



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Electrónica

**Reconstrucción de los bancos de electrotecnia para el laboratorio
de electrónica de la Universidad del Azuay**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
Tecnólogo Electrónico**

Autores:

**Oscar Patricio Asmal Barrera
Lennin Ernesto Chumbay Zhapán**

Director:

Simón Bolívar Méndez Rengel

Cuenca, Ecuador

2012

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado a mi esposa Sandra e hijos David y Alex, quienes con todo su sacrificio, apoyo y amor, han impulsado mi deseo de triunfar en la vida, siempre con rectitud, honestidad y sinceridad.

OSCAR PATRICIO

El presente trabajo dedico con mucho amor y respeto a mis padres José Joaquín y Elvira Maruja (†) quienes son los pilares fundamentales en mi vida y que con su abnegado amor y sacrificio supieron educarme, guiarme y apoyarme a lo largo de toda mi carrera, constituyéndose en un verdadero ejemplo de padres, a mis hermanos Wilfrido, John (†), Tania, Lourdes a toda mi familia quienes siempre me apoyaron para seguir adelante a pesar de todas las dificultades de la vida, gracias a todos por que me han sabido comprender y perdonar mis errores brindándome su apoyo en la realización del proyecto y salir adelante cumpliendo este objetivo.

LENNIN ERNESTO

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento corresponde a todos los profesores quienes durante los años de estudio, no solo fueron catedráticos que impartieron valiosos conocimientos, sino que llegaron a ser amigos. Un especial agradecimiento al Doctor Hugo Torres, y a los Ingenieros Pedro Crespo, Santiago Mora y Leonel Pérez por todo el apoyo brindado y los conocimientos impartidos.

Nuestros más sinceros agradecimientos a la Universidad del Azuay, a los profesores de la Escuela de Ingeniería Electrónica quienes dedicaron largas horas de labor Educativa para impartir sus sabios conocimientos para nuestro desarrollo profesional y Humano, además, expresamos nuestra gratitud al Dr. Hugo Torres S., quién con gran sapiencia ha sabido dirigir el presente trabajo, al Ing. Pedro Crespo, al Ing. Santiago Mora, los cuales aportaron y asesoraron para la elaboración del mismo.

Reconstrucción de los bancos de electrotecnia para los laboratorios de electrónica de la Universidad del Azuay

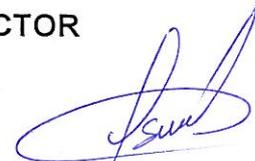
RESUMEN

La tesis que se presenta se orientó a la reconstrucción de Bancos de Trabajo de Laboratorio con el objetivo de reusarlos. Los bancos fueron enriquecidos con los siguientes elementos: seis fuentes de C.C simétricas, una fuente de C.C positiva variable un amperímetro y un voltímetro, ambos de C.C. Adicionalmente se repararon tres de los cinco transformadores toroidales y se ejecutaron otros servicios de mantenimiento tales como pintado. Como resultado final se habilitaron cinco bancos de trabajo completamente funcionales para que puedan ser utilizados en prácticas de electricidad dentro de la enseñanza de Ingeniería Electrónica. Se documentó el proyecto completo previendo futuros mantenimientos o cambios.

Palabras Claves: fuentes, voltímetros, simétricas, transformadores, toroidales, funcionales.



SIMON BOLIVAR MENDEZ RENGEL
DIRECTOR



OSCAR PATRICIO ASMAL BARRERA
AUTOR



LENNIN ERNESTO CHUMBAY ZHAPAN
AUTOR

*Aprobado
Junta Académica
Fog. Electrónica*



Handwritten signature and date: 14/05/12

Azuay University Electro Techniques' Laboratory Work Bench rebuilding

ABSTRACT

This thesis was oriented to rebuild existing Laboratory Work Benches in order to re-use them. The banks were enhanced with the following elements: six Symmetric Fixed D.C Power Sources, one Positive Variable D.C Power Source, both Current and D.C Volt Meter. Additionally three of five in total Toroidal Transformers were repaired and other preventive maintenance services such as painting were executed. As a final result five Laboratory WorkBenches were fully functionally enabled to be used in Electrical Practices within Electronic Engineer teaching. The whole project was documented pre viewing future maintenance processes and changes.

Key Words: sources, volt meter, symmetric, transformers, toroidal, functionally.

Handwritten signature of Simon Bolivar Mendez Rengel
SIMON BOLIVAR MENDEZ RENGEL

DIRECTOR

Handwritten signature of Oscar Patricio Asmal Barrera

OSCAR PATRICIO ASMAL BARRERA

AUTHOR

Handwritten signature and name: Revisado Ing. J. Perez

Handwritten signature of Lennin Ernesto Chumbay Zapan
LENNIN ERNESTO CHUMBAY ZAPAN

AUTHOR

ABSTRACT

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice de contenidos	vi
Introducción	viii

CAPITULO 1: FUENTES DE ALIMENTACION

1.1. Introducción a las medidas eléctricas	1
1.2. Generalidades	2
1.3. Instrumentos electromagnéticos de bobina móvil	4
1.4. Instrumentos electromagnéticos de hierro móvil	7
1.5. Rectificación	8
1.6. Filtros rectificadores	10
1.7. Fuentes simétricas	11
1.8. Fuentes variables	14
1.9. Aplicación de las medidas eléctricas	14
1.10. Dispositivos de lectura	15
1.11. El Voltímetro	15
1.12. El Amperímetro	16

CAPITULO 2: ESQUEMAS DEL BANCO DE TRABAJO

2.1. Diseño general del banco de trabajo	18
2.2. Instrumentos de medida de corriente alterna	19
2.3. Fuente de 125V alterna y continua	20
2.4. Instrumentos de medida de corriente continua	21
2.5. Fuente de alimentación bifásica y monofásica	22
2.6. Fuente de alimentación monofásica	22
2.7. Fuente de corriente continua simétrica y variable	23
2.8. Fuente de alimentación trifásica	24

CAPITULO 3: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

3.1. Prueba de los instrumentos de medida.	27
3.1.1 Prueba del voltímetro de 0-25VCA.	27
3.1.2 Prueba del voltímetro de 0-250VCA.	27
3.1.3 Prueba del miliamperímetro de 0-0,5ACA.	28
3.1.4 Prueba del amperímetro de 0-5ACA.	28
3.1.5 Prueba del voltímetro de 0-30VCC.	29
3.1.6 Prueba del voltímetro de 0-300VCC.	29
3.1.7 Prueba del miliamperímetro de 0-0,1 A CC.	30
3.1.8 Pruebas del amperímetro de 0-3 A CC.	30
3.2. Pruebas de las fuentes.	32
3.3. Prácticas.	38

CONCLUSIONES	48
---------------------	----

RECOMENDACIONES	50
------------------------	----

BIBLIOGRAFIA	51
---------------------	----

ANEXOS	52
---------------	----

Oscar Patricio Asmal Barrera

Lennin Ernesto Chumbay Zhapan

Trabajo de Grado

Director: Simón Bolívar Méndez Rengel

Junio 2012

Reconstrucción de los bancos de electrotecnia para el laboratorio de electrónica de la Universidad del Azuay

Introducción:

El presente trabajo se basa en la reconstrucción de los bancos de electrotecnia para los laboratorios del área técnica, principalmente para generar espacios de trabajo para los estudiantes en las asignaturas relacionadas con electrónica, mecánica automotriz e ingeniería de procesos.

El proyecto consta de tres partes definidas de la siguiente manera; en la primera parte analizamos lo que son las fuentes de alimentación y los instrumentos de medida (voltímetros y amperímetros) su constitución y principio de funcionamiento, además se incorpora a los bancos existentes fuentes de corriente continua fijas y variables con autoprotección contra cortocircuito y sobrecarga.

En la segunda parte diseñamos los paneles frontales para las fuentes mencionadas así como también los esquemas y diagramas de los diferentes tipos de circuitos de corriente alterna y corriente continua.

Finalmente en la última parte realizamos las respectivas pruebas de funcionamiento para garantizar el correcto desempeño de los bancos de trabajo, además integramos varias practicas demostrativas de la utilización de los respectivos bancos.

Capítulo 1

Fuentes de alimentación.

1.1 Introducción a las Medidas Eléctricas

El buen funcionamiento de un laboratorio, de un equipo, de un motor etc., depende en gran medida de la acción combinada de los distintos elementos que lo constituyen, si uno de éstos no realiza correctamente su función, desencadena el mal accionamiento de todo el sistema. En principio, las anomalías se intuyen, pero para poder demostrarlas es necesaria la comprobación de algunas magnitudes características, para compararlas con las que se dan en el sistema cuando el funcionamiento es el adecuado.

Vamos a hacer un recorrido por la realización de las distintas medidas, así como por los aspectos más importantes a tener en cuenta para su valoración. Se hará de una forma exclusivamente práctica, analizando brevemente los aspectos correspondientes a la constitución interna de los aparatos de medida,

Al realizar una medición, es necesario conocer tanto al sistema como al instrumento y la forma como interaccionan, en cuanto al dispositivo es indispensable conocer su funcionamiento, operación y las alteraciones que pudiera causar al sistema que se mide. En nuestro caso tal sistema será por lo regular un circuito eléctrico y podremos medir magnitudes físicas como, intensidad de corriente y diferencia de potencial en alterna y continua.

1.2 Generalidades

Por ser muchas las magnitudes eléctricas a medir, los instrumentos son muchos y muy variados, desde sencillos en conexiones y funcionamiento, hasta muy complejos en ambos casos.

Un buen dispositivo de medida requiere que tenga sensibilidad y exactitud.

- a) **Sensibilidad:** Se llama a la relación entre el desplazamiento de la marca (recorrido que la marca efectúa sobre la escala durante la medición) y la variación de la magnitud de medida.



Fig. 1: Voltímetro Analógico.

Fuente: Instrumentación analógica (Circutor)

- b) **Exactitud:** Se llama así a la concordancia del valor de la medida en el valor exacto de la magnitud de medida. Queda determinada por la clase de exactitud o bien se da como error o medición de registro.¹

La técnica de las medidas eléctricas comprende el estudio de los instrumentos y de los procedimientos de medida que se emplean en la determinación de las magnitudes, que de una u otra forma, interesan en electrotecnia y que pueden dividirse en varias clases. Las magnitudes eléctricas que interesan directamente son:

¹ ROLDAN, José. (1988) Manual de medidas eléctricas CEAC (7 edición).

Intensidad de la corriente, tensión eléctrica, resistencia eléctrica, potencia eléctrica, etc.

La medición de todas las magnitudes que hemos citado, puede realizarse de dos formas diferentes:

- a) Por medio de dispositivos que dan directamente el valor de la magnitud que se mide y que se denominan, en general, aparatos de medida.
- b) Con ayuda de dispositivos especiales, en los que los elementos y aparatos que lo constituyen están relacionados entre si, constituyendo conexiones de medida.

El primer procedimiento es el que utilizaremos en nuestro proyecto y se aplica especialmente en las medidas que se necesita una determinación a medir que sea rápida, sencilla y clara. Los aparatos utilizados reciben el nombre de la magnitud que deben medir: amperímetro, voltímetro, óhmetro, vatímetro, etc.

El segundo procedimiento de medición se emplea en los laboratorios, cuando se trata de realizar medidas de gran precisión.²

El resultado de la medida, por lo general esta señalado por la indicación de una aguja sobre una escala graduada.

Estos indicadores funcionan bajo el principio de acción entre campos magnéticos producidos, unos por corrientes eléctricas y otros, por imanes permanentes. Estos campos producen fuerzas entre sí y finalmente cuplas de rotación que permiten el movimiento de la aguja indicadora sobre una escala graduada, relacionada con la magnitud a medir.

² RAMIREZ, José (1989) Ediciones CEAC S.A. (3 Edición).

Si bien todos estos indicadores funcionan con el mismo principio enunciado al comienzo, tienen diferencias constructivas según el efecto físico a medir y para su mejor entendimiento, analizaremos los dos tipos más utilizados y son:

- a) Instrumentos de medida de bobina móvil.
- b) Instrumentos de hierro móvil.

Esta clasificación no es general para todos los instrumentos electromagnéticos existentes. Pero además dentro de cada grupo anterior, existen diferencias constructivas menores que, según la aplicación, lo hacen más apto para la medición de determinadas variables. Dichas formas constructivas las veremos a continuación, describiendo el principio general de funcionamiento aplicado a estos instrumentos.³

1.3 Instrumentos electromagnéticos de bobina móvil.

El principio de funcionamiento de estos aparatos consiste (fig. 2) en un imán permanente (en forma de herradura o de otra forma cualquiera), que crea un campo magnético N-S, fijo y constante, en el interior del cual se introduce una bobina (B) que puede girar sobre un eje pivotado al ser atravesado por una corriente (i), ya que se ejerce un par (T) en donde (β) es la inducción del campo magnético. Según este principio, en cuanto circula una pequeña corriente por la bobina esta se colocaría en posición perpendicular, pero, como para contrarrestar este efecto, lleva dos espiras antagonistas que se oponen al par electromagnético el par mecánico de torsión, de forma que, cuando estos dos pares se igualan, la aguja se queda fija dándonos la indicación correspondiente en la escala del aparato.

³ CASADO, Ricardo (1981) Tecnología Electricidad 2 edebe

A este grupo de indicadores, que también utilizan los mismos principios electromagnéticos enunciados anteriormente, pertenece una amplia gama de instrumentos que tienen importantes aplicaciones en el campo de las mediciones eléctricas, llegando a ocupar el primer lugar dentro de los instrumentos de tipo analógico.⁴

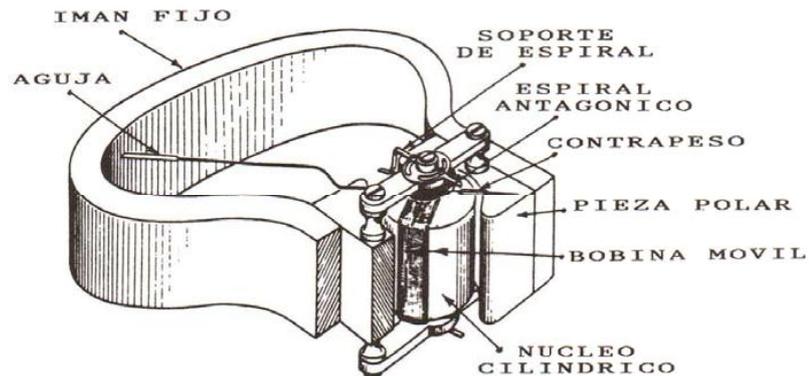


Fig. 2 Indicador de bobina móvil e imán fijo

Fuente: FLORES, Juan (1990) Tecnología de Electricidad Paraninfo (4 Edición).

Las características principales de estos indicadores son su elevada sensibilidad que permite medir corrientes muy débiles; su linealidad casi perfecta, que minimiza los errores de indicación en toda su escala. Actualmente su construcción compacta, obtenida por el uso de potentes imanes permanentes y elevadas técnicas de fabricación.

El imán permanente es el elemento de mayor volumen y peso de este indicador. Su campo magnético se conduce a través de dos piezas polares de material magnético y forma cóncava, hacia un núcleo cilíndrico también de material magnético. De esta manera se forma una separación de

⁴ FLORES, Juan (1990) Tecnología de Electricidad Paraninfo (4 Edición).

dimensión constante, por donde se moverá la bobina móvil cortando las líneas de campo magnético allí presente (Fig. 3).

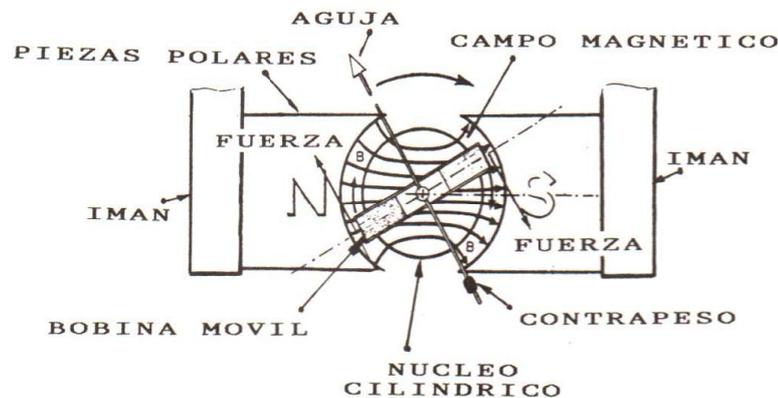


Fig. 3 Campo magnético y fuerzas sobre la bobina móvil

Fuente: FLORES, Juan (1990) Tecnología de Electricidad Paraninfo (4 Edición).

La magnitud y sentido de la fuerza que actúa sobre los lados de la bobina móvil que están ubicados dentro de la separación de las piezas polares, depende directamente de la corriente circulante por la bobina, de su cantidad de espiras y del campo magnético que produce el imán permanente. Estos tres factores son los elementos principales de la cupla motora de la bobina móvil.

La bobina móvil (Fig. 4) está bobinada sobre un marco de aluminio al que están fijadas, en oposición una de otra, las puntas de los ejes.

En el eje superior se fija la aguja indicadora, la que se contrapesa para evitar que su peso introduzca error en la indicación.⁵

⁵ FLORES, Juan (1990) Tecnología de Electricidad Paraninfo (4 Edición).

Los campos magnéticos exteriores les afectan en forma considerable y, por esta razón, algunas veces es necesario apantallarlos para evitar este defecto.

Los aparatos electromagnéticos se calibran en corriente continua y alterna trazando una escala común, siendo las lecturas correctas en corriente alterna, entre lo 10 y 200 Hz.⁶

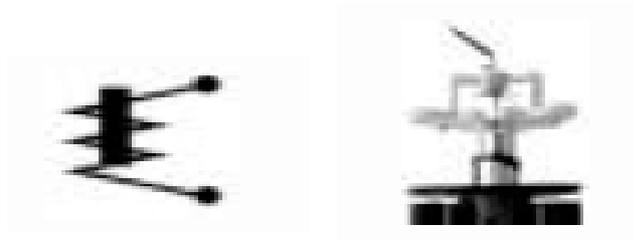


Fig. 5: Símbolo y estructura de un instrumento de Hierro móvil.
Fuente RAMIREZ, José (1989) Ediciones CEAC S.A. (3 Edición).

1.5 Rectificación

La rectificación consiste básicamente en la conversión de corriente alterna a corriente continua. Todo equipo electrónico que se alimente de la red eléctrica doméstica requiere que en el mismo existan rectificadores para que dicho equipo disponga de las tensiones de corriente continua requeridas para su correcto funcionamiento.

A la hora de hacer rectificación se presentan varias alternativas: rectificación de media onda y de onda completa con toma central y en puente a esta última nos centraremos.⁷

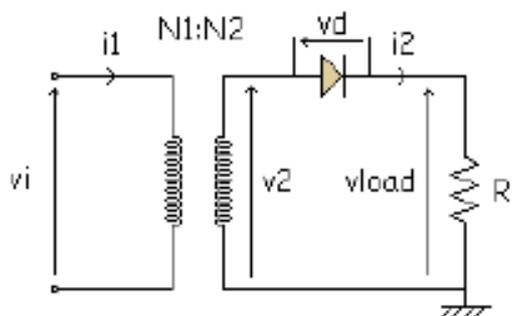


Fig. 6 Rectificador de media onda

⁶ FLORES, Juan (1990) Tecnología de Electricidad Paraninfo (4 Edición).

⁷ <http://es.scribd.com/gonza098/d/61261681-11-EB-CAPITULO-IX>

Fuente:<http://es.scribd.com/gonza098/d/61261681-11-EB-CAPITULO-IX>

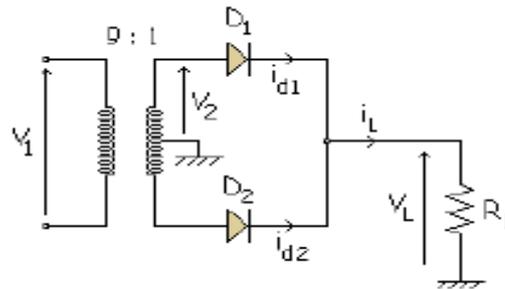


Fig. 7 Rectificador de onda completa con toma central

FUENTE:http://ehu.es/sbweb/electrónica/elec_basica/tema8/Paginas11htm

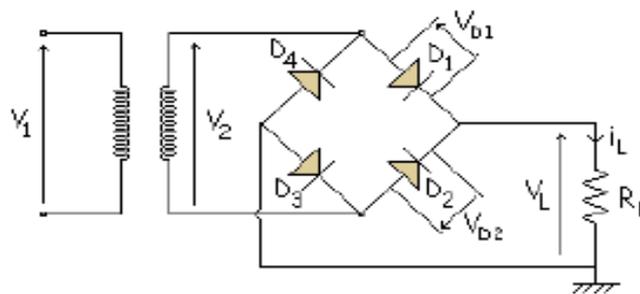


Fig. 8 Rectificador de onda completa en puente

FUENTE:http://ehu.es/sbweb/electrónica/elec_basica/tema8/Paginas11htm

En una rectificación en puente, durante el semiciclo positivo de la señal V_s los diodos D_1 y D_3 están polarizados en directo, mientras que D_2 y D_4 están en circuito abierto. Note que la tensión pico sobre R_L será igual a la tensión pico de Voltaje secundario menos la caída de tensión en los diodos que conducen (1.4V). Durante el semiciclo negativo de V_s Los diodos D_2 y D_4 están polarizados en directo, mientras que D_1 y D_3 están en circuito abierto. La tensión pico sobre R_L también presenta la caída de 1,4V antes mencionada. En cualquiera de los casos, la tensión sobre R_L siempre es positiva.

Normalmente para hacer este montaje no se emplean 4 diodos separados, sino que se utiliza un rectificador tipo puente, que en el mismo empaque incluyen los cuatro diodos (Fig. 9).

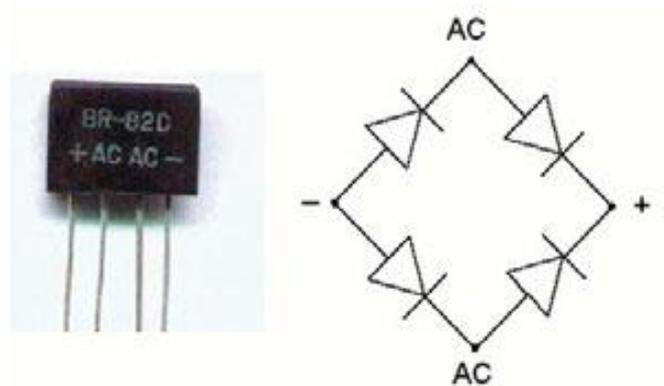


Fig. 9 Diagrama y encapsulado de puente rectificador

FUENTE:http://ehu.es/sbweb/electrónica/elec_basica/tema8/Paginas11htm

Como todo dispositivo semiconductor, un puente rectificador viene identificado mediante una referencia (en este caso BR-806) con el fin de poder comprobar sus especificaciones en el manual del fabricante.⁸

1.6 Filtros rectificadores.

La misión de los rectificadores es transformar la tensión alterna en tensión continua, pero solamente con los rectificadores no obtenemos la tensión continua deseada. En este instante entra en juego el filtro por condensador.

Conociendo las características de un condensador, y viendo su capacidad de almacenamiento de energía, lo podemos utilizar como filtro para alisar la señal que obtenemos en la salida.

⁸<http://es.scribd.com/gonza098/d/61261681-11-EB-CAPITULO-IX>

Como se ha dicho el condensador es un elemento que almacena energía (Fig. 10). Este elemento se opone a las variaciones bruscas de la tensión que se le aplica. Se representa con la letra C y su unidad es el faradio (F).

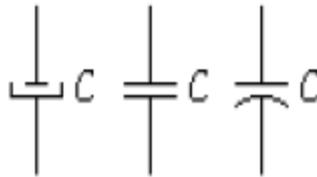


Fig. 10 Símbolo del condensador

FUENTE:http://ehu.es/sbweb/electrónica/elec_basica/tema8/Paginas11.htm

En el siguiente esquema encontramos el diagrama completo de un rectificador de onda completa en puente con filtración (Fig. 11).

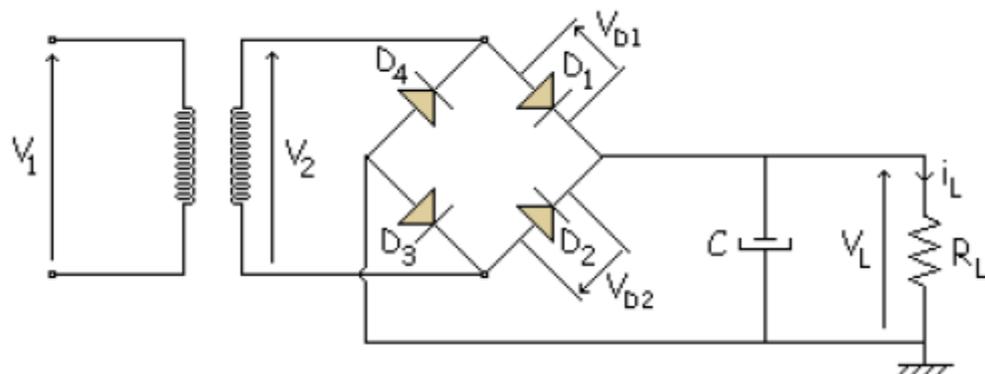


Fig. 11 Rectificador con filtración.

FUENTE:http://ehu.es/sbweb/electrónica/elec_basica/tema8/Paginas11.htm

1.7 Fuentes fijas simétricas.

La mayoría de los dispositivos electrónicos requieren voltajes de CC para operar. Son útiles las baterías en dispositivos de baja potencia o portátiles, pero el tiempo de operación está limitado a menos que se recarguen o reemplacen las baterías. La fuente de potencia más fácil de obtener es el contacto de pared a 120 VCA, a 60Hz. El circuito que convierte este voltaje de corriente

alterna en un voltaje de corriente continua se le llama fuente de alimentación.

Esta fuentes disponen de un transformador, un rectificador, un modulo de filtrado y por ultimo un regulador (Fig. 12).

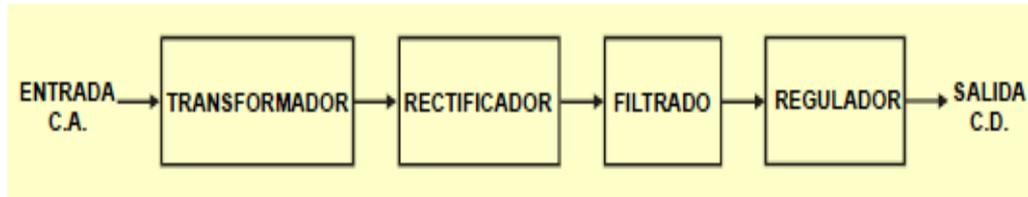


Fig. 12 Diagrama de bloques de una fuente de C.C.

FUENTE:http://ehu.es/sbweb/electrónica/elec_basica/tema8/Paginas11htm

El transformador es un dispositivo que se encarga de elevar o reducir el valor del voltaje de entrada a un valor deseado (Fig. 13).

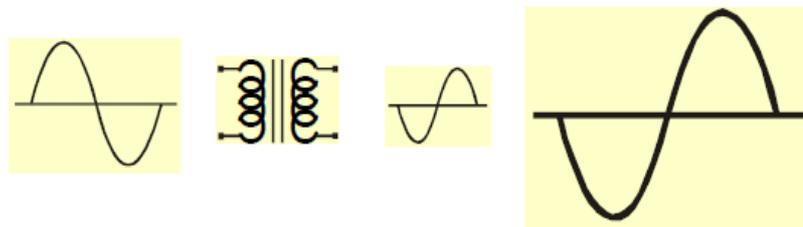


Fig. 13 Forma de onda de un transformador.

FUENTE:http://ehu.es/sbweb/electrónica/elec_basica/tema8/Paginas11htm

El rectificador es el que se encarga de darle una polaridad al voltaje, por lo general positivo, los hay de media onda y onda completa (Fig. 14).

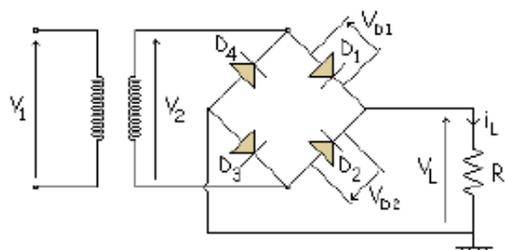


Fig. 14 Rectificador en puente.

FUENTE:http://ehu.es/sbweb/electrónica/elec_basica/tema8/Paginas11htm

El filtrado es un circuito que convierte corriente continua pulsante en corriente continua casi 100% pura o filtrada. Fig. 15.

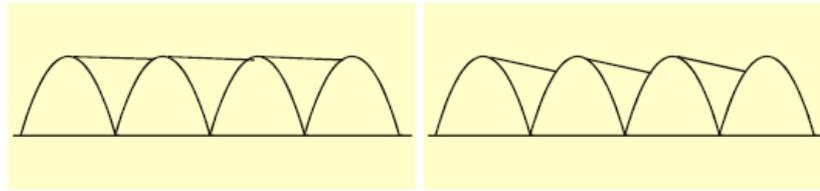


Fig. 15 Filtración.

FUENTE: <http://es.scribd.com/gonza098/d/61261681-11-EB-CAPITULO-IX>

Como el filtrado no nos suministra CD 100% pura , ya que toda existe un pequeño voltaje de rizo que para algunos equipos es indeseable, el regulador lo elimina además de mantener constante el voltaje de salida aun habiendo variaciones en el voltaje en la entrada de entrada de la fuente.

Los reguladores pueden ser fijos o variables, y estos a su vez positivos y negativos.

REGULADORES			
FIJOS		VARIABLES	
POSITIVOS	NEGATIVOS	POSITIVOS	NEGATIVOS
7805	7905	317T	337T
7809	7909	350K	
7812	7912	338K	
7815	7915		
7824	7924		

Tabla 1: Cuadro de reguladores de voltaje positivo, negativo y variable.

1.8 Fuente Variable.

Este circuito no necesita mayor explicación se trata de una fuente regulada variable que puede proporcionar hasta 30VCC para un consumo de hasta 2A, es necesario que el o los transistores (TIP 35C) sean montados en disipadores térmicos al igual que los integrados LM317T.

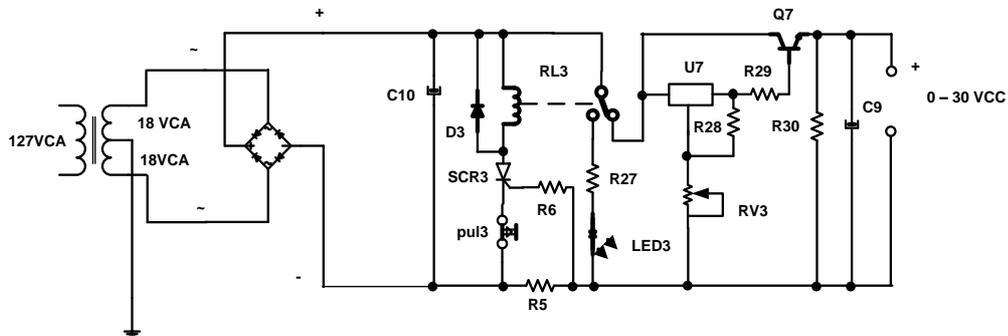


Fig. 16 Circuito de una fuente variable

1.9 Importancia y aplicaciones de las medidas eléctricas.

Las mediciones o medidas desempeñan una misión trascendental en el progreso del hombre, cuya importancia quizá solamente sea superada por las facultades intelectivas. En efecto, podría decirse que el progreso de la humanidad está jalonado por el descubrimiento del nuevo arte de medir. El más importante de estos descubrimientos puede ser, por tanto, considerado como la piedra angular de su progreso. La medición es el medio de que el hombre dispone para complementar su sistema sensorial y su cerebro. Es la base para establecer el cómputo de sus actividades y economía, guiando todo su trabajo científico y dirigiendo el empleo de las máquinas economizadoras de esfuerzo en la industria y en el hogar.

Los fenómenos eléctricos proporcionan el medio más importante y adaptable para efectuar no solo las medidas eléctricas, sino también casi todas las medidas no eléctricas. Con adecuados detectores primarios, las medidas eléctricas pueden ser utilizadas en el proceso de cualquier información de medidas para fines de control.⁹

⁹ <http://www.mitecnologico.com/Main/MedicionesElectricas>

Para nuestro proyecto principalmente se aplicara para la medición y comprobación de los diferentes enunciados y leyes tales como: ley de ohm, Kirchhoff, Thévenin, Norton etc. Que son básicamente nuestras prácticas tanto en corriente alterna y continua

1.10 Dispositivos de lectura.

Los instrumentos de medición a utilizar en los bancos de electrotecnia son instrumentos destinados a la medición de magnitudes eléctricas y básicamente son el voltímetro y amperímetro en CA.

Voltímetros: miden diferencia de potencial en voltios o submúltiplos.

Amperímetros: miden intensidad de corriente eléctrica en amperios o submúltiplos.

1.11 EL VOLTIMETRO

El voltímetro es un instrumento destinado a medir la Tensión. La unidad de medida es el Voltio (V). La Tensión puede ser medida en CC o CA, según la fuente de alimentación utilizada. Por ello, antes de utilizar el instrumento lo primero que se debe verificar es qué tipo de señal suministrará la fuente de alimentación, y constatar que el voltímetro sea el adecuado.

Luego se debe estimar o calcular por medio analítico el valor de Tensión a medir y con ello seleccionar el rango de escala adecuado, teniendo en cuenta que el fondo de escala sea siempre superior al valor a medir.

En el caso que no sea posible estimar ni calcular la Tensión a medir, se deberá seleccionar la escala de mayor rango disponible y luego de obtener una medición adecuar el rango de escala, si fuera necesario. Para el caso de instrumentos de aguja, es aconsejable que la lectura se efectúe siempre en la segunda mitad de la escala, ya que allí se comete menor error.

Cuando se debe medir en CC se deberá tener en cuenta la polaridad del instrumento, observando que para ello los cables del mismo se hallan diferenciados por su color siendo, por convención, el color rojo para la

polaridad positiva y el color negro para la polaridad negativa; los bornes del instrumentos están indicados con los signos **+** y **-** o **COM** respectivamente.

Para el caso de instrumentos de aguja (analógicos), al conectarlos con la polaridad incorrecta se observará que la aguja deflecionará en sentido contrario (de derecha a izquierda), lo que puede causar deterioro del mecanismo de medición del instrumento.

En caso de desconocer la polaridad de la fuente de alimentación, o ante cualquier duda sobre la selección de escala, consultar con el personal especializado.

Cuando se vaya a medir en CA no se tendrá en cuenta la polaridad debido a que se trata de corrientes no polarizadas.

Debemos indicar que este instrumento de medida se debe conectar en paralelo tal como indica la figura # 17.

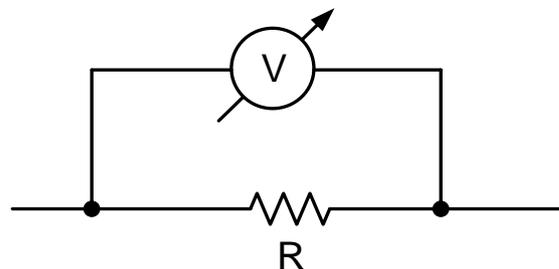


Fig. 17 Conexión de un voltímetro.

1.12 EL AMPERIMETRO

Es un instrumento destinado a medir intensidad de corriente, tanto en corriente continua como en alterna. La unidad de medida es el Ampere (A).

Para el manejo de éste instrumento se deberán observar las mismas precauciones que para el uso del voltímetro.¹⁰

¹⁰ http://www.frlp.utn.edu.ar/web/syllabus_electrica/instrum_mediciones_elect.pdf

Debemos indicar que este instrumento de medida se debe conectar en serie tal como indica la figura # 18

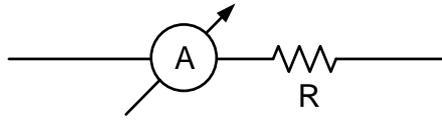


Fig. 18 Conexión de un amperímetro.

CAPITULO 2

Esquemas del banco de trabajo.

2.1 Diseño general del banco de pruebas.

A continuación se presenta el diseño completo del panel frontal en el mismo esta compuesto de:

- Panel 1 con cuatro instrumentos de medición de corriente alterna dos amperímetros y dos voltímetros.
- Panel 2 el mismo que tiene cuatro fuentes y cuyo funcionamiento depende del Variac.
- Panel 3 tiene cuatro instrumentos de medición de corriente continua dos amperímetros y dos voltímetros.
- Panel 4 contiene dos fuentes de alimentación la primera una fuente de alimentación bifásica y la segunda una fuente de alimentación monofásica
- Panel 5 tiene fuentes simétricas de 5,12 y 15 VCC y una fuente variable de 0 – 30 VCC todas con protección.
- Panel 6 tiene una fuente de alimentación trifásica.

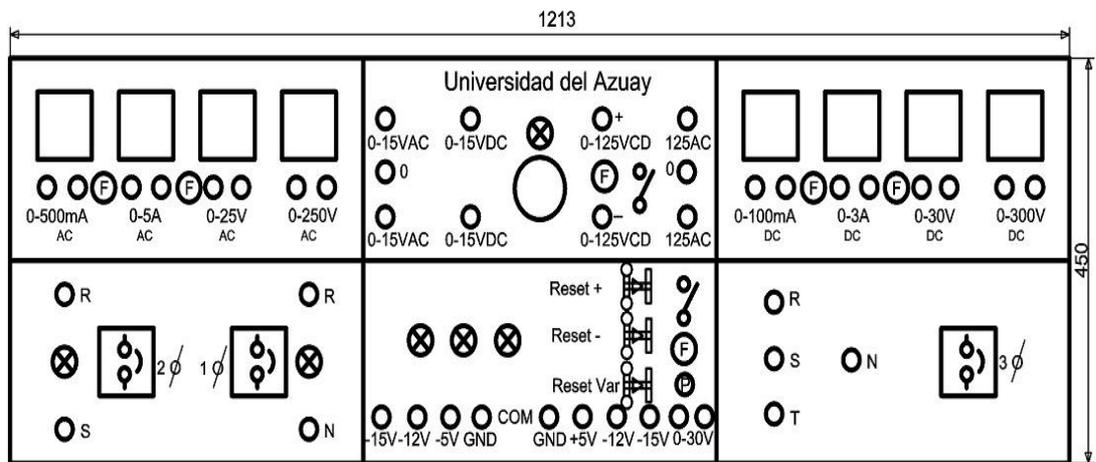


Fig. 19 Diseño completo del banco de pruebas.

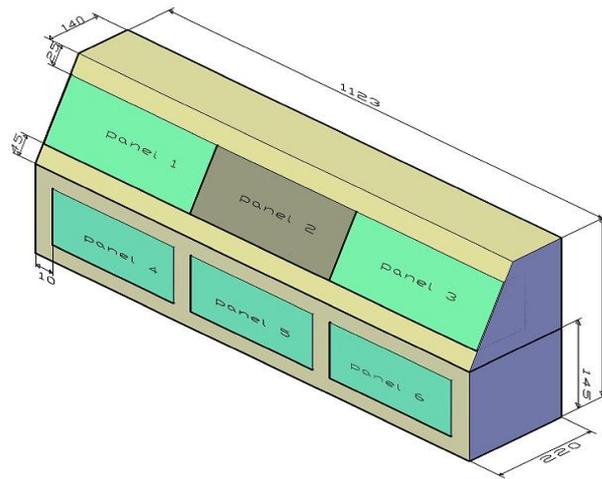


Fig. 20 Diseño de la carcasa del banco de pruebas.

2.2 Instrumentos de medida de corriente alterna.

Todos los instrumentos utilizados para pruebas de laboratorio de estos módulos tienen algún dispositivo indicador para conocer los resultados de las pruebas para los que se diseñaron. El dispositivo más común es la escala. En este panel tenemos instrumentos indicadores tipo analógicos, en el módulo consta de un miliamperímetro de panel en cuyo instrumento podríamos medir corriente alterna entre 0 y 500 miliamperios (mA). También consta de un amperímetro de corriente alterna con indicador tipo análogo cuyo máximo rango es de 5 amperios (A). Estos instrumentos de medida tienen como protección un fusible.

El fusible es un elemento de protección que se utiliza para proteger las instalaciones de sobrecargas causadas por una sobrecarga o un cortocircuito. A diferencia de otros dispositivos de protección contra sobrecargas, los fusibles no pueden ser reutilizados, una vez que se han fundido, lo que obliga al usuario a identificar y corregir las causas del defecto antes de volver a utilizar un fusible nuevo y conectar el circuito.¹¹

En el panel uno tenemos dos instrumentos para medir tensión alterna, el

¹¹ Instalaciones eléctricas interiores José María Sebastián, Pedro González ediciones técnicas marcombo

primer indicador tiene un fondo de escala entre 0 y 25 voltios tipo analógico con este instrumento podemos medir tensión en un circuito eléctrico. La medida de la tensión eléctrica debemos realizarla de la siguiente forma: fijar el rango de medida en el aparato en una escala superior a la de la tensión que esperamos encontrar entre los puntos de medida. También consta de un voltímetro analógico de C.A cuyo máximo valor que se podría medir es de 250 VAC. La figura muestra la disposición de los instrumentos en el panel.

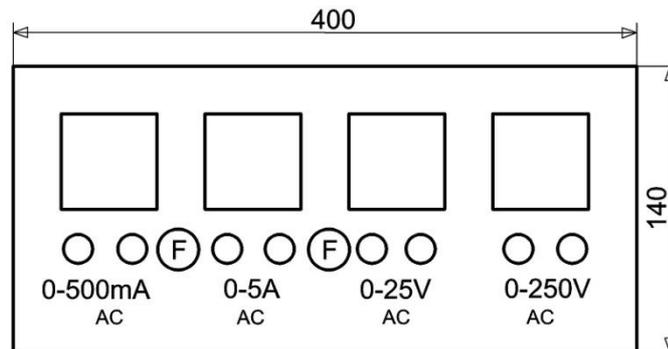


Fig.21 Panel de Medición de Tensión y Corriente Alterna

2.3 Fuente de 125V alterna y continúa.

En el panel dos se tiene cuatro fuentes de tensión, dos de corriente continua y dos de corriente alterna, la primera fuente de tensión es de alterna en la cual podemos trabajar en prácticas de laboratorio con tensiones comprendidas entre (0-15 VAC y 0-30 VAC) variables en función del variac. Una segunda fuente de alimentación es para circuitos de corriente continua así mismo trabaja en función del variac ya que se puede ir regulando la tensión de ingreso para los circuitos de las prácticas de laboratorio. En la parte central de este panel se encuentra el Variac al cual tiene la función de ir cambiando de posición con una perilla o selector y dando valores requeridos para las prácticas.

Luego se tiene una fuente de alimentación de tensión en corriente continua que puede tomar valores de tensión comprendidos entre 0 y 125 VCD variando en su rango en función del variac. Una última fuente de alimentación en este panel es de (0-125 VAC y 0-220VCA), pudiendo variar su valor en función de variac. En la siguiente figura se representa la vista

frontal de este panel, además esta fuente tiene su respectiva protección contra cortocircuitos.

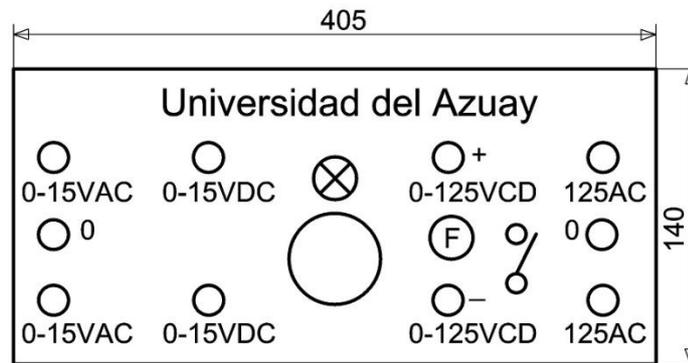


Fig. 22 Panel 2 Fuente de Alimentación Variable en C.A y C.C.

2.4 Instrumentos de medida de corriente continua.

Existe una gran variedad de instrumentos de medición de corriente eléctrica, en el siguiente panel hacen referencia a elementos de medición de corriente continua, el panel consta de cuatro instrumentos de medición: dos instrumentos para medir corriente y dos para registrar tensión.

El primer instrumento de medición es un miliamperímetro analógico en el cual tiene por objeto medir corriente eléctrica que circula en un circuito, con un máximo rango de 100mA. Este instrumento se conecta en serie con el circuito cuya intensidad se desea medir

El segundo instrumento de medición es un amperímetro analógico, tiene por objeto registrar corriente continua en un circuito cuyo valor puede variar entre 0-3 amperios(A). Estos instrumentos tienen un fusible como protección, el fusible esta usualmente constituido por una cinta de metal muy delgada la cual tiene por objetivo interrumpir el circuito en el caso de daño.

El tercer instrumento en el presente panel es un voltímetro analógico el que se conecta en paralelo en el circuito cuya tensión se desea medir, pudiendo registrar tensiones entre 0 y 30 Voltios de corriente directa.

El cuarto instrumento de medición se trata de un voltímetro de corriente continua donde podemos trabajar con voltajes en cuyo fondo escala

podemos medir tensiones comprendidos entre 0 y 300 VCD. La ubicación de los cuatro instrumentos de medición se representa en el siguiente grafico.

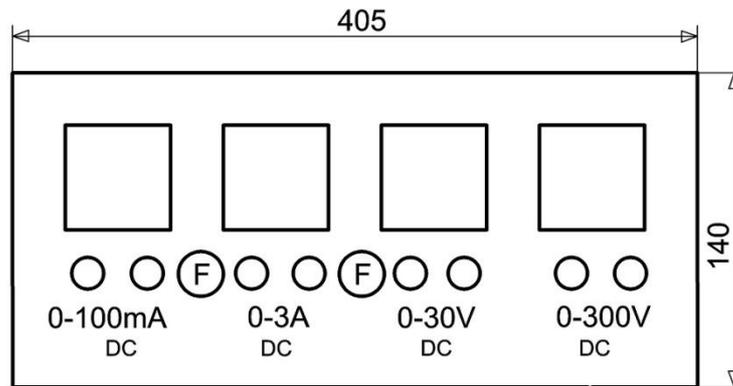


Fig. 23 Panel 3 Instrumentos de Medición de Tensión y Corriente Continua.

2.5 Fuente de alimentación bifásica y monofásica.

El panel cuatro tiene una fuente de alimentación bifásica (220 VAC), en la reconstrucción del banco de trabajo se creo conveniente mantener esta fuente de tensión debido a que en el proceso de enseñanza es muy necesario el conocimiento de esta tensión en el panel se puede identificar fácilmente esta fuente ya que esta etiquetado de acuerdo a normas internacionales con las letras (R – S). Esta fuente tiene en su circuito una protección contra cortocircuitos y sobretensiones (Breaker de 2 polos). Este es un dispositivo de tipo mecánico capaz de establecer, soportar e interrumpir el daño.

2.5.1 Fuente de alimentación monofásica

La fuente de alimentación monofásica (125VAC) es importante en el panel ya que la mayoría de los experimentos y prácticas de laboratorio que relacen los estudiantes en la universidad, se usa como alimentación. Se mantiene el interruptor automático (Breaker) como elemento de protección contra sobre intensidades y cortocircuitos. El grafico de esta fuente de alimentación se encuentra en la siguiente figura.

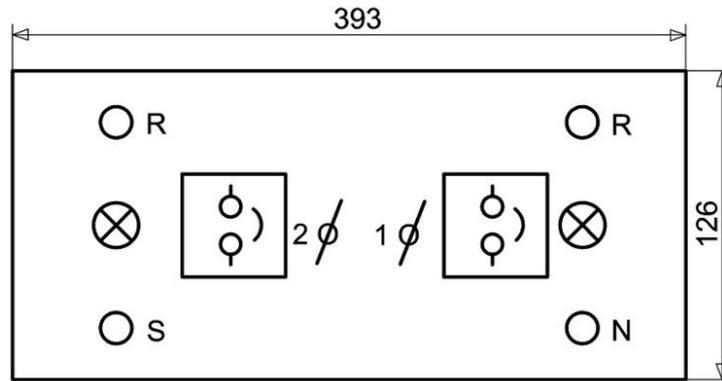


Fig.24 Panel 4 Fuente de alimentación de Tensión Alterna monofásico y bifásico

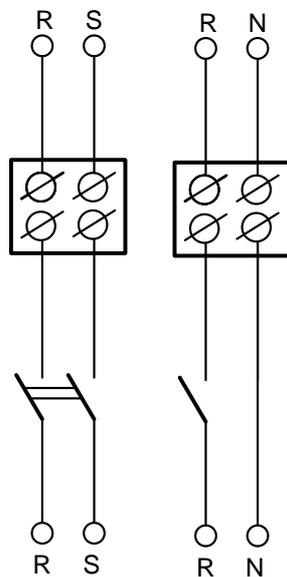


Fig. 25 Circuito monofásico y bifásico

2.6 Fuente de corriente continua simétrica y variable.

Prácticamente todos los circuitos, equipos y sistemas electrónicos necesitan de una fuente de energía eléctrica para poder funcionar adecuadamente. Esta fuente de energía es lo que conocemos como alimentación del equipo. Por regla general, esta alimentación consiste en una tensión de corriente continua (CC). Gracias a esta tensión, los circuitos de los sistemas electrónicos quedan adecuadamente polarizados, y por lo tanto, preparados para poder trabajar en forma correcta.

Los equipos o elementos que suministran el voltaje de corriente continua pueden ser por ejemplo una pila, batería o circuitos previamente rectificadas.¹²

Otra posibilidad es utilizar un circuito que convierta la tensión alterna de la red 127V o 220V a una tensión de valor de corriente continua de +- 5,12 y 15 VCC y una fuente variable de 0.....30 VCC que es lo que encontramos en panel cinco. Estas fuentes de CC proporcionan corrientes de hasta 2 Amperios, también cuentan con una protección contra cortocircuitos activando un relé y desactivando el circuito automáticamente cuando existe este error. Hay que indicar que existe una protección para los voltajes positivos, otra protección para los voltajes negativos y una protección para la fuente regulable. El gráfico del panel cinco se indica en la siguiente figura.

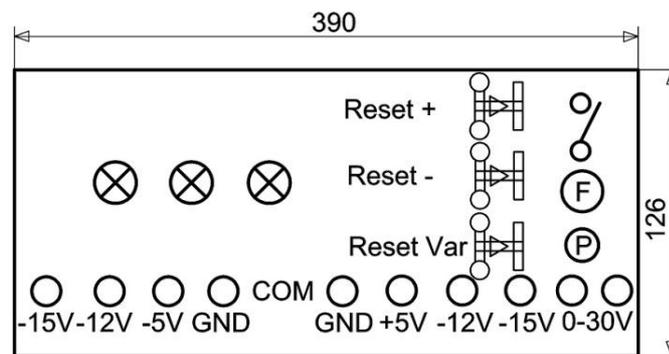


Fig.26 Panel 5 fuente de alimentación de Tensión continua simétrica y variable.

2.6 Fuente de alimentación trifásica.

Llamamos corriente alterna a aquella corriente cuyo valor varía en el tiempo de forma periódica, alterna y senoidal.

Periódica. Nos indica que repite de forma regular en el tiempo

Alterna. Nos indica que cambia de dirección (matemáticamente, que toma valores positivos y negativos)

¹²Electrónica, José Luis Duran, Juan Jamiz Joan Domingo, Herminio Martínez Altamar 2011 Barcelona España

Senoidal. Nos dice que estos valores siguen una valoración de tipo senoidal.

En la actualidad, el sistema trifásico, es utilizado para la producción, el transporte y la distribución de energía eléctrica. Debido a que presenta ventajas con respecto al sistema monofásico entre algunas podemos citar las siguientes:

Mejor funcionamiento de los motores eléctricos y, en general, de los receptores eléctricos trifásicos.

Posibilidad de disponer de diferentes tensiones, según como conectemos las cargas.

Menor costo de las instalaciones a causa de la menor sección requerida en los conductores de los sistemas trifásicos respecto a los monofásicos, a igualdad de potencia por suministrar e igualdad de factor de potencia, y ello teniendo en cuenta que un sistema trifásico dobla el número de conductores en relación con el sistema monofásico. Esta es la razón fundamental.¹³

En el panel seis tenemos una fuente de alimentación trifásica. Prácticamente todos los circuitos, equipos y sistemas eléctricos necesitan de una fuente de energía eléctrica es importante ya que en el proceso de enseñanza existe materias que tienen que ver con control industrial, gracias a esta tensión, los circuitos de los sistemas eléctricos de fuerza quedan adecuadamente preparados para poder trabajar en forma correcta.

Al ingreso de esta fuente de alimentación trifásica es importante ubicar su colocar su respectiva protección con el fin de proteger los equipos y prácticas de laboratorio que realicen los estudiantes, este elemento se llama

¹³Electrotecnia electrónica, José Luis Durán, Juan Jamiz Joan Domingo, Herminio Martínez ALTAMAR
2011 BARCELONA ESPAÑA

interruptor automático (Breaker), es un elemento de protección contra sobre intensidades y cortocircuitos. En cada una de las fuentes de alimentación se tiene una lámpara de señalización la cual indica si la fuente esta o no energizada. En la siguiente figura se indica el circuito y el panel frontal.

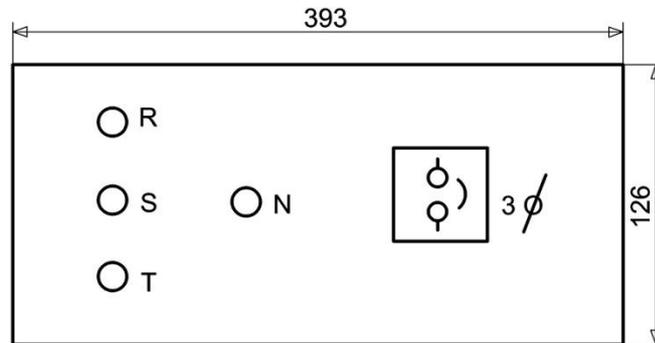


Fig.27 Panel de alimentación de Tensión Alternada trifásico.

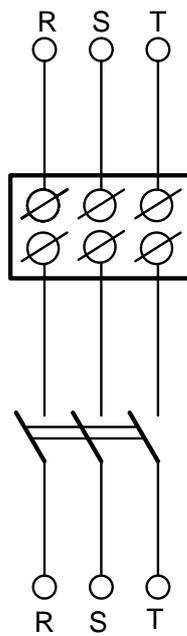


Fig. 28 Circuito trifásico

CAPITULO 3

Pruebas de funcionamiento.

3.1 Pruebas de los instrumentos.

3.1.1 Prueba de voltímetro de CA 0-25V (Panel 1)

Para la medición con este instrumento utilizamos un transformador de 12VCA registrando un valor de 14,2V así como también para verificar colocamos paralelamente un voltímetro digital.



V. ANALOGICO	V. DIGITAL
14,2V	14,17V

Fotografía: 1 Voltímetro 0-25VCA

3.1.2 Prueba de voltímetro de CA 0-250V (Panel 1)

Para la medición con este instrumento utilizamos la tensión de la red registrando un valor de de igual manera colocamos un voltímetro digital para su verificación



V. ANALOGICO	V. DIGITAL
128V	124,7V

Fotografía: 2 Voltímetro 250VCA

3.1.3 Prueba de miliamperímetro de CA 0-500mA (Panel 1)

Se procede a realizar la prueba del miliamperímetro de CA con una fuente de tensión de 10,4VCA y una resistencia de 30Ω, dando como resultado una corriente de 346,66mA. Que en el miliamperímetro muestra el valor de 350mA.



V. INGRESO	A. ANALOGICO	A. DIGITAL
10,2V	350mA	356mA

Fotografía: 3 Amperímetro de 500mA CA.

3.1.4 Prueba de amperímetro de CA 0-5A (Panel 1)

Se procede a realizar la prueba del amperímetro de CA con una fuente de tensión de 56VCA y una resistencia de 25Ω, dando como resultado una corriente de 2,24A. Que en el amperímetro muestra el valor de 2,28A.



V. INGRESO	RL	A. ANALOGICO	A. DIGITAL
56V	25Ω	2,28 A	2,3A

Fotografía: 4 Amperímetro 5 ACA

3.1.5 Prueba de voltímetro de CC 0-30V (Panel 3)

Para la medición con este instrumento utilizamos una batería seca de 12VCC registrando un valor de 13V para verificar colocamos paralelamente un voltímetro digital.



V. ANALOGICO	V. DIGITAL
13V	12,90V

Fotografía: 5 Voltímetro 30VCC

3.1.6 Prueba de voltímetro de CC 0-300V (Panel 3)

Realizamos la medición de la tensión de la red previamente rectificada sin filtración indicándonos un valor de 115V para verificar colocamos paralelamente un voltímetro digital.



V. ANALOGICO	V. DIGITAL
115V	111,2V

Fotografía: 6 Voltímetro 300VCC

3.1.7 Prueba de miliamperímetro de CC 0-100mA (Panel 3)

Se procede a realizar la prueba del miliamperímetro de corriente continua con una fuente de tensión de 12,9 VCC y una resistencia de 220Ω , dando como resultado una corriente de 58mA. Que en el miliamperímetro se registra 57mA.



V. INGRESO	RL	A. ANALOGICO	A. DIGITAL
12,9V	220 Ω	57mA	58,1mA

Fotografía: 7 miliamperímetro

3.1.8 Prueba de amperímetro de CC 0-3A (Panel 3)

Se procede a realizar la prueba del amperímetro de CA con una fuente de tensión de 55VCA y una resistencia de 25Ω , dando como resultado una corriente de 2,2A. Que en el amperímetro muestra el valor de 2,08A.



V. INGRESO	RL	A. ANALOGICO	A. DIGITAL
55V	25 Ω	2,08 A	2,15A

Fotografía: 8 Amperímetro 3A

A continuación presentamos dos cuadros de mediciones tanto en corriente alterna y continua para verificación de de la precisión de los instrumentos de los diferentes paneles.

MEDICIONES EN CORRIENTE ALTERNA					
	V. INGRESO	IRL ANALOGICO	IRL DIGITAL	IRL CALCULADO	ERROR
R = 30Ω	60V	2A	1,991 A	2 A	0,009
R = 25Ω	60V	2,4A	2,37 A	2,4 A	0,03
R = 20Ω	60V	3,2A	3,08 A	3 A	0,12
R = 30Ω	48,45V	1,73A	1,77 A	1,61 A	0,04
R = 21,7Ω	48,45V	2,18A	2,14 A	2,23 A	0,04
R = 21,7Ω	30V	1,42A	1,48 A	1,38 A	0,06
R = 21,7Ω	45,11V	2,2A	2,207 A	2,07 A	0,007

Tabla 2 Lista de mediciones en corriente alterna.

MEDICIONES EN CORRIENTE CONTINUA					
	V. INGRESO	IRL ANALOGICO	IRL DIGITAL	IRL CALCULADO	ERROR
R = 30Ω	46V	1,5 A	1,529 A	1,53 A	0,029
R = 25Ω	46V	1,8 A	1,85 A	1,84 A	0,05
R = 20Ω	40V	1,95 A	2,05 A	2 A	0,1
R = 30Ω	36V	2,35 A	2,39 A	2,4 A	0,04

Tabla 3 Lista de mediciones en corriente continua.

Como análisis de los datos de las listas de mediciones podemos observar en la columna de error un porcentaje promedio de un 5% de variación entre el instrumento de lectura analógico y digital además incluimos evidencia en la siguiente fotografía.



Fotografía: 9 Comparación entre un instrumento digital y analógico.

3.2 Pruebas de las fuentes

Las fuentes de tensión que se disponen en el banco de trabajo son: fijas simétricas de $\pm 5,12$ y 15 VCC y variable de $0 - 30$ VCC, que proporciona una carga que consuma una corriente máxima de 2 A.

Para comprobar el funcionamiento de las fuentes a plena carga se utilizó un reóstato variable de 33Ω y $3,1$ A. A continuación se indica las pruebas realizadas con estos equipos.



Fotografía: 10 Reóstato variable

Tomamos lecturas de las tomas de $+5$, $+12$, $+15$ VCC y la de $0-30$ VCC con el voltímetro y amperímetro analógicos debemos recordar que en este tipo de instrumentos debemos interpretar la lectura de la magnitud respectiva teniendo presente que los instrumentos estén previamente encerados y muy importante la posición de la persona que toma la información para evitar lo que se conoce como e error de paralaje. Para una mejor interpretación de los datos adquiridos en la parte de anexos presentamos las mismas lecturas pero con instrumentos digitales para obtener una mejor referencia de los mismos. También presentamos todos los diagramas y listado de componentes que se han utilizado en el proyecto.

RESISTENCIA	T. +15V	INTENSIDAD MEDIDA	INTENSIDAD CALCULADA	ERROR
VACIO	15,40V			
R1 = 30 OHM	14,10V	0,50 A	0,47 A	0,03
R2 = 25 OHM	13,80V	0,50 A	0,55 A	0,05
R3 = 20 OHM	14,50V	0,70 A	0,725 A	0,025
R4 = 15 OHM	14,10V	1,00 A	0,94 A	0,06
R5 = 10 OHM	13,60V	1,50 A	1,36 A	0,14
R6 = 9 OHM	13,30V	1,60 A	1,47 A	0,13
R7 = 8 OHM	13,20V	1,90 A	1,65 A	0,25
R8 = 7,5 OHM	13,00V	2,10 A	1,73 A	0,37
R9 = 7 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION
R10 = 6,5 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION

Tabla 4: Cuadro de medidas de intensidad (+15VCC)

RESISTENCIA	T. +12V	INTENSIDAD MEDIDA	INTENSIDAD CALCULADA	ERROR
VACIO	12,40V			
R1 = 30 OHM	11,30V	0,40 A	0,37 A	0,03
R2 = 25 OHM	11,15V	0,50 A	0,44 A	0,06
R3 = 20 OHM	11,7V	0,60 A	0,58 A	0,02
R4 = 15 OHM	11,6V	0,80 A	0,77 A	0,03
R5 = 10 OHM	11,15V	1,10 A	1,08 A	0,07
R6 = 9 OHM	10,8V	1,40 A	1,2 A	0,2
R7 = 8 OHM	10,70V	1,50 A	1,34 A	0,16
R8 = 7,5 OHM	10,60V	1,60 A	1,41 A	0,19
R9 = 7 OHM	10,60V	1,80 A	1,51 A	0,29
R10 = 6,5 OHM	10,50V	1,90 A	1,61 A	0,29
R11 = 6 OHM	10,10V	2,10 A	1,68 A	0,42
R12 = 5,5 OHM	10,10V	2,20 A	1,83 A	0,37
R13 = 5 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION
R14 = 4,5 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION

Tabla 5: Cuadro de medidas de intensidad (+ 12VCC)

RESISTENCIA	T. +5V	INTENSIDAD MEDIDA	INTENSIDAD CALCULADA	ERROR
VACIO	5,40V			
R1 = 30 OHM	4,80V	0,15 A	0,16 A	0,022
R2 = 25 OHM	4,70V	0,20 A	0,188 A	0,012
R3 = 20 OHM	4,90V	0,25 A	0,24 A	0,023
R4 = 15 OHM	4,90V	0,30 A	0,32 A	0,045
R5 = 10 OHM	4,70V	0,50 A	0,47 A	0,071
R6 = 9 OHM	4,60V	0,60 A	0,51 A	0,083
R7 = 8 OHM	4,60V	0,60 A	0,58 A	0,108
R8 = 7,5 OHM	4,50V	0,70 A	0,60 A	0,105
R9 = 7 OHM	4,50V	0,80 A	0,64 A	0,126
R10 = 6,5 OHM	4,50V	0,80 A	0,69 A	0,163
R11 = 6 OHM	4,30V	0,90 A	0,71 A	0,182
R12 = 5,5 OHM	4,30V	1,00 A	0,78 A	0,246
R13 = 5 OHM	4,10V	1,10 A	0,82 A	0,28
R14 = 4,5 OHM	4,00V	1,20 A	0,88	0,409
R15 = 4 OHM	3,90V	1,30 A	0,98 A	0,45
R16 = 3,5 OHM	3,60V	1,60 A	1,03 A	0,6
R17 = 3 OHM	3,50V	2,00 A	1,16 A	0,84
R16 = 2,5 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION
R17 = 2 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION

Tabla 6: Cuadro de medidas de intensidad (+ 5VCC)

CUADRO DE MEDIDAS DE LA FUENTE VARIABLE				
RESISTENCIA	V1	INTENSIDAD MEDIDA	INTENSIDAD CALCULADA	ERROR
VACIO	28,8V			
R1 = 30 OHM	27,7V	0,90 A	0,92 A	0,02
R2 = 25 OHM	27,5V	1,10 A	1,10 A	0
R3 = 20 OHM	27,3V	1,50 A	1,37 A	0,13
R4 = 15 OHM	26,6V	1,90 A	1,77 A	0,13
R5 = 14 OHM	26,5V	2,10 A	1,89 A	0,21
R6 = 13 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION
R7 = 12 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION

Tabla 7: Cuadro de medidas de intensidad fuente variable (V max)

CUADRO DE MEDIDAS DE LA FUENTE VARIABLE				
RESISTENCIA	V2	INTENSIDAD	INTENSIDAD	
VACIO	15V	MEDIDA	CALCULADA	ERROR
R1 = 30 OHM	14,5V	0,50 A	0,48 A	0,02
R2 = 25 OHM	14,4V	0,60 A	0,58 A	0,02
R3 = 20 OHM	14,2V	0,80 A	0,71 A	0,09
R4 = 15 OHM	14,0V	1,00 A	0,93 A	0,07
R5 = 14 OHM	14,0V	1,10 A	1,00 A	0,1
R6 = 13 OHM	14,0V	1,20 A	1,08 A	0,12
R7 = 12 OHM	13,9V	1,30 A	1,16 A	0,14
R8 = 10 OHM	13,6V	1,50 A	1,36 A	0,14
R9 = 8 OHM	13,3V	1,90 A	1,66 A	0,24
VACIO	12V			
R11 = 6 OHM	10,80V	2,00 A	1,80 A	0,2
R12 = 5 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION
R13 = 4 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION

Tabla 8: Cuadro de medidas de intensidades fuente variable (15VCC)

CUADRO DE MEDIDAS DE LA FUENTE VARIABLE				
RESISTENCIA	V3	INTENSIDAD	INTENSIDAD	
VACIO	5V	MEDIDA	CALCULADA	ERROR
R1 = 30 OHM	4,8V	0,15 A	0,16 A	0,01
R2 = 25 OHM	4,7V	0,20 A	0,188 A	0,012
R3 = 20 OHM	4,6V	0,25 A	0,23 A	0,02
R4 = 15 OHM	4,6V	0,35 A	0,31 A	0,04
R5 = 14 OHM	4,5V	0,40 A	0,32 A	0,08
R6 = 13 OHM	4,5V	0,45 A	0,35 A	0,1
R7 = 12 OHM	4,5V	0,50 A	0,38 A	0,12
R8 = 10 OHM	4,5V	0,50 A	0,45 A	0,05
R9 = 8 OHM	4,40V	0,70 A	0,55 A	0,15
VACIO				
R11 = 6 OHM	4,20V	0,90 A	0,70 A	0,2
R12 = 5 OHM	4,10V	1,10 A	0,82 A	,28
R13 = 4 OHM	4,10V	1,40 A	1,03 A	0,37
R14 = 3 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION
R15 = 2 OHM	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION	PROTECCION

Tabla 9: Cuadro de medidas de intensidades fuente variable (5VCC)

CUADRO DE MEDIDAS DE CTO. CTO. DE LA FUENTE VARIABLE	
V. SALIDA	
28,8 V	PROTECCION
26 V.	PROTECCION
24 V.	PROTECCION
22 V.	PROTECCION
20 V.	PROTECCION
18 V.	PROTECCION
16 V.	PROTECCION
14 V.	PROTECCION
12 V.	PROTECCION
10 V.	PROTECCION
8 V.	PROTECCION
6 V.	PROTECCION
5 V.	PROTECCION
4,5 V.	PROTECCION
4 V.	PROTECCION
3,5 V.	PROTECCION
3 V.	PROTECCION
2,5 V.	NO PROTECCION
2 V.	NO PROTECCION

Tabla 10: Cuadro de medidas de corto circuito fuente variable

3.3 Practica de Pruebas

PRACTICA # 1

TITULO: COMPROBACION DE LA LEY DE OHM

OBJETIVOS

Realizar el montaje del circuito, y medir las tensiones e intensidades, de manera que las medidas efectuadas se presenten en las tablas y de allí pasen a su representación grafica, analizando los resultados obtenidos y comprobando su validez con los conceptos teóricos.

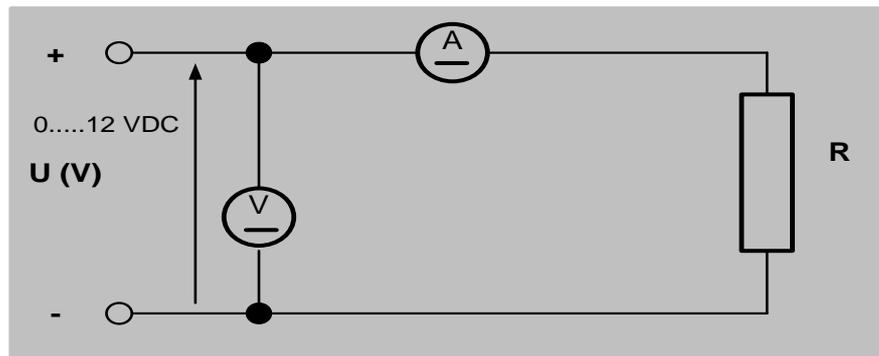
COMPONENTES E INSTRUMENTOS

- Fuente variable de 012 VDC
- Amperímetro y Voltímetro
- Resistencia de $1K\Omega$
- Resistencia de $2,2 K\Omega$
- Cables de conexión
- Projetboard

METODO OPERATIVO

1. Montar el circuito de la figura con una resistencia de $1K\Omega$
2. Situar los aparatos de medida en los puntos indicados teniendo en cuenta que las escalas seleccionadas son las correctas.
3. Realizar los ajustes necesarios en las fuentes de alimentación, para obtener los valores de tensión indicados en la tabla y medir la corriente que circula por R. una vez completa la tabla para $R = 1K\Omega$ sigue el mismo proceso con $R = 2,2K\Omega$

Circuito



Valores obtenidos en la practica								
R	U(V)	0	2	4	6	8	10	12
1 KΩ								
2,2 KΩ								
4,7 KΩ								

Tabla

- Realizar una representación grafica de los valores obtenidos, $I = f(V)$ con $R = \text{constante}$, completando la figura que conclusiones se obtiene de la grafica.



PRACTICA # 2**TITULO: COM PROBACION DE LA LEY DE OHM****OBJETIVOS**

Realizar el montaje del circuito, y medir las intensidades de corriente eléctrica, variando la resistencia y manteniendo constante la tensión, de manera que las medidas efectuadas se presenten en la tabla y de allí pasen a su representación grafica, analizando los resultados obtenidos y comprobando su validez con los conceptos teóricos.

COMPONENTES E INSTRUMENTOS

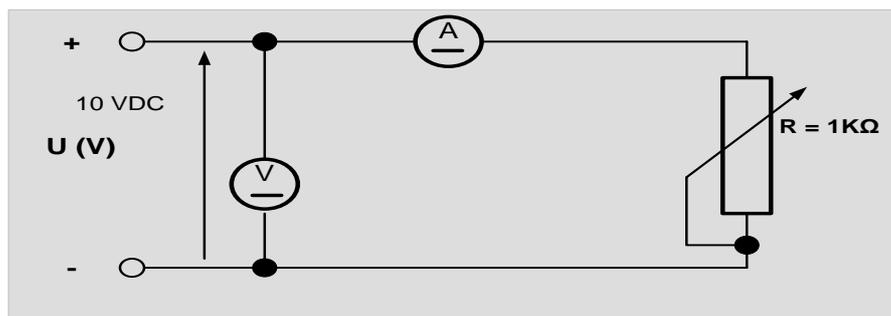
- Fuente variable de 12 VDC
- Amperímetro y Óhmetro
- Potenciómetro de $1K\Omega$
- Cables de conexión
- Projetboard

METODO OPERATIVO

Montar el circuito de la figura con una resistencia de $1K\Omega$

Situar los aparatos de medida en los puntos indicados teniendo en cuenta que las escalas seleccionadas son las correctas.

Realizar los ajustes necesarios en las fuentes de alimentación, para obtener los valores de tensión indicados en la tabla y medir la corriente variando la resistencia R . una vez completa la tabla para $R = 1K\Omega$.

Circuito

Tabla

Valores obtenidos en la practica								
R	(Ω)	100	2 00	400	600	800	1000	1200
I	(mA)							

1. Realizar una representación grafica de los valores obtenidos, $I = f(V)$ con $R = \text{constante}$, completando la figura que conclusiones se obtiene de la grafica.



PRACTICA # 3

TITULO: Experimentación de las leyes de Kirchhoff

OBJETIVOS

- Realizar el montaje y medir las intensidades de corrientes que circulan por cada una de las ramas del circuito. Resolver circuitos con mallas aplicando la primera y segunda ley de Kirchhoff. Analizando los resultados obtenidos y comprobando su validez con los conceptos teóricos.

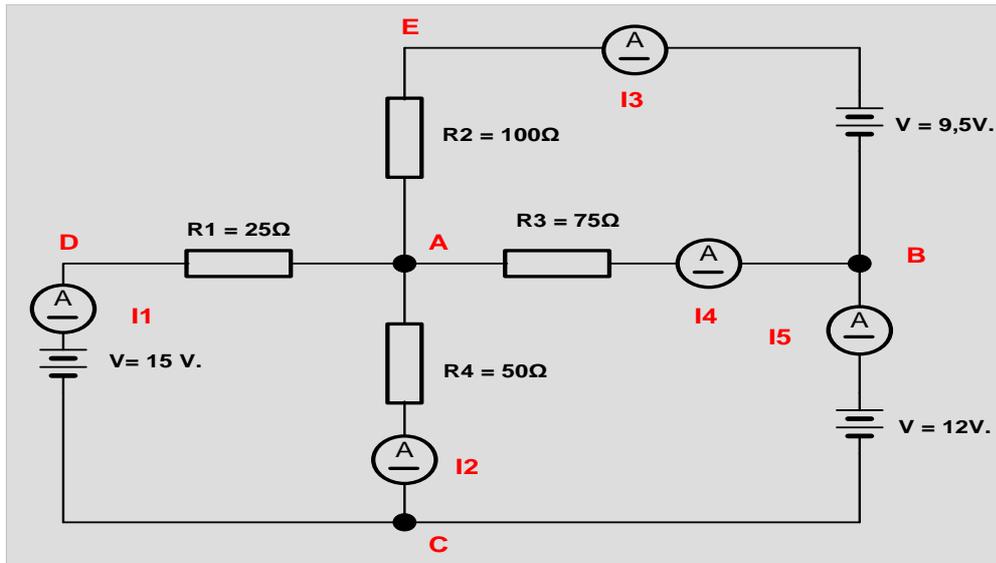
COMPONENTES E INSTRUMENTOS

- Fuente fija de 12 VDC
- Fuente fija de 5VDC
- Fuente fija de 15 VDC
- Amperímetro
- 1 Resistencia de 100Ω
- 1 Resistencia de 50Ω
- 1 Resistencia de 75Ω
- 1 Resistencia de 25Ω
- Cables de conexión
- Projetboard

METODO OPERATIVO

1. Realizar el montaje del circuito de la figura y medir los valores de las intensidades en cada rama del circuito, prestando atención en la polaridad de los aparatos de medida que conectemos según el sentido de la corriente previsto

Circuito



2. Complete la siguiente tabla:

	I1	I2	I3	I4	I5
MEDICION					
TEORICO					

3. Comprobamos que se cumpla la primera ley de Kirchoff en cada uno de los nudos.

Nudo A	
Nudo B	
Nudo C	

4. Medimos la diferencia de potencial existente en los bornes de cada uno de los elementos del circuito respetando la polaridad indicada y completamos la tabla.

VDADC	VAB	VAC	VEA	VEB	VBC	V

5. Comprobamos que se cumpla la segunda ley de Kirchhoff en cada una de las mallas; recordemos que $V_{AB} = -V_{BA}$. Ejemplo: en la malla DACD Se ha de cumplir que $V_{DA} + V_{AC} + V_{CD} = 0$, o bien que $V_{CD} = V_{DA} + V_{AC}$

Malla DACD	
Malla AEBA	
Malla ABCA	
Malla DABCD	
Malla AEBCA	
Malla DAEBDC	

PRACTICA # 4

TITULO: Experimentación del Teorema de Thévenin

OBJETIVOS

Realizar el montaje del circuito con dos terminales de salida A y B y comprobar que puede sustituirse por un circuito equivalente formado por una fuente de tensión V_{TH} (Tensión de Thévenin) en serie con una resistencia R_{TH} (Resistencia de Thévenin). Siempre V_{TH} es la tensión entre los terminales A y B cuando se encuentran en circuito abierto, y R_{TH} es la resistencia equivalente entre los terminales A y B cuando estos se encuentran en circuito abierto, con lo que anulan las fuentes independientes de tensión

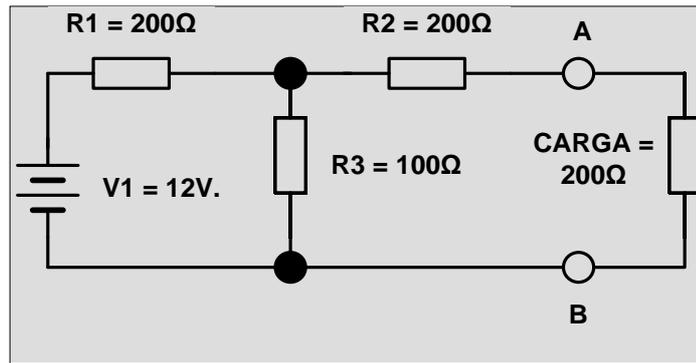
COMPONENTES E INSTRUMENTOS

- Fuente fija de 15 VDC
- Voltímetro
- Óhmetro
- 1 Resistencia de 200Ω
- 1 Resistencia de 100Ω
- 1 Resistencia de 200Ω
- 1 Resistencia de 200Ω
- Cables de conexión
- Projetboard

METODO OPERATIVO

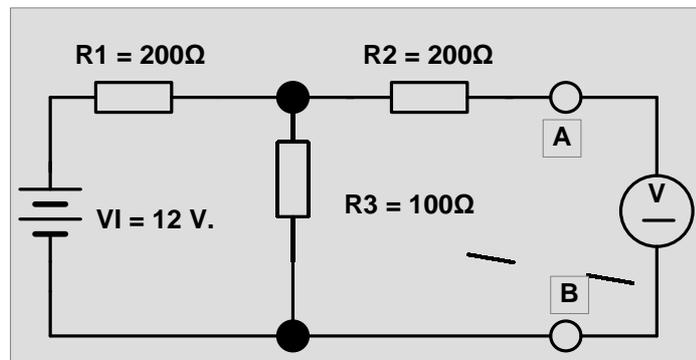
1. Monte el circuito de la figura, para comprobar posteriormente la equivalencia entre este montaje y el equivalente de Thévenin que se determine a lo largo del experimento. Anotamos la intensidad y la tensión de carga.

2. Circuito.



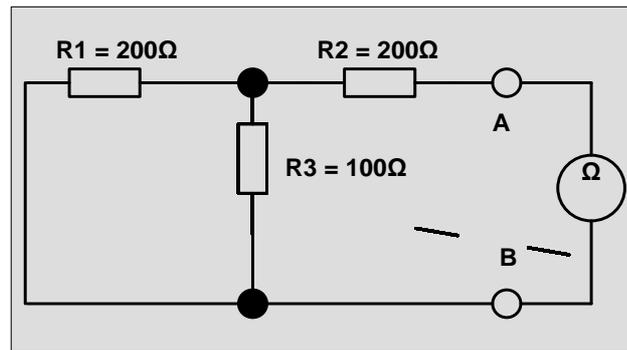
$V_{CARGA} =$	
$I_{CARGA} =$	

3. Para determinar experimentalmente la tensión de Thévenin, en el montaje original desconectamos la carga y en su lugar colocamos un voltímetro, la tensión de Thévenin (tensión con el circuito abierto) se corresponde con la lectura del voltímetro.



$V_{TH} =$	
------------	--

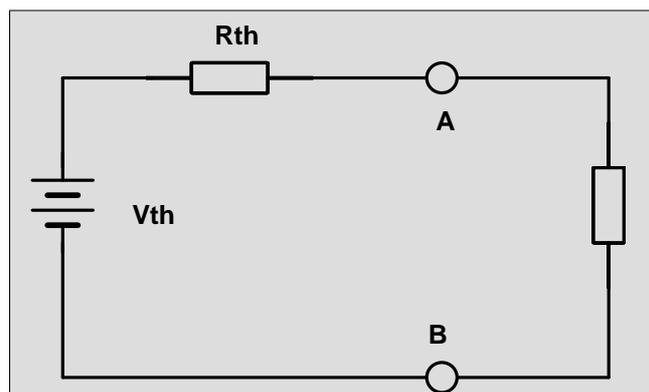
4. Podemos medir la resistencia de Thévenin en el montaje siguiente, donde se ha suprimida la fuente de tensión. la medida la efectuamos con un óhmetro



$R_{TH} =$	
------------	--

$V_{CARGA} =$	
$I_{CARGA} =$	

5. Hacemos el montaje del circuito de Thévenin, alimentando a la misma carga, y comprobamos la igualdad de tensión y corriente en la carga respecto al circuito original



CONCLUSIONES

- Los instrumentos de medición analógicos son de gran utilidad en el proceso de enseñanza y aprendizaje para los estudiantes en pruebas de laboratorio, por esta razón se a incluido en el banco de trabajo, en el primer panel se incluyen cuatro instrumentos registradores, dos instrumentos de corriente y dos instrumentos tensión todos en corriente alterna.
- La utilización de un variac como elemento cuya función es variar los valores de tensión en alterna y continúa para la experimentación en prácticas de laboratorio es importante ya que se puede trabajar directamente.
- Los instrumentos de medida de corriente continua debido a la importancia en las pruebas de laboratorio de electrotecnia y al uso en control industrial se incluye como instrumentos de prueba en el panel tres, cuatro instrumentos de lectura analógicos pudiendo registrar corrientes del orden de los miliamperios y como valor máximo dos amperios en un segundo instrumento, pero debido a la importancia en la enseñanza se incluye dos voltímetros en diferentes escalas para poder hacer uso en el laboratorio.
- La implantación dentro del pensum de estudios asignaturas con las que se debe hacer pruebas de corriente alterna con tensiones monofásicas, bifásicas y trifásicas el banco de trabajo cuenta con una toma individual para cada sistema.
- Un aspecto muy importante dentro de un banco de pruebas es obtener tensiones pequeñas en corriente continua para poder trabajar con circuitos electrónicos. Pensando en pruebas que deben realizar los estudiantes dentro de las prácticas, se diseño fuentes

simétricas de 5V., 12V., 15 V. y una fuente variable de 0 -30VCC con autoprotección soportando cargas de hasta 2A.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se puede proponer sobre el manejo de los bancos de pruebas son:

- a) Se debería implementar un espacio físico fijo para la ubicación de los bancos de trabajo.
- b) Para un correcto funcionamiento de los instrumentos de medida se recuerda que las magnitudes eléctricas deben estar a corde con el fondo escala del instrumento y lo que es mas cuando se trata de corriente continua verificar su polaridad.
- c) Cuando se trabaje con el panel 5 que son las fuentes de corriente continua simétrica y variable tener presente que la máxima corriente de carga es de 2 A (verificar datos en tabla adjunta en anexos).
- d) En caso de cortocircuito el panel 5 esta provisto de un sistema de auto protección el cual desconecta automaticamente la tensión de alimentación, para restablecer primero eliminar el cortocircuito y luego usar el respectivo pulsante de reset.
- e) En caso de necesitar información adicional consultar al respectivo catedrático.

BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALCALDE SAN MIGUEL PABLO, (2003) Electrónica General Paraninfo 2^{da} reimpresion 2003
- COLMENAR SANTOS RICARDO, MARTIN BARRIO RICARDO ANTONIO. Manual Practico de Electricidad (2012) Edita Cultural S.A.
- DURAN JOSE LUIS, JAMIZ JUAN, DOMINGO JOAN, MARTINES ALTAMAR HERMINIO Electrotecnia (2011) Barcelona España
- DURAN JOSE LUIS, DOMINGO JOAN, MARTINES ALTAMAR HERMINIO. (2011) Electrónica Barcelona España
- FLOWER LEIVA LUIS. Instalaciones Electricas (2007) ALFAOMEGA Colombia Segunda Edicion
- GARCIA TRASANCOS JOSE. Electrotecnia (2003) Thamson Paraninfo Madrid España
- MORENO JOSE, LASSO DAVID, FERNANDEZ CARLOS Instalaciones Electricas del Interior (2004) Thamson Paraninfo Madrid España
- SEBASTIAN M. JOSE, GONZALEA PEDRO Instalaciones Electricas Interiores (2012) Barcelona España Marcombo S.A Edicines 2012

REFERENCIAS ELECTRONICAS

- Circuitos rectificadores, internet:
<http://es.scribd.com/gonza098/d/61261681-11-EB-CAPITULO-IX>, acceso: 20/06/2011
- Circuitos rectificadores, internet:
<http://www.mitecnologico.com/Main/MedicionesElectricas>, acceso: 28/07/2011
- Instrumentos medidas eléctricas, internet:
http://www.frtp.utn.edu.ar/web/syllabus_electrica/instrum_mediciones_elect.pdf, acceso: 08/08/2011

■ Fuentes simétricas, internet:

http://construyasuvideorockola.com/proyect_fuentes_simetricas.php, acceso:
09/08/2011

■ Fuentes de alimentación, internet:

http://es.wikipedia.org/wiki/Fuente_de_alimentaci%C3%B3n, acceso:
09/08/2011

■ Fuentes Variables, internet:

http://serverdie.alc.upv.es/asignaturas/teii/200203/C03_FuenteVariable/Memoria%20PCB.pdf, acceso: 10/08/2011

■ Voltímetro Amperímetro, internet:

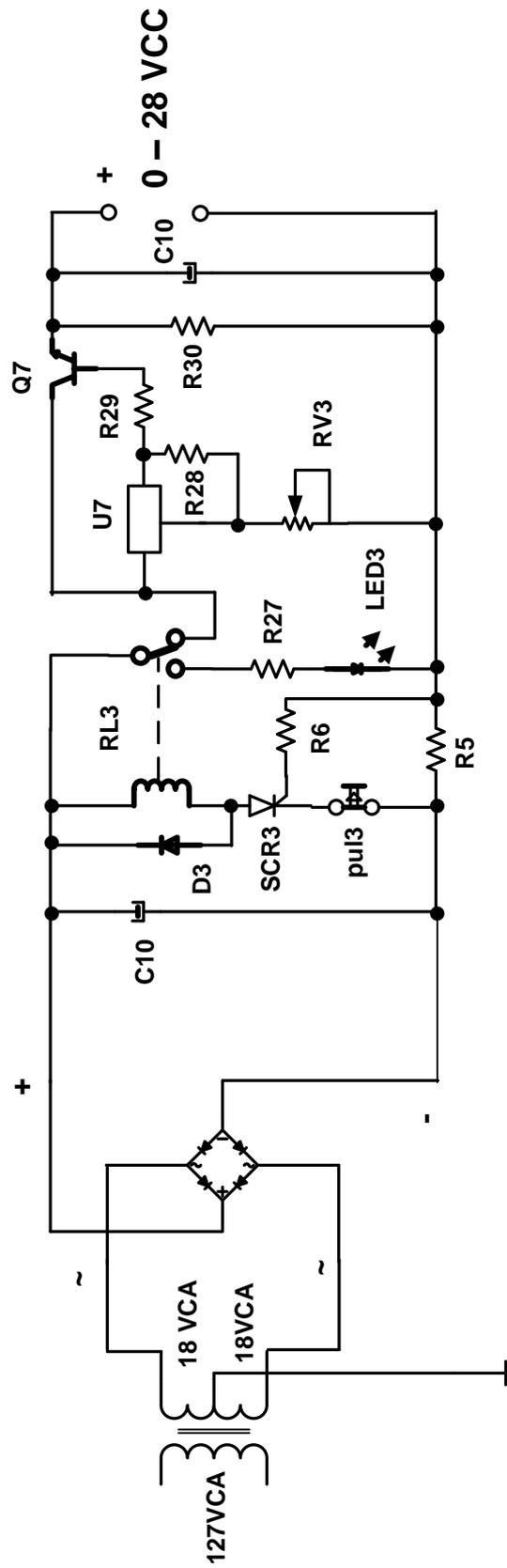
http://www.frlp.utn.edu.ar/web/syllabus_electrica/instrum_mediciones_elect.pdf, acceso: 08/10/2011

■ Medidas eléctricas internet:

<http://www.mitecnologico.com/Main/MedicionesElectricas>: acceso:
20/10/2011

ANEXO 1: Circuito de la fuente variable

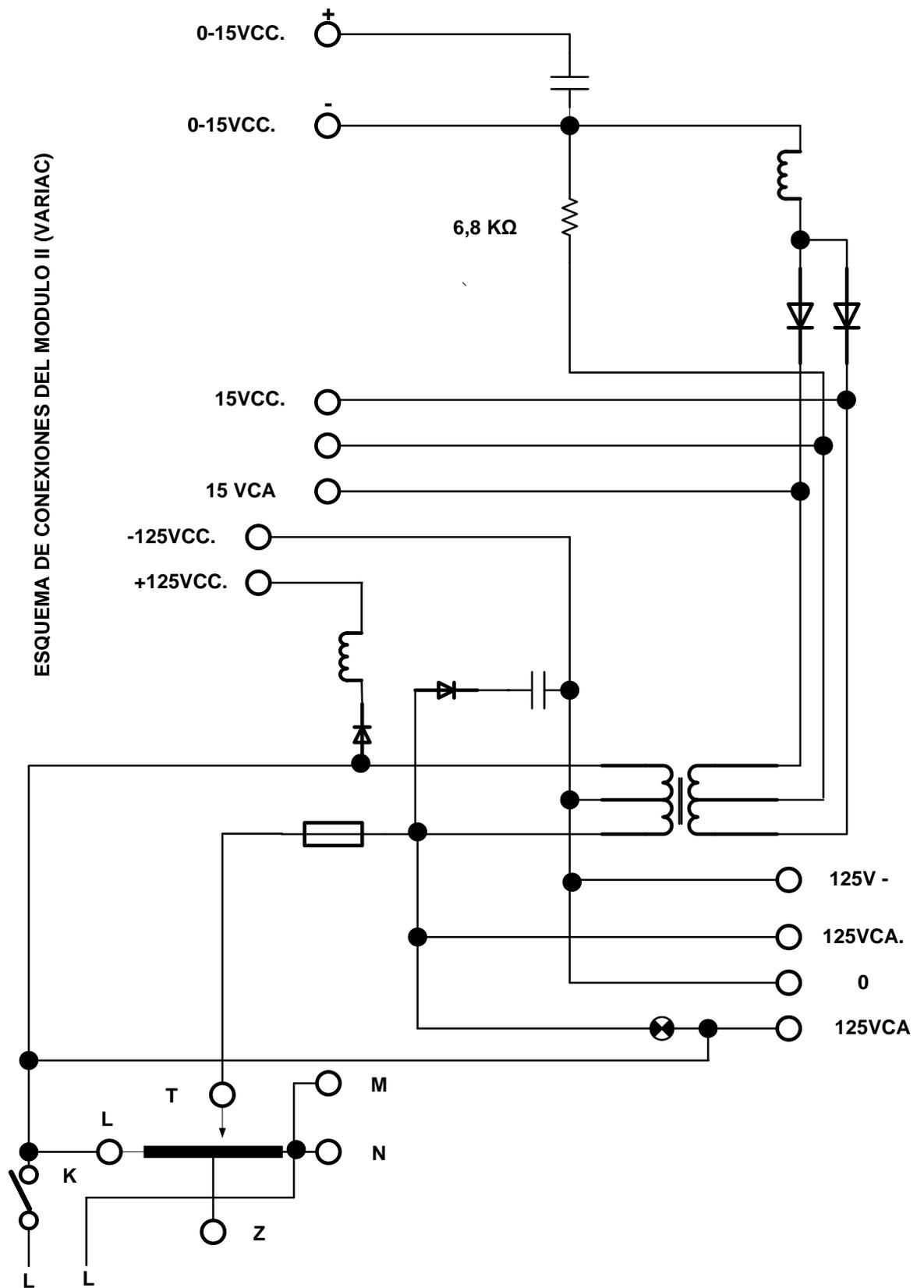
ESQUEMA DE LA FUENTE VARIABLE



ANEXO 2

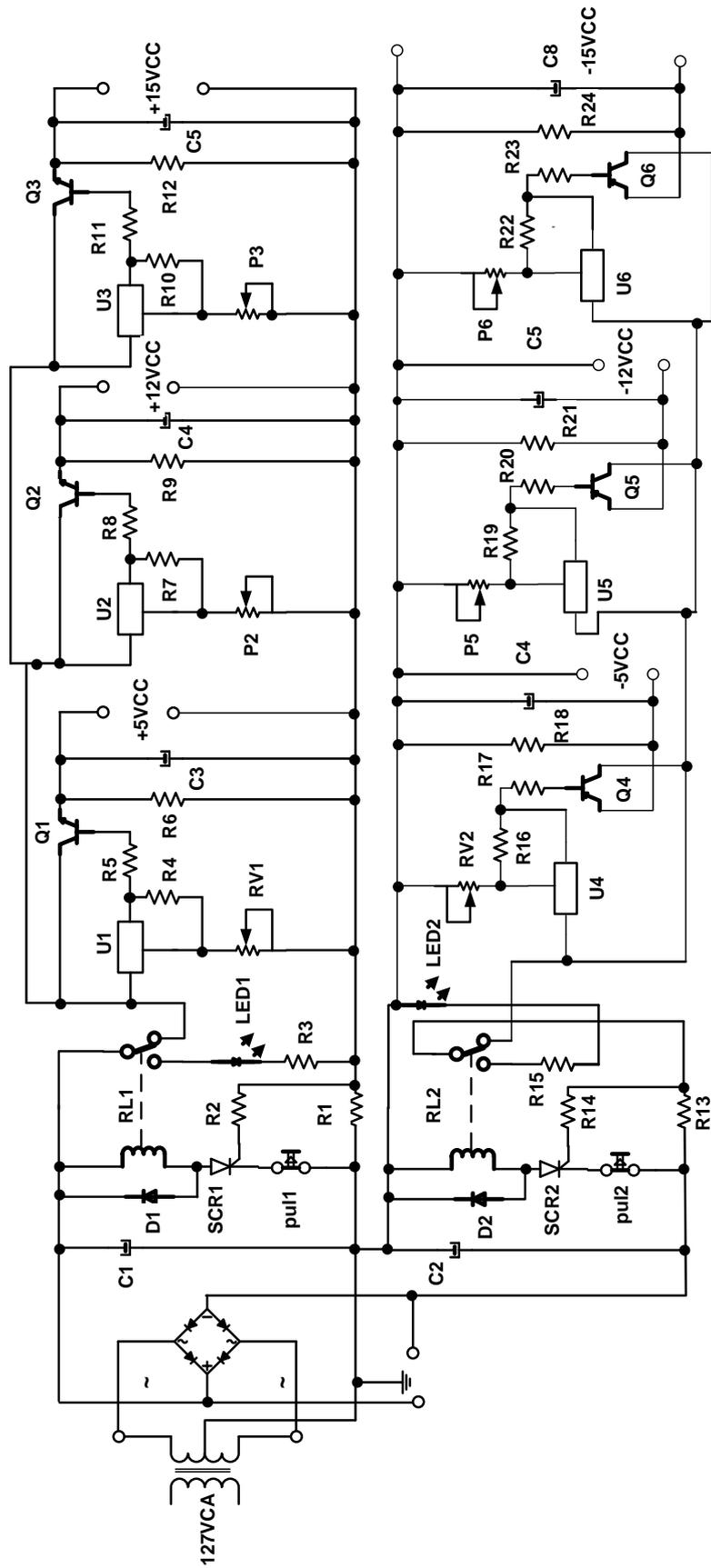
LISTADO DE MATERIALES FUENTE VARIABLE		
COMPONENTES	CARACTERISTICAS	CANTIDAD
C1, C2	CONDENSADOR 4700 μ /50V	2
RL1, RL2	RELE 12 V. 5 PINES	2
Pul1, Pul2	PULSANTE N. C.	2
D1, D2	DIODO RECTIFICASDOR 1N4148	2
SCR1, CSR2	SCR 2P4M	2
LED1, LED2	DIODO LED	2
R2, R14	RESITENCIA 1K Ω 1/4 W.	2
R15, R3	RESITENCIA 1,8K Ω 1/4 W.	2
R1, R13	RESITENCIA 0,2 Ω 10 W.	2
U1, U2, U3	REGULDOR 317T	3
RV1, RV2, RV3	POTENCIOMETRO DE PRESICION DE 5K Ω	3
R16,R19,R22	RESISTENCIA DE 220 Ω 1/2 W.	3
R4, R7, R10	RESISTENCIA DE 220 Ω 1/2 W.	3
R5,R8,R11	RESISTENCIA DE 100 Ω 1 W.	3
Q1, Q2, Q3	TRANSISTOR TIP 35C	3
R6, R9, R12	RESITENCIA 22K Ω 1W.	3
C3, C4, C5	CONDENSADOR 10 μ /50V.	3
KVU806	PUENTE RECTIFICADOR DE 8 A.	1
	JACK BANANA ROJAS	6
	JACK BANANA NEGRAS	2
	BORNERAS DE 2 TORNILLOS	4
RV4, RV5, RV6	POTENCIOMETRO DE PRESICION DE 5K Ω	3
U4, U5, U6	REGULDOR 337	3
R17, R20, R23	RESISTENCIA DE 100 Ω 1 W.	3
Q4, Q5, Q6	TRANSISTOR TIP 36C	3
R18, R21, R24	RESITENCIA 22K Ω 1W.	3
C6, C7, C8	CONDENSADOR 10 μ /50V.	3

ANEXO 3: Circuito de potencia (variac)



ANEXO 4: Circuito de fuente simetrica

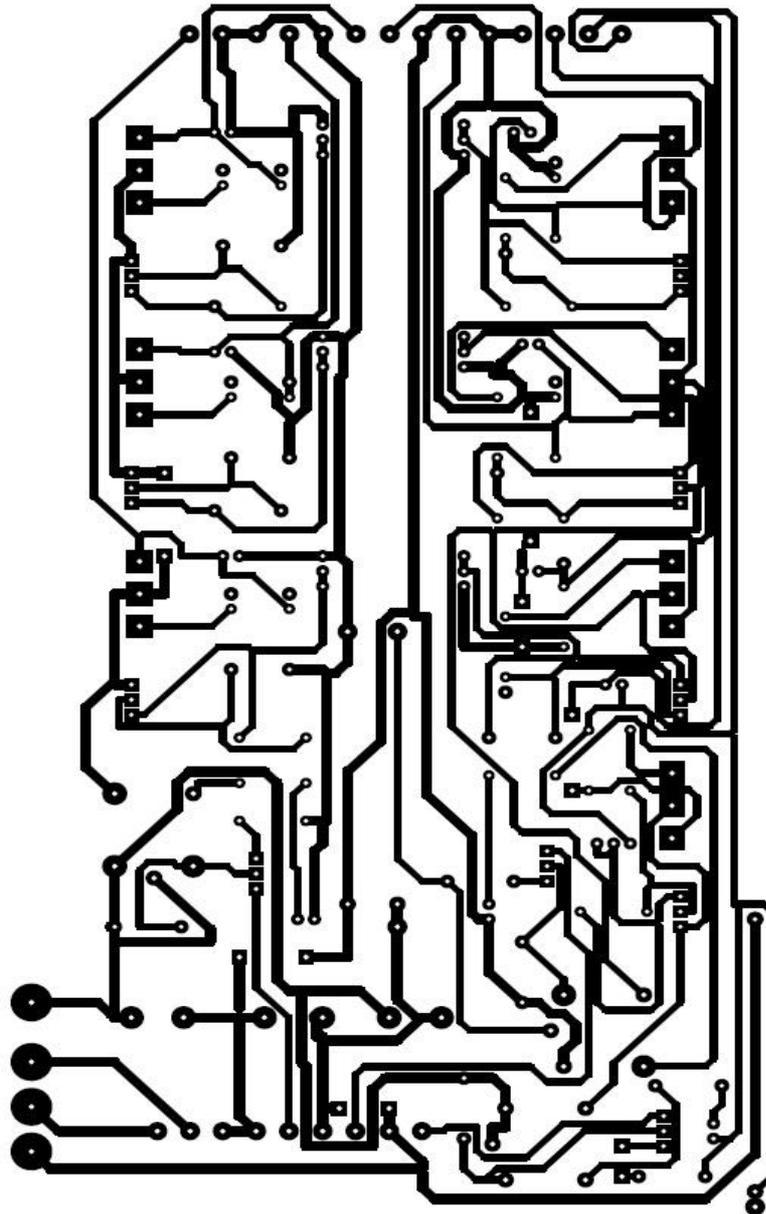
ESQUEMA DE UNA FUENTE SIMÉTRICA DE 5VCC. 12VCC. Y 15VCC.



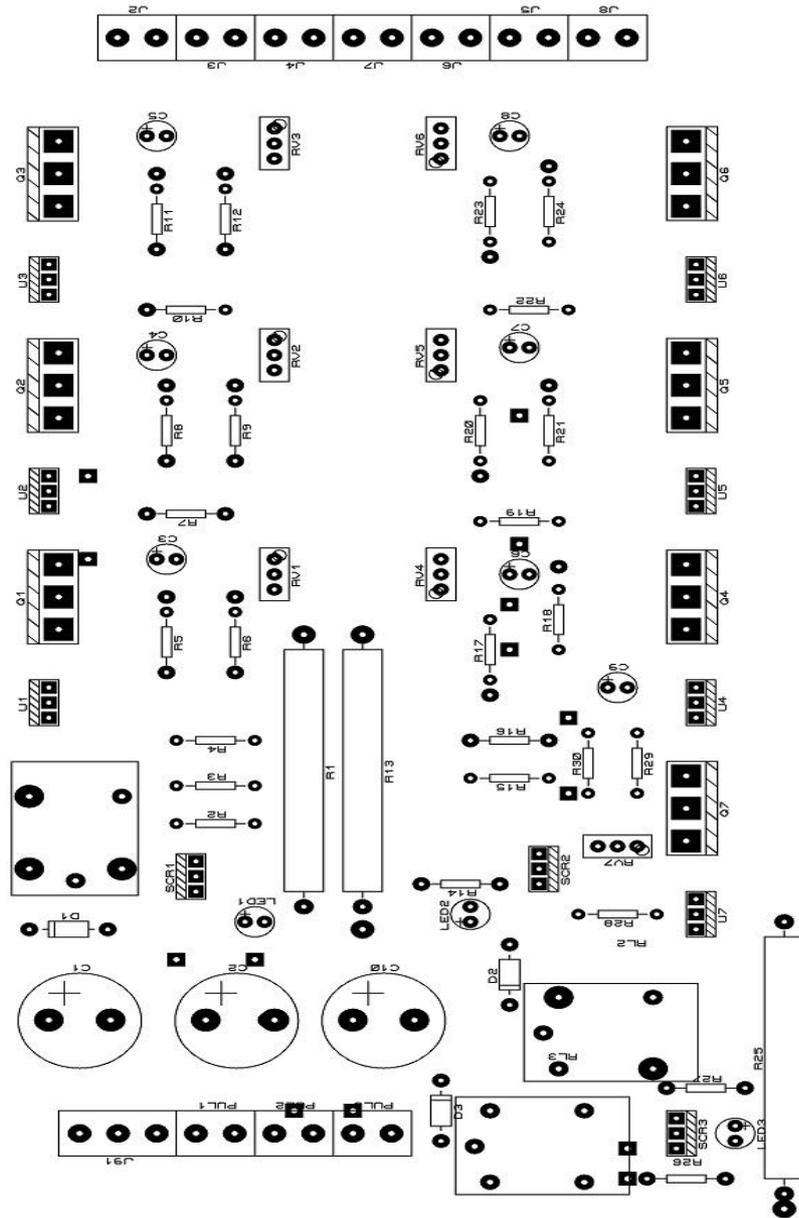
ANEXO 5

LISTADO DE MATERIALES FUENTE VARIABLE		
COMPONENTES	CARACTERISTICAS	CANTIDAD
	TRANSFORMADOR 127V./36V CON TOMA CENTRAL	1
RL3	RELE 24 V. 5 PINES	1
C10	CONDENSADOR 4700 μ /50V	1
D3	DIODO 1N4007	1
SCR	SCR 2P4M	1
LED 3	DIODO LED	1
R6	RESITENCIA 1K Ω 1/4 W.	1
R27	RESITENCIA 1,8K Ω 1/4 W.	1
R5	RESITENCIA 0,2 Ω 10 W.	1
U7	REGULADOR 317 T	1
RV7	POTENCIOMETRO 5K Ω	1
R28	RESITENCIA 220 Ω 1/2W.	1
R29	RESITENCIA 100 Ω 1W.	1
Q7	TRANSISTOR TIP35C	1
R30	RESITENCIA 22K Ω 1W.	1
Pul3	PULSANTE N.C.	1
C9	CONDENSADOR 10 μ /505	1
	JACK BANANA ROJAS	1
	JACK BANANA NEGRAS	1
	BORNERAS DE 2 TORNILLOS	1

ANEXO 6: PCB Fuente simetrica y variable.



ANEXO 7: Lado de componentes.



ANEXO 8**PRESUPUESTO**

CANT	DESCRIPCION	P. UNIT	P. TOTAL
5	FUNETE VARIABLE Y SIMETRICA CON SU RESPECTIVA TARJETA	86,15	430,75
5	AMPERIMETROS DE CC DE 50mA	5,5	27,5
5	AMPERIMETROS DE CC DE 100mA	5,5	27,5
5	VOLTIMETROS DE CC DE 50VCC	5,5	27,5
5	VOLTIMETROS DE CC DE 250VCC	5,5	27,5
15	FOCOS PILOTOS 120V	0,5	7,5
30	PORTAFUSIBLE + FUSIBLES	0,45	13,5
5	PUNTES DE 25A 600V	2,8	14
5	PANELES PARA 6 BANCOS DE TRABAJO	10	50
5	CABLEADO	23	115
1	IMPREVISTOS 10%	73,61	73,61
5	PINTADO DE LOS 5 BANCOS	10	50
5	TRANSFORMADORES 18-0-18V 8 A.	36	180
		TOTAL	1044,36

