

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PROGRAMA ACADÉMICO**

**PRERREQUISITOS:**

Haber cursado o estar cursando la asignatura circuitos eléctricos I.

**OBJETIVO:**

- Realizar una serie de experiencias prácticas en el laboratorio de electrónica, tendientes a desarrollar habilidades y destrezas en el manejo y utilización de los instrumentos de medida del banco de laboratorio, así como en el análisis, verificación, montaje y comprobación de los circuitos resistivos, estudiados en clase y relacionados con el tema objeto de esta asignatura.
- Elaboración de un mini proyecto con base en los visto durante todo el semestre

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Hayt W.-Kemmerly J. Análisis de circuitos en ingeniería. Mc. Graw Hill.
- Jhonson-Hilburn-Jhonson. Análisis básico de circuitos eléctricos. Prentice Hall.
- Cooper W. Instrumentación electrónica moderna. Prentice Hall.
- Wolf S. Guía para mediciones y prácticas de laboratorio. Prentice Hall.
- Zbar, Rockmaker y Bates. Prácticas de Electricidad. ED. 7<sup>a</sup>. Alfa omega.

**EQUIPO**

- Fuente de CD regulada, o en su defecto fuente fija a 5 voltios.
- Generador de señales y Multímetro digital.
- Osciloscopio de dos canales y Contador frecuencímetro.
- Entrenador digital o en su defecto protoboard.

**RECURSOS FÍSICOS:**

- Bancos de laboratorio de electrónica.
- Tablero y marcadores.
- Protoboard, conectores y componentes.
- Fotocopias de guías para laboratorio.
- Instrumentos y equipos del laboratorio.
- Cuaderno de apuntes e implementos de dibujo.
- Computador, calculadora y disquetes (CD's).
- Internet, Biblioteca y textos.
- Manuales de consulta y de manejo del equipo.
- Videos, acetatos y demás material de apoyo.
- Programas para simulación: Crocclip, Circuit Maker o Workbench, Orcad

## JUSTIFICACIÓN

Cada estudiante de la Tecnología en Electrónica requiere tanto en su formación, como en su realización personal y profesional, del conocimiento teórico práctico de los circuitos, su montaje, su medición y su verificación, a fin de lograr con sus métodos, la correcta interpretación del estado eléctrico de un circuito o componente discreto, presente en cualquier actividad o desempeño, como profesional de la electrónica.

## METODOLOGÍA

En cada banco de trabajo se ubica máximo tres estudiantes, que al iniciar cada sesión práctica (4 horas / clase) deben:

Presentar en el cuaderno de apuntes, el correspondiente resumen teórico, acerca del tema a tratar durante la experiencia, los cálculos correspondientes a las prácticas a desarrollar.

Su caja de componentes con los elementos , instrumentos y herramientas, necesarios para la elaboración completa de el laboratorio, además de :  
libros, fotocopias, revistas, apuntes y demás material de apoyo.

***Nota: Solo se debe solicitar al Señor Almacenista, las puntas de prueba de los instrumentos instalados en el banco de laboratorio siempre y cuando los vaya a utilizar, y / o los manuales de manejo de los instrumentos o de reemplazos e información sobre semiconductores.***

Una vez ubicados en cada mesa y verificada su asistencia y puntualidad a clase, se procede al desarrollo de la guía; para una mejor organización de cada actividad, se sugiere por ejemplo; que cada uno monte su circuito, revise, compruebe, mida, toma apuntes, por último haga los cálculos matemáticos y compare los datos teóricos con los experimentales; de manera que los tres, estén siempre informados del aprendizaje que ofrece cada experiencia.

Cada montaje se prueba y se hace funcionar, en presencia del profesor, para evitar o corregir posibles errores que puedan surgir.

La guía debe en lo posible terminarse en el tiempo previsto para la práctica de cada laboratorio.

Generalmente la revisión del cuaderno con el proceso, el resumen teórico, el análisis, los gráficos o esquemas, las tablas, las conclusiones y demás, se hace al finalizar la cuarta hora de clase.

Durante cada práctica el profesor acompaña, dialoga, analiza, decide modificaciones o aclara dudas directamente en la mesa de trabajo.

La asistencia, la puntualidad, la permanencia, el cuaderno de apuntes con cada guía desarrollada, los montajes revisados y aprobados, las copias de las simulaciones (Word) y todos los demás aspectos: cognitivos, procedí mentales y actitudinales, evaluables, constituyen el valor de la nota definitiva para cada uno de los tres parciales.

## INDICE

Práctica 0	Ambientación (normas y generalidades del curso).
Práctica 1	Identificar las características de las resistencias eléctricas.
Práctica 2	Medir y calcular voltajes DC. con multímetro A / D.
Práctica 3	Medir y calcular intensidad DC. con multímetro A / D.
Práctica 4	Medir y calcular voltajes AC. con multímetro A / D.
Práctica 5	Medir y calcular intensidad AC. con multímetro A / D.
Práctica 6	Comprobar experimentalmente la Ley de Ohm.
Práctica 7	Teorema de máxima transferencia de potencia.
Práctica 8	Teorema de redes (Thevenin y Norton).
Práctica 9	Características del galvanómetro (voltímetro dc)
Práctica 10	El galvanómetro como: amperímetro y óhmetro.
Práctica 11	Características y ajuste del osciloscopio.
Práctica 12	Medición de voltaje y corriente d.c. con el osciloscopio
Práctica 13	Figuras de Lissajous
Práctica 14	Medición de vrms, vp, vp-p, periodo y frecuencia
Práctica 15	Medición de ángulo de fase entre señales a.c.

## REGLAMENTO DE LABORATORIO

### 1. PREPARACIÓN Y DESARROLLO

- 1.1 Toda práctica de laboratorio incluye además de la realización de la misma , una preparación previa y la elaboración de un informe por cada práctica.
- 1.2 Es deber del profesor constatar que todos los estudiantes estén debidamente preparados para la realización de la práctica. Si el profesor detecta mediante quices, previos, o durante la realización de la práctica, que un estudiante no está suficientemente preparado puede retirarlo de laboratorio y exigirle la repetición de la práctica, con miras a que el proceso de enseñanza – aprendizaje se cumple eficazmente.
- 1.3 La ausencia injustificada de una práctica de laboratorio se calificará con cero, cero (0,0). Si el alumno justifica oportunamente su ausencia antes de la realización de la siguiente práctica podrá llevarla a cabo en los días que programa de acuerdo con el laboratorista para tal fin. La justificación por motivos de salud debe ser expedida por el servicio médico de la U.T.S si es de otra índole por bienestar social universitario.
- 1.4 Es deber del estudiante dar adecuado y cuidadoso tratamiento a los aparatos y equipos puestos a su servicio y en caso de no conocer el manejo de ellos debe pedir las instrucciones pertinentes , antes de usarlo.
- 1.5 Todo estudiante debe poseer el kit básico de elementos necesarios para la realización de cada una de las prácticas de laboratorio.
- 1.6 El profesor de cada asignatura recibirá su sala de práctica de parte del laboratorista y una vez terminado su laboratorio hará su respectiva entrega en las mismas condiciones de funcionamiento orden y aseo en que le fue entregado. Como constancia en el momento de recibo y entrega del laboratorio el profesor junto con el laboratorista diligenciarán el formato de constancia de estado del mismo ( estado de los equipos, orden, aseo)

**NOTA:** Los docentes que utilizan los elementos y equipos del laboratorio de topografía deben hacerse presentes en el momento de entrega de quipos a los alumnos para el inicio de las prácticas de campo de topografía.

- 1.7 Toda práctica de laboratorio debe ser supervisada por el docente de la materia, o en su defecto por una persona capacitada y autorizada por el coordinador de la carrera o el director de escuela para tal función.
- 1.8 La pérdida o deterioro por mal uso de un elemento , aparato o equipo, se cobra al estudiante responsable de la pérdida o deterioro. En caso de no encontrarse responsable único, el grupo de la práctica correspondiente asumirá la responsabilidad y cubrirá los costos de reparación o de sustitución del equipo.

- 1.9 En caso de requerir elementos que no estén en el puesto de trabajo, el estudiante deberá solicitarlos mediante diligenciamiento de un formato que incluya – Título del laboratorio, fecha y hora, nombres de los estudiantes del grupo, lista con la calidad de equipos, elementos , accesorios y número de la mesa o puesto de trabajo con visto bueno del profesor.
- 1.10 **Quince minutos antes de la hora prevista para la terminación de la práctica, el estudiante debe devolver el material que ha recibido y esperar hasta que se haga el correspondiente descargo mediante firma de quien recibe.**
- 1.11 Al finalizar cada práctica el estudiante debe dejar el lugar e implementos de trabajo en completo orden y limpios.
- 1.12 Corresponde al profesor responsable de cada laboratorio entregar al estudiante al iniciar cada periodo académico, el programa calendario con la lista de cada una de las prácticas a realizar y acordar con la persona encargada del laboratorio, el material a utilizar.
- 1.13 En el salón de prácticas está prohibido el consumo de alimentos y/o fumar.
- 1.14 Es deber del estudiante cumplir con las demás normas que particularmente se fijen en cada laboratorio.

## GENERALIDADES

Como paso previo a la realización de montajes de las diferentes prácticas, es necesario algunas precisiones sobre el uso del protoboar.

El ensamble de un prototipo se hace sobre un elemento llamado protoboar o tablero de prototipo. Este elemento permite montar y modificar fácil y rápidamente circuitos electrónicos sin necesidad de soldadura, y muchas veces sin herramientas.

Una vez que el circuito bajo experimentación está funcionando correctamente sobre el protoboar puede procederse a su construcción en forma definitiva sobre un circuito impreso utilizando soldadura para fijar los componentes.

Los agujeros (contactos) del protoboar están separados entre sí por una distancia de 0.254 milímetros, distancia que corresponde a la separación entre pines o terminales de los circuitos integrados principales componentes de los circuitos electrónicos actuales. Esta disposición también permite instalar fácilmente los demás componentes electrónicos como transistores, resistencias y condensadores. Para hacer las uniones entre puntos se utiliza alambre calibre 22 (alambre telefónico).

Como se puede apreciar las filas de orificios tienen cinco perforaciones que se conectan entre sí en forma vertical. Sin embargo entre cada fila no hay contacto, además existe un canal central separador cuya distancia es igual a la que existe entre las filas de los terminales de los circuitos integrados.

Las líneas verticales no están unidas a cada lado del canal central, lo que establece dos áreas de conexiones para el circuito.

Los contactos de las filas externas se unen entre sí pero en forma horizontal y reciben el nombre de buses.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA CERO**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**  
**AMBIENTACIÓN**

**OBJETIVO:**

- Identificar el grado de aprestamiento que presenta cada estudiante, al iniciar el semestre de prácticas de laboratorio de circuitos eléctricos I.

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Banco de laboratorio con los siguientes instrumentos:
- -Fuente dual de voltaje DC. regulada.
- Fuente de voltaje A.C. ajustable (Variac).
- Multímetro digital.
- Osciloscopio doble traza.
- Generador de A.F. y de R.F.

***¡NORMA DE SEGURIDAD!***

***Revísense todos los cables de corriente para ver si tienen señales de deterioro, cámbiense o repárense los conductores o las puntas de prueba dañadas.***

**PROCEDIMIENTO:**

**a)** Inicie dibujando en bloque el panel frontal del banco de trabajo con los instrumentos disponibles. Asígneles un nombre, según su criterio y defina qué o cuáles funciones realizan, en el campo específico de la Tecnología Electrónica; agregue por ejemplo, según su conocimiento, el uso, aplicación o utilidad que presta.

**b)** Dibuje en forma sencilla y a mano alzada, la cara frontal de cada uno de los instrumentos y trate de señalar el uso y función que desempeña cada botón o perilla. (si prefiere, oprima el botón de encendido para observar mejor los detalles).

**c)** Para comprender su función, mueva las perillas (derecha-izquierda) y anote lo sucedido, en su cuaderno de apuntes.

**d)** Con la ayuda de esquemas muestre como cree que se conectaría cada instrumento para realizar una medición en particular.

**e)** A fin de identificar el grado de experiencia y conocimiento que Ud. posee, defina con sus palabras los siguientes conceptos:

1. Regulación de voltaje.
2. Transformador aislador.
3. Sensibilidad y resolución.

4. Barrido vertical y barrido horizontal.
  5. Oscilación y modulación.
  6. Impedancia de entrada.
- f) Escriba en orden, letra legible y agregue donde sea necesario, observaciones, anotaciones o conclusiones, sobre lo que observó, analizó o aprendió durante la práctica. Presente el cuaderno al finalizar la cuarta hora, para su revisión y calificación.

**NOTA: “Para cualquier inquietud, no dude en preguntar”.**

**BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA PARA TODAS LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO:**

- Hayt W.-Kemmerly J. Análisis de circuitos en ingeniería. Mc. Graw Hill.
- Jhonson-Hilburn-Jhonson. Análisis básico de circuitos eléctricos. Prentice Hall.
- Cooper W. Instrumentación electrónica moderna. Prentice Hall.
- Wolf S. Guía para mediciones y prácticas de laboratorio. Prentice Hall.
- Zbar, Rockmaker y Bates. Prácticas de Electricidad. ED. 7<sup>a</sup>. Alfa omega.
- Clyde C. Whipple y Michael Liwschitz-Garik. Máquinas de corriente alterna. CECSA.
- Joseph Edminister y Mohamed Nahvi. Circuitos Eléctricos. Schaum.

***Recuerde: para el final de semestre se plantea la realización por parte de cada alumno de un mini proyecto, usando los conceptos aprendidos durante el desarrollo del laboratorio. Consulte desde ahora con su profesor a cerca del posible proyecto.***

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA UNO**  
**CARACTERÍSTICAS DE LAS RESISTENCIAS ELECTRICA**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Calcular teóricamente y verificar experimentalmente el comportamiento real de un circuito resistivo dado (serie, paralelo o mixto), empleando en lo posible diferentes tipos de resistores comerciales y combinando su conexión, para analizar y determinar sus características de respuesta.
- Determinar teóricamente el valor de resistencias.
- Identificar otra clase de resistencias.
- Establecer la tolerancia en una resistencia

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Multímetro análogo y Digital (puntas de prueba).
- Protoboard y alambres (cal # 24 o 26).
- 10 Resistencias diferentes de  $100\Omega$  a  $100k\Omega$ . ( $1/4 W$  ,  $1/2 w$  ,  $1w$  ,).
- 4 potenciómetros de diferentes valores.
- Puntas para prueba de la fuente DC.
- Herramienta básica: pelacables, alicates, cortafrío, etc.
- Tabla código de colores

**PREINFORME:**

\*Resistencias : qué son , usos , clases, características principales, tolerancia

\*Protoboard: usos , características

***¡ NORMA DE SEGURIDAD ¡***

***Nunca se deben dejar desatendidos los cautines calientes, manténganse en depósitos o soportes cuando no se este soldando.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS:**

Consulte la bibliografía pertinente y (para todas las prácticas de laboratorio) haga siempre un resumen teórico, en su cuaderno de apuntes a manera de “preinforme” y preséntelo antes de iniciar cada práctica correspondiente.

COLOR	1º CIFRA	2º CIFRA	MULTIPLI.
NEGRO		0	1

MARRON	1	1	10
ROJO	2	2	100
NARANJA	3	3	1000
AMARILLO	4	4	10000
VERDE	5	5	100000
AZUL	6	6	1000000
VIOLETA	7	7	
GRIS	8	8	
BLANCO	9	9	
DORADO			0.1
PLATEADO			0.01
SIN COLOR			

## PARA REALIZAR

### **PRIMERA PARTE:**

Inicie verificando con el multímetro en la escala de ohmios o en continuidad, la manera como están conectados los puntos longitudinales y transversales, luego dibuje su propia versión y constate con el profesor su opinión.

### **SEGUNDA PARTE:**

Elija 6 resistencias (mínimo), mida cada una por separado y escriba los valores en forma de lista; con ellas dibuje tres circuitos resistivos (diseñados según su criterio), calcule las resistencias parciales y totales según se requiera. Realice cada montaje en el protoboard e indique, si es serie, paralelo o mixto; tome la medida de las resistencias parciales o totales, empleando el Ohmetro (A / D). Liste los valores y compárelos con los obtenidos teóricamente; si existe diferencia, calcule el porcentaje de error:  $(\%E = \frac{\text{Valor teórico} - \text{Valor medido}}{\text{Valor teórico}} \times 100\%)$  analice y explique la causa de las diferencias y saque sus conclusiones.

### **TERCERA PARTE:**

Elabore la tabla del código de colores para resistencias. Tome ahora el valor de cada resistencia, empleando esta tabla. Repita el proceso de cálculo y análisis desarrollado en la segunda parte y con las conclusiones obtenidas, responda: ¿Qué papel desempeña el valor de “tolerancia”, dado por el fabricante. ¿Qué valores de tolerancia poseen las resistencias comerciales?. ¿En qué casos su valor es crítico?. ¿Qué factor determina el tamaño de una resistencia en un circuito?. Mencione por lo menos diez tipos de resistencias fijas y variables que ofrece el mercado electrónico y dibuje las más usadas.

### **COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS**

1. ¿Cómo influye en un circuito si colocamos un cortocircuito en paralelo con una resistencia?.
2. En el momento de hacer una elección de resistencia ¿qué se debe tener en cuenta?
3. El rango de tolerancia de que manera influye en el comportamiento de una resistencia

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Hayt W.-Kemmerly J. Análisis de circuitos en ingeniería. Mc. Graw Hill.
- Jhonson-Hilburn-Jhonson. Análisis básico de circuitos eléctricos. Prentice Hall.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA DOS**  
**MEDIR Y CALCULAR VOLTAJES DC. CON MUTÍMETRO A / D.**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Realizar mediciones de voltaje en corriente continua (DC), empleando el multímetro digital y análogo, en una serie de circuitos propuestos, a fin de lograr que el estudiante, adquiera habilidades tanto en el manejo del instrumento como en la toma, organización y calculo de datos teóricos y prácticos.
- Comparar datos medidos con datos calculados.
- Establecer diferencias entre datos medidos y calculados

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Multímetro análogo y Digital (puntas de prueba).
- Protoboard y alambres (cal # 24 o 26).
- 10 Resistencias diferentes de  $100\Omega$  a  $100k\Omega$ . (1/2 W).
- Puntas de la fuente DC.
- Herramienta básica: pelacables, alicates, cortafrío, etc.

**PREINFORME:**

\*Usos , características generales del voltímetro, análogo y digital.

\*Fuente de voltaje DC: qué es , usos , características generales

\*Cálculo teórico de los voltajes de nodo y de cada resistencia de los circuitos 2.1 y 2.2 ( tenga en cuenta que las resistencias las escoge usted. Deben ser los mismos valores tanto para los cálculos teóricos como para el montaje de los circuitos ).

Si quiere encontrar información que le ayude con el desarrollo del preinforme y el laboratorio práctico puede dirigirse a:  
<http://www.monografias.com/trabajos/medielectricos/medielectricos.shtml> y  
[http://www.unicrom.com/Tut\\_voltaje.asp](http://www.unicrom.com/Tut_voltaje.asp)

**¡ NORMA DE SEGURIDAD!**

***Nunca Se deben operar los instrumentos eléctricos con la piel mojada (la Humedad disminuye la resistencia de la misma y permite que fluya mayor cantidad de corriente a través del cuerpo).***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

Cuando se va a medir voltaje pensamos inmediatamente en un voltímetro, bien sea análogo o digital. En la actualidad se puede encontrar esta forma de

medición junto con otros tipos de medida como corriente y resistencias en un solo aparato llamado multímetro.

Aunque pueda parecer a primer vista obsoleto el multímetro análogo, tiene una gran utilidad para medir voltajes muy grandes y que manejan alta frecuencia, estos voltajes se hallan en los televisores y distintos monitores. Ahí el usar un multímetro digital no resulta recomendable.

Siempre que se va a medir voltaje se hace en paralelo, y se coloca el aparato en una escala superior al valor a medir. Cuando se utiliza el multímetro análogo, se debe tener en cuenta que primero hay que calibrarlo.

**NOTA: Se recomienda que al realizar la medida de cualquier parámetro en un instrumento, debe utilizarse por lo menos dos rangos diferentes, a fin de confirmar o revisar si la medida es confiable y segura, para tomarse como verdadera.**

## PARA REALIZAR

1) Monte en el protoboar cada uno de los siguiente circuitos usando valores de resistencias que usted elija, en los diagramas asigne un valor de orden numérico a cada una de las resistencias (R1, R2, R3,.....) . Coloque el multímetro en la escala de voltaje y proceda a medir el voltaje en cada uno de los elementos que hacen parte del circuitos, luego mida los voltajes en cada nodo, asigne como nodo referencia el que usted quiera. En la figura 2.3 encontrará claramente como debe conectar el multímetro para hacer una medida de voltaje

FIGURA 2.1

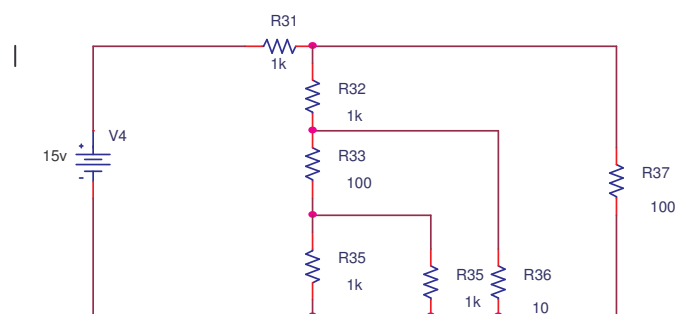


FIGURA 2.2

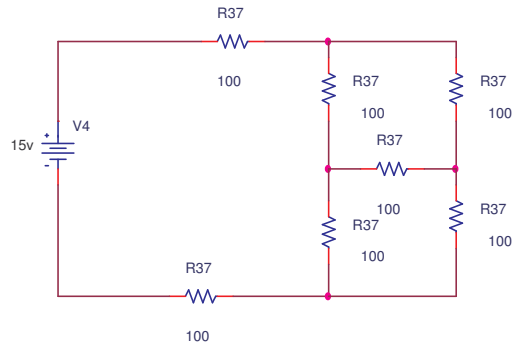
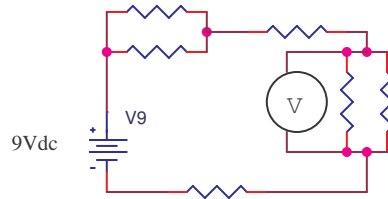


FIGURA 2.3



2. Use para la mediciones el voltímetro digital, análogo y, en una tabla anote los diferentes valores obtenidos. Compárelos con los teóricos y concluya. Si encuentra alguna diferencia, ¿ a qué cree que se deba? , calcule el porcentaje de error.

3. Luego mida con el multímetro análogo y digital cada una de las resistencia que empleó en cada uno de los circuitos montados. Compare estos valores con los teóricos ( el código de colores)

4. Varíe el valor de la fuente de voltaje ,hágalo sólo en un circuito el que usted elija.

5. Mida el voltaje presente en cada nodo. Tabule estos valores

7. ¿Qué sucede cuando, el valor de la fuente de voltaje se acerca a cero?

### **COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS**

1. ¿Cuál según usted es la diferencia que hace más confiable las medidas tomadas en un multímetro digital comparado con uno análogo?.

2. ¿ Cómo influye a la hora de tomar una medida la impedancia del instrumento?

3. ¿ Cómo definiría usted sensibilidad, precisión?

4. ¿ Qué ocurre cuando conectamos el multímetro en serie para medir voltaje?

### **BIBLIOGRAFÍA:**

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA TRES**  
**MEDIR Y CALCULAR INTENSIDAD DC. CON MULTÍMETRO A / D.**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Desarrollar el proceso técnico empleado en el laboratorio, para medir (multímetro A / D), calcular y comparar (analizar), valores de intensidad de corriente continua (DC.), en un circuito resistivo (red), conectado a una fuente DC.
- Establecer el funcionamiento de otros dispositivos como la fotosolda.
- Identificar el instrumento con mayor precisión para tomar medidas.
- Determinar la influencia en las mediciones de la impedancia de un instrumento de medida.

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Amperímetro análogo y / o digital con puntas de prueba.
- Puntas para la fuente DC. (ajustada a 10Vdc).
- 10 Resistencias ( las utilizadas en la práctica No. 2)
- Demás elementos, componentes y herramientas como en guía #2.

**PREINFORME**

\*Usos , características generales del amperímetro, análogo y digital.

\*Cálculo teórico de las corrientes de malla y de cada resistencia de los circuitos 3.1 , 3.2 y 3.3 ( tenga en cuenta que las resistencias las escoge usted. Deben ser los mismos valores tanto para los cálculos teóricos como para el montaje de los circuitos ).

Para una mayor información se le sugiere consultar en :  
[http://www.electricalcontractor.net/The\\_Store/AT/DMM\\_Principles\\_Spanish.htm](http://www.electricalcontractor.net/The_Store/AT/DMM_Principles_Spanish.htm)  
y  
[http://www.extech.com/instrument/products/310\\_399/manuals/38073\\_UMsp.pdf](http://www.extech.com/instrument/products/310_399/manuals/38073_UMsp.pdf)

**¡NORMA DE SEGURIDAD!**

***Debe usarse siempre zapatos, mantenga secos sus zapatos. Evítese estar parado sobre metales o concreto muy mojado. (estas precauciones evitan que se convierta uno en un trayecto de baja impedancia a tierra). No use artículos metálicos, anillos, etc.***

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El flujo de carga, o intensidad de corriente, que recorre un cable conductor se mide por el número de culombios que pasan en un segundo por una sección determinada del cable. Un culombio por segundo equivale a 1 amperio, unidad de intensidad de corriente eléctrica llamada así en honor al físico francés André Marie Ampère. Véase el siguiente apartado, Corriente eléctrica.

Cuando una carga de 1 culombio se desplaza a través de una diferencia de potencial de 1 voltio, el trabajo realizado equivale a 1 julio, unidad llamada así en honor al físico británico James Prescott Joule. Esta definición facilita la conversión de cantidades mecánicas en eléctricas.

Una unidad de energía muy usada en física atómica es el electronvoltio (eV). Corresponde a la energía adquirida por un electrón acelerado por una diferencia de potencial de 1 voltio. Esta unidad es muy pequeña y muchas veces se multiplica por un millón o mil millones, abreviándose el resultado como 1 MeV o 1 GeV.

## PARA REALIZAR

1. Monte cada uno de los siguientes circuitos:

FIGURA 3.1

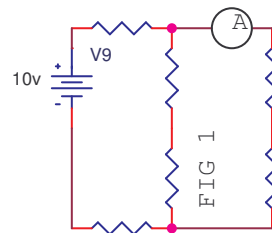


FIGURA 3.2

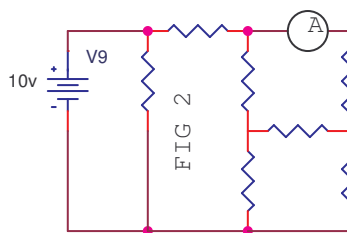
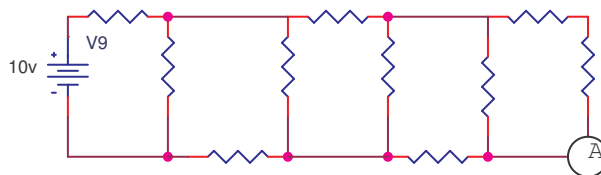


FIGURA 3.3



2. Para un mayor orden en los diagramas asigne a cada resistencia un número en orden ascendente (R1, R2, R3,.....) y su valor en  $\Omega$  de acuerdo a su criterio,

tome la medida de la corriente como se indica en las gráficas, además haga lo mismo en todos los diferentes nodos, hágalo usando tanto el amperímetro análogo como el digital, tabule estos valores y compárelos, ¿ qué puede concluir?.

**3.** Con los valores obtenidos teóricamente haga un cuadro comparativo. ¿ Existen diferencias? , si es así ¿a qué se debe?, con los datos anteriores calcule en forma teórica el porcentaje de error

### **COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS**

**1.** ¿Cuál según usted es la diferencia que hace más confiable las medidas tomadas en un multímetro digital comparado con uno análogo?.

**2.** ¿Cómo influye a la hora de tomar una medida la impedancia del instrumento?

**3.** ¿Cómo definiría usted sensibilidad, precisión?

**4.**¿ Si dentro de un circuito observa el calentamiento de una resistencia, como solucionaría el problema, sin cambiar el valor de la resistencia?.

**5.** ¿ Qué ocurre cuando conectamos el multímetro en serie para medir voltaje?

### **BIBLIOGRAFÍA**

La misma que hemos venido usando en el desarrollo de las prácticas anteriores

.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA CUATRO**  
**MEDIR Y CALCULAR VOLTAJES A.C. CON MUTÍMETRO A / D.**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN: Una semana**

**OBJETIVO:**

- Identificar, medir y dibujar, los voltajes de A.C. que presenta en el primario y en el secundario el transformador 509. (de uso frecuente en el campo de la electrónica aplicada). Además, medir y calcular todos los voltajes de A.C. que presenta un circuito resistivo propuesto, empleando multímetro análogo y digital.
- Comprobar el funcionamiento de un transformador reductor ( 509)
- Identificar de forma práctica la impedancia en un transformador.
- Establecer con la ayuda del profesor la estructura y funcionamiento del transformador 509.

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Multímetro análogo y Digital (puntas de prueba).
- Protoboard y alambres (cal # 24 o 26).
- Transformador TRF 509
- 4 caimanes
- 10 Resistencias diferentes de  $100\Omega$  a  $100k\Omega$ . (1/2 W).
- Extensión AC.
- Herramienta básica: pelacables, alicates, cortafrío, etc.

**PREINFORME**

\*Transformador reductor : características principales , usos , cómo opera en circuitos de corriente alterna

\*Fuentes de voltaje AC: qué son , usos , características generales

\*Cálculos teóricos de los voltajes de nodo y de cada resistencia del circuito 4.1

Como una manera de ayudar al estudiante en su consulta puede dirigirse a :

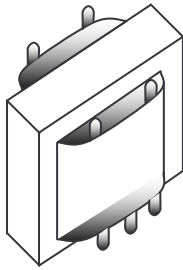
<http://www.ifent.org/Lecciones/CAP08.htm>

**¡ NORMA DE SEGURIDAD!**

***Ubique los extinguidores de incendio disponibles en el laboratorio y cerca del mismo. Los de tipo C son adecuados para incendios de naturaleza eléctrica. Los extinguidores de tipo ABC son apropiados para todo tipo de incendios.***

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### Diagrama transformador



El transformador objeto de nuestra práctica es un transformador reductor de voltaje, cuyas salidas tienen un valor ya preestablecido, donde la señal no sufre ningún tipo de desfase, esto lo puede apreciar con la ayuda del osciloscopio.

### CORRIENTE ALTERNA

Cuando se hace oscilar un conductor en un campo magnético, el flujo de corriente en el conductor cambia de sentido tantas veces como lo hace el movimiento físico del conductor. Varios sistemas de generación de electricidad se basan en este principio, y producen una forma de corriente oscilante llamada corriente alterna. Esta corriente tiene una serie de características ventajosas en comparación con la corriente continua, y suele utilizarse como fuente de energía eléctrica tanto en aplicaciones industriales como en el hogar. La característica práctica más importante de la corriente alterna es que su voltaje puede cambiarse mediante un sencillo dispositivo electromagnético denominado transformador. Cuando una corriente alterna pasa por una bobina de alambre, el campo magnético alrededor de la bobina se intensifica, se anula, se vuelve a intensificar con sentido opuesto y se vuelve a anular. Si se sitúa otra bobina en el campo magnético de la primera bobina, sin estar directamente conectada a ella, el movimiento del campo magnético induce una corriente alterna en la segunda bobina. Si esta segunda bobina tiene un número de espiras mayor que la primera, la tensión inducida en ella será mayor que la tensión de la primera, ya que el campo actúa sobre un número mayor de conductores individuales. Al contrario, si el número de espiras de la segunda bobina es menor, la tensión será más baja que la de la primera.

La acción de un transformador hace posible la transmisión rentable de energía eléctrica a lo largo de grandes distancias. Si se quieren suministrar 200.000 vatios de potencia a una línea eléctrica, puede hacerse con un voltaje de 200.000 voltios y una corriente de 1 amperio o con un voltaje de 2.000 voltios y una corriente de 100 amperios, ya que la potencia es igual al producto de tensión y corriente. La potencia perdida en la línea por calentamiento es igual al cuadrado de la intensidad de la corriente multiplicado por la resistencia. Por ejemplo, si la resistencia de la línea es de 10 ohmios, la pérdida de potencia con 200.000 voltios será de 10 vatios, mientras que con 2.000 voltios será de 100.000 vatios, o sea, la mitad de la potencia disponible. Ver Generación y transporte de electricidad.

En un circuito de corriente alterna, el campo magnético en torno a una bobina varía constantemente, y la bobina obstaculiza continuamente el flujo de

corriente en el circuito debido a la autoinducción. La relación entre el voltaje aplicado a una bobina ideal (es decir, sin resistencia) y la intensidad que fluye por dicha bobina es tal que la intensidad es nula cuando el voltaje es máximo, y es máxima cuando el voltaje es nulo. Además, el campo magnético variable induce una diferencia de potencial en la bobina de igual magnitud y sentido opuesto a la diferencia de potencial aplicada. En la práctica, las bobinas siempre presentan resistencia y capacidad además de autoinducción. Véase Inducción (electricidad).

Si en un circuito de corriente alterna se coloca un condensador (también llamado capacitor) la intensidad de corriente es proporcional al tamaño del condensador y a la velocidad de variación del voltaje en el mismo. Por tanto, por un condensador cuya capacidad es de 2 faradios pasará el doble de intensidad que por uno de 1 faradio. En un condensador ideal, el voltaje está totalmente desfasado con la intensidad. Cuando el voltaje es máximo no fluye intensidad, porque la velocidad de cambio de voltaje es nula. La intensidad es máxima cuando el voltaje es nulo, porque en ese punto la velocidad de variación del voltaje es máxima. A través de un condensador circula intensidad —aunque no existe una conexión eléctrica directa entre sus placas— porque el voltaje de una placa induce una carga opuesta en la otra.

De los efectos indicados se deduce que si se aplica un voltaje alterno a una bobina o condensador ideales, no se consume potencia. No obstante, en todos los casos prácticos los circuitos de corriente alterna presentan resistencia además de autoinducción y capacidad, y se consume potencia. Esta potencia consumida depende de la proporción relativa de las tres magnitudes en el circuito.

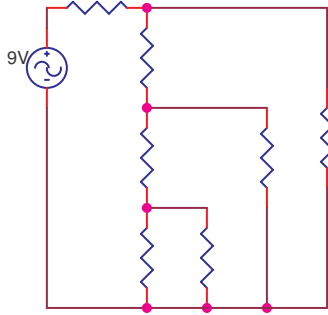
## **PARA REALIZAR**

1. Empleando un multímetro en la escala de ohmios mida entre los diferentes terminales del transformador. En forma de tabla escriba los diferentes valores e indique de acuerdo con los valores obtenidos cual es el primario y cual es el secundario. Explique por que las diferencias encontradas en las medidas ( si las hay)

2. Después de identificar los diferentes terminales, conecte el transformador TRF.509 a la toma de A.C. del banco de laboratorio, emplee para ello un cable y la clavija. Usando tanto el voltímetro análogo como el digital, mida los voltajes rms en cada par de terminales, tabule estos valores. ¿ Encontró alguna diferencia en estos valores?, si es así explique a qué se deben.

3. Monte el siguiente circuito

FIGURA 4.1



4. Coloque el número de orden a cada resistencia y su respectivo valor como en las prácticas anteriores.
5. Aplique al circuito montado un voltaje en el secundario del transformador de 9 voltios. Ahora mida usando tanto el multímetro análogo como el digital los diferentes voltajes de cada elemento, y de cada nodo ( seleccione como nodo referencia cualquiera), tabule estos valores y compárelos con los calculados. ¿ Qué podemos concluir?
6. Aplique del secundario del transformador el menor voltaje que se pueda aplicar, conéctelo al circuitos que montó
7. Mida los voltajes presentes en cada elemento, y cada nodo, hágalo usando tanto el multímetro análogo como el digital.
- 8 Si observa un comportamiento extraño en el circuito, plantee una posible teoría acerca de lo que está sucediendo.

### COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS

1. ¿Cuál es el nivel de corriente máximo que maneja este transformador?
2. Mida la impedancia del transformador compare este valor con sus compañeros y establezca según usted un posible rango para este valor.
3. ¿Qué sucede con el funcionamiento del transformador cuando se encuentra en corto circuitos, sus bobinas?.
4. ¿Podemos darle uso a este transformador como bobina?. De ser así: ¿ cómo mediría este valor?

### BIBLIOGRAFÍA

Use la misma de las prácticas anteriores

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA CINCO**  
**MEDIR Y CALCULAR INTENSIDAD A.C. CON MUTÍMETRO A / D.**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Identificar los aspectos que se involucran en el procedimiento empleado para medir intensidad de corriente alterna, con un multímetro análogo y digital (Amperímetro o miliamperímetro), en un circuito de A.C., implementado con un transformador y varias resistencias.
- Establecer experimentalmente el término r.m.s.
- Identificar valores de carga para un transformador
- Establecer diferencias entre voltaje r.m.s y voltaje pico a pico y voltaje pico

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Multímetro análogo y Digital (puntas de prueba).
- Protoboard y alambres (cal # 24 o 26).
- Transformador TRF 509
- 4 caimanos
- Resistencias diferentes de  $470\Omega$ ,  $1.5k\Omega$ ,  $2.2k\Omega$ ,  $4.7k\Omega$  y  $7.8k$  además de  $100\Omega$  a  $100k\Omega$ . (1/2 W).
- Extensión AC.
- Herramienta básica: pelacables, alicates, cortafrío, etc.

**PREINFORME**

\*Realice la consulta bibliográfica de los aspectos más importantes que describen la manera de proceder para medir la intensidad de corriente, en los circuitos de corriente alterna.

\*Cálculos teóricos de la corriente de malla del circuito 5.1 , además diseñe un circuito paralelo y uno mixto y halle las corrientes de malla respectivas ( no olvide que las resistencias con las cuales realiza los cálculos teóricos son las mismas que debe utilizar para los montajes ).

\*Qué es el parámetro RMS

Si quiere profundizar más en el tema remítase a:

<http://www.elprisma.com/apuntes/apuntes.asp?page=14&categoria=603>

**¡ NORMA DE SEGURIDAD!**

***Cuando se realicen mediciones asegúrese que está usando la modalidad correcta en el instrumento de medición. No medir corriente cuando el instrumento esté en la escala de voltaje.***

## **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

Cuando de medir altas frecuencias se trata es más recomendable usar un multímetro análogo, si usa uno digital corre el riesgo de descalibrar todas sus escalas, esto quiere decir que las medidas obtenidas son todas erróneas.

### **FRECUENCIA:**

término empleado en física para indicar el número de veces que se repite en un segundo cualquier fenómeno periódico. La frecuencia es muy importante en muchas áreas de la física, como la mecánica o el estudio de las ondas de sonido.

Las frecuencias de los objetos oscilantes abarcan una amplísima gama de valores. Los temblores de los terremotos pueden tener una frecuencia inferior a 1, mientras que las veloces oscilaciones electromagnéticas de los rayos gamma pueden tener frecuencias de 1020 o más. En casi todas las formas de vibración mecánica existe una relación entre la frecuencia y las dimensiones físicas del objeto que vibra. Por ejemplo, el tiempo que necesita un péndulo para realizar una oscilación completa depende en parte de la longitud del péndulo; la frecuencia de vibración de la cuerda de un instrumento musical está determinada en parte por la longitud de la cuerda. En general, cuanto más corto es el objeto, mayor es la frecuencia de vibración.

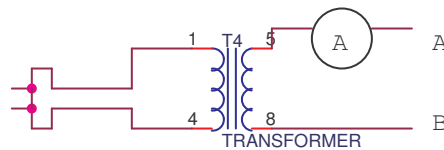
En todas las clases de movimiento ondulatorio, la frecuencia de la onda suele darse indicando el número de crestas de onda que pasan por un punto determinado cada segundo. La velocidad de la onda y su frecuencia y longitud de onda están relacionadas entre sí. La longitud de onda (la distancia entre dos crestas consecutivas) es inversamente proporcional a la frecuencia y directamente proporcional a la velocidad. En términos matemáticos, esta relación se expresa por la ecuación  $v = \lambda f$ , donde  $v$  es la velocidad,  $f$  es la frecuencia y  $\lambda$  (la letra griega lambda) es la longitud de onda. A partir de esta ecuación puede hallarse cualquiera de las tres cantidades si se conocen las otras dos.

La frecuencia se expresa en hercios (Hz); una frecuencia de 1 Hz significa que existe 1 ciclo u oscilación por segundo. La unidad se llama así en honor del físico alemán Heinrich Rudolf Hertz, el primero en demostrar la naturaleza de la propagación de las ondas electromagnéticas. Las unidades como kilohercios (kHz) —miles de ciclos por segundo—, megahercios (MHz) —millones de ciclos por segundo— y gigahercios (GHz) —miles de millones de ciclos por segundo— se usan para describir fenómenos de alta frecuencia como las ondas de radio. Estas ondas y otros tipos de radiación electromagnética pueden caracterizarse por sus longitudes de onda o por sus frecuencias. Las ondas electromagnéticas de frecuencias extremadamente elevadas, como la luz o los rayos X, suelen describirse mediante sus longitudes de onda, que frecuentemente se expresan en nanómetros (un nanómetro, abreviado nm, es una milmillonésima de metro). Una onda electromagnética con una longitud de onda de 1 nm tiene una frecuencia de aproximadamente 300 millones de GHz.

## **PARA REALIZAR**

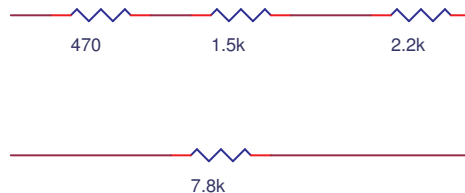
1. Determine cual es el valor de la corriente (Irms), en el primario del transformador 509. Explique: el significado de "rms"; ¿A qué equivale este parámetro?; ¿Porqué se emplea en mediciones de A.C.?
2. Calcule el valor de la Irms y compárelo con el medido. Explique las diferencias.
3. Prepare el transformador para utilizar el secundario y conecte el Amperímetro de A.C., como indica la figura:

FIGURA 5.1



4. Entre los terminales a y b, conecte un circuito resistivo serie como el de la figura 5.2 (combine resistencias) , un circuito resistivo paralelo ( diseñado por usted) y otro mixto, proceda a medir la corriente en cada par de nodos, escoja como nodo referencia el de su agrado. Escriba los datos obtenidos en forma de tabla, luego calcule teóricamente el valor de la corriente en cada circuito y proceda a compararlos entre si. Analice y saque conclusiones.

Figura 5.2



### COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS

1. ¿Cuál sería la carga que se podría colocar en la salida de más alto voltaje del secundario del TRF.509, que produzca una corriente máxima, sin dañarse?.
2. ¿Qué tipo de transformador es el 509 y porqué?
3. ¿Porqué al incrementarse la corriente en la carga, se disminuye la corriente?.

### BIBLIOGRAFÍA:

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
UNIDAD DE ELECTRÓNICA  
LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I  
PRACTICA SEIS  
LEY DE OHM.**

**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN: Una semana**

**OBJETIVO:**

- Basado en el principio que establece: “la intensidad de corriente que circula por un conductor (resistencia), es directamente proporcional al voltaje aplicado en sus extremos”, demostrar experimentalmente la Ley de Ohm. ( $I \propto V$ ).
- Analizar el comportamiento de un diodo led en un circuito.
- Establecer la relación existente entre voltaje, resistencia y corriente

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Multímetro Digital / Análogo.
- Fuente regulada de voltaje D.C.
- Protoboard y alambres conectores.
- Resistencias varias ( tres de cada una) ( $1k < R < 27K$ ).
- Diodo led ( 2)

**PREINFORME:**

\*Ley de Ohm

\* ¿Se puede comprobar la ley de ohm empleando la resistencia de grafito de un potenciómetro?. ¿qué sucedería?.

Para aclarar algunas de sus dudas y profundizar más consulte en :

<http://usuarios.lycos.es/pefeco/leyohm/leyohm.htm>  
<http://www.electronica2000.250x.com/temas/ohm.htm>

***¡ NORMA DE SEGURIDAD!***

***Ubique los interruptores principales de alimentación de energía eléctrica del laboratorio que pueden emplearse para eliminar la electricidad de los contactos que hay en éste.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

**LEY DE OHM**

La corriente fluye por un circuito eléctrico siguiendo varias leyes definidas. La ley básica del flujo de la corriente es la ley de Ohm, así llamada en honor a su descubridor, el físico alemán Georg Ohm. Según la ley de Ohm, la cantidad de corriente que fluye por un circuito formado por resistencias puras es directamente proporcional a la fuerza electromotriz aplicada al circuito, e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito. Esta ley suele expresarse mediante la fórmula  $I = V/R$ , siendo  $I$  la intensidad de corriente en

amperios,  $V$  la fuerza electromotriz en voltios y  $R$  la resistencia en ohmios. La ley de Ohm se aplica a todos los circuitos eléctricos, tanto a los de corriente continua (CC) como a los de corriente alterna (CA), aunque para el análisis de circuitos complejos y circuitos de CA deben emplearse principios adicionales que incluyen inductancias y capacitancias.

Un circuito en serie es aquél en que los dispositivos o elementos del circuito están dispuestos de tal manera que la totalidad de la corriente pasa a través de cada elemento sin división ni derivación en circuitos paralelos.

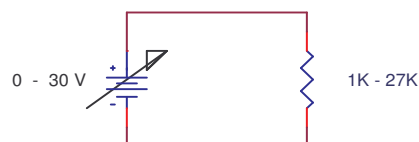
Cuando en un circuito hay dos o más resistencias en serie, la resistencia total se calcula sumando los valores de dichas resistencias.

En un circuito en paralelo los dispositivos eléctricos, por ejemplo las lámparas incandescentes o las celdas de una batería, están dispuestos de manera que todos los polos, electrodos y terminales positivos (+) se unen en un único conductor, y todos los negativos (-) en otro, de forma que cada unidad se encuentra, en realidad, en una derivación paralela. El valor de dos resistencias iguales en paralelo es igual a la mitad del valor de las resistencias componentes y, en cada caso, el valor de las resistencias en paralelo es menor que el valor de la más pequeña de cada una de las resistencias implicadas. En los circuitos de CA, o circuitos de corrientes variables, deben considerarse otros componentes del circuito además de la resistencia.

#### **PARA REALIZAR:**

1. Tome por lo menos cinco resistencias, usando el código de colores identifique su valor, luego haga lo mismo con el multímetro digital, esas resistencias deben estar dentro del siguiente rango  $1K < R < 27K$
2. Tome las anteriores resistencias y conéctelas una a una como lo indica el circuito de la figura 6.1. Para cada valor de resistencia que usted coloque proceda a calcular teóricamente y luego usando el multímetro digital la corriente que circula por el circuitos.

Figura 6.1



2. Coloque en el circuito la resistencia de menor valor que usted eligió, luego varíe el voltaje de la fuente iniciando en un valor de  $2V$ , coloque el amperímetro en serie con la fuente y la resistencia, de tal forma que pueda medir la corriente que circula en el circuito.

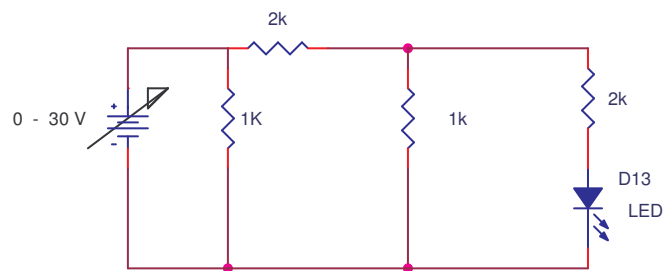
3. Vaya variando el voltaje de la fuente de dos en dos, con el amperímetro mida la corriente, tabule los valores obtenidos y compárelos con los calculados,

**Recuerde que primero debe hacer el cálculo teórico de cuanta corriente va a circular por el circuito, y luego decidir si la resistencia es la adecuada para esa corriente.**

4. Realice una gráfica de corriente contra voltaje, con los valores obtenidos. Con base en esa gráfica que puede concluir acerca del comportamiento de la corriente vs el voltaje.

5. Calcule la potencia en cada una de las resistencias que utiliza. ¿ con cuál valor de voltaje y resistencia la potencia es la máxima?, ¿ con cuál valor de voltaje y resistencia la potencia fue menor?.

6. Monte el siguiente circuito  
Figura 6.2



7. Coloque la fuente en su valor mínimo de voltaje( 0 ) , vaya subiendo su valor progresivamente hasta que encienda el led.

8. Si no es posible hacerlo encender, ¿ Por qué cree usted que sucede esto?, ¿ como replantearía el circuito para hacer encender el led?

### COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS:

1. ¿Existen casos donde no funcione la Ley de Ohm?. Explique.
2. ¿Si se usará una fuente de A.C , se podría aplicar la ley de ohm la fuente empleada fuera de A.C. como se aplicaría la Ley de Ohm y por qué?.  
Dé un ejemplo práctico donde se demuestre con claridad la Ley de Ohm en un circuito.

### BIBLIOGRAFÍA:

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA SIETE**  
**TEOREMA DE MÁXIMA TRANSFERENCIA DE POTENCIA.**

**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Comprobar experimentalmente que: “La máxima transferencia de potencia de una fuente de voltaje a su carga, se produce cuando la resistencia de la carga es igual a la resistencia interna de la fuente”.
- Determinar teóricamente y experimentalmente valores de potencia en cada elemento de un circuito.
- Establecer la relación entre voltaje y potencia

**MATERIALES Y EQUIPOS:**

- Fuente de voltaje regulada D.C.
- Multímetro Digital.
- Protoboard y alambres conectores.
- Resistencia de  $1000\Omega$  a 1 vatio y de  $100\Omega$   $\frac{1}{2}$  vatio .
- Potenciómetros de  $1\text{ K}\Omega$  y  $2\text{k}\Omega$ .
- Led (2)

**PREINFORME:**

Máxima transferencia de potencia.: Qué es , describa el procedimiento para hallar la máxima transferencia de potencia y de un ejemplo. consulte en:  
<http://www.cec.uchile.cl/~cutreras/apuntes/node80.html>  
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001601/cap03/Cap3tem3.html>

***¡ NORMA DE SEGURIDAD!***

***La joyería puede ser un material conductor de la corriente. Pueden sufrirse quemaduras muy graves se las joyas llegan formar parte de la trayectoria de la corriente.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

el trabajo, o transferencia de energía, realizado por unidad de tiempo. El trabajo es igual a la fuerza aplicada para mover un objeto multiplicada por la distancia a la que el objeto se desplaza en la dirección de la fuerza. La potencia mide la rapidez con que se realiza ese trabajo. En términos matemáticos, la potencia es igual al trabajo realizado dividido entre el intervalo de tiempo a lo largo del cual se efectúa dicho trabajo.

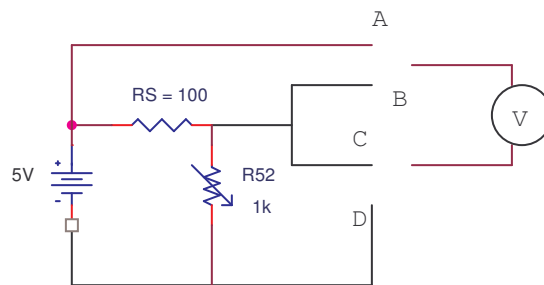
El concepto de potencia no se aplica exclusivamente a situaciones en las que se desplazan objetos mecánicamente. También resulta útil, por ejemplo, en

electricidad. Imaginemos un circuito eléctrico con una resistencia. Hay que realizar una determinada cantidad de trabajo para mover las cargas eléctricas a través de la resistencia. Para moverlas más rápidamente —en otras palabras, para aumentar la corriente que fluye por la resistencia— se necesita más potencia.

La potencia siempre se expresa en unidades de energía divididas entre unidades de tiempo. La unidad de potencia en el Sistema Internacional es el vatio, que equivale a la potencia necesaria para efectuar 1 julio de trabajo por segundo. Una unidad de potencia tradicional es el caballo de vapor (CV), que equivale aproximadamente a 746 vatios.

**PARA REALIZAR**

Figura 7.1



1. Monte en el protoboar el anterior circuito. Note que la  $R_s$  simula la resistencia interna de la fuente.

2. Varie la resistencia de carga de 0 a  $2K\Omega$  en pasos de 200 ohmios, y tome la lectura de la corriente y de voltaje en  $R_s$  y la resistencia de carga. Anote los resultados en la siguiente tabla:

R de carga	I(mA)	VRS (voltios)	VRL(voltios)	PRL(watt)	PRS(watt)
0Ω					
200 Ω					
400 Ω					
.					
.					
2000 Ω					

3. Calcule las potencias consumidas por la resistencia de carga y  $R_s$ . Anote los resultados en la tabla anterior.

4. Cuál fue la potencia máxima en la resistencia de carga

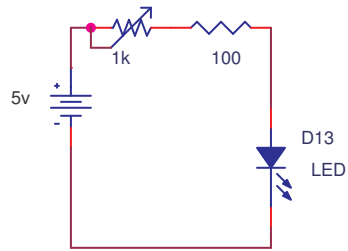
5. Para qué valor de resistencia de carga se obtuvo la máxima potencia ? 6.

6. Cuál es el valor de la resistencia equivalente del resto del circuito vista desde la carga ?

7. Realice una gráfica de la potencia en la carga PRL contra la RL

8. Monte en el protoboar el siguiente circuito

Figura 7.2



9. Coloque el voltímetro en paralelo con el diodo led, varíe el potenciómetro hasta que el led alcance el valor máximo de voltaje, calcule la potencia en ese instante en cada uno de los elementos del circuito.

9. Cuando el voltaje es mínimo en el led, calcule la potencia, en cada elemento.

### COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS

1. ¿ Qué quiere decir máxima transferencia de potencia?
2. ¿Cuál es la relación existente entre voltaje, y potencia?
3. ¿ De qué manera influye el rango de tolerancia, en una resistencia, cuando nos referimos a la potencia en ella?
4. ¿ En una resistencia hablamos de potencia consumida o suministrada ¿porqué?.

### BIBLIOGRAFÍA:

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA OCHO**  
**TOREMA DE REDES (Thévenin y Norton)**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Analizar el proceso experimental que se lleva a cabo cuando en un circuito por su complejidad, su solución más viable, exige la implementación de alternativas más elaboradas y específicas como el teorema de redes, comúnmente llamado “Teorema de Thévenin o Teorema de Norton”.
- Determinar posibles uso prácticos de los teoremas de Norton y Thévenin.
- Observar el comportamiento de un equivalente de Norton o Thévenin si cambiamos la polaridad de uno de los elementos presentes en el circuito.

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Dos fuentes reguladas de voltaje o una fuente dual y sus puntas.
- Multímetro digital.
- Protoboard , alambres conectores y demás elementos utilizados en las prácticas anteriores.
- Resistencias varias ( entre 100  $\Omega$  y 10K  $\Omega$  ).

**PREINFORME:**

\*Teoremas de Norton y Thevenin: qué es , para qué se utiliza , características generales.

\* Halle teóricamente el voltaje y la resistencia Thévenin para el circuito 8.1 , al igual que la corriente y resistencia Norton para el circuito 8.2

**¡ NORMA DE SEGURIDAD!**

***En el montaje de los circuitos tenga bien claro cual es el positivo y el negativo, antes de hacer cualquier conexión verifique estos dos puntos.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

En las siguientes páginas de internet podrá encontrar más información:

<http://ttt.upv.es/jquiles/prffi/redes/ayuda/hlpthevenin.htm>

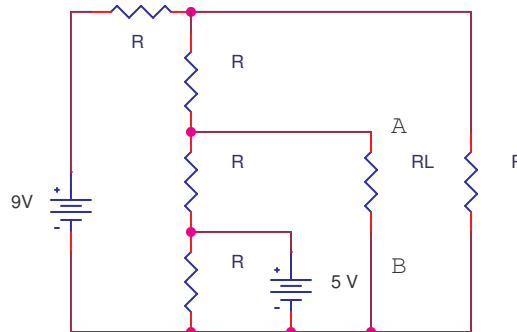
<http://www.bricopage.com/leyes.html>

**PARA REALIZAR:**

1. Monte el circuito de la figura 8.1, usando resistencias que usted elija.
2. Con la ayuda del multímetro digital mida el voltaje presente entre A Y B, sin la resistencia RL.

3. Ahora calcule el valor de la resistencia vista desde los terminales A, B.

Figura 8.1

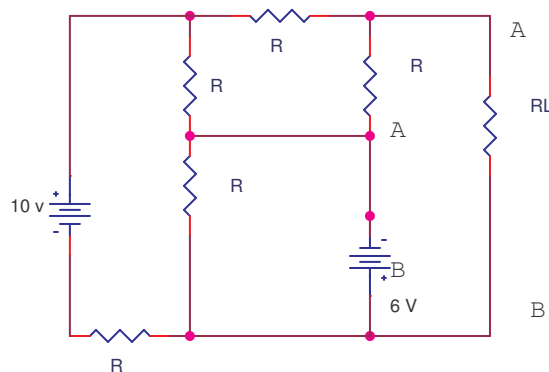


**Nota:** En la teoría se plantea la desconexión de las fuentes, haciendo un corto circuito entre el positivo y el negativo en cada una de ellas. En la experiencia práctica, esto no es posible porque se dañarían. Lo correcto es desconectar la fuente y luego hacer el corto entre los terminales que ella ocupaba.

4. Después de hallar teóricamente la resistencia de thevenin ( la misma para Norton), coloque en el circuito la resistencia que más se aproxime en su valor, luego mida el voltaje y corriente allí.

5. Compare los valores teóricos de voltaje y resistencia de Thevenin con los medidos. Saque conclusiones.

Figura 8.2



6. Selecciones los valores de resistencias a su gusto.

7. De forma teórica halla la corriente de Norton y la resistencia.

8. Luego conecte  $R_L$  de acuerdo con el valor calculado. Halle el voltaje, y la corriente allí. Compare estos valores con los teóricos. Si existe diferencia ¿ a qué se debe?, si es posible halle el porcentaje de error.

## **COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS**

1. Explique los criterios y pasos para convertir un circuito equivalente de Thévenin a otro de Norton y viceversa. ¿Qué nombre se le da a este nuevo teorema?
2. ¿Para qué usamos el equivalente de Norton o de Thevenin?
3. ¿Cambiaría en algo el equivalente de Norton y Thevenin, si se invierte la polaridad de la fuente?

## **BIBLIOGRAFÍA:**

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA NUEVE**  
**CARACTERÍSTICAS DEL GALVANÓMETRO (Voltímetro DC)**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Determinar por medio de pruebas específicas de laboratorio, las características básicas ( $V_m$ ,  $I_m$ ,  $R_m$ ), de un galvanómetro tipo D'Arsonval.
- Establecer de forma práctica la posible sensibilidad de un galvanómetro

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Potenciómetros de  $10k\Omega$  y  $2k\Omega$ .
- Dos resistencias de  $4.7k\Omega$  y  $5.6k\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  W c/u.
- Un galvanómetro tipo D'Arsonval (Vúmetro).
- Una fuente de voltaje D.C. variable (sencilla o dual)

**PREINFORME**

- Galvanómetro de D'Arsonval: Características generales del galvanómetro D'Arsonval como voltímetro.
- Investigar la comprobación de conceptos

Para ampliar el rango de investigación remítase a :

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo\\_magnetico/galvanometro/galvanometro.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_magnetico/galvanometro/galvanometro.htm)

***¡ NORMA DE SEGURIDAD!***

***Cuando realice un montaje con materiales de los que usted no tenga claro las especificaciones eléctricas, antes de conectar las fuentes de alimentación consulte el manual E.C.G.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

**GALVANÓMETRO**

Los galvanómetros son los instrumentos principales para detectar el paso de una corriente eléctrica y para medir su intensidad. El mecanismo del galvanómetro está diseñado de forma que un imán permanente o un electroimán produce un campo magnético que genera una fuerza en una bobina cercana al imán cuando por ésta circula una corriente eléctrica. El elemento móvil puede ser el imán o la bobina. La fuerza inclina el elemento móvil en un grado proporcional a la intensidad de la corriente.

En los galvanómetros de imán móvil se aprovecha el par de fuerzas que ejerce la corriente estudiada sobre un pequeño imán móvil. En los galvanómetros de

cuadro móvil se utiliza la acción de un imán fijo sobre una bobina móvil recorrida por una corriente desconocida.

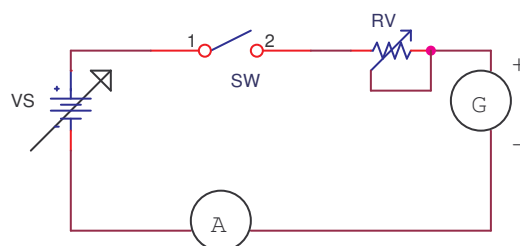
Un ejemplo de galvanómetro de cuadro móvil es el galvanómetro de inclinación de D'Arsonval. En este galvanómetro la corriente que se trata de medir circula por una bobina formada por varias espiras de alambre muy fino, que puede girar en el campo de un imán por estar suspendida de un alambre muy delgado. Cuando una corriente eléctrica circula por esta bobina experimenta la acción de un par de fuerzas proporcional a la corriente. Este par hace girar la bobina hasta que se equilibra por el par recuperador proporcionado por el alambre al retorcerse. El ángulo de giro se mide por la desviación experimentada por un haz luminoso que incide sobre un pequeño espejo unido a la bobina móvil y que es reflejado hacia un dial.

Los galvanómetros tienen denominaciones distintas según la magnitud de la corriente que pueden medir.

**PARA REALIZAR:**

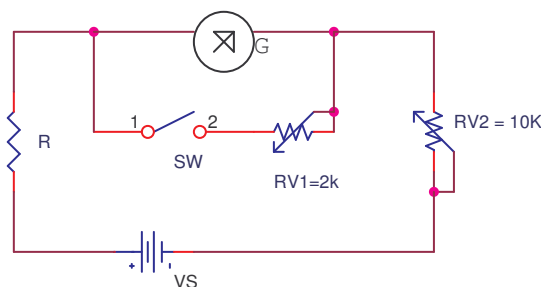
1. Montar el siguiente circuito:

Figura 9.1



2. Ajuste la resistencia variable (  $RV$  ) a un valor de  $10k\Omega$
3. Cierre el swiche y vaya variando la fuente de voltaje de dos en dos.
4. Realice una tabla donde registre los valores de corriente y voltaje en el galvanómetro, hágalo hasta que el galvanómetro alcance su máximo valor.
5. Monte el siguiente circuito

Figura 9.2



6. Tome los siguientes valores de resistencias:  $R = 5.6K$  ,  $Rv1$  ajústelo a un valor mínimo de cero,  $Rv2$  ajústelo a su máximo valor (  $10K$ ), y por último ajuste  $V_s = 5 Vdc$ .

7. Varíe el valor de  $R_{v2}$  hasta que  $G$  alcance  $i_{fsd}$ , ( si es necesario, mueva  $E$  para lograr la deflexión completa sin dañar  $G$ ). Seguidamente, cierre  $Sw$  y ajuste  $R_{v1}$  hasta que  $G$  muestre  $i_{fsd}/2$ .

8. Ahora desenergice el circuito, abra el swiche y proceda a medir  $R_{v1}$ . Basado en los datos anteriores ¿ qué podemos deducir del proceso llevado a cabo hasta ahora?.

9. Encuentre teóricamente los valores de las resistencias que se emplearían para diseñar un voltímetro D.C. con escalas de :m 0.5, 5 y 50 voltios, empleando el galvanómetro objeto de nuestra práctica.

10. Presente su diseño al profesor, si este considera que está bien, proceda a su montaje en el protoboar y compruebe su funcionamiento.

### **COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS**

1. ¿Se puede afirmar que esta escala del “galvanómetro” es lineal?. ¿Porqué?.
2. ¿Cuál sería el número de divisiones más indicado para el tamaño del tablero?. ¿Porqué?.
3. ¿Qué sensibilidad podemos afirmar tiene este galvanómetro?.

### **BIBLIOGRAFÍA:**

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA DIEZ**  
**EL GALVANÓMETRO COMO: AMPERÍMETRO Y ÓHMETRO**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Escoger un medidor de D'Arsonval y a partir de éste, diseñar un Amperímetro D.C. y un Óhmetro de los estudiados en clase. Hechos los cálculos, el análisis y el montaje, demostrar su funcionamiento en la práctica de laboratorio.
- Determinar como establecer cuando una medición es correcta
- Identificar posibles errores a la hora de realizar una medición, estableciendo sus daños en el instrumento.

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Traer materias bibliográfico para diseñar un multímetro y un ohómetro con el galvanómetro de D'Arsonval
- Calculadora.

**PREINFORME**

\*Usos del galvanómetro o de D'Arsonval como ohómetro y como amperímetro

\* Investigar la comprobación de conceptos

**¡ NORMA DE SEGURIDAD!**

***Si usted no tiene los materiales que se piden para la realización de un montaje, no se arriesgue colocando otros, que aunque tengan un valor cercano, van a provocar que el circuito reacciones diferente y ocasione en casos extremos accidentes.***

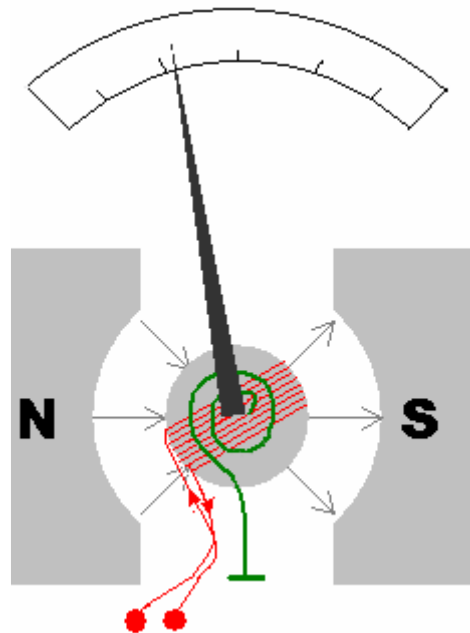
**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

Para que un galvanómetro funcione como amperímetro hay que tener en cuenta que por el fino hilo de la bobina de un galvanómetro sólo puede circular una intensidad de corriente pequeña. Si hay que medir intensidades mayores, se acopla una derivación de baja resistencia, denominada shunt, a los terminales del medidor. La mayor parte de la corriente pasa por la resistencia de la derivación, pero la pequeña cantidad que fluye por el medidor sigue siendo proporcional a la intensidad total. Al utilizar esta proporcionalidad, el galvanómetro se puede emplear para medir intensidades de varios cientos de amperios.

Un microamperímetro está calibrado en millonésimas de amperio y un miliamperímetro en milésimas de amperio.

**DIAGRAMA DE UN GALVANÓMETRO**

diagram.png



En la siguiente pagina web encontrará más información pertinente : [http://es.encarta.msn.com/text\\_761555630\\_1/Medidores\\_el%C3%A9ctricos.html](http://es.encarta.msn.com/text_761555630_1/Medidores_el%C3%A9ctricos.html)

## PARA REALIZAR

### PRIMER PARTE

Para esta primer parte se plantea la implementación del galvanómetro como amperímetro, para ello calcule las resistencias necesarias para ampliar el rango , haciendo que funciones como amperímetro de mínimo tres (3) escalas: ( pueden ser opcionales ) se sugieren las siguientes: 1mA, 10mA, 100mA. Para estos diseños debe tener la ayuda tanto del docente de la materia teórica, como de el de la práctica.

Antes de energizar el circuito verifíquelo con la ayuda de su profesor.

### SEGUNDA PARTE

En esta parte se plantea el diseño de un circuito el cual emplee el galvanómetro como óhmetro ( instrumento para medir resistencias), inicie calculando los valores de las resistencias de fijarán el rango, escoja el valor de continua , tomando como referencia el valor de  $R_h=1K$ , para la deflexión a media escala, dibuje las divisiones de la escala ( 10 ), en el cuaderno, empleando resistencias múltiplo conocidas. Móntelo y describa el funcionamiento de cada una de sus partes.

### TERCERA PARTE

A manera de ejemplo presentamos el diseño o el diagrama de un amperímetro usando el galvanómetro.

Figura 10.1 : De rango múltiple

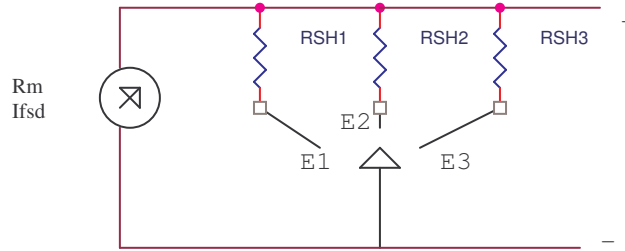
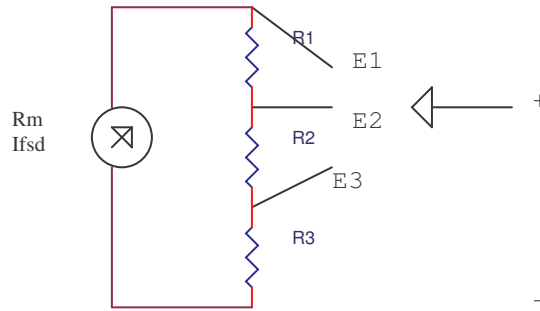


Figura 10.2 : Shunt de Ayrton



#### CUARTA PARTE

Para familiarizarse un poco más con los diferentes instrumentos de medida elabore el esquema completo de uno “Multímetro”, como mínimo de cinco escalas, donde se aprecie de forma separada las diferentes funciones: Amperímetro D.C., Voltímetro D.C., Ohmetro, Amperímetro A.C. y Voltímetro A.C.

#### COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS

1. ¿Porqué todo Amperímetro Análogo o Digital trae un fusible de protección?.
2. ¿Existe la probabilidad de dañar un ohmetro cuando se realiza una medida usando una escala mucho menor de el valor que se va a medir.
3. ¿ Cómo se sabe si un ohmetro no está funcionando adecuadamente?
4. ¿ Cómo mediría la sensibilidad en un galvanómetro?

#### BIBLIOGRAFÍA:

La que hemos venido usando.

#### SIMULACIONES:

Al finalizar la última hora, presente su cuaderno de apuntes, con las conclusiones y anotaciones que considere importantes de todo lo estudiado, experimentado y aprendido durante la práctica de laboratorio y no olvide mostrar funcionando cada montaje durante la clase, para ser revisado y aprobado por el profesor, finalmente, ejecute las simulaciones en su casa usando cualquiera de los siguientes simuladores Crocclip, Circuit Maker o Workbench, si es posible realizarlas en la universidad utilice ORCAD.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
UNIDAD DE ELECTRÓNICA  
LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I  
PRACTICA ONCE  
CARACTERÍSTICAS Y AJUSTE DEL OSCILOSCOPIO  
Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Familiarizarse con el uso, manejo, cuidados y calibración de cada uno de los controles de que dispone el osciloscopio del laboratorio en su panel frontal, a fin de proceder a realizar con fiabilidad todo tipo de mediciones y aplicaciones con este importante instrumento.
- Determinar experimentalmente el funcionamiento del osciloscopio
- Establecer otros usos en medición ( corriente etc. )

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Osciloscopio del banco de trabajo del laboratorio
- Par de puntas de prueba para osciloscopio.
- Manual de operación y servicio del osciloscopio.
- Transformador TRF 509
- Puente rectificador de onda completa
- 2Resistencias de 1.5K  $\Omega$
- 1Condensador polarizado 1000 microfaradios

**PREINFORME**

\*Osciloscopio: usos , características generales, partes principales y usos de cada una de ella , qué es.

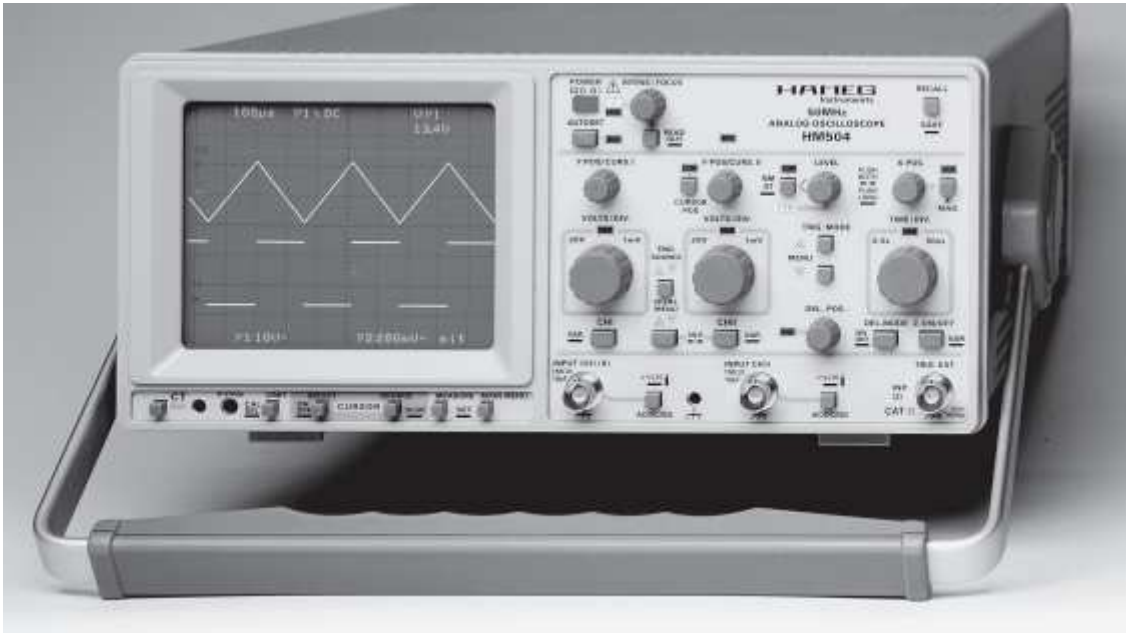
\* Investigar la comprobación de conceptos

***¡ NORMA DE SEGURIDAD!***

***Si el generador de señales y la fuente de alimentación no están aislados de tierra, entonces la tierra del osciloscopio sólo podrá ser conectada a la tierra común. De otro modo, el circuito será modificado y podrán fluir corrientes grandes.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

**EL OSCILOSCOPIO:**



instrumento electrónico que registra los cambios de tensión producidos en circuitos eléctricos y electrónicos y los muestra en forma gráfica en la pantalla de un tubo de rayos catódicos. Los osciloscopios se utilizan en la industria y en los laboratorios para comprobar y ajustar el equipamiento electrónico y para seguir las rápidas variaciones de las señales eléctricas, ya que son capaces de detectar variaciones de millonésimas de segundo. Unos conversores especiales conectados al osciloscopio pueden transformar vibraciones mecánicas, ondas sonoras y otras formas de movimiento oscilatorio en impulsos eléctricos observables en la pantalla del tubo de rayos catódicos.

Para una mejor información sobre la constitución y funcionamiento de un osciloscopio consulte las siguientes páginas de internet:  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/movimiento/osciloscopio/osciloscopio.htm>  
[http://www.hameg.es/osc/osc\\_3.htm](http://www.hameg.es/osc/osc_3.htm)

FIGURA 11.0



del mismo. Seguramente su osciloscopio tenga muchos otros mandos que éste, en esta introducción trataremos de cubrirlos a todos ellos.

- **BRIGHT**

Controla la intensidad lumínica (o brillo) de la pantalla. Esto es muy útil ya que los osciloscopios (a diferencia de las computadoras) no disponen de salvapantallas.

Entonces, si deja un trazo brillante en la pantalla durante tiempos muy largos, puede

suceder que esa imagen quede "quemada" sobre la superficie fluorescente del tubo

quedando permanentemente visible, incluso con el instrumento apagado. Si desea (o

necesita) dejar el instrumento conectado mucho tiempo con una señal estática será

necesario bajar el brillo del trazo al mínimo para evitar este inconveniente. Cabe aclarar

que la superficie quemada está en el interior del tubo, no pudiendo ser reparado de

ninguna forma.

- **FOCUS**

Este mando permite ajustar la definición del trazo. Un trazo fuera de foco se ve difuso y

poco definido, mientras que un trazo enfocado correctamente permite una clara y rápida

visualización.

- **GRATICULE**

Este control permite iluminar una escala (o grilla) que facilita la medición de la señal

visualizada. Usualmente es una película plástica colocada sobre la superficie del tubo la

cual está dibujada con una matriz de cubos de 1cm cuadrado, generalmente con líneas

punteadas. Comparando la matriz con la forma de onda, es posible efectuar la medida

tanto de tensión como de frecuencia. Si el control es apagado la grilla no será visible.

- **TRACE**

También llamado "CHANNEL" este mando permite seleccionar el trazo a mostrar en la

pantalla. Estas son las opciones mas usuales junto con su explicación:

- A: Sólo se muestra el trazo de la señal A.

- B: Sólo se muestra el trazo de la señal B.

- A+B: Se muestran tanto la señal A como la señal B (en dos trazos).

- ADD: Las dos entradas de señal son sumadas y mostradas en un único trazo.

- **TRIGGER LEVEL**

Un trazo que exhibe una forma de onda sin el uso del TRIGGER (o disparador) se desplaza de forma similar que lo hace un sistema de TV cuando su sistema de traba horizontal está desajustado. El trigger detiene el trazo de una señal, hasta que una determinada parte de la forma de onda aparezca. Esto produce que el tubo se borre exactamente en el punto adecuado de la forma de onda para que ésta parezca estacionaria o quieta en un mismo lugar, facilitando su comprensión. Este control, por consiguiente, permite establecer el punto de la forma de onda donde debe actuar.

- **TRIGGER SELECTOR**

Selecciona el origen de la señal de disparo. La mayoría de los instrumentos de dos trazos pueden ser disparados tanto desde el canal A como el B. Algunos mas complejos, disponen de la facilidad de disparar desde una señal externa, en cuyo caso un conector (usualmente rotulado TRIGGER) permite ingresar dicho impulso.

- **TIMEBASE**

La velocidad con la que se dibuja un trazo en la pantalla del tubo puede ser ajustada con el control TIMEBASE. Este está calibrado en segundos (S), milisegundos (mS = 0.001 segundos) o microsegundos (uS = 0.000001 segundos).

- **INPUT LEVEL**

Ajusta el nivel de entrada de cada canal permitiendo que el trazo complete la totalidad de la pantalla. Este es un selector calibrado en Voltios por centímetro (V/cm). Dado que este mando se ajusta de acuerdo a la magnitud de la señal de entrada, un ajuste sobre el rango hará que la señal mostrada sea imperceptible, pero ajustarlo bajo la escala puede dañar los circuitos de entrada del instrumento. De todas formas los equipos actuales disponen de protección contra este tipo de inconvenientes.

- **POSITION**

Establece la posición vertical del trazo en la pantalla permitiendo facilitar la lectura de la señal. Por ejemplo, puede establecer de cero voltios a la posición central de la grilla

para medir AC, o al pié de la pantalla para medir DC.

### PARA REALIZAR PRIMER PARTE

Pida el respectivo manual del osciloscopio al almacenista, con base en él identifique cada una de las perillas y con la ayuda del profesor si fuese necesario establezca su función. Luego realice un dibujo del panel frontal del osciloscopio de su banco de trabajo, además especifique valores como: impedancia de salida, máximo rango de voltaje, máximo rango de frecuencia.

### SEGUNDA PARTE

Proceda a encender el osciloscopio, proceda a hacer su respectiva calibración, de la siguiente forma: conecta un canal (se recomienda primero CH1), luego ubique la punta en la perilla que indica 2 Vpp, en el osciloscopio debe aparecer una onda cuadrada con el valor indicado anteriormente. Para una mejor COMPROBACIÓN consulte con su profesor y el respectivo manual.

### TERCERA PARTE

Proceda a conectar la punta del osciloscopio a la fuente de D.C, ubique en él una escala mucho mayor que el valor del voltaje que usted le de a la fuente, observe la forma de onda de el voltaje. ¿ a qué se debe que sea así?

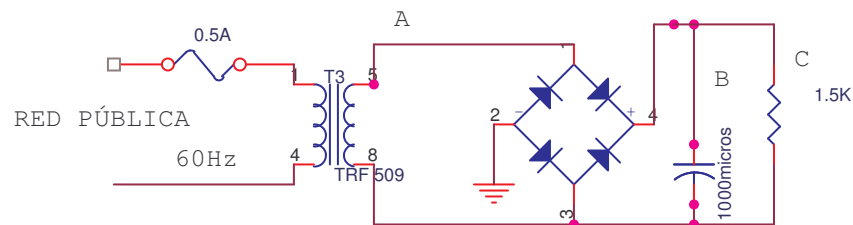
### CUARTA PARTE

Con la ayuda de su profesor tome una señal sinusoidal del generador de funciones, seleccione una frecuencia y voltaje cualquiera, conecta la punta del osciloscopio. Comience a variar la perilla de time base, hasta que pueda apreciar en el osciloscopio por los menos dos ciclos de la señal. De acuerdo al valor de la perilla calcule COMPROBACIÓN el periodo y frecuencia de la señal que está observando. Para ello mire la el valor de la escala (time base), divida este valor en cinco y multiplíquelo por el número de cuadros que corresponden al periodo de la señal.

### QUINTA PARTE

Conecte el siguiente circuito y con la COMPROBACIÓN del profesor realice las mediciones de voltaje, corriente, frecuencia y periodo en los puntos A,B,C.

Figura 11.1



### COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS

1. ¿Cómo mediría corriente con el osciloscopio?

2. ¿Sería posible medir resistencias con un osciloscopio? De no se así ¿ por que?
3. ¿ De qué manera influye la impedancia del osciloscopio con ciertas mediciones ?
4. ¿ Es posible observar el ángulo de desfase de dos señales?

**BIBLIOGRAFÍA:**

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA DOCE**  
**MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE D.C. CON EL OSCILOSCOPIO**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Identificar los procedimientos utilizados para medir voltaje y corriente D.C. empleando el osciloscopio, las dos sondas, la cuadrícula, las escalas calibradas de las perillas y la Ley de Ohm.

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Resistencias varias de ½ w.
- Fuente de voltaje D.C. variable y sus puntas.
- Osciloscopio doble traza con sus puntas
- Protoboard
- Cables y demás elementos utilizados anteriormente

**PREINFORME:**

\*Usos del osciloscopio: Cómo se mide corriente , voltaje , frecuencia , periodo con el osciloscopio

\*Investigue la comprobación de conceptos

Para ampliar su consulta puede dirigirse a:

<http://www.todoelectronica.com/Revistas/programas/osciloscopio.pdf>

***NORMA DE SEGURIDAD***

***Antes de realizar cualquier medición con el osciloscopio y en general con cualquier instrumento de medida, no olvide pedir el manual del equipo al respectivo laboratorista. ¡Recuerde que si lo pide es para leerlo!***

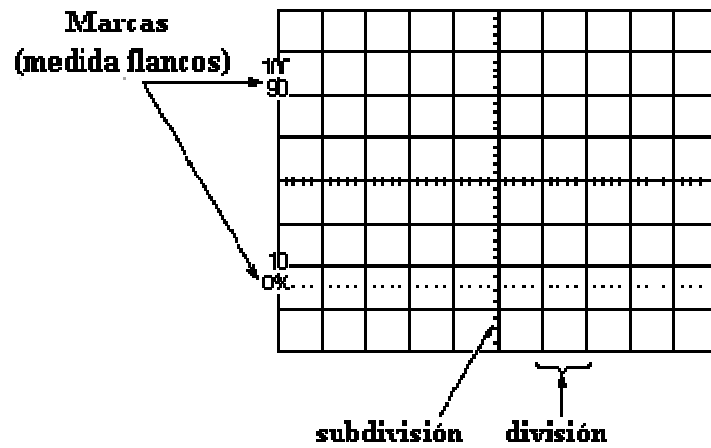
**FUNDAMENTOS TEÓRICOS:**

Como todo aparato de medición el osciloscopio tiene un rango de escala máxima de corriente, voltaje, frecuencia, tenga en cuenta no sobrepasarlo.

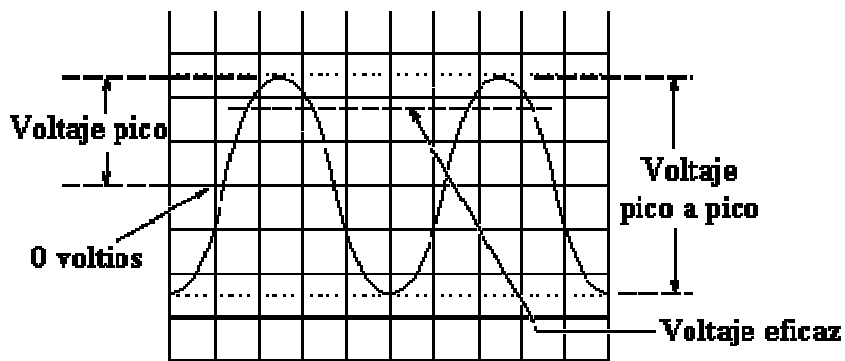
Una particularidad de este instrumento es que posee una punta que permite variar una escala, en otras palabras haría las veces de una sonda multiplicadora.

Para esta práctica en especial recuerde colocar la perilla en modo de D.C., de lo contrario no obtendrá los resultados esperados.

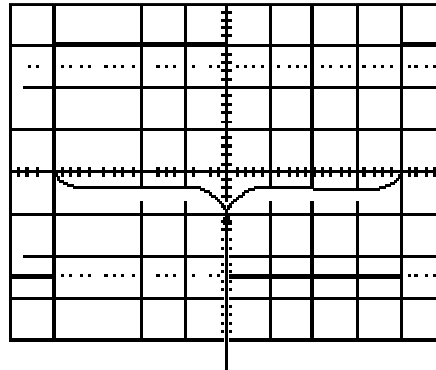
## LA PANTALLA ( OSCILOSCOPIO)



## MEDIDAS DE VOLTAJE

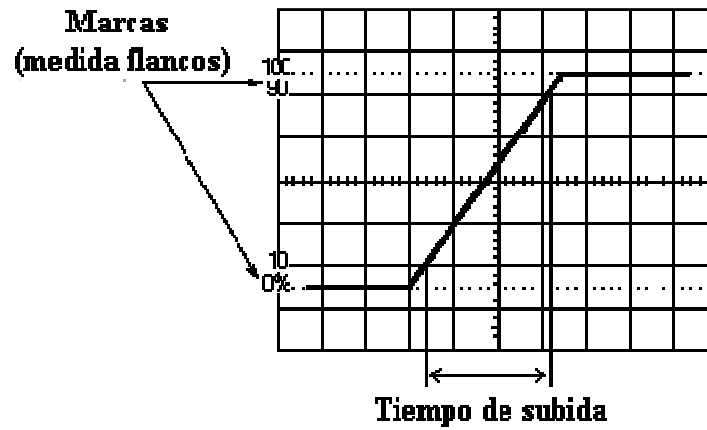


## MEDIDA DE TIEMPO Y FRECUENCIA

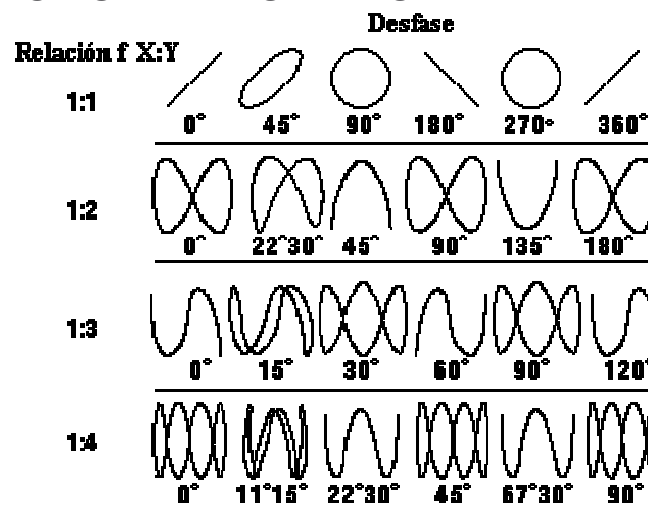


Utiliza la línea horizontal central  
para obtener precisión

### MEDIDA DE TIEMPO DE SUBIDA Y BAJADA EN LOS FLANCOS

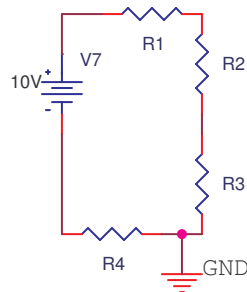


### MEDIDA DEL DESFASE ENTRE SEÑALES



## PARA REALIZAR

1. Monte el circuito de la figura FIGURA 12.1



2. Luego prepare el osciloscopio para realizar una medida, seleccione el canal que desee, verifique en la pantalla una línea de barrido centrada, y con color adecuado.
3. Recuerde que el valor de resistencias a usar en el montaje es:  $470\Omega$  a  $2.2k\Omega$  (usted las elige).
4. Tome el multímetro digital y realice las mediciones de voltaje de nodo. Anote estos valores.
5. Luego con la asesoría del profesor, proceda a realizar las mismas mediciones hechas con el multímetro digital, pero esta vez use el osciloscopio.
6. Realice una tabla comparativa, donde aparezca los valores calculados (teóricos), valores medidos con el osciloscopio, valores medidos con el multímetro digital. Si existen diferencias halle el porcentaje de error.
7. Con base en el circuito de la figura 12.1, diseñe un circuito resistivo( para medir corriente). O si prefiere puede tomar el diseño anteriormente mencionado.
8. A continuación realice una tabla comparativa, entre: valores calculados, valores medidos con el osciloscopio, valores medidos con el multímetro digital. Además calcule el porcentaje de error.

## COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS

1. ¿ Según los datos obtenidos anteriormente cuál instrumento es el apropiado para medir voltaje y corriente?.
2. ¿Cuál es el valor de la impedancia de un osciloscopio?
3. ¿ Existe más de una forma de medir corriente con el osciloscopio? Si es así indíquelas.

## BIBLIOGRAFÍA:

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
UNIDAD DE ELECTRÓNICA  
LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I  
PRACTICA TRECE  
FIGURAS DE LISSAJOUS**

**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVOS:**

- Medir la frecuencia de una onda senoidal por medio de las curvas de Lissajous.  
Verificar la calibración de frecuencia de un generador de audio.

**MATERIALES Y EQUIPOS**

- Generador de funciones y sus puntas
- Osciloscopio y sus puntas

**PREINFORME**

\*Consulte sobre el método de Lissajous: para qué se usa , qué es , características generales

\*Averiguar la comprobación de conceptos

Para una mayor información se le sugiere consultar en :

<http://www.todoelectronica.com/Revistas/programas/osciloscopio.pdf>

***¡ NORMA DE SEGURIDAD!***

***Maneje montajes ordenados, que le permitan verificar de una forma clara , cuando el circuito no funciona, además esto le evitara futuros accidentes producidos por el desorden.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

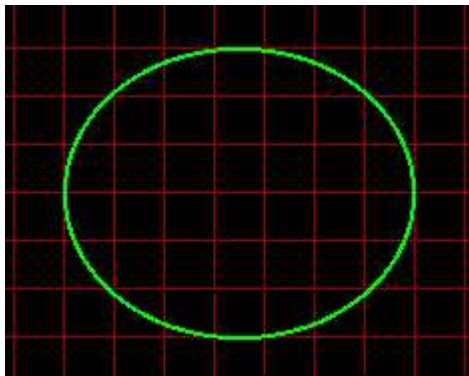
Los osciloscopios se emplean para medir tensiones de c.a. y observar formas de onda de c.a. También se pueden emplear, si tienen base de tiempo calibrada, para medir el periodo de una forma de onda. Una vez conocido el periodo T, la frecuencia f de la forma de onda se puede calcular por medio de la fórmula:

$f = \frac{1}{T}$   
Pero tanto si el osciloscopio tiene base de tiempo calibrada como si no la tiene, se le puede utilizar para medir la frecuencia de señales de c.a. por el método de las figuras de Lissajous.

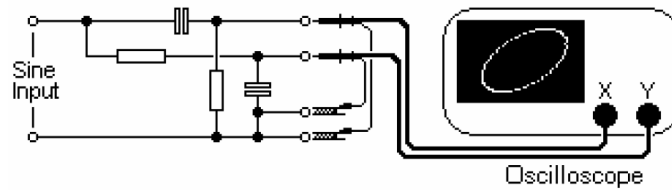
A continuación encontrará un ejemplo de medición con el osciloscopio usando las figuras de Lissajous:

## FIGURAS DE LISAJOUS

Para esta experiencia, conecte dos puntas de prueba a CHAN-A y CHAN-B. Luego, sostenga con sus manos por la parte metálica ambas puntas. Verá la misma basura que vió en la experiencia anterior, pero esta vez hay diferencia entre ambas señales. Esto resulta mucho mejor si dos personas sostienen una cada punta de medición. Si ambas señales son EXACTAMENTE idénticas, entonces el punto se moverá hacia arriba y hacia la derecha y luego hacia abajo y hacia la izquierda. Esto causará una línea diagonal a través de la pantalla. El círculo se produce cuando ambas señales tienen exactamente la misma frecuencia, pero diferente forma de onda o fase. Si ambas señales son perfectas ondas seno y diferenciadas exactamente por 90 grados de fase se producirá la siguiente visualización:

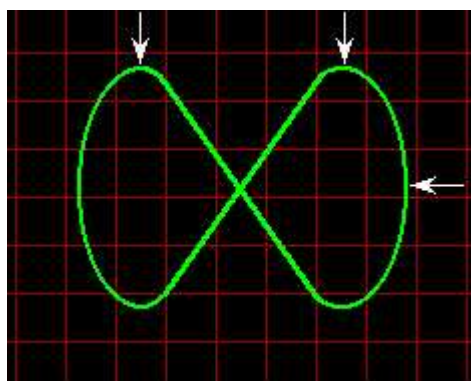


Si tiene acceso a un generador de onda seno de AF, conecte un circuito RC a una de las entradas y un circuito CR a la otra. Verá lo siguiente:



Verá que la forma de la figura cambia en función de la frecuencia de la señal. Si la fase cambiara constantemente (ligeramente en diferentes frecuencias) vería un bloque cuadrado formado por una imagen en movimiento cambiando de izquierda - una línea inclinándose a la izquierda - un círculo - una línea inclinándose a la derecha - otro círculo - y volvería a la línea inclinándose a la izquierda nuevamente. Si ambas ondas seno difieren en frecuencia en una relación 2:1 vería una figura como la siguiente:

Note que en plano vertical (eje Y = CHAN 2) hay sólo un pico, pero en el plano horizontal (eje X = CHAN 1) hay dos. CHAN 1 tiene, por consiguiente, el doble de la frecuencia de CHAN 2. Con otras combinaciones de frecuencias la forma de onda obtenida se vuelve mas compleja, puede experimentar con relaciones de 3:2, 8:3, 2:5, etc.



Note que en plano vertical (eje Y = CHAN 2) hay sólo un pico, pero en el plano horizontal (eje X = CHAN 1) hay dos. CHAN 1 tiene, por consiguiente, el doble de la frecuencia de CHAN 2. Con otras combinaciones de frecuencias la forma de onda

obtenida se vuelve mas compleja, puede experimentar con relaciones de 3:2, 8:3, 2:5, etc.

tomado de la siguiente página de internet:

<http://www.todoelectronica.com/Revistas/programas/osciloscopio.pdf>

### **PARA REALIZAR**

1. Con la ayuda y verificación del profesor tome del generador de señales una onda senoidal, y asígnele una frecuencia cualquiera, ( usted la elige),.
2. Usando el osciloscopio, verifique los valores de voltaje, frecuencia y periodo.
3. Realice una gráfica de la señal observada
4. Usando el método de las curvas de lissajous, proceda a establecer el valor de frecuencia para señal presente.
5. Varíe ahora la frecuencia de la señal ( mínimo en cuatro rangos diferentes) y para cada valor de frecuencia realice las respectivas mediciones.,

### **COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS**

1. ¿ Qué tan preciso podemos afirmar que es el método de Lissajous?
2. ¿ En qué casos lo deberíamos usar?
3. ¿ Podemos afirmar que existe un rango de error en la salida del generador de señales?

### **BIBLIOGRAFÍA:**

La que hemos venido usando.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**UNIDAD DE ELECTRÓNICA**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**PRACTICA CATORCE**  
**MEDICION DE Vrms, Vp, Vp-p, Periodo y Frecuencia**  
**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Identificar los procedimientos empleados para medir voltaje: “rms”, “pico”, “pico a pico”, “Periodo y Frecuencia”, empleando el osciloscopio, las dos sondas, la cuadrícula, las escalas calibradas de las perillas y la Leyes básicas del análisis de circuitos eléctricos.

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Resistencia de  $470\Omega$  y de  $1k\Omega$  (1/2W).
- Transformador TRF 509
- 4 caimanes
- Protoboard y cables conectores
- Multímetro Digital.
- Osciloscopio doble traza con sus puntas de prueba .
- 4 Diodos 1n4004
- Resistencias de 1.5 K (dos)
- 1 Condensador 1000 microfaradios

**PREINFORME**

Investigue todo lo relacionado con técnicas de manejo y medición directa de voltajes: rms, pico, pico-pico, periodo y frecuencia .

Además de la bibliografía ya dada puede encontrar más información pertinente al tema del laboratorio en:

<http://www.todoelectronica.com/Revistas/programas/osciloscopio.pdf>

***¡ NORMA DE SEGURIDAD!***

***No energice los circuitos montados en el protoboar sin antes haberlos revisado detalladamente, para esto se puede ayudar usando un simulador.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

**GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA**

Un generador simple sin conmutador producirá una corriente eléctrica que cambia de sentido a medida que gira la armadura. Este tipo de corriente alterna es ventajosa para la transmisión de potencia eléctrica, por lo que la mayoría de los generadores eléctricos son de este tipo. En su forma más simple, un generador de corriente alterna se diferencia de uno de corriente continua en sólo dos aspectos: los extremos de la bobina de su armadura están sacados a

los anillos colectores sólidos sin segmentos del árbol del generador en lugar de los conmutadores, y las bobinas de campo se excitan mediante una fuente externa de corriente continua más que con el generador en sí. Los generadores de corriente alterna de baja velocidad se fabrican con hasta 100 polos, para mejorar su eficiencia y para lograr con más facilidad la frecuencia deseada. Los alternadores accionados por turbinas de alta velocidad, sin embargo, son a menudo máquinas de dos polos. La frecuencia de la corriente que suministra un generador de corriente alterna es igual a la mitad del producto del número de polos por el número de revoluciones por segundo de la armadura.

A veces, es preferible generar un voltaje tan alto como sea posible. Las armaduras rotatorias no son prácticas en este tipo de aplicaciones, debido a que pueden producirse chispas entre las escobillas y los anillos colectores, y a que pueden producirse fallos mecánicos que podrían causar cortocircuitos. Por tanto, los alternadores se construyen con una armadura fija en la que gira un rotor compuesto de un número de imanes de campo. El principio de funcionamiento es el mismo que el del generador de corriente alterna descrito con anterioridad, excepto en que el campo magnético (en lugar de los conductores de la armadura) está en movimiento.

La corriente que se genera mediante los alternadores descritos más arriba aumenta hasta un pico, cae hasta cero, desciende hasta un pico negativo y sube otra vez a cero varias veces por segundo, dependiendo de la frecuencia para la que esté diseñada la máquina. Este tipo de corriente se conoce como corriente alterna monofásica. Sin embargo, si la armadura la componen dos bobinas, montadas a  $90^\circ$  una de otra, y con conexiones externas separadas, se producirán dos ondas de corriente, una de las cuales estará en su máximo cuando la otra sea cero. Este tipo de corriente se denomina corriente alterna bifásica. Si se agrupan tres bobinas de armadura en ángulos de  $120^\circ$ , se producirá corriente en forma de onda triple, conocida como corriente alterna trifásica. Se puede obtener un número mayor de fases incrementando el número de bobinas en la armadura, pero en la práctica de la ingeniería eléctrica moderna se usa sobre todo la corriente alterna trifásica, con el alternador trifásico, que es la máquina dinamoeléctrica que se emplea normalmente para generar potencia eléctrica.

A continuación encontrará un breve ejemplo de medición usando el osciloscopio:

### **OPERACION BASICA**

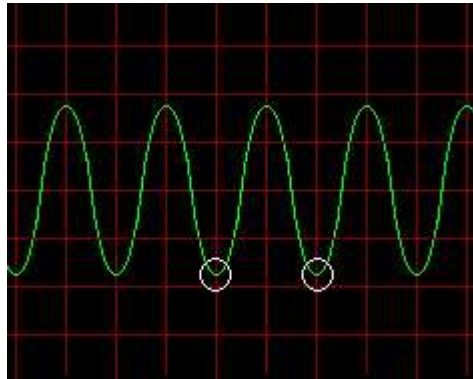
Para una simple experiencia, conecte una punta en la entrada CHAN-A luego, sostenga

con su mano la punta metálica de prueba. Verá basura en la pantalla que corresponde a

los 50 Hz (60 Hz en algunos países) del suministro eléctrico, que es recibido por su

cuerpo. Coloque el mando timebase en 10mS / Div y el nivel de entrada de CHAN-A de

manera que no se salga de la pantalla. Verá una forma de onda así:



En el selector de entrada trigger coloque CHAN-A. Ajuste el control TRIGGER lentamente y verá como en algunos puntos del recorrido de ese mando la señal se vuelve estática. Si el control TRIGGER de su instrumento dispone de una posición AUTO selecciónela, de esa forma no necesitará ajustar el mando manualmente. La forma de onda que vió en su instrumento no es exactamente como la mostrada, ya que se ha cargado de distorsión. Esto se debe a varios factores, principalmente a que su cuerpo capta señales espúreas emitidas por los equipos electrónicos y eléctricos que tenga instalados tales como el TV, las lámparas fluorescentes, etc. Todos esos factores distorsionan una señal y forman otra distinta. Si mira la forma de onda verá que hay dos divisiones horizontales rojas en la grilla de escala a través de dos picos consecutivos. Como el mando timebase está en 10mS/Div, le toma 20mS al trazo viajar entre dos divisiones. El PERIODO de la forma de onda es por consiguiente 20mS, (o 0.02 seg.). La FRECUENCIA de la forma de onda es  $\frac{1}{0.02} = 50$  Hz. Ahora, vea la escala vertical. La línea central es cero voltios, y la forma de onda se mueve en 1.8 divisiones tanto arriba como abajo de la línea central, y si el nivel de entrada está a 1Volt/cm el nivel de la señal analizada es de  $1.8v + 1.8v = 3.6$  voltios Pico-A-Pico. Esto es igual a  $3.6v \times 0.35 = 1.2$  volts RMS, que es lo que vería en un voltímetro. De esta forma se puede tomar la frecuencia y la amplitud de cualquier forma de onda.

Tomado de la siguiente página de internet  
<http://www.todoelectronica.com/Revistas/programas/osciloscopio.pdf>

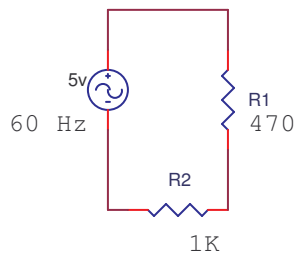
**PARA REALIZAR:**

1. Usando el mutímetro digital de la siguiente forma:

- Función A.C.
- Rango 20Vrms.

2. Conecte los terminales del multímetro a la fuente A.C. escogida ( Variac o generador de señales) y ajuste la salida a 5V y 60Hz como lo indica el circuito.

FIGURA 14.1



3. Con la ayuda del osciloscopio y el multímetro digital tome los voltajes r.m.s. compare los valores obtenidos y si existe diferencias halle el porcentaje de error.

4. Usando el generador de audio frecuencia, proceda a seleccionar a su criterio dos valores de frecuencia y de voltaje de por lo menos tres señales diferentes ( sinusoidal, triangular, cuadrada ).

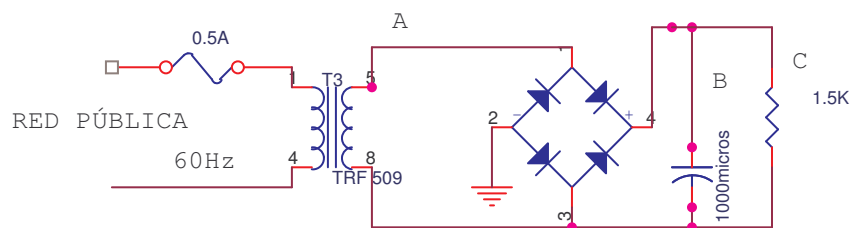
5. Conecte estas señales obtenidos del generador de audiofrecuencia, al osciloscopio y proceda a medir:

- Voltaje pico
- Voltaje pico pico
- Frecuencia
- Periodo

6. Elabore un gráfico de cualquier señal, donde identifique todos los valores calculados.

7. Monte el siguiente circuito

FIGURA 14.2



8. Realice las mediciones del punto cinco. ( en el punto A, B, C )

## **COMPROBACIÓN DE CONCEPTOS**

1. ¿Qué entiende por voltaje rms?.
2. ¿Cuál es la diferencia importante al medir con los dos instrumentos el voltaje r.m.s.?
3. ¿Cuál parámetro debemos medir en un circuito cualquiera?

## **BIBLIOGRAFÍA:**

La que hemos venido usando.

## **SIMULACIONES:**

Al finalizar la última hora, presente su cuaderno de apuntes, con las conclusiones y anotaciones que considere importantes de todo lo estudiado, experimentado y aprendido durante la práctica de laboratorio y no olvide mostrar funcionando cada montaje durante la clase, para ser revisado y aprobado por el profesor, finalmente, ejecute las simulaciones en su casa usando cualquiera de los siguientes simuladores Crocclip, Circuit Maker o Workbench, si es posible realizarlas en la universidad utilice ORCAD.

***¡ El semestre académico se está terminando. En estos momentos ya debería tener por lo menos la idea de el montaje final. Si considera que lo amerita puede optar por la realización de un circuito impreso!.***

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
UNIDAD DE ELECTRÓNICA  
LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I  
PRACTICA QUINCE  
MEDICIÓN DE ÁNGULO DE FASE ENTRE SEÑALES A.C.**

**Ing. Mabel Rocío Díaz Pineda**

**DURACIÓN:** Una semana

**OBJETIVO:**

- Encontrar e identificar los métodos y procedimientos empleados para visualizar y medir el atraso o adelanto de una señal con respecto a otra ya sea del mismo periodo y frecuencia o de diferentes parámetros, empleando el osciloscopio, las dos sondas, la cuadrícula, las escalas calibradas de las perillas y la Leyes básicas del análisis de señales eléctricas.

**MATERIALES Y EQUIPO:**

- Resistencia de  $560\Omega$  de  $1/2W$ .
- Transformador TRF 509
- 4 caimanes
- Condensadores de  $0.1\mu F$ ,  $1\mu F$ ,  $100\mu F$ .
- Osciloscopio doble traza con sus puntas de prueba .
- 1 Diodo 1 N 4004

**PREINFORME**

Desfase entre señales: Cómo se calcula y en qué casos se utiliza

A continuación se sugiere una bibliografía adicional donde puede conseguir más información:

[http://www.mty.itesm.mx/decic/deptos/ie/profesores/jabaez/clases/e832/Enero\\_2004/Representaci%F3n\\_se%F1ales\\_senoidales.pdf](http://www.mty.itesm.mx/decic/deptos/ie/profesores/jabaez/clases/e832/Enero_2004/Representaci%F3n_se%F1ales_senoidales.pdf)

***¡ NORMA DE SEGURIDAD!***

***Verifique periódicamente el valor asignado a la fuente de continua, además visualice la corriente. Tenga en cuenta para cada montaje cuál es la corriente máxima que puede soportar cada elemento presente en el circuito.***

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

**CARACTERÍSTICAS DE UN CONDENSADOR**

dispositivo que almacena carga eléctrica. En su forma más sencilla, un condensador está formado por dos placas metálicas (armaduras) separadas por una lámina no conductora o dieléctrico. Al conectar una de las placas a un generador, ésta se carga e induce una carga de signo opuesto en la otra placa. La botella de Leyden es un condensador simple en el que las dos placas conductoras son finos revestimientos metálicos dentro y fuera del cristal de la botella, que a su vez es el dieléctrico. La magnitud que caracteriza a un

condensador es su capacidad, cantidad de carga eléctrica que puede almacenar a una diferencia de potencial determinado.

Los condensadores tienen un límite para la carga eléctrica que pueden almacenar, pasado el cual se perforan. Pueden conducir corriente continua durante sólo un instante, aunque funcionan bien como conductores en circuitos de corriente alterna. Esta propiedad los convierte en dispositivos muy útiles cuando debe impedirse que la corriente continua entre a determinada parte de un circuito eléctrico. Los condensadores de capacidad fija y capacidad variable se utilizan junto con las bobinas, formando circuitos en resonancia, en las radios y otros equipos electrónicos. Además, en los tendidos eléctricos se utilizan grandes condensadores para producir resonancia eléctrica en el cable y permitir la transmisión de más potencia.

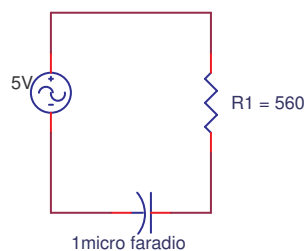
Los condensadores se fabrican en gran variedad de formas. El aire, la mica, la cerámica, el papel, el aceite y el vacío se usan como dieléctricos, según la utilidad que se pretenda dar al dispositivo.

### **PARA REALIZAR PRIMERA PARTE**

Monte el circuito de la figura, escoja a su gusto el punto GND, para realizar las mediciones usaremos el osciloscopio. Procederemos con una sonda(chanel a ) a medir el voltaje o señal presente en R1, con el canal B tomaremos el valor de la señal en C1. Realice los dibujos de las dos señales. Basados en las gráficas determine el atraso ( en grados ) de una señal con respecto a la otra. Luego en el cuaderno responda:

1. ¿Cuál de las dos formas es más exacta al medir y porqué?
2. Según las gráficas obtenidas: ¿ cómo podemos describir el funcionamiento de un condensador para este tipo de señales?

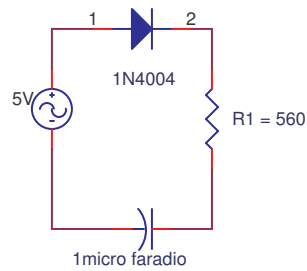
FIGURA 15.1



### **SEGUNDA PARTE**

Monte en el protoboar el circuito de la figura

FIGURA 15.2



Con la ayuda de las dos sondas del osciloscopio realice la medición de voltaje en el diodo, en la resistencia, luego desconecte una sonda del circuito y conéctela al condensador para medir su voltaje.

Realice una gráfica de cada señal, luego verifique la fase entre ellas. Luego responda:

1. ¿ Qué efecto notó usted luego de colocar el diodo?
2. ¿ El condensador sigue comportándose igual?
3. Si necesito volver a desfasar la señal  $180^\circ$  ¿ qué debería modificar al circuito?

### **BIBLIOGRAFÍA:**

La que hemos venido usando.