$  = Voltaje del secundario

$I_s$  = Corriente del secundario

Así pues, suponiendo que las tensiones primaria y secundaria son iguales, como sucede cuando los transformadores del primario y el secundario tienen el mismo número de vueltas, la corriente primaria se ajustará automáticamente al mismo valor que la corriente secundaria, de manera que las potencias del primario y el secundario son iguales.

#### **1.2.1.5. Tipos de transformadores.**

Existen varios tipos de transformadores, según su utilización y el lugar donde se coloque:

- Si aumentan o disminuyen la tensión, elevadores o reductores.
- Por el medio en que trabajan, transformadores de interior o intemperie.
- Si precisan elemento refrigerante, transformadores en seco o en baño de aceite.
- Por el tipo de refrigeración, transformadores con refrigeración natural o con refrigeración forzada.
- Por el número de fases, monofásicos, trifásicos, trifásicos-hexafásicos, etc.
- Si se utilizan en líneas de transporte de energía eléctrica, transformadores de potencia.
- Utilizados en circuitos de comunicaciones, transformadores de comunicaciones.
- Empleados en la técnica de medida, transformadores de intensidad y tensión.
- Para nuestro trabajo se utilizará el transformador que cumpla las características básicas para el diseño de fuentes de alimentación de corriente continua.

##### **1.2.1.5.1. Transformadores de poder.**

Los transformadores de poder, también llamados de alimentación o de potencia, son muy utilizados en casi todos los aparatos electrónicos y tienen la función de rebajar o aumentar el voltaje de entrada, ya sea de 110 o 220 voltios (V), con el fin de alimentar los circuitos electrónicos internos en estos aparatos. Los aparatos electrónicos modernos,

fabricados con transistores y circuitos integrados, requieren por lo general voltajes bajos del orden de los 5 a los 20V en corriente continua.

Como la alimentación que se dispone en los tomacorrientes, es de corriente alterna a 110 o 220V, se debe rebajarla primero a bajo voltaje y luego convertir a corriente continua. Cuando el voltaje en el secundario es mayor que en el primario, se dice que es un transformador elevador, y cuando el voltaje en el secundario es menor, se dice que es un reductor. Se puede tener el caso de transformadores de alimentación con varios arrollamientos secundarios en donde unos tienen voltaje mayor y otro menor.

Para que un transformador tenga más voltaje en el secundario, esta bobina debe tener más vueltas o espiras de alambre que el primario y si el transformador es reductor, el secundario debe tener menos espiras que el primario.

Esta relación de voltaje se llama relación de transformación o relación de espiras.

$$\text{Relación de espiras} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} \quad (1.3)$$

Donde:

$N_s$  = Número de espiras del secundario.

$N_p$  = Número de espiras del primario.

$V_s$  = Voltaje del secundario.

$V_p$  = Voltaje del primario.

#### **1.2.1.5.2.Transformadores variables.**

Un transformador variable está diseñado para proveer salida de voltaje variable que puede ser ajustada desde 0 hasta 117% del voltaje de entrada.

Un transformador variable básico consiste de una bobina de cobre en un núcleo toroidal de acero laminado. Un carbón, conectado a un terminal de salida rota sobre una superficie precisamente pulida y cubierta de oro, creando una pista de conmutación que varía el voltaje en cada vuelta desde cero hasta la máxima salida posible de la bobina<sup>1</sup>.

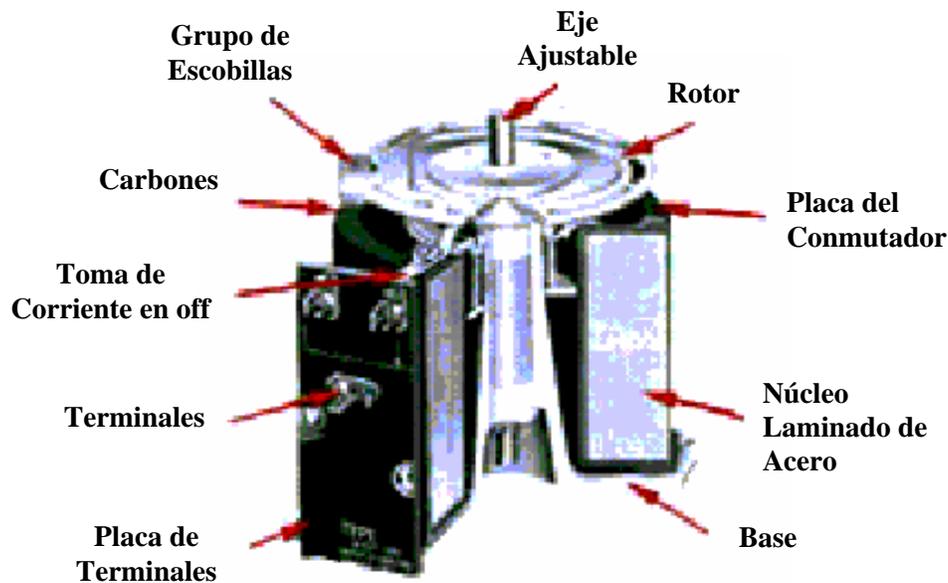


Figura 1.4. Partes de un transformador variable

#### 1.2.1.6. Cálculo para el diseño de un transformador

Aunque existen diferentes métodos para diseñar transformadores de potencia reducida el método indicado en esta sección permite diseñar rápidamente un transformador utilizando fórmulas sencillas de fácil aplicación. Los resultados prácticos obtenidos en la construcción de centenares de transformadores por este sistema han sido excelentes. En el diseño por este método sólo se requiere conocer de antemano tres datos fundamentales a saber:

---

<sup>1</sup> <http://.Variable Transformers>

$V_p$  = voltaje primario.

$V_s$  = voltaje secundario.

$I_s$  = corriente del secundario

Los pasos a seguir son los siguientes:

- A. Calcular la potencia del secundario, la cual se puede obtener por medio de la siguiente fórmula:

$$P_s = V_s \times I_s \quad (\text{VA}) \quad (1.4)$$

- B. Calcular la potencia del primario, al hacer este cálculo debe considerar una pequeña pérdida que ocurre al transferir la energía del primario al secundario a través del núcleo. Estas pérdidas se pueden especificar en forma muy aproximada de la siguiente manera:

Si la potencia secundaria del transformador está comprendida entre 10 y 500 vatios, las pérdidas serán del 15 %, o sea su eficiencia será del 85 %; si  $P_s$  está entre 500 y 1500 W, se toman el 10 % de pérdidas y una eficiencia del 90%; si  $P_s$  es superior a 1500 W, las pérdidas serán del 5 % y la eficiencia del 95 %. De acuerdo con lo anterior, se calcula la potencia del primario con la siguiente fórmula:

$$P_p = \frac{P_s}{\text{Eficiencia expresada en fracción decimal}} (\text{VA}) \quad (1.5)$$

- C. Se procede a calcular las espiras por voltio ( $E/V$ ), éste término se refiere al número de espiras que debe tener el transformador por cada voltio producido en el secundario. Se calcula con las siguientes fórmulas:

$$\frac{E}{V} = \frac{41}{\sqrt{Pp}} \text{ Para núcleo tipo columnas.} \quad (1.6)$$

$$\frac{E}{V} = \frac{32}{\sqrt{Pp}} \text{ Para núcleo tipo acorazado.} \quad (1.7)$$

D. Se calcula el número de espiras en cada bobina:

$$\text{Devanado primario: } N_p = \frac{E}{V} \times V_s = \text{espiras} \quad (1.8)$$

$$\text{Devanado secundario: } N_s = \frac{E}{V} \times V_s = \text{espiras} \quad (1.9)$$

E. El calibre necesario para cada bobinado, ver tabla 1.1, depende de la I que debe soportar el devanado, ver tabla 1.1. Por lo tanto es necesario calcular la I del primario, ya que la del secundario se conoce.

$$I = \frac{P_p}{V_p} = \text{amperios} \quad (1.10)$$

En la tabla 1.1 se especifican los calibres de los conductores de Cu y la I<sub>max</sub>, permitida en amperios para cada uno.

F. Para calcular la sección que debe tener el núcleo en cm<sup>2</sup>, se usa la siguiente fórmula:

$$S = 1.5\sqrt{Pp} \quad \text{Tipo acorazado} \quad (1.11)$$

$$S = 1.2\sqrt{Pp} \quad \text{Tipo columnas} \quad (1.12)$$

El cálculo de esta sección se refiere a aquella parte del núcleo en donde irán colocados los devanados del transformador. En un núcleo de tipo acorazado esta sección será la que corresponde al brazo central. En un núcleo tipo columnas la sección será de un brazo lateral.

Tabla 1.1 Calibre de conductores

CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES DE COBRE						
CALIBRE A.W.G M.C.M	DIAM	SECCION O AREA		PESO	RESIST.	CAPACIDAD
	En mm	En M.C.M	En mm	En Kg/Km	En Ohm/Km a 20 C	En Amperios
0000	11.68	211600	107.20	953, 20	0,164	195
000	10.40	167800	85,01	755. 80	0.203	165
00	9.26	133100	67.43	599. 50	0.256	145
0	8.25	105600	53,49	475, 50	0.322	125
1	7.34	83690	42,41	377.00	0.407	110
2	6.54	66360	33.62	298,90	0,512	95
3	5.82	52620	26,67	237, 10	0.646	85
4	5,18	41740	21. 15	188,00	0,814	70
5	4,62	33090	16,77	149,00	0,029	60
6	4,11	26240	13,30	118.20	1.296	55
7	3.66	20820	10.55	93,80	1,634	45
8	3,26	16510	8.36	74.38	2,060	40
9	2.90	13,090	6.63	58,95	2,598	35
10	2.58	10380	5,26	46,77	3,274	30
11	2,30	8230	4,02	37. 10	4,134	25
12	2.05	6530	3.31	29,40	5.209	20
13	.82	5180	2,63	23.40	6,572	17,5
14	,62	4110	2.08	18, 50	8.284	15
15	.45	3260	1.65	14,70	10,176	7.2
16	.29	2580	1.31	11.60	13,176	6
17	,15	2050	1.04	9,24	16.614	4
18	,02	1620	0,82	7,32	20,948	3,2
19	0,91	1290	0,65	5.81	26.414	2.6
20	0.81	1020	0,51	4,61	33,201	2,0
21	0.72	812	0,41	3.66	41,9	1.62
22	0.64	640	0.32	2.88	53,2	1.28
23	0,57	511	0,25	2,30	66.6	1
24	0,51	404	0.20	1,82	84,2	0.8
25	0,45	320	0. 16	1.44	106.0	0.64
26	0,40	253	0,12	1, 14	135,0	0,5
27	0.36	202	0,10	0,909	169,0	0.4
28	0,32	159	0.08	0.715	214,0	0,32
29	0.28	128	0.064	0,575	266.0	0,26
30	0.25	100	0.050	0,450	340,0	0.2
31	0.22	79,2	0,040	0,357	430,0	0.16
32	0.20	64	0.032	0,288	532,0	0.12
33	0.18	50.4	0.025	0,227	675,0	0.1
34	0.16	39,7	0,020	0, 179	857,0	0.08
35	0.14	31.4	0.015	0, 141	1090,0	0.06
36	0,12	25	0,013	0.013	1360.0	0,042
37	0,11	20,2	0,010	0.091	1680.0	0,036

38	0.10	16	0,008	0.072	2130.0	0.032
39	0.08	12,2	0,006	0.055	2780.0	0.024
40	0,07	9.61	0,004	0,043	3540.0	0,02

### 1.2.2. RECTIFICADOR CON DIODOS.

Para convertir la c.a. en c.c., una etapa de mayor importancia es la rectificación, con la que se transforma la c.a. en otra que ya posee una componente de c.c., siendo preciso un diodo para lograrlo. Cuando un diodo se le polariza directamente, circula desde el cátodo hasta el ánodo una corriente proporcional a dicha polarización. Al polarizar el diodo inversamente circula una corriente inversa muy pequeña, que se desprecia. Al colocar un diodo en serie con una carga y aplicar c.a., solo circula corriente y se produce tensión en la carga durante los semiciclos positivos, pasando la intensidad por la carga siempre en la misma dirección y manteniéndose fija la polaridad entre sus extremos. En los semiciclos negativos la intensidad que circula es despreciable.

En definitiva, es como si el diodo se comportase como un interruptor que durante los semiciclos positivos está cerrado y se aplica la tensión a la carga, y en el negativo el interruptor se abre y no recibe tensión en la carga.

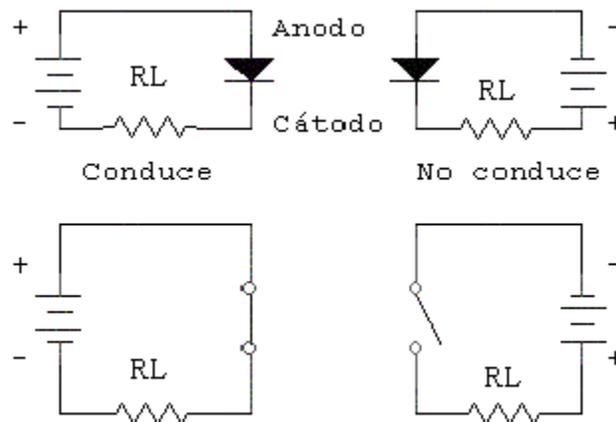


Figura 1.5. Rectificador con diodos.

El rectificador se conecta después del transformador, por lo tanto la entrada es tensión alterna y tendrá que sacar tensión continua, es decir, un polo positivo y otro negativo.

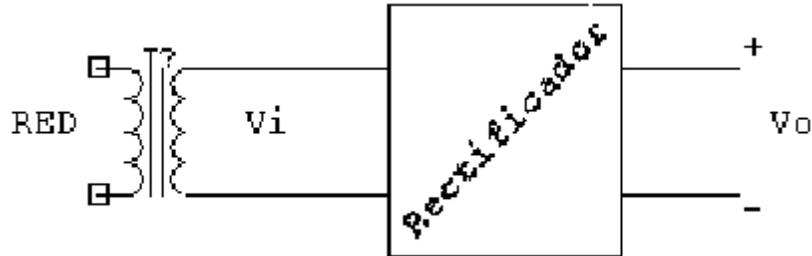


Figura 1.6. Diagrama esquemático del rectificador.

La tensión  $V_i$  es alterna y senoidal, esto quiere decir que a veces es positiva y otras negativa. En un osciloscopio se observaría, ver figura 1.7.

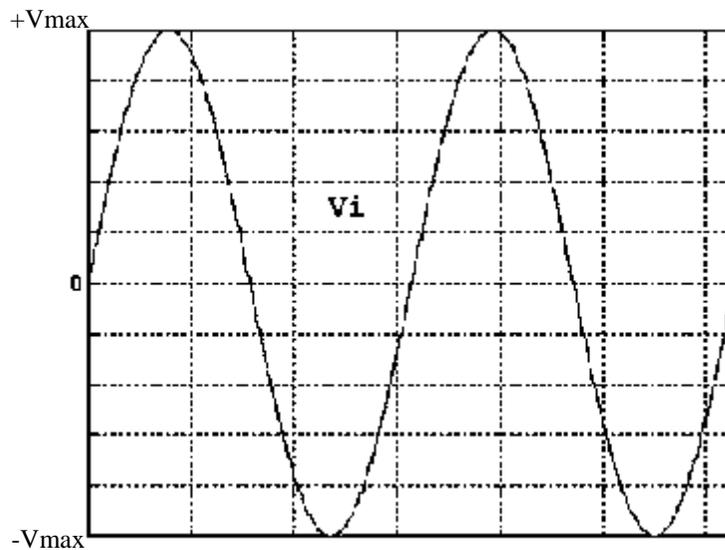


Figura 1.7. Tensión de entrada.

La tensión máxima a la que llega  $V_i$  se le llama tensión de pico y en la figura 1.7 como  $V_{max}$ , la tensión de pico no es lo mismo que la tensión eficaz pero están relacionadas, por ejemplo, si compramos un transformador de 6 voltios son 6 voltios eficaces, se está hablando de  $V_i$ . Pero la tensión de pico  $V_{max}$  vendrá dada por la ecuación:

$$V_{max} = V_i * 1,4142 \quad (1.13)$$

$$V_{max} = 6 * 1,4142$$

$$V_{max} = 8,48 \text{ V}$$

### **1.2.2.1. Tipos de Rectificadores.**

A continuación, se examina cada uno de los dispositivos (etapas) con más detalle con el fin de poder llegar a un mayor entendimiento sobre cuáles son las propiedades y características de cada uno de ellos.

#### **1.2.2.1.1. Rectificador de Media Onda.**

El primero de los rectificadores es el llamado RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA. Es el más sencillo de todos los rectificadores y también el más barato pero, como nadie es perfecto, el rectificador de media onda tampoco lo es y tiene numerosas desventajas que luego enumeraremos. Es uno de los menos usados cuando se requiere eficacia y buen rendimiento, pero el más utilizado si lo que se requiere es un bajo costo.

Este circuito rectificador está formado por un solo diodo. La tensión de entrada al circuito es tensión de corriente alterna, y esta tensión viene representada por una senoide con dos ciclos uno positivo y otro negativo. Durante el ciclo positivo el ánodo del diodo es más positivo que el cátodo y la corriente puede circular a través del diodo.

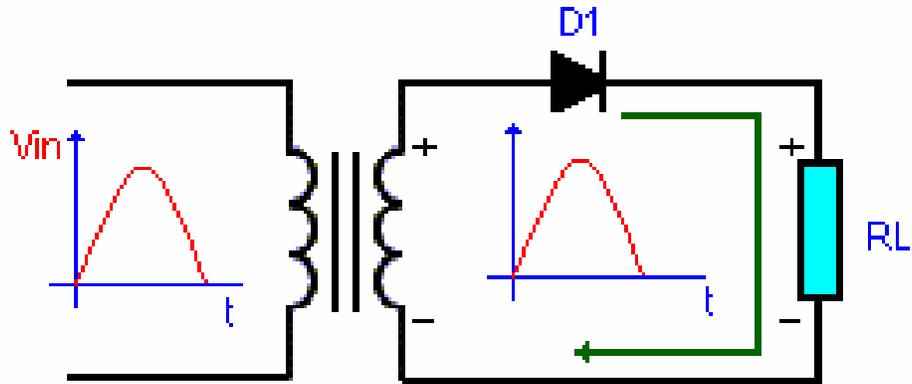


Figura 1.8. Polarización del diodo en sentido directo.

Si el diodo es considerado como ideal, este se comporta como un cortocircuito, figura 1.9, entonces toda la tensión del secundario aparecerá en la resistencia de carga.

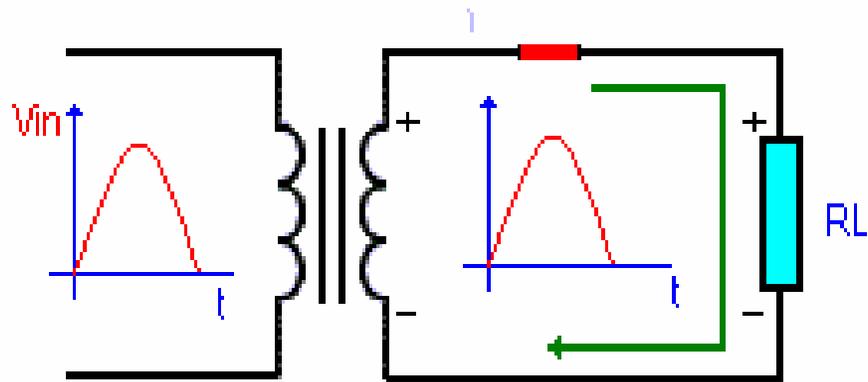


Figura 1.9. Diodo considerado como cortocircuito.

Pero cuando estamos en el ciclo negativo, el ánodo va a ser más negativo que el cátodo y no va a estar permitido el paso de corriente por el diodo.

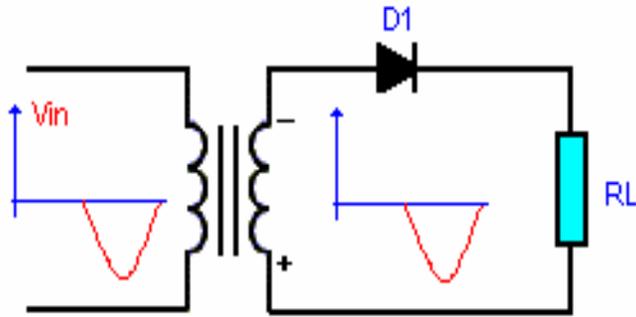


Figura 1.10. Polarización del diodo en sentido inverso.

Si el diodo es considerado ideal entonces este actúa como un circuito abierto y no habrá flujo de corriente.

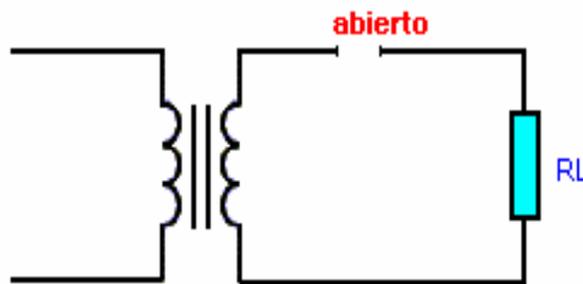


Figura 1.11. Diodo considerado como circuito abierto.

La tensión de salida va a ser igual que la de entrada en el primer caso, es decir, un ciclo positivo, mientras que en el segundo caso, cuando la tensión de entrada es negativa, la de salida va a ser nula. La onda de salida ha quedado reducida a la mitad y de ahí viene el nombre de rectificador de media onda.

Una tensión de corriente alterna tiene dos "mitades", una positiva y otra negativa, en el caso anterior hemos usado el rectificador para anular la parte negativa y nos hemos "quedado" con la positiva. Pero también podemos "quedarnos" con la negativa, simplemente con cambiar el sentido del diodo dentro del circuito rectificador. Como se ha

visto, la tensión de salida de un circuito rectificador de media onda se compone de un ciclo con un valor positivo igual al de la tensión de entrada (en el caso más normal) y un ciclo con un valor nulo. Esto es la causa de que este tipo de rectificadores casi no se usen, ya que durante un tiempo no fluye corriente alguna en la salida. El voltaje que se produce no es muy útil para hacer funcionar nuestros aparatos, de ahí la necesidad de filtrarlo primero, siendo muy difícil este filtrado.

#### 1.2.2.1.2. Rectificador de Onda Completa con transformador de toma intermedia.

La gran diferencia con el rectificador de onda media es que, en este caso, se obtiene a la salida tensión en todo instante y no intervalos de tiempo con una tensión nula como ocurría en el rectificador de media onda, sin embargo este rectificador precisa de un transformador con toma media en el secundario. Un transformador de este tipo tiene una conexión suplementaria en la mitad del arrollamiento secundario:

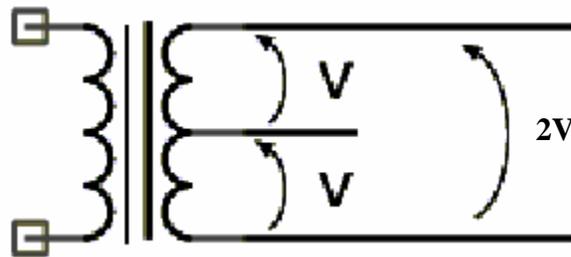


Figura 1.12. Transformador de Toma Intermedia.

Normalmente se suele tomar como referencia o masa la toma intermedia, de esta forma se obtienen dos señales senoidales en oposición de fase, dos señales de este tipo tienen la siguiente forma.

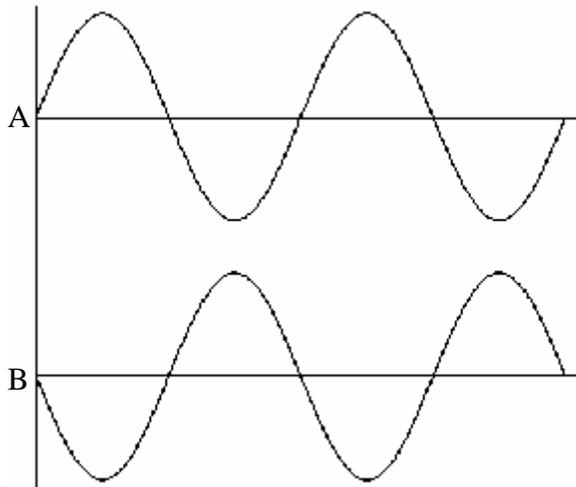


Figura 1.13. Señal senoidal en oposición de fase.

Estos rectificadores están constituidos principalmente por dos diodos y un transformador con toma intermedia. Para explicar su funcionamiento se debe tener en cuenta que un diodo sólo permite el paso de la corriente en un sentido; en este circuito se tiene dos diodos y cada uno de ellos va a permitir el paso a la corriente en un caso opuesto.

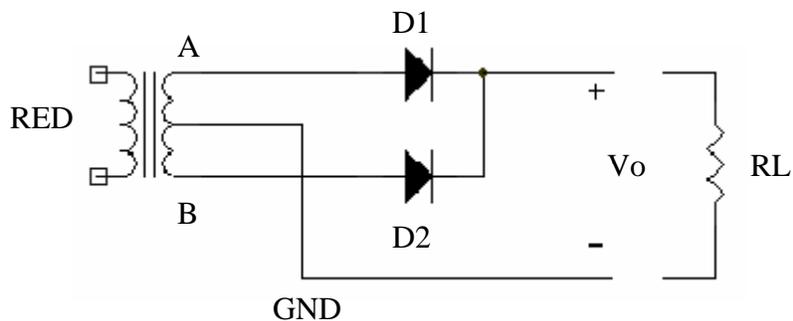


Figura 1.14. Rectificador de Onda Completa.

Tal y cómo son las tensiones en A y en B nunca podrán conducir ambos diodos a la vez. Cuando A sea positiva (B negativa) el ánodo de D1 estará a mayor tensión que su cátodo, provocando que D1 conduzca. Cuando B sea positiva (A negativa) el ánodo de D2

estará a mayor tensión que su cátodo, provocando que D2 conduzca. Obteniendo la forma de  $V_o$  de la siguiente manera.

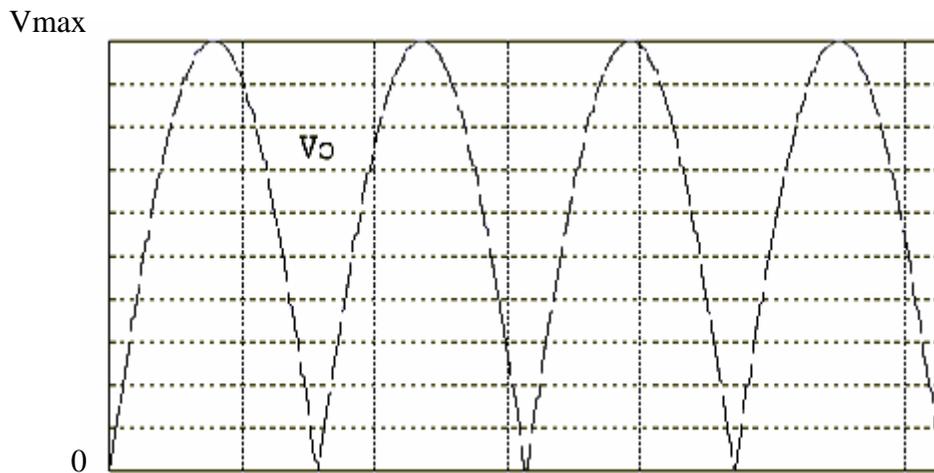


Figura 1.15. Forma de onda de un rectificador de onda completa con transformador de toma intermedia.

La ventaja de este montaje es que se utiliza dos diodos y solo conduce uno cada vez.

### 1.2.2.1.3. Rectificador de Onda Completa en Puente Graetz.

Con este tipo de rectificadores se va a conseguir una tensión de salida de corriente continua en todo instante, al igual que en el rectificador de onda completa. La ventaja de los rectificadores tipo puente es que la tensión de salida es de la misma magnitud que la de entrada, no se pierde la mitad como ocurría en el rectificador de media onda. La desventaja es que aquí se requiere de cuatro diodos, por lo que el costo de este tipo de circuitos es superior a los vistos anteriormente. El rectificador puente está formado por cuatro diodos que forman un puente entre la entrada y la salida. Estos diodos están conectados en paralelo con el transformador, y no tienen ninguna toma central como ocurría en el de onda completa, según podemos ver en la figura 1.16.

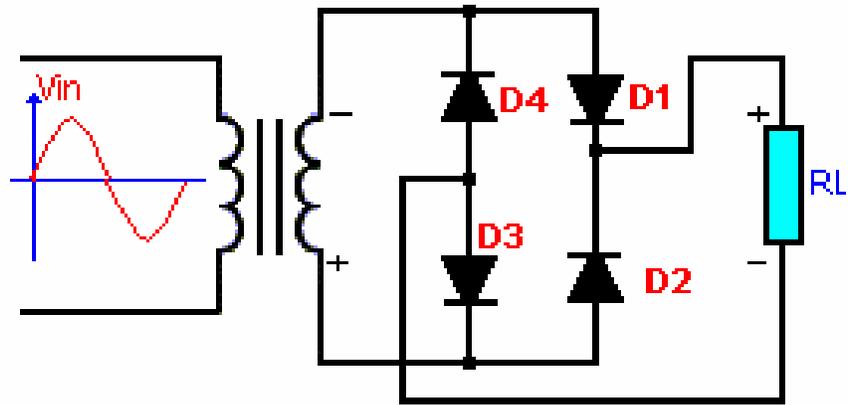


Figura 1.16. Rectificador de Onda Completa en Puente Graetz.

En este circuito con puente de diodos, los diodos, D1 y D3 son polarizados directamente en el semiciclo positivo, los diodos D2 y D4 en sentido inverso. Observe que la corriente atraviesa la carga RL figura 1.17.

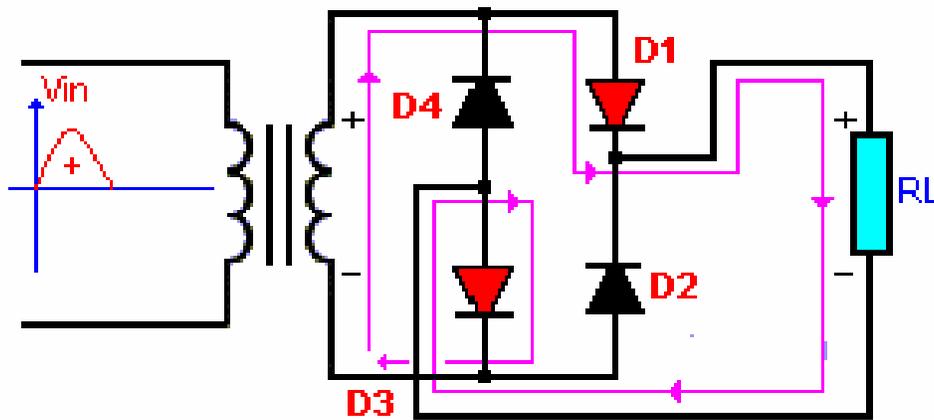


Figura 1.17. Polarización de los diodos en el semiciclo positivo.

En el semiciclo negativo, la polaridad del transformador es el inverso al caso anterior y los diodos D1 y D3 son polarizados en sentido inverso y D2 y D4 en sentido directo. La corriente como en el caso anterior también pasa por la carga RL figura 1.18, en el mismo sentido que en el semiciclo positivo.

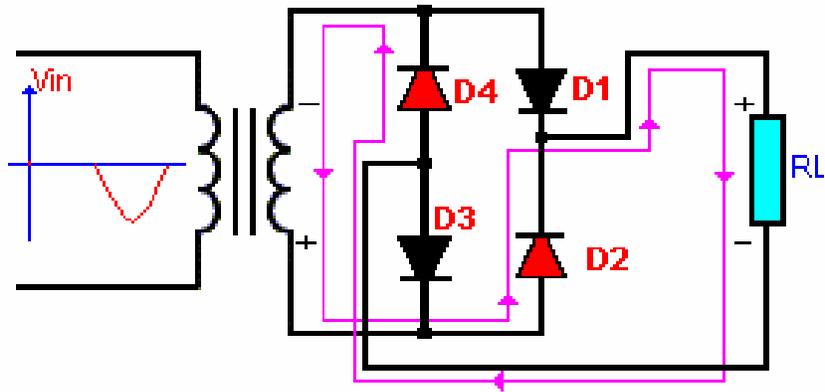


Figura 1.18. Polarización de los diodos en el semiciclo negativo.

Por tanto, en cada ciclo se obtiene a la salida una tensión de corriente continua positiva y de igual amplitud que la de entrada. Con estos rectificadores se aprovecha toda la tensión de entrada y se consigue una rectificación de onda completa, aunque su precio es el más elevado de todos.

El resultado es el siguiente:

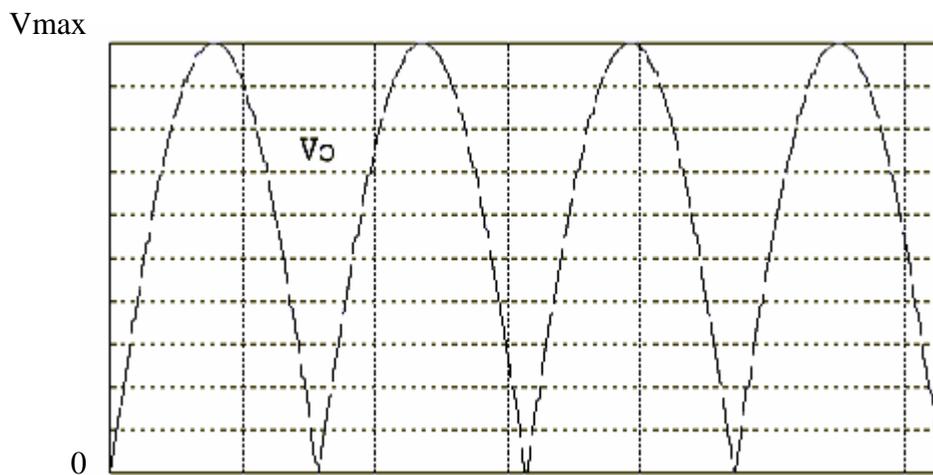


Figura 1.19. Forma de onda en la salida del Rectificador de Onda Completa tipo puente.

Observe en la figura 1.19, que no se ha conseguido una tensión de salida demasiado estable, por ello, será necesario filtrarla después.

Es tan común usar el tipo de rectificadores que se venden en la figura 1.20, ya que se encuentran preparados los cuatro diodos en un solo componente. Suele ser recomendable usar estos puentes rectificadores, ocupan menos que poner los cuatro diodos y para corrientes grandes vienen ya preparados para ser montados en un radiador. Este es el aspecto de la mayoría de ellos.

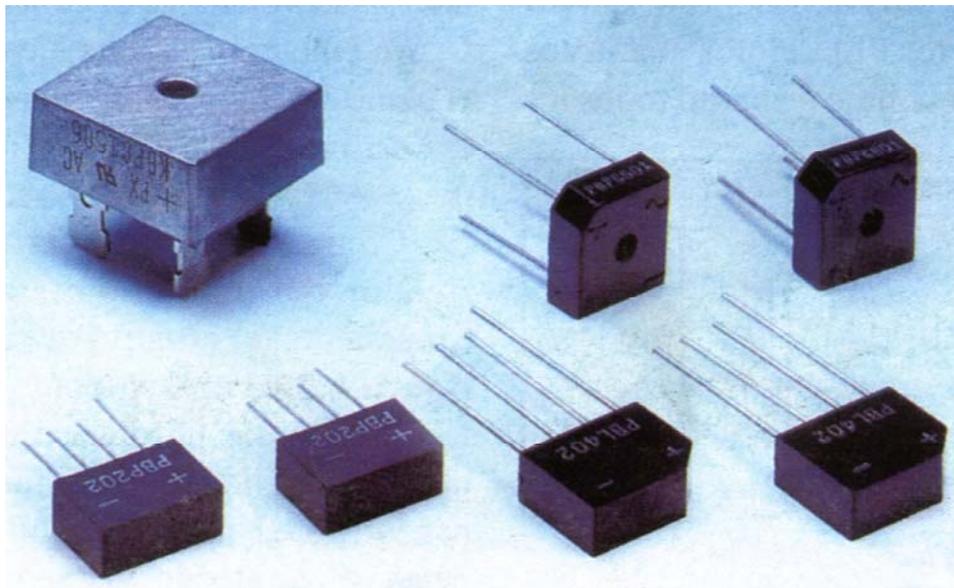


Figura 1.20 Presentaciones comunes de puentes rectificadores.

Tienen cuatro terminales, dos para la entrada en alterna del transformador, uno la salida positiva y otro la negativa o masa. Las marcas en el encapsulado suelen ser:

- ~ Para las entradas en alterna
- + Para la salida positiva
- Para la salida negativa o masa.

### 1.2.2.2. Caída de tensión en los diodos.

Cuando se hablaba de los diodos se decía que eran como interruptores que se abren y se cierran según la tensión de sus terminales. Esto no es del todo correcto, cuando un diodo está cerrado tiene una caída de tensión de entre 0,7 voltios y 1 voltio, dependiendo de la corriente que esté conduciendo esta caída puede ser mayor.

Esto quiere decir que por cada diodo que esté conduciendo en un momento determinado se "pierde" un voltio aproximadamente.

En el rectificador de un diodo conduce solamente un diodo a la vez, por lo tanto la tensión de pico  $V_{max}$  de la salida será un voltio inferior a la de la  $V_{max}$  de entrada, por ejemplo: suponga que tiene un transformador de 6 V y quiere conocer la tensión pico que le queda cuando le pone un rectificador de un diodo, la tensión de salida de pico  $V_{max}$  será la siguiente:

$$V_{max} = 6 * 1.4142 - 1$$

$$V_{max} = 7,5 \text{ V}$$

En el rectificador en puente conducen siempre dos diodos a la vez, se dice que conducen dos a dos, por lo tanto la tensión de pico de la salida  $V_{max}$  será dos voltios inferior a la  $V_{max}$  de entrada. Por ejemplo: suponga el mismo transformador de 6 voltios y quiere saber la tensión de pico que le queda al ponerle un rectificador en puente, la tensión de salida de pico  $V_{max}$  será la siguiente:

$$V_{max} = 6 * 1.4142 - 2$$

$$V_{max} = 6,5 \text{ V}$$

Quizás le extrañe que el rectificador en puente sea el más usado pese a que "pierde" más voltios. Pero tenga en cuenta que la forma de onda del rectificador con un diodo y el

rectificador en puente no son iguales y al final acaba rindiendo mucho mejor el puente de diodos.

### 1.2.3. EL FILTRO.

La tensión en la carga que se obtiene de un rectificador es en forma de pulsos como se indica en las figuras 1.15 y 1.19. En un ciclo de salida completo, la tensión en la carga aumenta de cero a un valor de pico, para caer después de nuevo a cero. Esta no es la clase de tensión continua que precisan la mayor parte de circuitos electrónicos. Lo que se necesita es una tensión constante, similar a la que produce una batería. Para obtener este tipo de tensión rectificada en la carga es necesario emplear un filtro.

El tipo más común de filtro es el del condensador a la entrada, en la mayoría de los casos perfectamente válido. Sin embargo en algunos casos puede no ser suficiente y tendremos que pedir la mano de algunos componentes adicionales.

#### 1.2.3.1. Filtro con condensador a la entrada.

Este es el filtro más común y seguro que lo conocerá, basta con añadir un condensador en paralelo con la carga (RL), de esta forma:

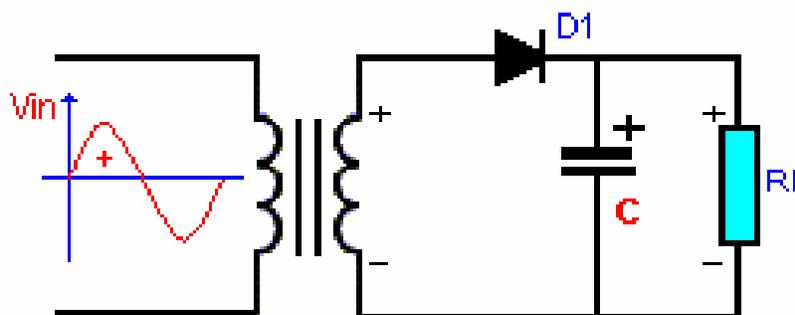


Figura 1.21. Filtro con condensador a la entrada.

Todo lo que se diga en este apartado será aplicable también en el caso de usar el filtro en un rectificador en puente.

Cuando el diodo conduce el condensador se carga a la tensión pico  $V_{max}$ . Una vez rebasado el pico positivo el condensador se abre. ¿Por qué? debido a que el condensador tiene una tensión  $V_{max}$  entre sus extremos, como la tensión en el secundario del transformador es un poco menor que  $V_{max}$  el cátodo del diodo está a más tensión que el ánodo. Con el diodo ahora abierto el condensador se descarga a través de la carga. Durante este tiempo que el diodo no conduce el condensador tiene que "mantener el tipo" y hacer que la tensión en la carga no baje de  $V_{max}$ . Esto es prácticamente imposible ya que al descargarse un condensador se reduce la tensión en sus extremos.

Cuando la tensión de la fuente alcanza de nuevo su pico el diodo conduce brevemente recargando el condensador a la tensión de pico. En otras palabras, la tensión del condensador es aproximadamente igual a la tensión de pico del secundario del transformador (hay que tener en cuenta la caída en el diodo). La tensión  $V_o$  quedará de la siguiente forma:

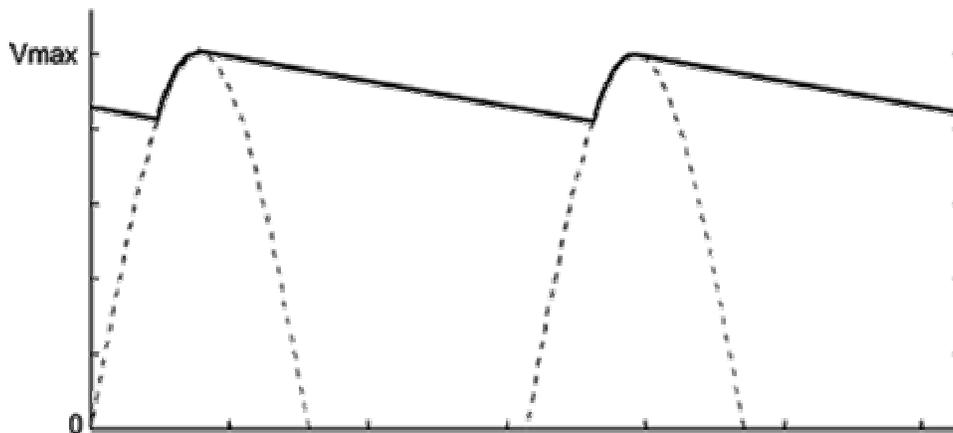


Figura 1.22. Voltaje de salida filtrada.

La tensión en la carga es ahora casi una tensión ideal. Sólo queda un pequeño rizado originado por la carga y descarga del condensador. Para reducir este rizado podemos optar por construir un rectificador en puente: el condensador se cargaría el doble de veces en el mismo intervalo teniendo así menos tiempo para descargarse, en consecuencia el rizado es menor y la tensión de salida es más cercana a  $V_{max}$ .

Otra forma de reducir el rizado es poner un condensador mayor, pero siempre hay que tener cuidado en no optar por valores de capacitancia muy alta ya que un condensador demasiado grande origina problemas de conducción de corriente por el diodo y, por lo tanto, en el secundario del transformador (la corriente que conduce el diodo es la misma que conduce el transformador).

### 1.2.3.2. Efecto del condensador en la conducción del diodo.

Como se dijo anteriormente, el diodo sólo conduce cuando el condensador se carga. Cuando el condensador se carga aumenta la tensión en la salida, y cuando se descarga disminuye, por ello se puede distinguir perfectamente en el gráfico cuando el diodo conduce y cuando no. En la figura 1.23, se ha representado la corriente que circula por el diodo, que es la misma que circula por el transformador.

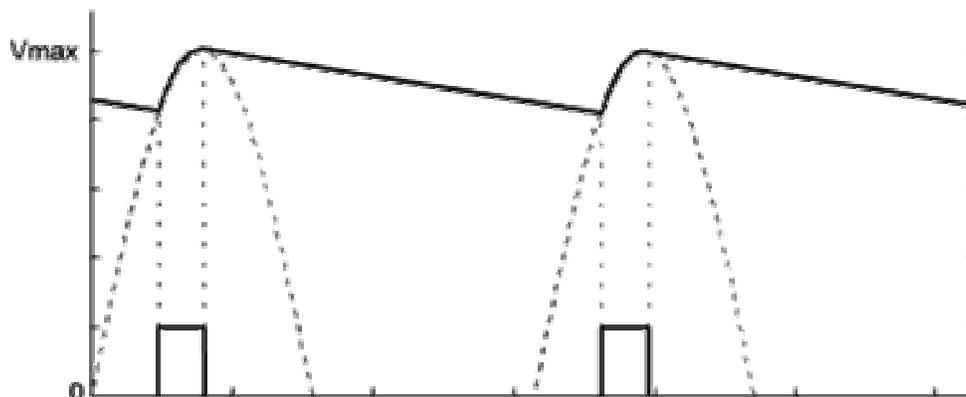


Figura 1.23. Formas de onda del voltaje de salida y de la corriente del diodo con capacitores pequeños.

La corriente por el diodo es a pulsos, mostrados como rectángulos para simplificar. Los pulsos tienen que aportar suficiente carga al condensador para que pueda mantener la corriente de salida constante durante la no conducción del diodo. Esto quiere decir que el diodo tiene que conducir "a la vez" todo lo que no puede conducir durante el resto del ciclo. Es muy normal, entonces, que tengamos una fuente de 1 Amperio (A) y esos pulsos lleguen hasta 10A o más. Esto no quiere decir que tengamos que poner un diodo de 10A, Un 1N4001 soporta 1A de corriente media y pulsos de hasta 30A.

Un condensador mayor reducimos el rizado, pero al hacer esto también reduce el tiempo de conducción del diodo, Como la corriente media que pasa por los diodos será la misma (e igual a la corriente de carga) los pulsos de corriente se hacen mayores.

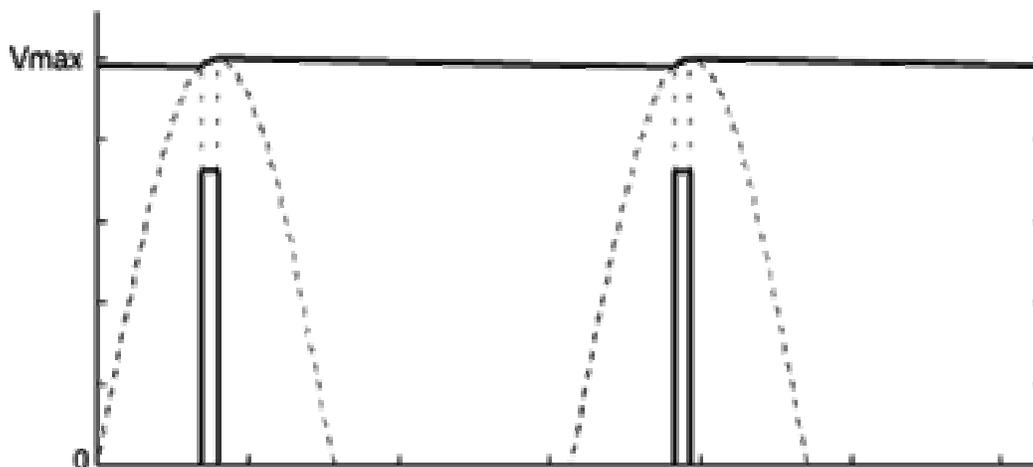


Figura 1.24. Forma de onda del voltaje de salida y de la corriente del diodo con capacitores grandes.

Y esto no sólo afecta al diodo, sino también al transformador, ya que a medida que los pulsos de corriente se hacen más estrechos (y más altos a su vez) la corriente eficaz aumenta. Si aumenta el valor del condensador se podría encontrarse con un transformador de 0.5 A y no puede suministrar más de 0.2 A a la carga (por poner un ejemplo).

### 1.2.3.3. Valores recomendables para el condensador en un rectificador tipo puente.

Si quiere ajustar el valor del condensador al menor posible esta fórmula dará el valor del condensador para que el rizado sea de un 10% de  $V_o$  (regla del 10%)<sup>2</sup>:

$$C = (5 * I) / (f * V_{max}) \quad (1.14)$$

Donde:

$C$  = Capacidad del condensador del filtro en faradios.

$I$  = Corriente que suministrará la fuente.

$f$  = Frecuencia de la red.

$V_{max}$ : tensión pico de salida del puente (aproximadamente  $V_o$ ). Si se quiere conseguir un rizado del 7% puede multiplicar el resultado anterior por 1.4, y si quiere un rizado menor resulta más recomendable que use otro tipo de filtro o colocar un estabilizador.

---

<sup>2</sup> <http://www.electron.es.vg/>

### 1.3. TIPO DE FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

#### 1.3.1. Fuente de alimentación no estabilizada.

Son aquellas que el nivel de la tensión de salida puede variar según varíe la tensión de entrada. Esto es debido a que la tensión de red puede variar, y en este tipo de fuentes si varía la entrada varía la salida.

#### 1.3.2. Fuente de alimentación estabilizada.

Son aquellas en las que la tensión de salida nunca varía. Aunque varíe la tensión de entrada, la salida permanece constante, en el valor de tensión que se calculó. Estas pueden pertenecer, a su vez, a dos grupos:

##### 1.3.2.1. Fuente de alimentación estabilizada paralelo.

Esto quiere decir que el componente estabilizador está en paralelo con la carga; este sistema lo suele formar un zener de potencia.

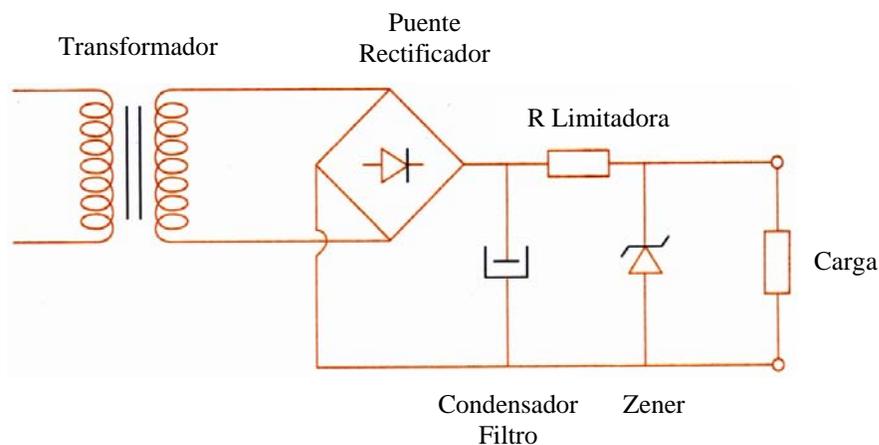


Figura 1.25. Fuente de alimentación estabilizada paralelo

### 1.3.2.2. Fuente de alimentación estabilizada serie.

El componente encargado de realizar la estabilización se encuentra en serie con resistencias de carga. El componente que realiza esta función es un transistor, polarizado o gobernado a su vez por otros elementos, como son una resistencia limitadora y un zener.

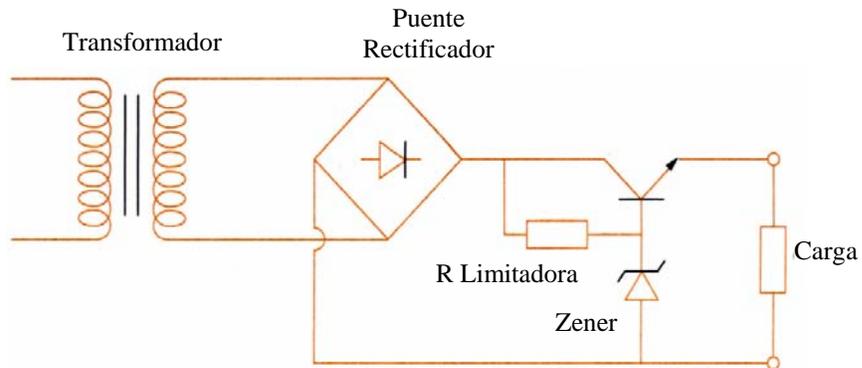


Figura 1.26. Fuente de alimentación estabilizada serie.

## 1.4. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

Los dispositivos de protección, como su nombre lo indica, son componentes que protegen a los circuitos y sistemas electrónicos contra condiciones de operación adversas tales como corrientes, voltajes y niveles de calentamiento excesivos. Los principales tipos de dispositivos de protección utilizados en electrónica son los fusibles, los breakers, los varistores y los disipadores de calor. También se pueden incluir dentro de esta categoría al chasis o cajas de montaje.

### 1.4.1. Fusibles.

Son dispositivos que limitan la cantidad de corriente que puede pasar a través de un circuito, abriéndolo físicamente cuando esta corriente es superior a un límite máximo establecido. Están constituidos por un filamento de alambre, encerrado dentro de una ampolla de vidrio, que se destruye cuando a través suyo pasa una corriente superior a la especificada. Una vez que sucede, el fusible debe ser reemplazado por uno nuevo.

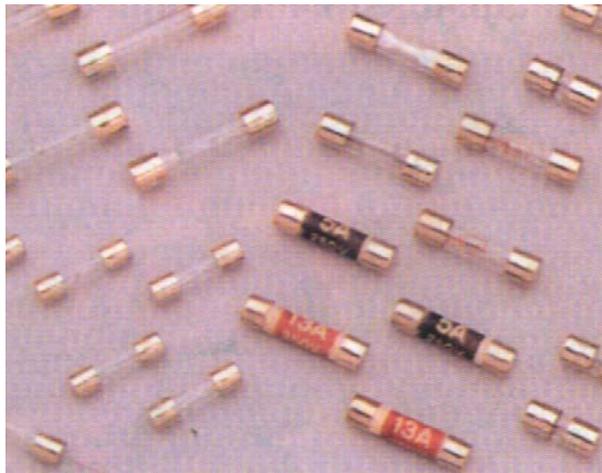


Figura 1.27. Fusibles.

### 1.4.2. Breakers.

Realizan la misma función de protección de los fusibles, es decir abrir un circuito en caso de sobre corriente. Sin embargo, a diferencia de los fusibles, no se destruyen, sino que pueden ser reconectados, sirviendo como interruptores de encendido y apagado convencionales.

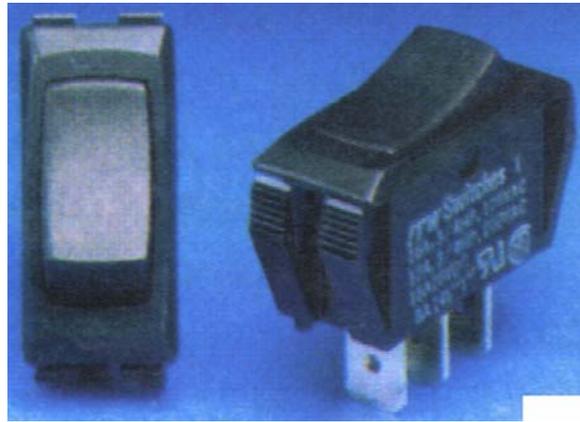


Figura 1.28. Breakers

### 1.4.3. Varistores.

También denominados MOVs (*Metal Oxide Varistors*), son dispositivos que limitan el voltaje aplicado a un circuito o componente, cortocircuitándolo físicamente cuando el mismo es superior a un máximo especificado y absorbiendo la energía resultante. Son muy similares en su apariencia externa a los condensadores cerámicos, pero se comportan eléctricamente como diodos zener bidireccionales. Son muy utilizados para proteger circuitos y componentes delicados contra picos de alto voltaje producidos en las líneas de alimentación AC.

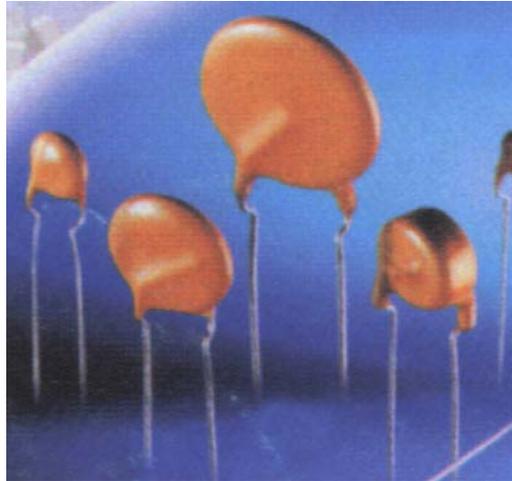


Figura 1.29. Varistores.

#### 1.4.4. Disipadores de calor.

Son piezas metálicas especiales que se acoplan a semiconductores de potencia y evacuan hacia el medio ambiente el calor desarrollado en los mismos como resultado de la circulación de corriente. Algunas veces traen incorporado un pequeño ventilador para agilizar el intercambio de calor.

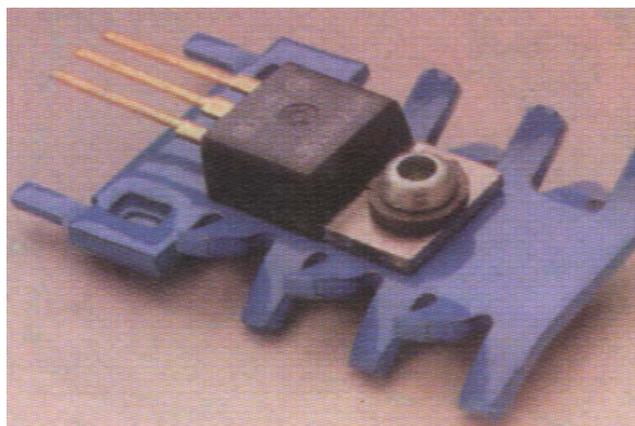


Figura 1.30. Disipador de calor.

#### 1.4.5. Cajas de montaje.

También llamadas gabinetes o chasis, juegan un papel funcional, estético y ergonómico muy importante en cualquier sistema electrónico. Además de servir como medio físico de soporte de los distintos circuitos y elementos operativos que la constituyen, el chasis le da a cualquier proyecto la apariencia de un producto final, permitiendo que armonice con su entorno y pueda ser utilizado cómodamente. También lo protege contra el abuso, la interferencia electromagnética, las condiciones ambientales y otros factores. Pueden ser plásticas o metálicas y tener muy diversas formas, dependiendo de la aplicación particular del sistema que hospedan, la imaginación del diseñador y las técnicas de construcción disponibles.

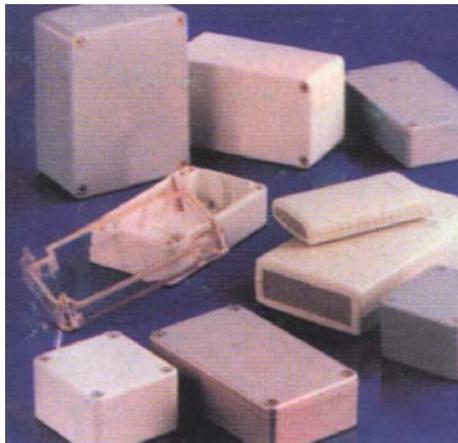


Figura 1.31. Cajas de Montaje.

## **CAPÍTULO II**

### **2. DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.**

Antes de diseñar la fuente de alimentación se va hacer un breve resumen de las características de los motores de corriente continua con el fin de entender los parámetros que se deben tomar en cuenta para el diseño de la fuente de alimentación que alimenta al motor.

#### **2.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA.**

##### **2.1.1. Generalidades.**

Son los más comunes y económicos, y se puede encontrarlos en la mayoría de los juguetes a pilas, constituidos, por lo general, por dos imanes permanentes fijados en la carcasa y una serie de bobinados de cobre ubicados en el eje del motor, que habitualmente suelen ser tres.

El funcionamiento se basa en la interacción entre el campo magnético del imán permanente y el generado por las bobinas, ya sea una atracción o una repulsión, hacen que el eje del motor comience su movimiento.

Un motor de corriente continua está compuesto de un estator y un rotor. En muchos motores c.c., generalmente los más pequeños, el estator está compuesto de imanes para crear un campo magnético. En motores c.c. más grandes este campo magnético se logra con devanados de excitación de campo.

El rotor es el dispositivo que gira en el centro del motor y está compuesto de arrollados de cable conductores de corriente continua. Esta corriente continua es suministrada al rotor por medio de las "escobillas" generalmente fabricadas de carbón.

Nota: un devanado es un arrollado compuesto de cables conductores que tiene un propósito específico dentro de un motor

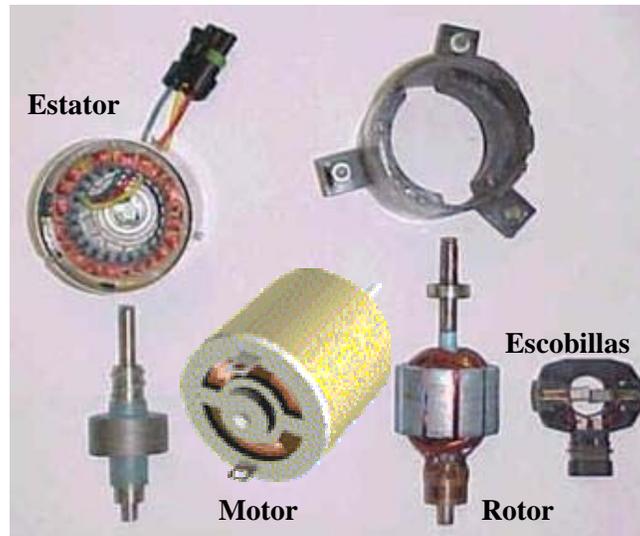


Figura 2.1 Motor de corriente continua y sus partes.

### 2.1.2. Definición.

Las máquinas de corriente continua transforman la energía mecánica en energía eléctrica (de corriente continua), o viceversa, se las llama generadores o motores respectivamente. También estas máquinas están esencialmente constituidas por una parte fija, que produce el flujo de inducción, llamada inductor y otra parte giratoria, que contiene el arrollamiento en el cual se produce la f.e.m. inducida (o contra f.e.m.), llamada inducido o armadura. La parte giratoria incluye el colector (rectificador u ondulator mecánico) componente esencial para el funcionamiento de la máquina.

## 2.2. PRINCIPIO BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES DE CC.

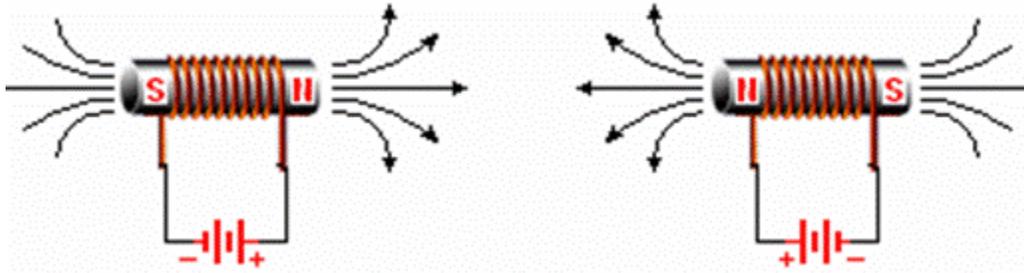


Figura 2.2 Principio básico del funcionamiento de los motores de c.c.

Cuando un conductor por el que fluye una corriente continua es colocado bajo la influencia de un campo magnético, se induce sobre él (el conductor) una fuerza que es perpendicular tanto a las líneas de campo magnético como al sentido del flujo de la corriente. Ver la figura 2.3.

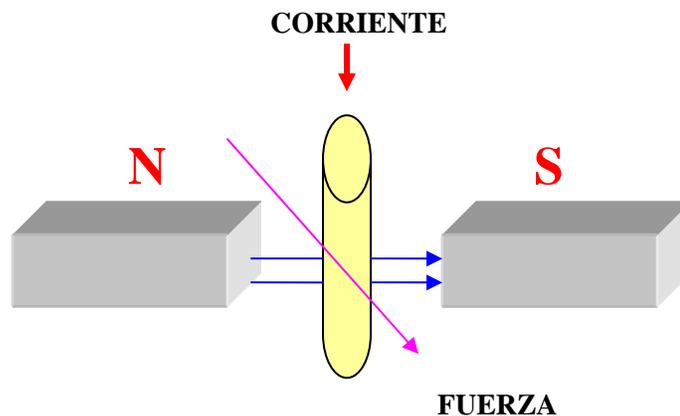


Figura 2.3 La fuerza perpendicular al campo magnético y a la corriente.

- Campo magnético en azul.
- Corriente continua en rojo.
- Dirección de la fuerza en violeta.
- Imanes: N (norte) y S (sur).

Para que se entienda mejor en la figura 2.4, se indica cómo se debe colocar el conductor con respecto al eje de rotación del rotor para que exista movimiento.

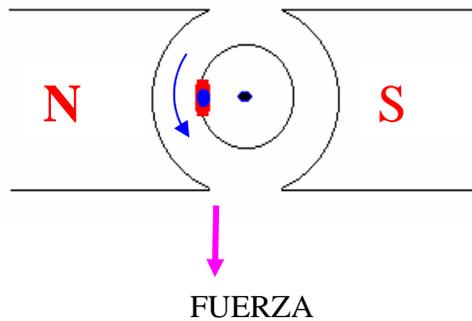


Figura 2.4 Conductor con respecto al eje de rotación del rotor.

- Par motor en azul.
- Fuerza en violeta.
- Conductor con corriente entrante en el gráfico azul y rojo.
- Imanes: N (norte) y S (sur).

Pero en el rotor de un motor c.c no hay solamente un conductor sino muchos. Si se incluye otro conductor exactamente al otro lado del rotor y con la corriente fluyendo en el mismo sentido, el motor no girará pues las dos fuerzas ejercidas para el giro del motor se cancelan.

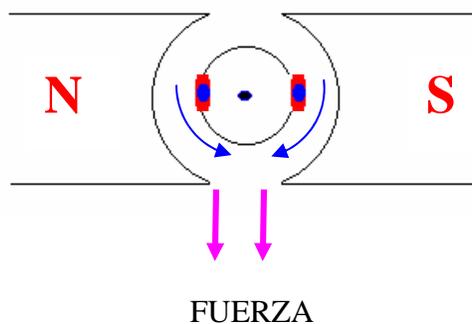


Figura 2.5 Varios conductores en el rotor de un motor de cc.

- Par motor en azul.
- Fuerza en violeta.
- Conductor con corriente entrante en el gráfico azul y rojo.
- Imanes: N (norte) y S (sur).

Es por esta razón que las corrientes que circulan por conductores opuestos deben tener sentidos de circulación opuestos. Si se hace lo anterior el motor girará por la suma de la fuerza ejercida en los dos conductores.

Para controlar el sentido del flujo de la corriente en los conductores se usa un conmutador que realiza la inversión del sentido de la corriente cuando el conductor pasa por la línea muerta del campo magnético.

La fuerza con la que el motor gira (el par motor) es proporcional a la corriente que hay por los conductores. A mayor tensión, mayor corriente y mayor par motor.

### 2.3. FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ DE UN MOTOR CC.

Cuando un motor de corriente continua es alimentado, el voltaje de alimentación se divide entre la caída que hay por la resistencia de los arrollados del motor y una tensión denominada fuerza contraelectromotriz (FCEM). Ver en la figura 2.6.

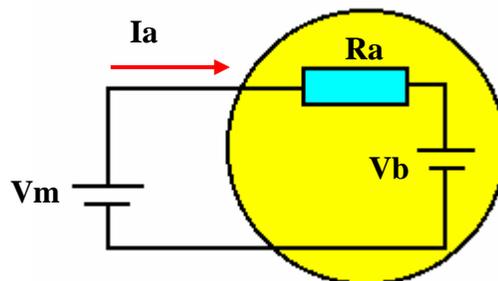


Figura 2.6 Fuerza Contraelectromotriz de un motor de c.c.

- $V_m$  = tensión de entrada al motor (voltios)
- $R_a$  = resistencia del devanado de excitación (ohmios)
- $I_a$  = corriente de excitación (amperios / amperes)
- $V_b$  = FCEM debido al giro del motor (voltios)

Aplicando la ley de tensiones de Kirchoff

$$V_m = V_b + (I_a \times R_a) \text{ (Ecuación A)} \quad \text{o} \quad V_b = V_m - (I_a \times R_a) \text{ (Ecuación B)}$$

Nota: Observar que en la ecuación B que cuando sube el valor de  $I_a$ , disminuye el valor de  $V_b$ .

La FCEM es proporcional a la velocidad del motor y a la intensidad del campo magnético. Si el motor tiene rotor con imán permanente esta constante es:  $K = V_b / N_d$ .

Donde:

- $K$  = constante de FCEM del motor y se expresa en voltios / rpm.
- $N_d$  = velocidad de giro del motor en rpm.

## 2.4. ARRANQUE DE MOTORES.

Se denomina arranque de un motor al régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado que el motor está detenido hasta que el motor gira a la velocidad de régimen permanente.

El conjunto que se pone en marcha es inercial y disipativo, incluyendo en este último concepto a las cargas útiles, pues consumen energía.

El estudio del arranque de los motores tiene una gran importancia práctica, ya que la elección correcta de las características de los motores eléctricos y arrancadores a instalar están basados en el conocimiento de las particularidades de éste régimen transitorio.

Por lo tanto, para que el conjunto comience a girar se necesita que el par motor “medida de la fuerza de giro que proporciona un motor”<sup>3</sup> supere al par resistente, de manera que genera una aceleración angular de arranque. El proceso de arranque finaliza cuando se equilibra el par motor con el par resistente, estabilizándose la velocidad de giro del motor.

Como la fuerza motora es el producto de la corriente absorbida por el flujo del campo magnético, además de un factor que caracteriza al tipo de máquina, este mayor par de arranque generalmente está asociado a una mayor corriente de arranque, la que no debe superar determinado límite por el calentamiento de los conductores involucrados.

Aunque se suele enfocar el diseño de estos sistemas de arranque en atención a las corrientes y fuerzas involucradas, no deben dejarse de lado otros aspectos que también resultan importantes, como por ejemplo el consumo de energía disipada en forma de calor y las perturbaciones sobre la red de baja tensión.

Estas perturbaciones incluyen principalmente las caídas de tensión (muy notables en los elementos de iluminación), que pueden afectar el funcionamiento de otros elementos conectados a la misma, lo que resulta crítico en las instalaciones con muchos motores que realizan frecuentes arranques.

Por otro lado, los dispositivos de arranque pueden ser de operación manual o por contactores. Estos últimos permiten efectuar el mando a distancia del motor con cables de secciones pequeñas (sólo se requiere la corriente necesaria para la bobina del contactor), lo que facilita el accionamiento y diseño del dispositivo de control por trabajar con intensidades reducidas.

---

<sup>3</sup> <http://motor.terra.es/motor/servicio/definicion>.

## 2.5. ARRANQUE DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA.

Con los medios de rectificación que se disponen actualmente resulta fácil y práctico la utilización de motores de corriente continua, debido a la facilidad que tienen para arrancar y regular su velocidad.

En la práctica se utilizan diversos motores de corriente continua como:

- De excitación independiente.
- De excitación serie / universal.
- De excitación derivación (shunt).
- De excitación compuesta en conexión adicional (compound).
- De imanes permanentes.
- Especiales.

Dentro de los motores de excitación independiente, serie, derivación y compuesta, se distinguen los siguientes bobinados cuya denominación e identificación señalamos:

AB - Inducido.

GH - Polos auxiliares y de compensación.

JK - Bobinado inductor independiente.

EF - Bobinado inductor serie.

CD - Bobinado inductor derivación.

Un motor de corriente continua queda definido por:

- Red que alimenta al arrancador / variador (tensión y sistema de c.a.).
- Tipo de motor en función de la c. c.
- Potencia en KW.
- Velocidad máxima en rpm.
- Gama de trabajo, mínima y máxima.

- Par a transmitir, en Nm.
- Tensión del inducido, en V.
- Tensión del inductor, en V.
- Intensidad del inducido, en A.
- Intensidad del inductor, en A.

## 2.6. CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES DE C.C.

- Motor de corriente continua de excitación independiente
  - Par de arranque muy elevado.
  - Fácil control de velocidad en forma automática.
  - Requiere reóstato de arranque.
  - Se utiliza en motores pequeños.



Figura 2.7. Motor de corriente continua de excitación independiente.

- Motor de corriente continua de excitación serie.
  - Par de arranque muy elevado.
  - Difícil control de velocidad.
  - Requiere reóstato de arranque.
  - Se utiliza para tracción eléctrica.

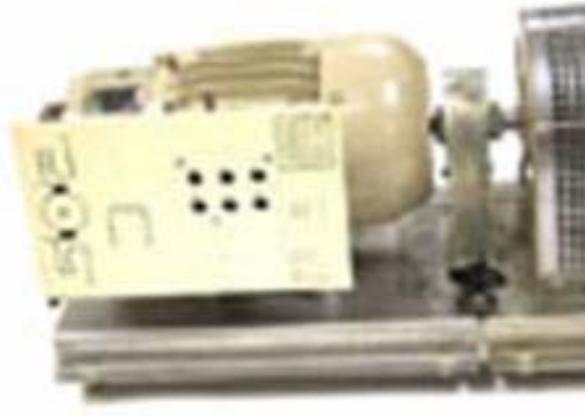


Figura 2.8. Motor de corriente continua con excitación serie

- Motor de corriente continua con excitación derivación (shunt)
  - Par de arranque menor que en el motor serie.
  - Muy estable.
  - Requiere reóstato de arranque en el inducido.
  - Utilizado en máquinas herramientas.

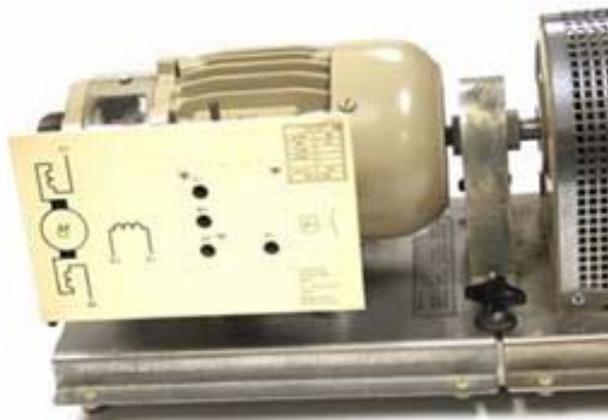


Figura 2.9. Motor de corriente continua con excitación derivación (shunt)

- Motor con excitación compuesta en conexión adicional (compound).
  - Par de arranque más elevado que el motor en derivación.
  - Muy estable.
  - Requiere reóstato de arranque en el inducido.
  - Utilizado en máquinas herramientas y para tracción.

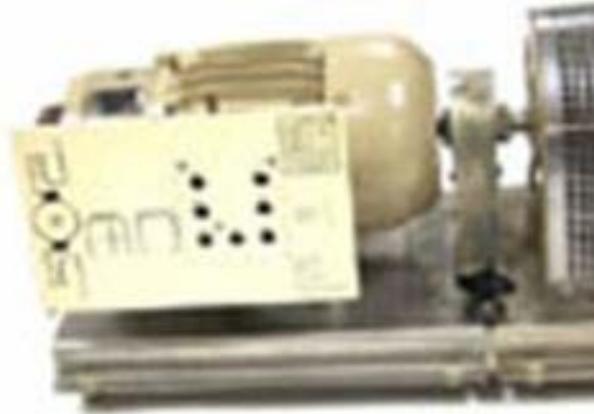


Figura 2.10. Motor de corriente continua con excitación compound

En estos motores la FEM en reposo es cero, y por consiguiente, la corriente y el par de arranque sólo quedan limitados por la resistencia del circuito de inducido.

Los motores de corriente continua pueden arrancar por diferentes procedimientos actuando sobre la tensión. Los más utilizados son el reóstato de regulación y los dispositivos electrónicos de rectificación controlada.

### **2.6.1. Arranque de motores de corriente continua por reóstatos.**

Los reóstatos se conectan en serie con el inducido, de manera que se produce una caída que disminuya la tensión efectivamente aplicada sobre el mismo.

En el caso del motor derivación, se deduce que conservando constantes el flujo y la tensión total, la pendiente de la característica velocidad-par es proporcional a la resistencia del circuito de inducido. Aumentando esta resistencia, la característica cortará al eje de velocidad cero en un punto de menor par (y corriente) de arranque.

Por su parte en el caso del motor serie el efecto de la resistencia adicional es semejante, obteniéndose un determinado par de arranque con una sobrecorriente menor que en el motor derivación, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de tracción.

### **2.6.2. Arranque de motores de corriente continua por dispositivos electrónicos.**

En estos arrancadores el equipo electrónico, generalmente de tiristores, recibe un suministro de corriente alterna monofásica o trifásica y lo convierte en un suministro de tensión continua variable, que permiten el arranque con aplicación progresiva de tensión, con la consiguiente limitación de corriente y par de arranque.

Finalmente digamos que muchas veces el criterio de selección entre el uso de los distintos sistemas de arranque pasa fundamentalmente por una consideración de tipo técnico-económica.

## **2.7. CARACTERÍSTICAS NOMINALES.**

### **2.7.1. Potencia nominal.**

Si se trata de un generador de corriente continua la potencia nominal es la potencia en bornes expresada en watts (W), para un motor en cambio es la potencia entregada en el eje (también en W) en condiciones nominales.

### **2.7.2. Tensión nominal.**

La tensión nominal es la tensión entre bornes de la máquina en condiciones de referencia definidas.

Para generadores de corriente continua destinados a funcionar dentro de un rango pequeño de tensiones, la potencia nominal y la corriente nominal, salvo que se especifique lo contrario, se refieren a la máxima tensión.

Para los motores en general con la tensión nominal el motor entrega la potencia nominal correspondiente a la velocidad.

### **2.7.3. Alimentación eléctrica.**

En los motores de corriente continua alimentados por medio de un convertidor estático de potencia, la ondulación de la tensión y de la corriente influyen sobre las características de funcionamiento de la máquina.

Al comparar un motor con este tipo de alimentación, con otro que se alimenta con una fuente de corriente continua pura, se observa que las pérdidas y el calentamiento se incrementan y la conmutación se dificulta, para el primer caso.

En el diseño de los motores es necesario tener en cuenta las características de la alimentación, que puede asemejarse a una fuente de corriente continua con armónicas superpuestas.

Para reducir la ondulación en algunos casos se incluyen en el circuito de alimentación inductancias adicionales (que cumplen la función de filtros).

#### **2.7.4. Sobreintensidad ocasional.**

Los motores de corriente continua deben soportar la máxima velocidad, con plena excitación y su correspondiente tensión de armadura, una corriente igual a 1.5 veces la corriente nominal durante un tiempo no menor de 1 minuto.

Para máquinas grandes se puede (previo acuerdo entre el constructor y el comprador), adoptar un tiempo menor, pero este no podrá ser inferior a 30 s.

La posibilidad de que se presente una sobreintensidad ocasional en una máquina rotante, se indica con el objeto de coordinar la máquina con los dispositivos de comando y protección, estableciendo las normas de ensayo para verificar esta condición.

Los efectos del calentamiento en los arrollamientos de la máquina varían aproximadamente como el producto del tiempo por el cuadrado de la corriente, en consecuencia una corriente superior a la nominal produce un incremento de la temperatura de la máquina.

Salvo que se especifique lo contrario, se supone que la máquina no será sometida a este tipo de sobrecargas, más que durante unos pocos cortos períodos durante toda su vida.

#### **2.7.5. Exceso momentáneo de par.**

Para motores de corriente continua, el par se puede expresar en función de la sobreintensidad y el exceso momentáneo de par se debe acordar entre el fabricante y el comprador.

Algunas normas para aplicaciones particulares fijan valores de exceso momentáneo de par o potencia. En muchos casos el usuario indica con grado importante de detalle como varían par y velocidad a lo largo del ciclo de utilización.

### **2.7.6. Sobre-velocidad.**

Por las características de funcionamiento mencionadas, estas máquinas pueden estar sometidas a posibles sobrevelocidades, razón por la cual deben diseñarse para estas exigencias y deben probarse que son capaces de soportarlas.

## **2.8. ENSAYO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE MOTORES DE C.C.**

### **2.8.1. Motor serie.**

Se designa así al motor de corriente continua cuyo bobinado inductor principal está conectado en serie con el bobinado inducido. Al igual que en las dínamos serie, las bobinas polares principales son construidas de pocas espiras y con conductor de gran sección.

Si al efectuar el arranque del motor serie se conecta directamente a la línea, la intensidad de corriente absorbida tomará un valor exagerado, en efecto, cuando el rotor está parado no se genera fuerza contraelectromotriz en el bobinado inducido (por no tener movimientos los conductores), entonces la intensidad de corriente absorbida recibe el nombre de corriente de cortocircuito

El motor serie se caracteriza por tener un elevado par de arranque, en defecto, el bobinado inductor principal, conectado en serie con el bobinado inducido, es recorrido por la corriente total . Por consiguiente, la excitación del campo magnético aumenta mucho en el arranque.

El motor serie es muy inestable, ya que presenta el peligro de embalsarse cuando disminuye mucho la carga resistente. Recuerde que cuando disminuye el valor de la intensidad de corriente también se reduce el valor del flujo.

El peligro de embalamiento se hace más grave si, por error o avería, llega el motor a trabajar en vacío, por ejemplo, por rotura de la correa, llegando entonces a alcanzar velocidades peligrosas.

### **2.8.2. Motor shunt.**

Se designa así al motor de corriente continua cuyo bobinado inductor principal está conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido e inductor auxiliar. Al igual que en los dínamos shunt las bobinas polares principales son construidas de muchas espiras y con hilos de poca sección, por lo que la resistencia del bobinado inductor principal es muy grande.

La intensidad de corriente total absorbida por el motor se descompone en dos partes, una recorre el bobinado inductor principal y otra que pasa por el inducido. La intensidad de la corriente de excitación vale:

$$I_d = \frac{V_L}{R_d} \quad (2.1)$$

Donde:

$I_d$  = Corriente de excitación.

$V_L$  = Tensión de la línea.

$R_d$  = Resistencia del circuito.

Valor que permanece constante mientras no se modifique la tensión de la línea  $V_L$  ni la resistencia del circuito en el cual se halla incluido el bobinado inductor principal, lo cual también determina que es constante el valor del flujo polar.

El par de arranque del motor shunt también es mayor que el momento de rotación nominal, pero sin llegar a ser tan elevado como el motor serie, ya que aquí solamente crece la corriente en el inducido mientras que se mantiene constante el flujo ( por ser constante la corriente de excitación ). En consecuencia, el par de arranque viene a ser 1,4 a 1,8 veces el par nominal.

El motor shunt conserva casi inalterable su velocidad, aunque varíe el par resistente. No obstante, también el motor shunt puede embalsarse si quedara cortado el circuito de excitación .Ahora bien, esto sólo puede ocurrir por error de maniobra o avería.

La favorable propiedad de tener una velocidad estable, hace del motor shunt, el motor por excelencia para el mando de máquinas para herramientas, así como en aquellas aplicaciones que no han de tener vigilancia permanente.

### **2.8.3. Motor compound.**

Se designa así al motor de corriente continua cuya excitación es originada por dos bobinados inductores independientes; uno dispuesto en serie con el bobinado inducido y otro conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido, inductor serie e inductor auxiliar.

Las intensidades de corriente de excitación del inducido y la total se calculan con las fórmulas similares a las expuestas anteriormente para los motores Shunt.

Para impedir que la corriente absorbida en el arranque tome un valor excesivo, es preciso intercalar, en serie con el circuito del inducido, un reóstato de arranque, cuya resistencia esté calculada para que la intensidad de corriente en el arranque se encuentre dentro de los valores reglamentados.

## 2.9. CARACTERÍSTICAS ELECTROMECAÑICAS.

Las máquinas eléctricas de corriente continua, en general, están limitadas en sus prestaciones por los siguientes factores:

- Calentamiento máximo admisible impuesto por las normas en función de la clase de aislamiento.
- Inducciones en las distintas partes del circuito magnético.
- Tensión máxima entre delgas del colector.
- Tensión de reactancia (inducida en la espira que conmuta).

Muchos son los problemas, difíciles que han tenido que encarar los constructores, también para ellos la disponibilidad de los modernos medios de cálculo (computadoras y programas) ha permitido importantes avances en los proyectos, y en particular para los estudios de campos y otros problemas muy complejos que se presentan.

Por ejemplo se ha recurrido a la utilización de programas de cálculo para:

- Determinar el comportamiento de la tensión de reactancia inducida en la espira en conmutación.
- Determinar la forma de la expansión polar del polo auxiliar o la conmutación de manera que se logre realizar una compensación de la tensión de reactancia lo más perfecta posible.
- Investigar la forma de ranura del rotor que haga mínima la tensión de reactancia.
- Determinar el perfil de la expansión del polo principal, para hacer despreciable la distorsión del flujo causado por la reacción del inducido y por lo tanto limitar la tensión máxima entre las delgas del colector para cada condición de funcionamiento.
- El principal requisito que debe satisfacer un moderno motor es su completa adaptabilidad para ser alimentado con rectificadores y la posibilidad de regulación por medio de dispositivos electrónicos.

Como es bien conocido, las características principales de la alimentación con convertidores a tiristores son:

- La existencia en la corriente de una componente ondulada con una armónica fundamental de frecuencia elevada.
- Una gran rapidez de respuesta del sistema, es decir, los modernos reguladores electrónicos, para controlar la velocidad de los motores, imponen en régimen transitorio variaciones de corriente  $di/dt$  muy elevadas.
- La ondulación de la corriente genera pulsaciones de flujo que provocan vibraciones de la estructura mecánica y por lo tanto un aumento del ruido producido; además un calentamiento general más elevado debido al aumento de las pérdidas óhmicas y la presencia de pérdidas adicionales en el hierro, y especialmente una degradación de la conmutación.

Las pulsaciones de flujo, en efecto, generan corrientes parásitas en la carcasa y en los polos auxiliares, determinando un amortiguamiento del campo de los polos auxiliares y un defasaje del mismo respecto a la corriente de la armadura.

Si la máquina se alimenta con corriente continua pura es posible compensar perfectamente la tensión de reactancia con los polos auxiliares, en cambio con una corriente ondulada, (alterna superpuesta a la continua) este equilibrio no se logra, ya que aparece superpuesto el fenómeno de inducción de corriente alterna (variable) y que no se puede compensar.

Para mejorar la conmutación es indispensable reducir las corrientes parásitas. Este resultado se puede obtener realizando el circuito magnético completamente laminado (yugo estatórico y eventualmente polos auxiliares) y previendo para la carcasa una solución que ofrezca todas las garantías funcionales y que contemporáneamente resulte industrialmente válida en términos de costo.

## 2.10. CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

De acuerdo a las características analizadas de los motores de corriente continua y aplicando a los Motores DC de ¼ HP del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA se estableció que se requiere una Fuente de Alimentación de 38V y 20A. A continuación se presentan, paso por paso, los cálculos de los componentes para el diseño de la Fuente de Alimentación.

• **Cálculo del diseño del transformador:** Para el diseño del transformador se tomó en consideración los siguientes datos:

$V_p = 115V$ : Voltaje entregado por la Empresa Eléctrica.

$V_s = 28V_{rms}$ : Voltaje necesario para que la salida del  $V_{max} = 28\sqrt{2} \cong V_{cd}$ .

$I_s = 20 A$ : Tomando en consideración las medidas de corriente de arranque del Motor DC de ¼ de HP realizados en el Laboratorio de Electricidad del ALA N.- 12 la corriente de arranque que necesita para su puesta en marcha es de 15A y se ha establecido diseñar la fuente para 20 A. Con los parámetros mencionados entonces se realizarán los siguientes cálculos.

A. Potencia del secundario.

$$P_s = V_s \times I_s \text{ (VA)}$$

$$P_s = 28 V_{rms} \times 20A$$

$$P_s = 560 \text{ VA}$$

B. Potencia del primario.

$$P_p = \frac{P_s}{\text{Eficiencia expresada en fracción decimal}} \text{ (VA)}$$

$$P_p = \frac{560 \text{ VA}}{0.85} \text{ (VA)}$$

$$P_p = 658.82 \text{ (VA)}$$

C. Número de las espiras por voltio (E/V), éste término se refiere al número de espiras que debe tener el transformador por cada voltio producido en el secundario

$$\frac{E}{V} = \frac{41}{\sqrt{P_p}}$$

$$\frac{E}{V} = \frac{41}{\sqrt{658.82VA}}$$

$$\frac{E}{V} = 1.64 \text{ espiras/voltio}$$

D. Número de espiras en cada bobina.

$$\text{Devanado primario: } N_p = \frac{E}{V} * V_s = \text{espiras}$$

$$N_p = 1.64 \frac{E}{V} * 115V$$

$$N_p = 188,6 \cong 189 \text{ espiras}$$

$$\text{Devanado secundario: } N_s = \frac{E}{V} * V_s = \text{espiras}$$

$$N_s = 1.64 \frac{E}{V} * 28V_{rms}$$

$$N_s = 45.92 \cong 46 \text{ espiras}$$

E. El calibre necesario para cada bobinado, depende de la I que debe soportar el devanado. Por lo tanto es necesario calcular la I del primario, ya que la del secundario se conoce.

$$I_p = \frac{P_p}{V_p} = \text{amperios}$$

$$I_p = \frac{560 VA}{115V}$$

$$I_p = 4.86 \cong 5A \text{ De acuerdo a la tabla 1.1 el calibre del conductor Cu es el \# 16.}$$

F. Sección que debe tener el núcleo en  $cm^2$ .

$$S = 1.2\sqrt{P_p} \quad \text{Tipo columnas}$$

$$S = 1.2\sqrt{560}$$

$$S = 28.39 \text{ cm}^2$$

De acuerdo a los cálculos realizados del diseño del transformador se pudo conseguir un transformador de similares características en el Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA, por lo que no fue necesario su construcción facilitando la realización de este proyecto. El transformador que se dispone para el diseño de la Fuente de Alimentación tiene las siguientes características.

Tabla 2.1. Características del transformador

Vin	Vout	CYCLE	KVA	PHASE	SERIAL	TEMP	a
115 Vca	28 Vrms	60	2	1	A06474	55°C	4

Nota.- Para mejorar la regulación de voltaje a la salida de la fuente se optó por utilizar el variac antes del transformador, de tal manera que se incrementa la corriente de salida, disminuyendo el voltaje de entrada, ya que el transformador por sí solo no satisfacía las necesidades de corriente, para el motor, en el momento de arranque.

- **Puente rectificador:** Se elegirá entre la opción de 4 diodos conectados en puente Graetz. o una pastilla donde el puente de diodos se encuentra integrado. Para los dos casos se debe tener cuidado de elegir componentes capaces de soportar los 20 A. Un puente de diodos integrado en pastilla capaz de soportar una tensión de 38V y 20A, fue el KBPC3506 que es un puente de diodos que puede soportar una tensión de 600V y 35A de corriente.

- **Cálculo del filtro:** Calculamos el valor del condensador según la ecuación 1.14, donde la I es de 20 A, la f es 60 Hz y la V<sub>máx</sub> es 38 V, en la figura 2.13 se indica el circuito impreso de los condensadores.

$$C = (5 * I) / (f * V_{\max})$$

$$C = (5 * 20A) / (60Hz * 38V)$$

$$C = 43859.6 \mu F$$

## 2.11. IMPLEMENTACIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

La Fuente de Alimentación consta de las siguientes etapas:

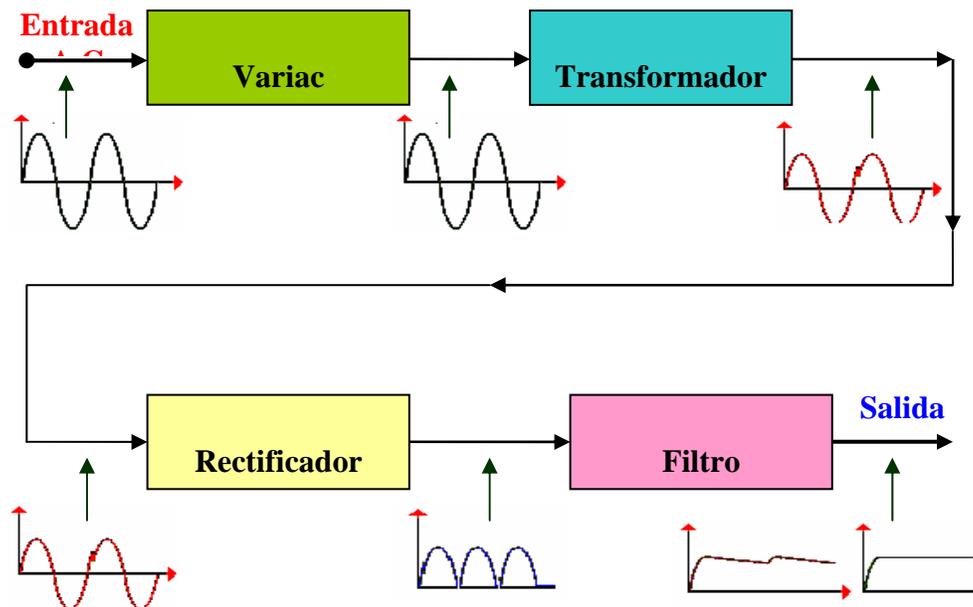


Figura 2.11. Diagrama de bloques de la fuente de alimentación.

- **El variac (transformador variable).**

La función del variac, es simplemente variar el voltaje de la red, y así poder obtener a la salida del transformador un voltaje variable y una corriente elevada.

La señal de salida que se obtiene en el variac es un voltaje variable de 0 a 115Vca, ver el anexo D.

- **Transformador.**

El transformador, es un dispositivo que no tiene partes móviles, el cual transfiere la energía eléctrica de un circuito u otro bajo el principio de inducción electromagnética. La

transferencia de energía la hace por lo general con cambios en los valores de voltajes y corrientes.

El transformador reduce la señal de entrada del primario, la señal de salida que se obtiene en el transformador en este caso es un voltaje variable de 0 a 28Vrms, anexo E.

- **Rectificador.**

La función del rectificador en la Fuente de Alimentación es convertir la señal de ca, en una señal de corriente continua pulsante.

El rectificador que se utilizó en la Fuente de Alimentación es el KBPC3506 un tipo puente de 650V a 35A.

La señal de salida que se obtiene en el puente rectificador es de 0 - 36 Vcd, ver el anexo F.

- **Filtro.**

El filtro alisa o aplanar la onda anterior eliminando el componente de corriente alterna (C.A.) que entrega el rectificador. De acuerdo a los cálculos del diseño de la Fuente de Alimentación se debe utilizar un condensador de 43859.6 $\mu$ F, cómo en el mercado no existe un valor de condensador de ese valor, entonces se optó por utilizar cuatro condensadores en paralelo de 4700 $\mu$ F, y las especificaciones del voltaje del condensador debe ser superior a los 38V por lo que se escogió de 50V.

La señal de salida que se obtiene del filtro es un voltaje variable de 0 a 38 Vcd, ver el anexo G.

A continuación se presentan los diagramas del circuito eléctrico de la fuente de alimentación y el circuito impreso de los condensadores.







## 2.12. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

De acuerdo a las pruebas realizadas de la Fuente de Alimentación con el motor de corriente continua, se logró obtener los resultados indicados en la tabla 2.1.

Tabla 2.2. Pruebas de funcionamiento de la Fuente de Alimentación.

VOLTAJE DEL VARIAC	VOLTAJE DEL TRANSFORMADOR	VOLTAJE DE SALIDA (Vcd)	CORRIENTE DE ARRANQUE (A)	CORRIENTE NOMINAL (A)
0 V	0 Vrms	0 V	0 A	0 A
5 V	1.3 Vrms	1.83 V	0.13 A	0.12 A
10 V	2.54 Vrms	3.59 V	4.24 A	2.0 A
20 V	5.09 Vrms	7.2 V	4.54 A	2.0 A
30 V	7.63 Vrms	10.8 V	5.48 A	1.83 A
50 V	12.7 Vrms	17.96 V	5.54 A	1.9 A
70 V	17.8 Vrms	25.17 V	5.9 A	1.9 A
90 V	23 Vrms	32.52 V	6 A	2.1 A
110 V	28 Vrms	39.6 V	12.43 A	2.4 A

**Nota.-** Cuando el voltaje del variac es de 0 a 5V el motor de c.c, no funciona el motor entra a funcionar cuando el voltaje del variac es de 10V.

## CAPÍTULO III

### 3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

#### 3.1. MANUAL DEL USUARIO.

La fuente de alimentación construida es un equipo que va hacer útil para la puesta en marcha y el correcto funcionamiento del Banco de Prueba del Control de Motores ubicado en el Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del I.T.S.A, es por ello que para evitar y prevenir daños se propone seguir el siguiente manual de utilización de la fuente de alimentación.

1. Conectar la fuente de alimentación a los 115Vca, 60Hz.
2. Prender el interruptor ON-OFF de la fuente de alimentación ubicado en la parte frontal de la fuente.
3. Verificar que la luz indicadora de encendido esté prendida.
4. En caso de que no se encienda reportar el daño al encargado del laboratorio.
5. En caso de que la luz se encienda vuelva a apagar la fuente de alimentación.
6. Utilizando los cables correctos conecte las salidas de la fuente de alimentación a los terminales de entrada de alimentación de la maqueta de control de motores.
7. Antes de encender la fuente cerciórese que la conexión del generador y la resistencia estén en una conexión serie.
8. Prenda la fuente de alimentación, chequee el voltaje de salida de la fuente a través de voltímetro de la fuente, si el voltaje es aproximado a cero varíe la perilla del variac ubicado en la parte frontal de la fuente, si el daño persiste apague la fuente y reporte el daño al encargado del laboratorio.
9. A través de la perilla de la fuente de alimentación se puede controlar la velocidad del motor.
10. En caso de que se quiera medir la corriente cerciórese que la fuente de alimentación esté apagada y conectar un amperímetro en serie entre la fuente y el motor,

pudiéndose medir a penas se encienda la fuente de alimentación la corriente de arranque del motor y también se puede medir la corriente de trabajo del motor.

## **3.2. MANTENIMIENTO DE LA FUENTE.**

### **3.2.1. Mantenimiento preventivo.**

Gran parte de los problemas que se pueden presentar en una fuente de alimentación se puede prevenir o evitar si se realiza un correcto mantenimiento periódico de los componentes de la fuente.

#### **3.2.1.1. Herramientas a utilizarse.**

Hay que recordar que cualquier mantenimiento se debe realizar con las herramientas adecuadas.

Para el mantenimiento preventivo se pueden utilizar las siguientes herramientas.

- Un destornillador Estrella.
- Un destornillador Plano.
- Multímetro.
- Extractor de polvos pequeño.
- Contact cleaner.
- Elementos para la limpieza externa (franela).
- Pinza punta plana.
- Un caudín.
- Estaño.

El objetivo principal del mantenimiento preventivo no es el de desarmar y armar, sino de limpiar, lubricar y calibrar los dispositivos.

Para la limpieza de la fuente de alimentación, debe primeramente retirar la tapa de la carcasa utilizando los destornilladores adecuados, luego se procederá a la limpieza de cada una de las partes de la fuente utilizando el extractor de polvos.

Para dar mantenimiento a la tarjeta electrónica, primero visualice la conexión de la placa, luego aplique contact cleaner, verifique antes si no existe una pista en mal estado o suelda fría.

**Nota.-** Recuerde retirar los cables que van desde la salida del rectificador a la tarjeta electrónica.

Una vez terminado el proceso de mantenimiento preventivo vuelva a armar el sistema colocando en su posición original los cables.

Todas estas precauciones son importantes para garantizar que el módulo esté funcionando correctamente, y adicionalmente detectar alguna falla que debe corregirse.

### **3.2.2. Mantenimiento correctivo.**

Se refiere a la acción correctiva que se toma después de que una parte o el sistema total falle. Implica diagnóstico y reparación.

A continuación se presentan algunos consejos y precauciones a seguir al momento de realizar el diagnóstico o reparación.

El primer paso en el diagnóstico es realizar un chequeo visual, buscando componentes quemados.

Si el módulo despidе un olor o si sale humo, existe absolutamente algo con problemas. En general, al hablar de inspección visual si existe un puente suelto que cortocircuite dos cables o conductores, posibles sueldas frías (uniones de suelda que no hacen buen contacto), o si existe algún pin o cable desconectado.

Los puentes de suelda fría se pueden determinar mediante mediciones de continuidad utilizando el multímetro, en caso de encontrar alguna, utilizando el cautín trate de reparar.

Si la inspección visual no revela ninguna falla se procede a chequear cada uno de los componentes de la fuente, para ello se debe tomar algunas precauciones:

1. Chequear la conexiones de los fusibles, si presentan daños reponerlos por reemplazos de las mismas especificaciones. Encendida la fuente chequee que los voltajes suministrados estén presentes con los valores correctos en las líneas de salida de la fuente.
2. Si se detecta un cortocircuito por medición de voltaje suministrado en el transformador, a la salida del rectificador o a la salida de la fuente se debe repetir la inspección siguiendo el cable o conductor de la fuente hasta determinar en donde existe el cortocircuito (utilizando el multímetro), si la inspección no revela nada, se remueve uno a uno los elementos asociados a esta etapa y repetidamente chequear si el cortocircuito desaparece.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS ECONÓMICO.

El estudio económico abarca un capítulo más porque es donde se determina el costo para la construcción de la Fuente de Alimentación de 38Vcd para el Banco de Prueba del Control de Motor DC del Laboratorio de Electricidad del ITSA.

#### 4.1. Presupuesto.

Cuando se empezó la construcción de la Fuente de Alimentación de 38 Vcd para el Motor de ¼ Hp del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos de I.T.S.A. Se determinó que el costo de la construcción ascendía a un monto aproximado de 371 USD.

#### 4.2. Análisis económico financiero.

Para la construcción de la fuente de alimentación, se decidió tomar como base los siguientes factores o rubros que se invertirá.

- Materiales electrónicos.
- Materiales eléctricos.
- Construcción del Chasis.
- Otros.

##### 4.2.1. Materiales electrónicos.

Dentro de los rubros materiales electrónicos, se puede decir que comprenden todos los elementos que se utilizó para la elaboración de la fuente, ya que se realizó varios circuitos de prueba hasta conseguir el objetivo.

En la tabla 4.1 se encuentra detalladamente el costo de los materiales electrónicos utilizados para el diseño de la fuente.

Tabla 4.1. Costo de los materiales electrónicos.

<b>COSTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS</b>		
<b>CANTIDAD</b>	<b>DETALLES</b>	<b>VALOR EN USD</b>
4	Resistencias de 10w0.5 $\Omega$	1.00
10	Resistencias a ½ w de diferente valor	0.50
1	Diodo zener de 15V	0.25
1	Diodo zener de 18V	0.25
1	Puente rectificador de 650V-25 <sup>a</sup>	3.50
1	Puente rectificador de 650V-35 <sup>a</sup>	4.00
2	CI LM723CN	5.00
4	Condensadores de 4700 $\mu$ F a 50V	10.00
1	Transistor TIP31C	1.50
1	Transistor LM 317T	1.50
4	Transistores de potencia 2N3055	6.00
2	Potenciómetros de 10 K $\Omega$	2.00
1	Interruptor tipo palanca	0.30
1	Interruptor	0.30
3	Fusible de 2A.	0.60
1	Soldering paste	2.50
1	Disipador de calor	5.00
1	Thermalcol	1.20
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>45.40</b>

#### 4.2.2. Material eléctrico.

Aquí se trata sobre todo lo que es material eléctrico que se utilizó en la construcción de la Fuente de Alimentación para el Banco de Prueba del Control de Motor DC del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA.

Los costos de los materiales eléctricos utilizados se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Costo de materiales eléctricos.

<b>COSTO DE MATERIALES ELÉCTRICOS.</b>		
<b>CANTIDAD</b>	<b>DETALLES</b>	<b>VALOR EN USD</b>
1	Variac	60.00
1	Voltímetro de 150Vca.	11.50
1	Voltímetro de 50 Vcc.	11.50
6m	Cable # 14	3.00
1	Porta fusible	1.50
2	Interruptor con luz indicadora	3.00
1	Cautín	10.00
1	Rollo de estaño	5.00
20	Terminales	1.00
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>106.50</b>

#### 4.2.3. Construcción del chasis.

Los costos con respecto a la construcción del chasis comprenden exclusivamente a lo que se refiere al ensamblaje y pintura de la caja, soportes, pernos que se necesitan para la construcción del proyecto.

En la tabla 4.3 se detallan los costos de la construcción del chasis.

Tabla 4.3. Costo de la construcción del chasis.

<b>COSTO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS</b>		
<b>CANTIDAD</b>	<b>DETALLE</b>	<b>VALOR EN USD</b>
1	Ensamblaje y pintura de la caja	40.00
4	Soportes (patas) para la caja	6.00
4	Pernos	1.00
4	Tornillos	1.00
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>48.00</b>

#### 4.2.4. Otros gastos.

En lo que se refiere a otros gastos se puede mencionar a todos aquellos gastos utilizados por ejemplo en lo que es transporte, copias, consultas de internet, materiales de escritorio, etc.

En la tabla 4.4 se detallan la lista de los otros gastos realizados para la elaboración del proyecto.

Tabla 4.4. Costos de otros gastos.

<b>COSTOS DE OTROS GASTOS</b>	
<b>DETTALLE</b>	<b>VALOR EN USD</b>
Transporte	40.00
Material de escritorio	30.00
Consultas de internet	15.00
Copias	5.00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>90.00</b>

Una vez que se ha realizado el análisis completo de todos los factores que intervienen como gastos en la construcción de la fuente de alimentación para el motor de ¼ Hp, realizamos un solo balance para obtener el costo total de la construcción de la fuente, para ello se tiene en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Costo total del proyecto.

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	
<b>DETALLE UNIFICADO</b>	<b>VALOR EN USD</b>
MATERIALES ELECTRÓNICOS	45.50
MATERIALES ELECTRÍCOS	106.50
CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS	48.00
OTROS GASTOS	90.00
<b>COSTO TOTAL DE LA FUENTE</b>	<b>290</b>

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se plantea algunas conclusiones y recomendaciones de acuerdo a la construcción, funcionamiento y mantenimiento de la Fuente de Alimentación para el Banco de Prueba del Control de Motores DC, del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA.

#### **5.1. CONCLUSIONES.**

1. Realizado los estudios de diferentes diagramas y circuitos de Fuentes de Alimentación de alta corriente y cumpliendo con las características que satisfagan con las especificaciones del Motor DC, se pudo alcanzar el objetivo principal que es la construcción de la Fuente de Alimentación de 38 Vcd para el Banco de Prueba del Control de Motores DC, del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
2. Una vez construida la Fuente de Alimentación de Corriente Continua esta tendrá la capacidad de convertir la corriente alterna (c.a.) en corriente continua (c.c.) ya que en su interior tiene un Puente Rectificador.
3. Realizados los estudios sobre las Fuentes de Alimentación, se notó que existen diferentes tipos y la diferencia principal entre ellas radica en la forma de convertir la corriente alterna en continua, y en la pureza de la corriente continua de salida. A pesar de las diferencias existentes entre unas fuentes y otras, todas basan su funcionamiento en los mismos elementos.
4. Realizadas las pruebas de ensayo, esta fuente cumple con todos los objetivos creados al inicio de este proyecto y se logró obtener una fuente que brinda un

trabajo de alta calidad para poder garantizar el correcto funcionamiento del Banco de Prueba del Control de Motores DC existente en el Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

5. Este documento contiene fundamentos teóricos, de construcción, manuales de mantenimiento y operación de la fuente de alimentación para futuros técnicos del Instituto.
6. Este proyecto facilitará el funcionamiento correcto del Banco de Prueba del Control de Motores de corriente continua del Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
7. Con la construcción de la Fuente de Alimentación de corriente continua los alumnos del instituto podrán realizar prácticas de Motores DC, en la materia de Máquinas Eléctricas.
8. La Fuente de Alimentación no maneja específicamente el Motor DC, ubicado en el Laboratorio de Electricidad e Instrumentos del ITSA, sino también otros motores de cc.
9. Una Fuente de Alimentación de características similares está alrededor de los 700 Dólares, por lo que la elaboración de este proyecto ha permitido economizar al Instituto la compra de este equipo que es imprescindible para el Banco de Prueba de Motores DC.
10. Una vez ensamblada la Fuente de Alimentación se vio necesario colocar un dispositivo de protección para la misma, ya que en el Laboratorio puede haber condiciones de operación adversas tales como corrientes, voltajes y niveles de calentamiento excesivos.

11. Al construir esta fuente de alimentación se emplearon materiales que de alguna manera tengan la confiabilidad y durabilidad del mismo, a la vez económicos y reemplazables que existan en el mercado.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

1. Una de las recomendaciones principales para un buen funcionamiento de la Fuente de Alimentación es el correcto uso de la misma, siguiendo las instrucciones de operación que están detalladas en los manuales.
2. Se recomienda tener todas las medidas de seguridad de los componentes de la Fuente de Alimentación, con sus respectivos conectores y cables antes del encendido de la misma.
3. Se recomienda leer cuidadosamente las instrucciones de los manuales de mantenimiento y operación de la Fuente de Alimentación, si existe duda buscar ayuda del encargado del laboratorio para un óptimo chequeo de los equipos y así la correcta operabilidad del mismo.
4. Cuando se encuentre realizando calibraciones verifique atentamente los voltajes y conexiones para evitar cortocircuitos y daños de los componentes de la fuente y el equipo complementario.
5. Al término de los trabajos correspondientes guarde la Fuente de Alimentación en un lugar seguro, alejado de la humedad y golpes ya que el mal manejo produciría daños en los componentes que constituyen la fuente.

## BIBLIOGRAFÍA

- ELECTRÓNICA BÁSICA, Hernández Jorge, CEKIT S.A., Pereira Colombia.
- GUIA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA, Antonio Santos, CULTURAL, S.A. Edición 2002, Madrid-España.
- ELECTRÓNICA INDUSTRIAL, J.A.Guala, S. Martínez, P.M. Martínez, MARCOMBO,S.A.,2da Edición 1992, Barcelona-España.
- <http://.Variable Transformers>
- <http://motor.terra.es/motor/servicio/definicion>.
- <http://electron.es.vg>.

## GLOSARIO

### A

**A:** Símbolo con el que se representa la unidad de corriente. Significa Amperio.

**ALTA TENSIÓN:** Cualquier tipo de tensión superior a 650V.

**ALTO VOLTAJE:** Sinónimo de alta tensión.

**AMP:** Abreviatura de Amperio.

**AMPERÍMETRO:** Aparato que sirve para medir el número de amperios de una corriente eléctrica.

**AMPERIO:** Unidad básica de medida de corriente eléctrica.

**ANILLO COLECTOR:** Anillo conductor montado sobre el eje del rotor de una máquina de corriente alterna que formarán los medios de conducción de la corriente desde el interior hacia el exterior, o viceversa, de los arrollamientos del motor o generador.

**ÁNODO:** Terminal positivo de un semiconductor.

**ARMADURA:** Parte móvil de un galvanómetro.

**ARROLLAMIENTO:** Hilo conductor arrollado en torno a un núcleo, bien sea de aire o de material magnético, dispuesto de forma espiral o de bobina.

**ARROLLAMIENTO DEL ESTATOR:** Parte del arrollamiento eléctrico de un motor acomodado al estator.

**ARROLLAMIENTO INDUCTOR:** Arrollamiento que produce la fuerza magnetomotriz necesaria para que se produzca el flujo eléctrico.

**ARROLLAMIENTO PRIMARIO:** Arrollamiento de entrada de un transformador o de un motor de inducción. Este será el que genere la fuerza magnetomotriz.

**ARROLLAMIENTO SECUNDARIO:** Arrollamiento que aprovecha el flujo producido por un arrollamiento primario, convirtiéndolo en una caída de tensión entre los extremos del conductor.

### B

**BAJA TENSIÓN:** Cualquier tensión inferior a 250V.

**BATERÍA:** Conjunto o grupo de dos o más acumuladores o pilas conectados eléctricamente entre sí, en serie o en paralelo.

**BOBINA:** Arrollamiento formado por una o varias vueltas de un conductor.

**BOBINA DEL INDUCIDO:** Conjunto de varios conductores arrollados en el inducido de un motor eléctrico.

**BOBINA PRIMARIA:** Bobina de entrada que forma parte de un aparato eléctrico o transformador, a través de la cual fluye la corriente que da origen al flujo  $I$  magnético necesario, y

**BOBINA SECUNDARIA:** Se denomina de (esta forma a la bobina que abraza el flujo electromagnético producido por la corriente que circula a través del conductor de la bobina primaria.

**BORNE:** Terminal de un circuito eléctrico, donde se conectarán uno o varios conductores.

## C

**C:** Símbolo que representa temperatura en grados centígrados.

**CA o ca:** Abreviatura de corriente alterna.

**CAÍDA:** Significa disminución de voltaje o de tensión.

**CAÍDA DE TENSIÓN:** Expresión que indica la diferencia de potencial existente en los extremos de un circuito cuando éste es atravesado por una corriente eléctrica.

**CAMPO ELÉCTRICO:** Espacio en el que se ejerce una fuerza sobre cualquier carga eléctrica contenida en el mismo.

**CAMPO MAGNÉTICO:** Región que circunda a un conductor recorrido por una corriente, también la que circunda a un imán permanente; en ambos se observarán fuerzas electromagnéticas.

**CAPACIDAD:** Cociente que resulta de dividir la carga de una de las armaduras de un condensador entre la diferencia de potencial existente entre ambas.

**CARGA:** Nivel de corriente que será capaz de almacenar un acumulador.

**CC:** Abreviatura de corriente continua.

**CHISPA:** Descarga de energía eléctrica que se produce a través del aire u otro material aislante, cuando a pesar de estar interrumpido el circuito, la distancia es pequeña y la diferencia de potencial es muy grande.

**CIRCUITO ELÉCTRICO:** Camino que sigue una corriente eléctrica desde el punto de origen hasta el de salida.

**CIRCUITO ABIERTO:** Camino interrumpido por el cual no podrá circular una corriente eléctrica.

**CIRCUITO CERRADO:** Circuito eléctrico que constituye un paso completo para la circulación de corriente sin existir en él ninguna interrupción.

**COLECTOR:** Parte de un motor o generador eléctrico, constituido por una serie de láminas aisladas de cobre y conectadas con la bobina del devanado.

**CONDENSADOR:** Elemento formado por placas metálicas alternadas con otras placas de material aislante. Dichas placas serán capaces de acumular tensión.

**CONDUCTOR:** Material utilizado para interconexión circuitos eléctricamente. Dicho material opone poca resistencia al paso de la corriente.

**CORRIENTE ALTERNA:** Corriente eléctrica cuyo sentido de circulación es variable en función del tiempo de forma periódica.

**CORRIENTE CONTINUA:** Corriente que circula siempre en el mismo sentido. Su amplitud y sentido permanecerán constantes en función del tiempo.

**CORTOCIRCUITO:** Circuito cerrado accidental producido por contacto entre dos conductores. La corriente que atraviese éstos será destructiva y de un valor altamente peligroso.

## **D**

**DELGA:** Nombre que reciben las láminas de cobre del colector de un motor o generador; también se denomina como segmento de colector.

**DEVANADO:** Arrollamiento de un hilo, conductor en forma de bobina.

**DIFERENCIA DE POTENCIAL:** Diferencia de los estados eléctricos entre dos puntos.

**DIODO:** Elemento semiconductor que sí sólo deja pasar corriente en un sentido.

## **E**

**ELECTRICIDAD:** Energía producida gracias a la separación y movimiento de los electrones de un material.

**ELECTROIMÁN:** Elemento formado por un núcleo de acero o hierro que se encuentra rodeado por un conductor arrollado en torno suyo. El núcleo se magnetizará creando dos polos bien diferenciados (N-S), cuando a través del conductor circule una corriente eléctrica.

**ELECTRÓNICA:** Ciencia que estudia los efectos, movimientos, etc., de los electrones.

**ESCOBILLA:** Pieza metálica que se emplea para recibir o entregar corriente eléctrica desde el colector o bobinado de un motor o generador.

**ESPIRA:** Cada una de las vueltas de un conductor alrededor de un núcleo, incluido el aire, que forman una bobina o arrollamiento.

**ESQUEMA ELÉCTRICO:** Esquema que expresa los elementos, componentes y conexiones eléctricas mediante la simbología asociada.

**ESTATOR:** Parte fija de una máquina eléctrica.

**EXCITACIÓN:** Fuerza que crea el flujo magnético de un electroimán o máquina eléctrica.

## **F**

**FACTOR DE INDUCCIÓN:** Flujo capaz de abrazar un bobinado secundario a partir del flujo emitido por un primario.

**FACTOR DE POTENCIA:** Relación entre la potencia total que circula por un circuito eléctrico y la cantidad de voltamperios que pasan por dicho circuito.

**FUSIBLE:** Hilo o chapa metálica colocada en alguna parte estratégica de una instalación eléctrica que interrumpe, fundiéndose, la corriente cuando ésta es excesiva.

## **G**

**GENERADOR ELÉCTRICO:** Dispositivo o elemento que transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

## **H**

**HILO:** Nombre que recibe un conductor.

**HISTÉRESIS:** Retraso en las variaciones de imantación de un cuerpo magnético respecto de las del campo de imantación.

**HUECO:** Carga positiva que queda en un átomo cuando se extrae uno de sus electrones.

## I

**IC:** Diminutivo de circuito integrado, comúnmente llamado chip o cucaracha.

**IMÁN:** Masa de hierro, acero u otro material cualquiera que tiene la propiedad de atraer o repeler a otras masas metálicas gracias al campo magnético que genera en su entorno.

**IMPEDANCIA:** Relación existente entre el valor de la tensión eficaz que se le aplica a un circuito y la corriente que lo atravesará.

**IDUCCIÓN:** Se denomina así a la densidad del flujo de un campo magnético o eléctrico.

**INDUCIDO:** Parte de un motor o generador eléctrico en la que se origina la fuerza electromotriz; dicha parte está formada por el devanado.

**INDUCTOR:** Parte de un aparato o circuito eléctrico que posee la característica de inducir un flujo magnético.

**INSTALACIÓN:** Conjunto de elementos, accesorios y conductores necesarios para el suministro y utilización de energía eléctrica.

**INTERRUPTOR:** Dispositivo o elemento que se emplea para abrir o cerrar mecánicamente un circuito.

## K

**KILOAMPERIO:** Unidad de corriente eléctrica igual a un millar de amperios.

**KILOVATIO:** Unidad de potencia eléctrica igual a 1.000 vatios

**KILOVATIO/HORA:** Unidad de energía eléctrica que implica 1.000 vatios/hora.

**KILOVOLTIO:** Unidad de tensión eléctrica igual a un millar de voltios.

**K $\Omega$ :** Unidad de resistencia eléctrica igual a un millar de ohmios

**KWH:** Abreviatura de unidad de energía eléctrica. También se representa como kw/h.

## L

**LEY DE OHM:** Relación existente entre la intensidad, resistencia y tensión de un conductor, siendo la intensidad de la corriente eléctrica que atraviesa el conductor igual a la tensión que se le aplica entre sus extremos dividido entre la resistencia de dicho conductor ( $I = V / R$ ).

**LÍNEA:** Circuito de transmisión de energía eléctrica.

**LIMITADOR:** Elemento que limita la tensión a un valor concreto.

## M

**MAGNETISMO:** Propiedad que tienen algunos cuerpos de ejercer atracción o repulsión sobre otros. Vulgarmente se les denomina imanes.

**MAGNETIZACIÓN:** Propiedad que aparece en algunos cuerpos metálicos, como el hierro, acero u otros metales similares, cuando se les somete a una fuerza magnética.

**MÁQUINA ELÉCTRICA:** Máquina fabricada para aportar algún tipo de trabajo a partir de una corriente eléctrica. También máquinas generadoras de electricidad a partir de un trabajo mecánico.

**MICROAMPERIO ( $\mu A$ ):** Unidad de corriente eléctrica equivalente a la millonésima parte de un amperio. Normalmente se utiliza en electrónica.

**MICROFARADIO ( $\mu F$ ):** Unidad de capacidad eléctrica equivalente a la millonésima parte de un faradio.

**MILIAMPERIO (mA):** Unidad de corriente eléctrica que equivale a la milésima parte de un amperio.

**MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA:** Motor eléctrico que funciona gracias a una corriente alterna.

**MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA:** Motor eléctrico que funciona gracias a una corriente continua.

**MOTOR ELÉCTRICO:** Máquina capaz de producir algún tipo de energía eléctrica a partir de una energía mecánica.

**MOTOR EN SERIE:** Motor eléctrico cuya excitación se debe a un arrollamiento de campo en serie.

## N

**NEGATIVO:** Nombre que recibe uno de los polos eléctricos o magnéticos en contraposición a otro polo denominado positivo. Se representa gracias al signo menos (-). Se llama negativo por encontrarse con un potencial eléctrico menor que el polo positivo.

**NEUTRO:** Conductor común desde el cual se toma el origen de la diferencia de potencial al otro u otros conductores.

**NÚCLEO:** Material alrededor del cual se realizan los bobinados de un electro imán o similar; normalmente suelen ser de metal o material ferromagnético, aunque en algunas ocasiones puede ser el aire.

**NÚCLEO DEL TRANSFORMADOR:** Conjunto de láminas que forman el circuito magnético de un transformador, las cuales facilitarán el flujo magnético desde el bobinado primario al secundario.

**NÚCLEO DEL ESTATOR:** Conjunto de láminas que forman el circuito magnético del estator de un motor o generador de corriente alterna.

**NÚCLEO DEL INDUCIDO:** Conjunto de láminas metálicas que forman el circuito magnético del inducido en un generador o motor eléctrico.

**NÚCLEO DEL ROTOR:** Parte del circuito magnético que corresponde al rotor en un generador o motor eléctrico.

## O

**OHMIO ( $\Omega$ ):** Unidad básica de resistencia de un elemento conductor o circuito eléctrico. Se relaciona directamente con la intensidad y con la tensión aplicada como la relación  $1 \text{ ohmio} = V / I$ .

**ÓHMETRO:** Aparato capaz de medir resistencia eléctrica de un elemento, conductor o circuito eléctrico.

**ONDA:** Oscilación eléctrica que se propaga a través de un conductor con una velocidad determinada.

**OSCILOSCOPIO:** Aparato que sirve para medir la oscilación de las corrientes. La oscilación de las corrientes se visualizará en una pantalla determinando el valor de su amplitud o frecuencia.

## P

**PANEL:** Tablero de material aislante sobre el cual se montan instrumentos de control o distribución.

**PAR DE ARRANQUE:** Se denomina de esta forma al par que desarrolla un motor de inducción al arrancar.

**PAR DE FUERZAS:** Conjunto de dos fuerzas iguales dirigidas cada una en sentido contrario.

**PAR MOTOR:** Momento de rotación alternativo o uniforme ejercida por una fuerza tangencial que se aplica a cierta distancia de un eje de rotación expresado en kilográmetros.

**PARALELO:** Forma de conexión entre dos elementos conductores, o circuitos eléctricos cuando se conectan entre sí los polos del mismo signo. Además, se dirán que están en paralelo cuando la corriente se divide en tantas partes como elementos conductores o circuitos se conecten entre sí.

**PASO:** Se denomina de esta forma a la circulación de corriente eléctrica. Además también en las máquinas eléctricas, a la distancia entre varios elementos.

**PASO DE BOBINA:** Distancia medida sobre la periferia del inducido entre los dos haces inducidos a una bobina.

**PILA:** Dispositivo o aparato en el que se produce una acción química entre el ánodo y el cátodo, que se encuentran separados entre sí pero guardando contacto gracias a un líquido electrolito que fuerza una diferencia de potencial entre los dos polos.

**PLACA:** Superficies de almacenamiento de los condensadores o acumuladores.

**POLARIDAD:** Diferencia que existe entre los polos de una pila, imán, circuito o máquina eléctrica.

**POLARIZACIÓN:** Nombre que recibe la conexión de un elemento, circuito o máquina eléctrica cuando se le aplica entre sus bornes una diferencia de potencial.

**POLARIZACIÓN DIRECTA:** Es cuando a un semiconductor se le conecta a su región P la parte positiva de la alimentación, y a su región N la negativa.

**POLARIZACIÓN INVERSA:** Es cuando a un semiconductor se le conecta a su región N la parte positiva de la alimentación, y a su región P la negativa.

**POLO:** Parte de una máquina eléctrica que tiene uno de los arrollamientos de excitación.

**POLO DE IMÁN:** Parte de un imán hacia donde convergen o divergen las líneas del flujo magnético.

**POLO GENERADOR, BATERÍA O CIRCUITO ELÉCTRICO:** Uno de los terminales de un generador eléctrico, batería o circuito eléctrico.

**POSITIVO:** Se dice que un punto cualquiera es positivo con respecto a otro cuando se encuentra a mayor potencial eléctrico.

**POTENCIA:** Se denomina de esta forma a la cantidad de trabajo desarrollado por un elemento, circuito o máquina eléctrica en la unidad de tiempo.

**POTENCIA NOMINAL:** Potencia máxima que se le podrá aplicar a un transformador, elemento, circuito o máquina eléctrica para que éste no se destruya. Dicho valor lo aportará el fabricante.

**POTENCIAL:** Diferencia de potencial existente entre dos puntos

**PRIMARIO:** Sinónimo que recibe el bobinado primario de un transformador.

**PUENTE:** Recibe este nombre la conexión entre dos circuitos para alimentarse entre sí.

**PUENTE GRAETZ:** Voltaje electrónico con cuatro diodos semiconductores utilizados para la conversión de corriente alterna en corriente continua.

## **R**

**RANURA:** Corte de una máquina eléctrica en el que van alojados los conductores que forman el arrollamiento.

**RECTIFICACIÓN:** Conversión de una corriente alterna en una continua gracias a unos elementos llamados rectificadores de corriente.

**RECTIFICADOR DE DOBLE ONDA:** Rectificador de corriente alterna en continua que basa su funcionamiento en un transformador con toma intermedia y dos diodos rectificadores.

**RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA:** Rectificador que basa su funcionamiento en un rectificador y un diodo rectificador. Este es el más básico de los rectificadores de corriente.

**RECTIFICADOR EN PUENTE GRAETZ:** Rectificador que basa su funcionamiento en un rectificador y cuatro diodos rectificadores. Es el rectificador más completo.

**RED:** Conjunto de conductores interconexionados entre sí.

**REGULACIÓN:** Variación de tensión producida en los terminales de un aparato eléctrico con el fin de mantenerla en un valor específico.

**REGULACIÓN DE VELOCIDAD:** Variación que se puede producir voluntariamente en la velocidad de un motor eléctrico.

**REGULADOR:** Dispositivo para conseguir una regulación.

**REOSTATO:** Resistencia variable dispuesta de tal forma que pueda variar el valor de la resistencia del circuito en que está intercalada.

**RESISTENCIA:** Propiedad que tienen algunos cuerpos para dificultar el paso de la corriente eléctrica a su través.

**ROTOR:** Elemento con propiedad de movimiento giratorio en una máquina eléctrica.

**ROZAMIENTO:** Resistencia al movimiento que se origina cuando se hace resbalar una superficie sobre otra.

## S

**SEMICONDUCTOR:** Material de alta resistencia que no llega a ser del todo aislante, y que permite el paso de corriente eléctrica a su través en condiciones determinadas.

**SERIE:** Nombre que recibe un tipo de conexión de dos o más elementos por los que circulará la misma corriente.

**SISTEMA:** Conjunto de aparatos que intervienen en la distribución de energía eléctrica.

## T

**TENSIÓN:** Sinónimo de voltaje, fuerza electromotriz o diferencia de potencial.

**TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN:** Tensión existente entre los terminales de alimentación.

**TENSIÓN DE POLARIZACIÓN:** Tensión mínima necesaria para poner en funcionamiento cualquier elemento eléctrico.

**TENSIÓN MEDIA:** Tensión comprendida entre 250 y 650V.

**TENSIÓN PRIMARIA:** Tensión que se le aplica al arrollamiento primario de un transformador.

**TENSIÓN SECUNDARIA:** Diferencia de potencial existente entre los bornes del arrollamiento del secundario de un transformador.

**TERMINAL:** Punto de conexión de un circuito o elemento eléctrico.

**TIERRA:** Conexión de un conductor con tierra.

**TOMA:** Conexión intermedia de un arrollamiento o circuito.

**TRANSFORMADOR:** Elemento eléctrico estático que convierte el valor de la tensión de entrada en otro valor completamente diferente a su salida.

**TRIFÁSICO:** Término que se aplica a un sistema de corriente alterna con tres fases, donde cada una de ellas se encuentra desfasada  $120^\circ$  con respecto a la otra.

## V

**V:** Símbolo de tensión, voltaje, potencial, diferencia de potencial, fuerza electromotriz y caída de tensión.

**VALOR DE CRESTA:** Sinónimo de valor de pico.

**VALOR MÁXIMO:** Sinónimo de valor de pico.

**VALOR DE PICO:** Máximo valor positivo o negativo de una corriente alterna.

**VALOR PICO A PICO:** Valor máximo de una corriente alterna es igual a la suma del valor pico positivo más el valor pico negativo.

**VALOR EFICAZ:** Valor en el que se expresan normalmente las corrientes alternas.

**VATIO:** Unidad de potencial eléctrica equivalente a la que tiene un circuito por el que circula una intensidad de un amperio cuando se le somete a la tensión de un voltio.

**VOLTAJE:** Valor de la fuerza electromotriz o de ddp. Se expresa y mide en voltios.

**VOLTAJE DE CARGA:** Tensión necesaria para cargar un acumulador.

**VOLTAJE MÁXIMO:** Máxima tensión que se le puede aplicar a un elemento o circuito eléctrico.

**VOLTIO:** Unidad de fuerza electromotriz capaz de hacer circular una corriente de un amperio a través de una resistencia de un ohmio.

## W

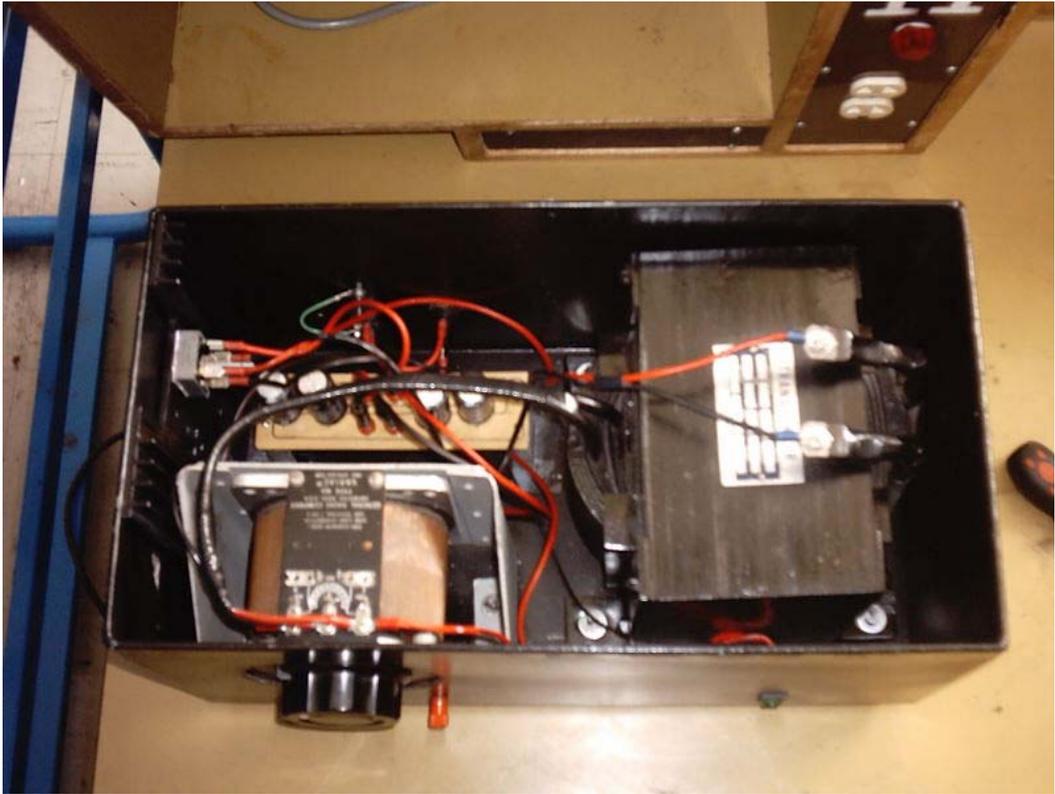
**W:** Símbolo de potencia eléctrica.

**WATT:** Sinónimo de vatio.

# **ANEXOS**

# **ANEXO A**

## **FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

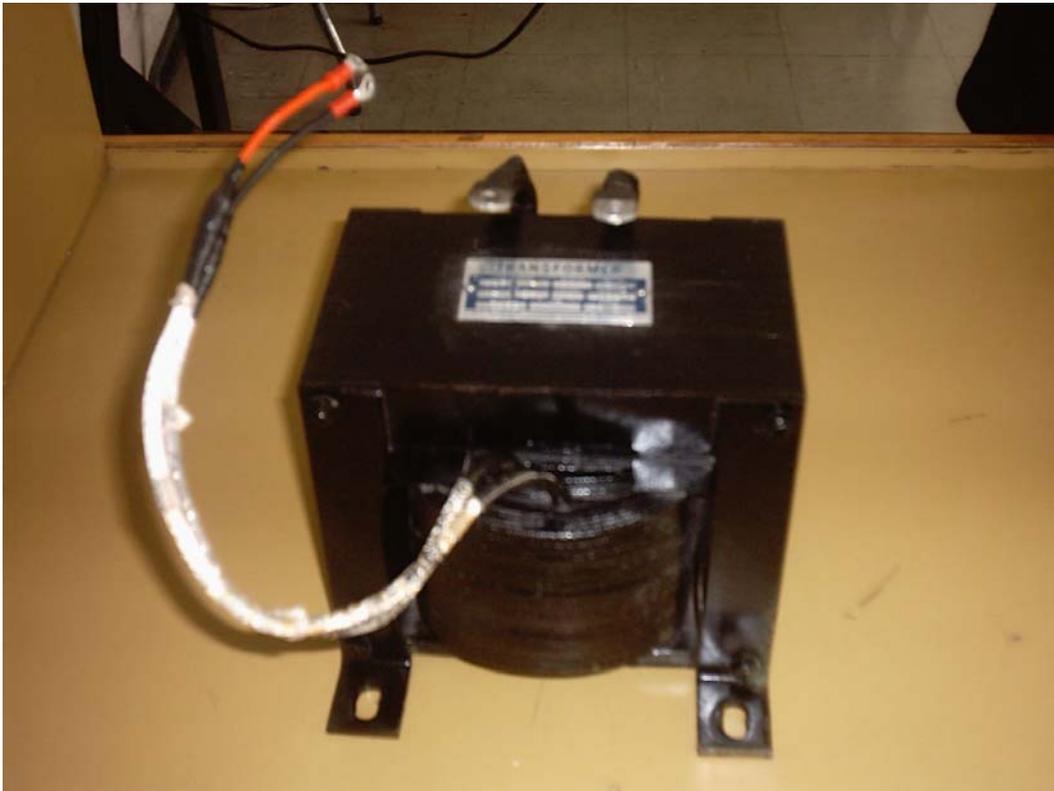


# **ANEXO B**

## **COMPONENTES DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN**



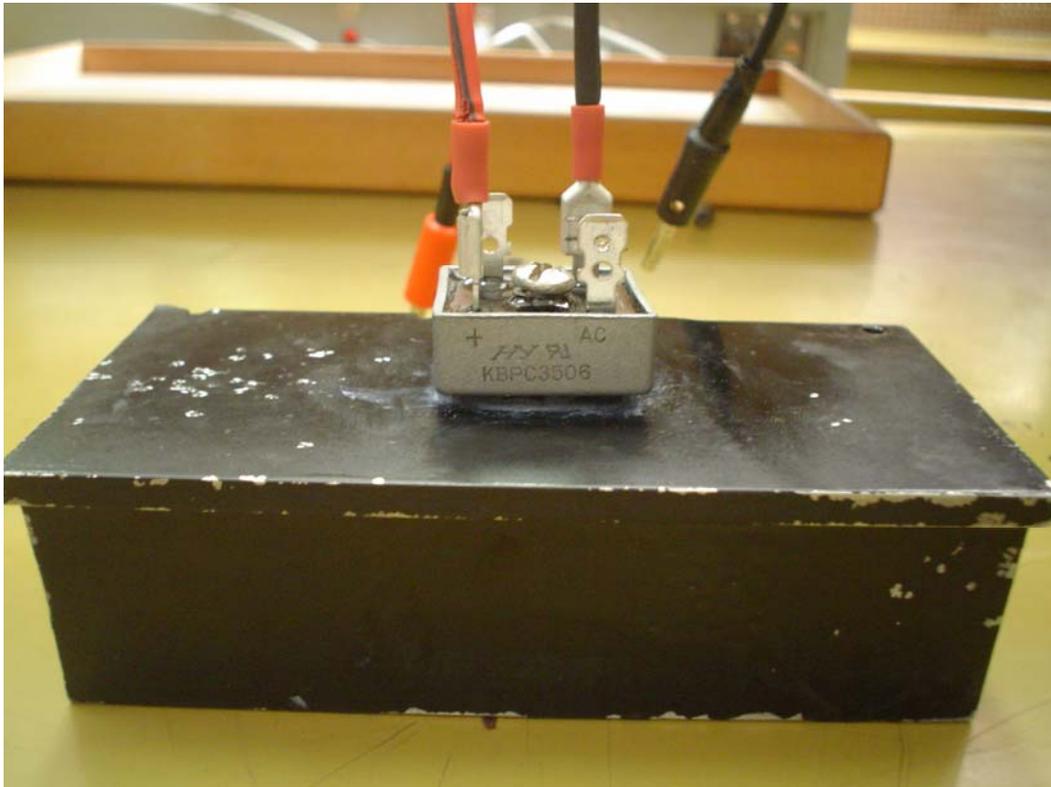
VARIAC



TRANSFORMADOR



RECTIFICADOR



**DISIPADOR DE CALOR**



CONDENSADORES

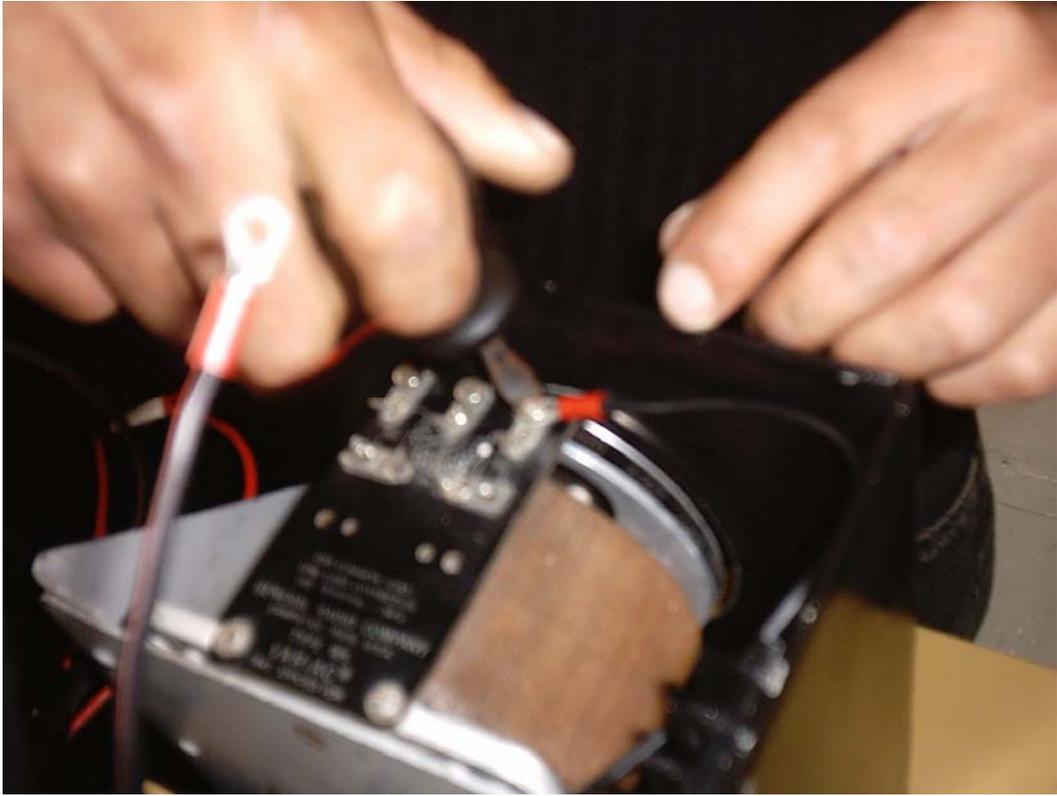
**ANEXO C**

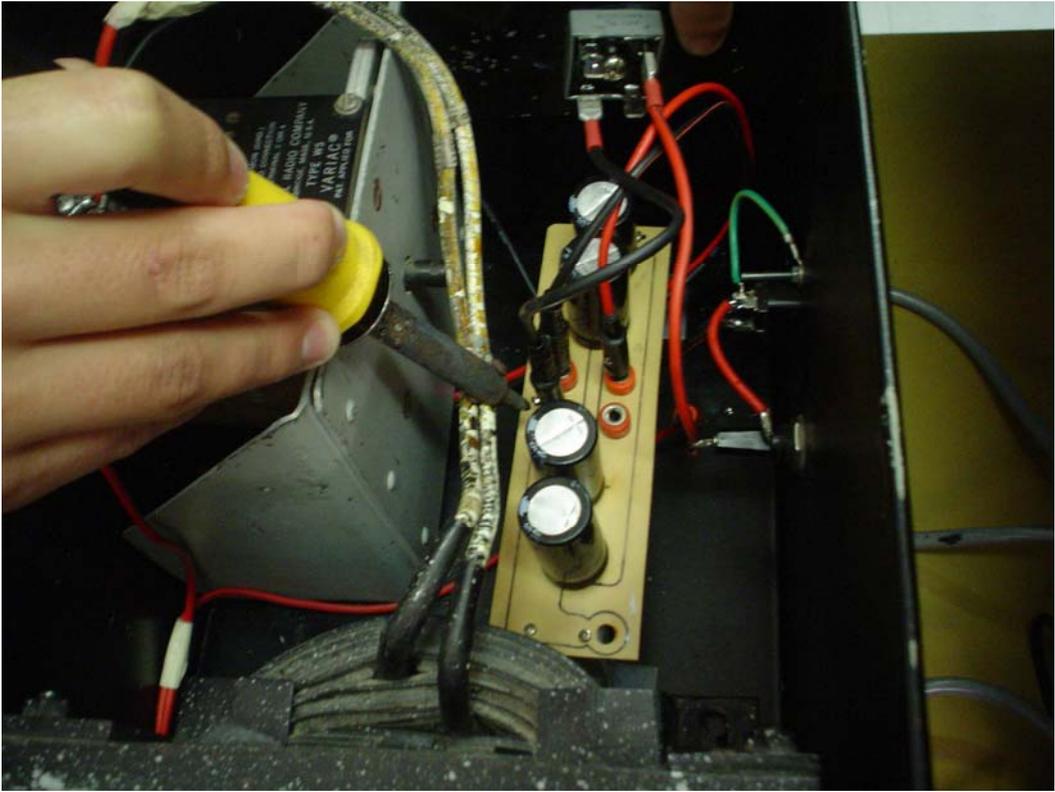
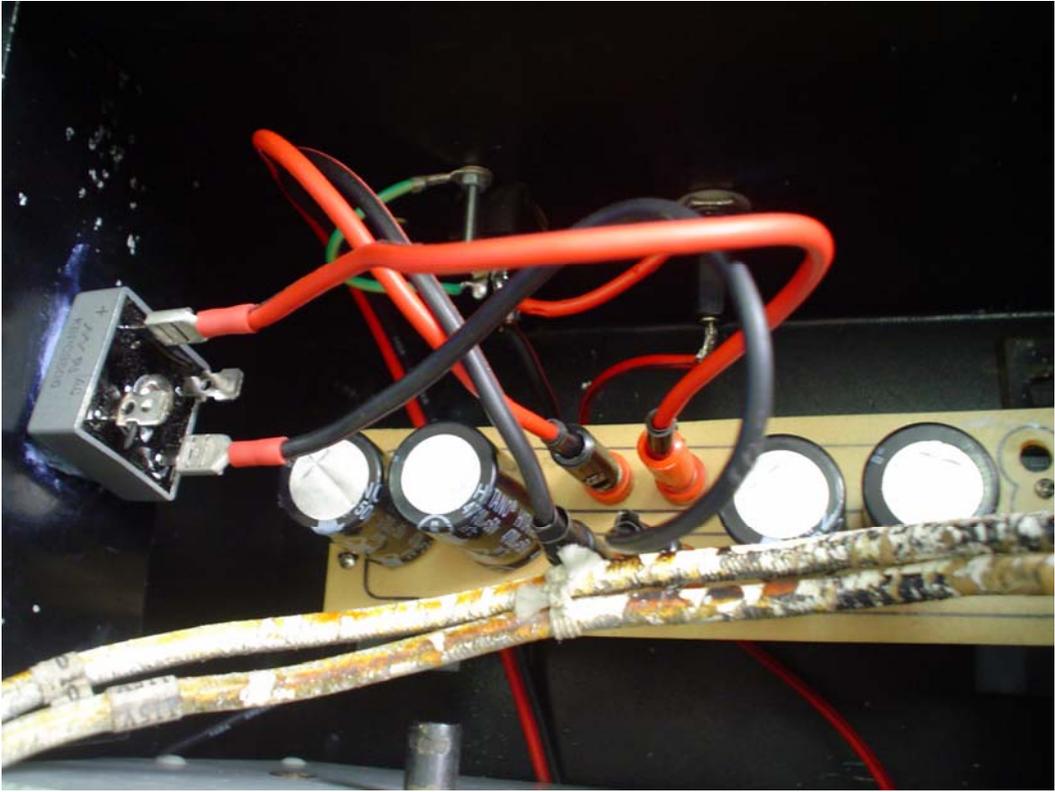
**IMPLEMENTACIÓN Y**

**CONEXIÓN DE LOS**

**CONPONENTES DE LA FUENTE**

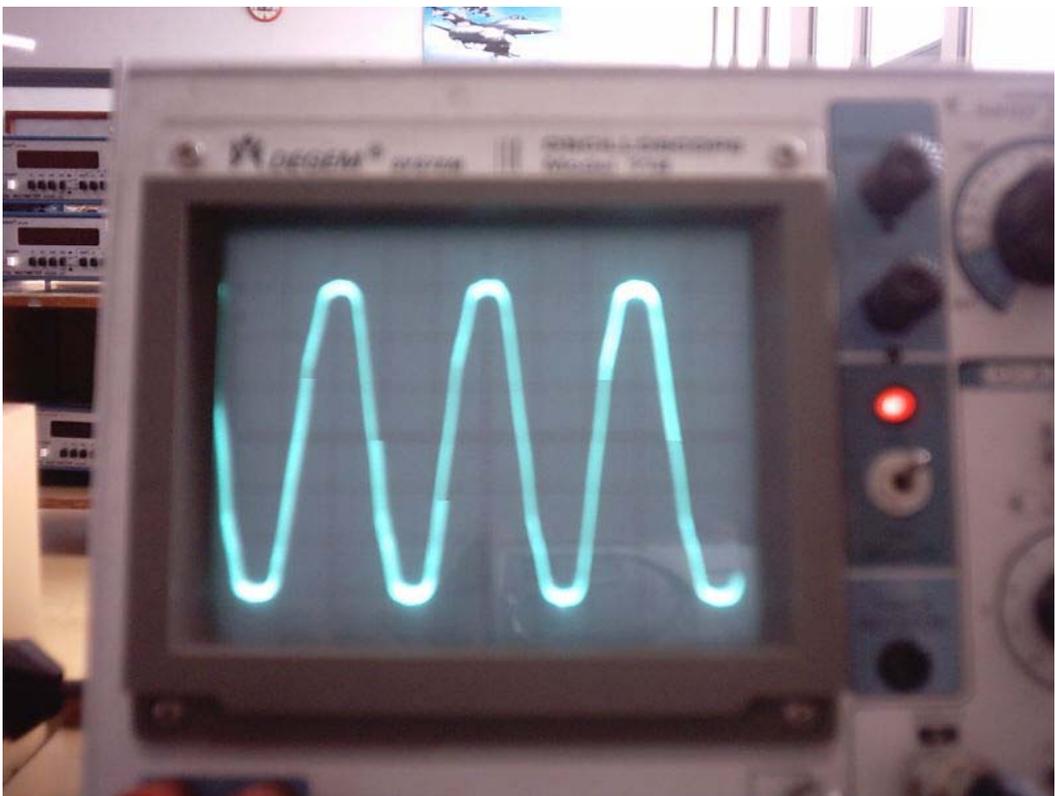
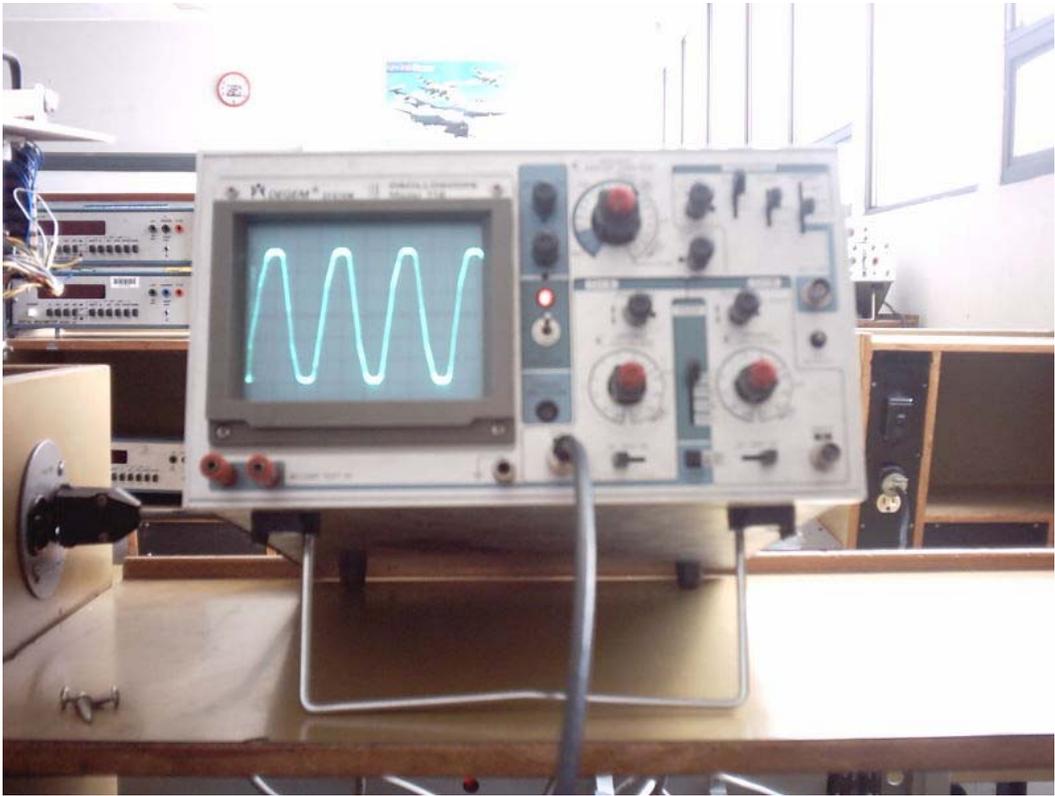
**EN EL CHASIS**





# **ANEXO D**

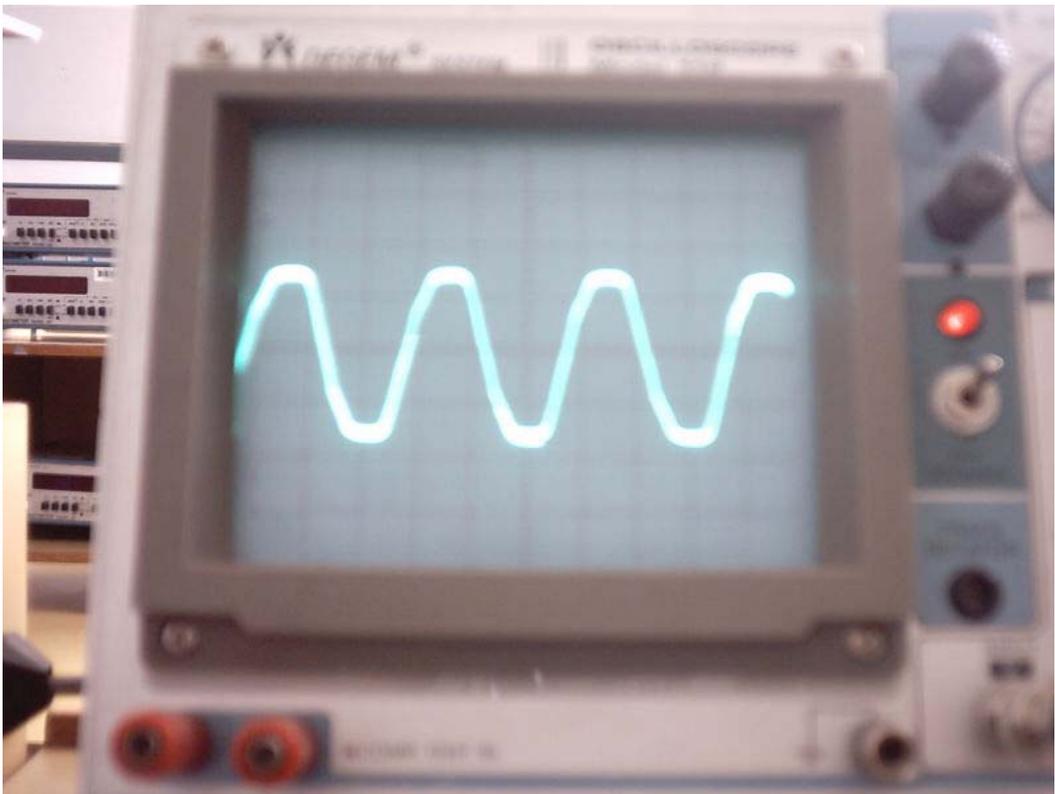
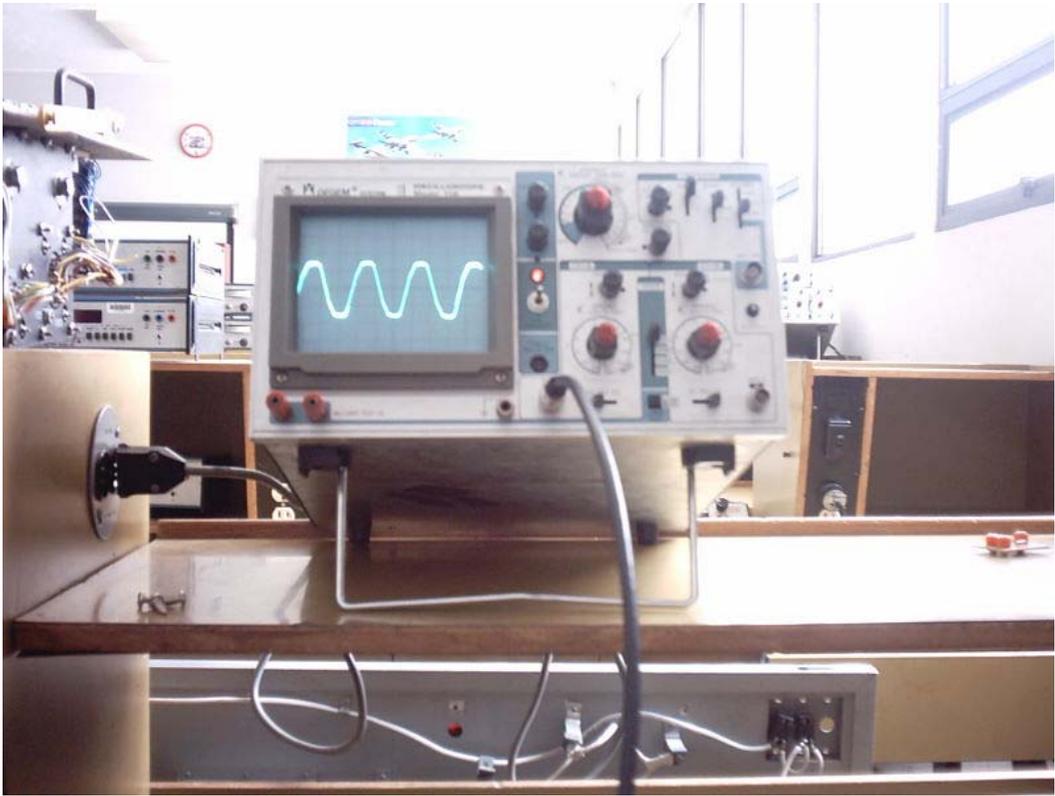
**SEÑAL DE SALIDA DEL VARIAC**



**ANEXO E**

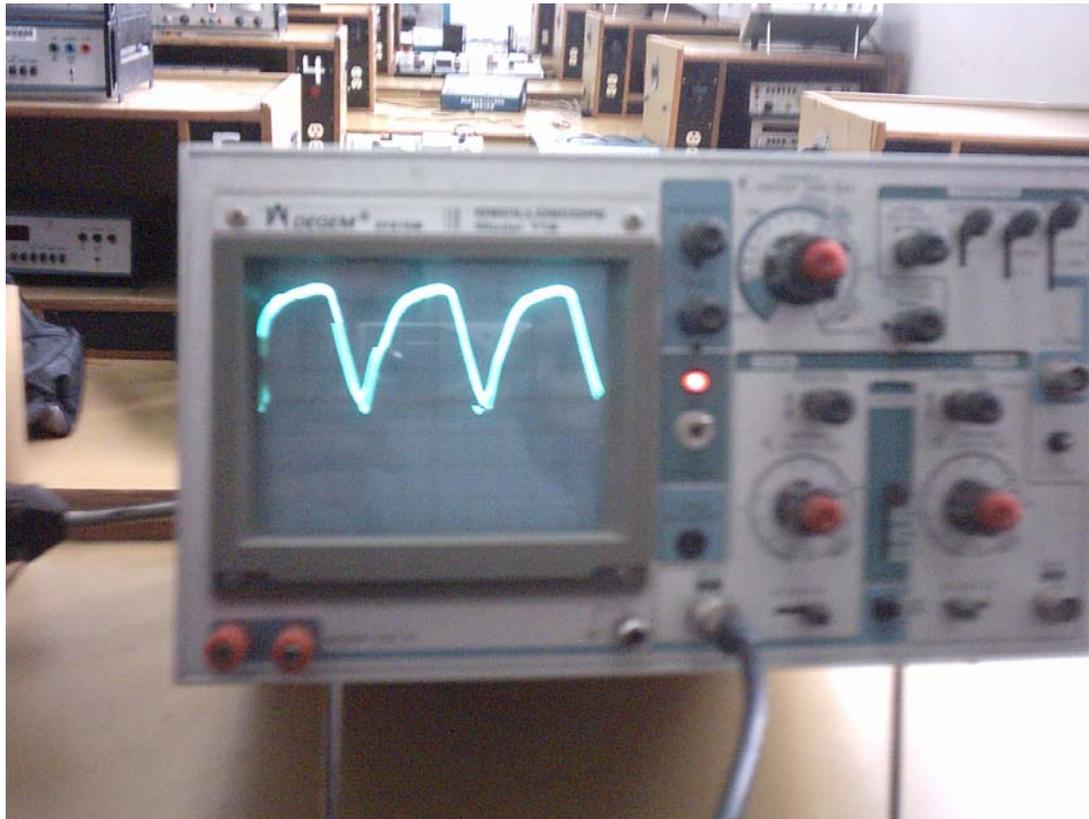
**SEÑAL DE SALIDA DEL**

**TRANSFORMADOR**



# **ANEXO F**

**SEÑAL DE SALIDA DEL PUNTE  
RECTIFICADOR**



# **ANEXO G**

## **SEÑAL DE SALIDA DEL FILTRO**



## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES



NOMBRES	Edgar Eduardo
APELLIDOS	Tapia Galarza
LUGAR DE NACIMIENTO	Latacunga-Ecuador
FECHA DE NACIMIENTO	01-Mayo-1982
ESTADO CIVIL	Soltero

### ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA	Escuela Fiscal “Simón Bolívar”
SECUNDARIA	Instituto Tecnológico Superior “Ramón Barba Naranjo”
TÍTULO OBTENIDO	Técnico en Electricidad
SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLES	Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR:**

**A/C Tapia Galarza Edgar Eduardo**

---

**DIRECTOR DE CARRERAS ITSA**

---

**ING. GUILLERMO TRUJILLO JARAMILLO**

**Latacunga, \_\_\_\_\_**