



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN



## Laboratorio de Redes Eléctricas



## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	
CHARLA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO.....	3
PRÁCTICA # 1.- USO DEL SIMULADOR MULTISIM .....	23
PRÁCTICA # 2.- INTRODUCCIÓN A LABVIEW .....	49
PRÁCTICA # 3.- LABVIEW (PARTE II) Y ADQUISICION DE DATOS .....	70
PRÁCTICA # 4.- MEDICIÓN DE VOLTAJES Y CORRIENTES .....	80
PRÁCTICA # 5.- MANEJO DEL OSCILOSCOPIO PARTE I .....	90
PRÁCTICA # 6.- MANEJO DEL OSCILOSCOPIO PARTE II .....	101
PRÁCTICA # 7.- CONSTANTE DE TIEMPO PARA CIRCUITOS RC Y RL .....	110
PRÁCTICA # 8.- AUTOINDUCCIÓN, INDUCCIÓN MAGNÉTICA Y POLARIDAD DEL TRANSFORMADOR .....	118
PRÁCTICA # 9.- TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS .....	129
PRÁCTICA # 10.- SISTEMAS TRIFÁSICOS Y MEJORAMIENTO DE FACTOR DE POTENCIA .....	141
TABLAS DE BANCOS DE RESISTORES E INDUCTORES .....	150
ANEXOS.....	152



## **INTRODUCCIÓN**

La presente guía contiene un conjunto de prácticas de Laboratorio propuesta para realizarse durante un semestre, dentro del curso de la materia Laboratorio de Redes Eléctricas.

Estas Prácticas están planteadas en grupos de dos, con la intención de realizar una Práctica por semana, las Prácticas propuestas establecen un nexo entre el programa de la materia y sus objetivos, con la tecnología y los dispositivos eléctricos y electrónicos que los estudiantes encontraran al concluir su carrera y egresar.

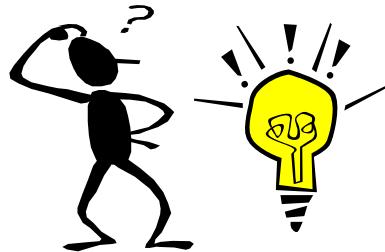
En la mayoría de las Prácticas se estimula el uso de la Simulación como una herramienta útil que facilita el análisis y el diseño de circuitos eléctricos, mostrando sus Ventajas y Desventajas.

Confiamos en que este trabajo facilite el proceso de enseñanza y aprendizaje, aportando elementos que estimulen el aprendizaje significativo a través de la adquisición de conocimientos y habilidades útiles

## CHARLA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO

### OBJETIVOS PRINCIPALES:

- ✓ Conocer los principios básicos de la electricidad.
- ✓ Condiciones y procedimientos seguros de trabajo.
- ✓ Respuesta correcta y rápida durante las emergencias.



### INTRODUCCIÓN

Hoy en día si observamos los avances tecnológicos en diversos ámbitos, no se concibe el desarrollo de nuevos productos, materiales o el avance mismo de la ciencia sin un trabajo de laboratorio. Aquí científicos, profesionales de diversas disciplinas y técnicos, pasan gran parte de su vida y por ello, debe asegurarse un ambiente laboral donde se minimicen los riesgos de accidentes o enfermedades derivadas de la actividad.

Podemos ver que existen laboratorios de investigación o de ensayos, públicos y privados con última tecnología en equipos y otros más humildes, pero no menos eficientes y efectivos en su trabajo. No obstante todos tienen algo en común y es asegurar condiciones de seguridad aptas para la actividad, que pueden lograrse siguiendo determinadas recomendaciones, las cuales no insumen un costo importante y en algunos casos es nulo.

El objetivo del presente, es brindar a todos aquellos que deben trabajar o a los estudiantes de la prevención cuya función es asegurar condiciones de trabajo correctas y seguras en un laboratorio, una serie de recomendaciones que aplicadas, minimizarán el riesgo de un incidente o accidente.

## **LOS AVISOS DE SEGURIDAD Y CÓDIGOS DE COLORES**



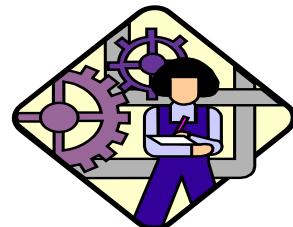
### **Rojo**

También debe tener la palabra **DANGER** (PELIGRO). Se lo puede encontrar en equipos para combatir incendios, sustancias inflamables y dispositivos de emergencia como interruptores de emergencia, barra y botones de paro.



## Anaranjado

Para maquinaria o equipo que puede: cortar aplastar, electrocutar o causar otras lesiones

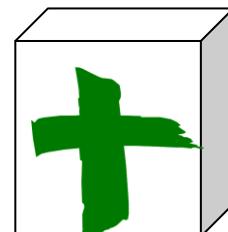


## Amarillo

También debe tener la palabra **CAUTION** (CUIDADO). Suele encontrarse en lugares donde puede existir peligro físico como resbalar, tropezar, caer, atrapar o golpear.

## Verde

Se lo puede encontrar en equipos de primeros auxilios.



## Azul

Para equipos en reparación. Avisos como: NO ARRANCAR EQUIPO, NO MUEVA EL EQUIPO o NO TOCAR

# REGLAS DE MANTENIMIENTO

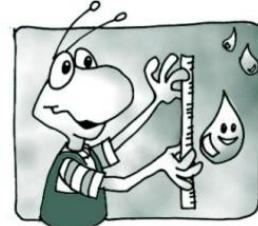
- ✓ Organizar eficientemente Herramientas y Equipos.
- ✓ Regresar cada cosa a su debido lugar después del uso.
- ✓ Mantener el área de trabajo libre de basura.
- ✓ Limpiar rápidamente todo derrame de sólidos o líquidos.
- ✓ Mantener el piso seco.



## AMBIENTE SEGURO

### Humedad

Para la comodidad personal, la humedad relativa es un factor importante porque cuando es baja causa una exceso de pérdidas de calor del cuerpo por evaporación de agua, provocando resequedad de la piel y de las membranas mucosas. Cuando la humedad es alta, el sudor no se evapora con facilidad y el cuerpo no puede enfriarse adecuadamente.



Cuando se enfriá aire húmedo en ausencia de superficies sólidas sobre las cuales pueda producirse la condensación, la presión parcial del agua puede ser superior a la presión de vapor del agua a esa temperatura, por lo que se dice que el aire está sobresaturado de vapor de agua.

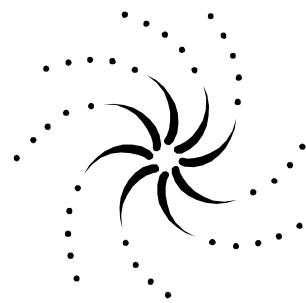
### Iluminación



La Iluminación de los laboratorios debe ir acorde con el tipo de tarea a realizar en cada sitio y por lo tanto con las exigencias visuales de los trabajos que se realicen en el área.

### Atmósfera

La ventilación general del laboratorio permite su acondicionamiento ambiental en cuanto a necesidades termo-higrométricas y la dilución y evacuación de contaminantes. El adecuado acondicionamiento ambiental del laboratorio se consigue actuando sobre la temperatura, el índice de ventilación y la humedad del aire.



## ROPA Y PRENDAS INDIVIDUALES

- ✓ Zapatos resistentes al aceite con suelas y tacones antideslizantes.
- ✓ No ropa demasiado apretada o muy suelta.
- ✓ No use prendas metálicas como anillos, cadenas, relojes de metal, etc.



## LAS HERRAMIENTAS

### NORMAS:

- ✓ Toda herramienta de mano debe tener aislamiento en el punto de agarre.
- ✓ No asumir que las herramientas aisladas son seguras.
- ✓ No usar herramientas con rajaduras, desgaste o grietas en el aislamiento.
- ✓ Observar el manual de instrucciones de uso de los equipos antes de ser usados.

### REGLAMENTOS:

- ✓ Se deben cumplir normas del Código Eléctrico Nacional de Electricidad.
- ✓ Inspeccionar la condición general de las herramientas.
- ✓ Revisar las herramientas y equipos para verificar sus seguridades.
- ✓ Inspeccionar todos los cables y conductores.

## INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y EQUIPOS DE ANÁLISIS

- ✓ Escoger instrumentos de medición y equipos de análisis apropiados.
- ✓ Utilizar procedimientos de prueba adecuados. No exceder limitaciones de los instrumentos y equipos.
- ✓ Evitar abuso y manejo descuidado de equipos de medición.
- ✓ Verificar su buen funcionamiento.
- ✓ Desenergizar el circuito antes de conectar los equipos de medición. Energice para leer medidas y desenergice nuevamente.

## COMPORTAMIENTO DENTRO DE UN LABORATORIO

- ✓ En los laboratorios se debe tener una actitud seria de trabajo.
- ✓ Lee atentamente el guión de la práctica. Sigue en todo momento las instrucciones del profesor o de los ayudantes. Ante cualquier duda, consulta al responsable de la práctica.
- ✓ No se pueden realizar experimentos que no estén autorizados por el profesor. Una labor importante en la Universidad es la investigación, por lo tanto no toques aquellos equipos e instalaciones que no pertenecen a tu práctica.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Comprueba que los interruptores de alimentación son accesibles y que conoces como utilizarlos en caso de emergencia.
- ✓ Si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos se corre un grave peligro. No los toques y notifícalo inmediatamente.
- ✓ Al notar cosquilleos o el menor chispazo utilizando un aparato debes proceder a su inmediata desconexión y posterior notificación.
- ✓ Es importante que prestes atención a los calentamientos anormales en los equipos y materiales a utilizar, y comunícalo para su inmediata revisión.

## CONEXIONES Y MONTAJES

- ✓ Toda instalación, conductor o cable eléctrico debe considerarse bajo tensión, hasta que se demuestre lo contrario.
- ✓ Siempre que estés realizando un montaje o un desmontaje, las fuentes deberán estar desconectadas para no sufrir una descarga.
- ✓ Realiza primero las conexiones del circuito sin tomar en cuenta la alimentación (fuente), ya revisado lo anterior procede a conectar la alimentación.
- ✓ No debes unir cables entre sí: debes utilizar cables de la longitud adecuada.
- ✓ Conecta y desconecta todos los aparatos eléctricos siempre por medio del interruptor y nunca a través de las uniones de conexión.
- ✓ Nunca desenchufes tirando del cable. Siempre debes desenchufar cogiendo la clavija-conector y tirando de ella.
- ✓ No olvides desconectar las herramientas eléctricas, los equipos o máquinas cuando termines de utilizarlos o en cualquier pausa en el trabajo.

## LA SEGURIDAD EN CASO DE FUEGO



El oxígeno del aire se combina con los materiales que arden, pero en forma violenta. A esta oxidación rápida la llamamos combustión. Para que un material entre en combustión se necesitan ciertas condiciones. Una de ellas es contar con suficiente oxígeno; normalmente esto no es problema, porque el aire que nos rodea lo contiene. Una segunda condición es que exista material combustible.

La tercera condición es que tengamos suficiente calor para que la combustión se inicie. Estas tres condiciones, en conjunto, forman lo que se conoce como el Triángulo del fuego.

Esta reacción química en cadena se repite mientras quede oxígeno y combustible, a menos que algo interrumpa este circuito.

En resumen se necesitan de 4 elementos para que el fuego ocurra

- Combustible.
- Oxígeno.
- Calor.
- Reacción Química.

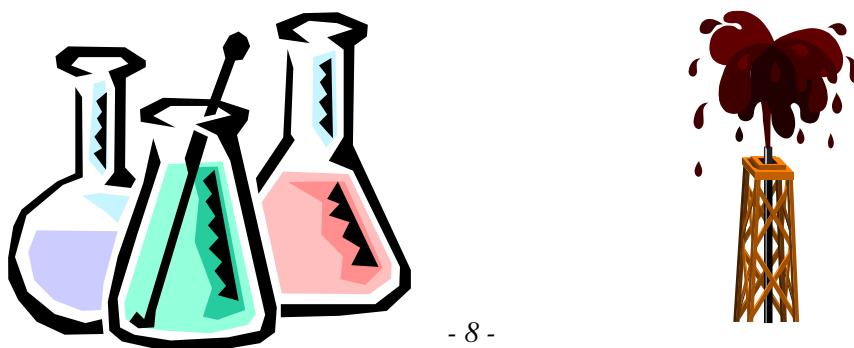
## CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS

En nuestro país, se clasifica los fuegos en cuatro clases:

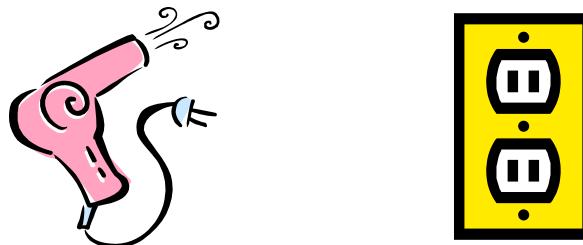
- ✓ **CLASE A:** Los fuegos clase A son aquellos que se producen en materias combustibles comunes sólidas, como madera, papeles, cartones, textiles, plásticos, etc. Cuando estos materiales se queman, dejan residuos en forma de brasas o cenizas.



- ✓ **CLASE B:** Son los que se producen en líquidos combustibles inflamables, como petróleo, gasolina, pinturas, etc. También se incluyen en este grupo el gas licuado de petróleo y algunas grasas utilizadas en la lubricación de máquinas. Estos fuegos, a diferencia de los anteriores, no dejan residuos al quemarse.



- ✓ **CLASE C:** Son los que comúnmente identificamos como "fuegos eléctricos". En forma más precisa, son aquellos que se producen en "equipos o instalaciones bajo carga eléctrica", es decir, que se encuentran energizados. Cuando en un fuego de clase C se desconecta la energía eléctrica, éste pasará a ser A, B ó D, según los materiales involucrados. Sin embargo, con frecuencia es muy difícil tener la absoluta certeza de que realmente se ha "cortado la corriente". En efecto, aunque se haya desactivado un tablero general, es posible que la instalación que arde esté siendo alimentada por otro circuito. Por lo tanto, deberá actuarse como si fuera fuego C mientras no se logre total garantía de que ya no hay electricidad.



- ✓ **CLASE D:** Son los que se producen en polvos o virutas de aleaciones de metales livianos como aluminio, magnesio, estos pueden reaccionar violentamente con el agua u otros químicos.



## COMO SE DEBE APAGAR EL FUEGO

- ✓ Apagar el fuego con un agente extintor, en nuestro caso nos interesa el de Clase C y el extintor apropiado para éste tipo de fuego es uno que no conduzca la corriente eléctrica.
- ✓ No utilice los extintores de agua para combatir fuegos en los equipos energizados.
- ✓ Dióxido de carbono, el químico seco común, los extintores de fuego de halón y el químico seco de uso múltiple





## PRIMEROS AUXILIOS

- ✓ El primer paso para auxiliar a una víctima de choque eléctrico es tratar de desconectar la corriente del conductor con el cual este en contacto la víctima.
- ✓ Si no se tiene éxito al intentar esto y la víctima continua recibiendo el choque, se debe romper el contacto entre la víctima y la fuente de electricidad sin ponerse uno mismo en peligro.
- ✓ Esto se hace usando un aislador para jalar o separar a la víctima del conductor vivo.
- ✓ No se debe tocar a la víctima con las manos desnudas mientras este electrificado. Aun un contacto momentáneo con la víctima puede ser fatal si el nivel de corriente es bastante alto.
- ✓ Se deben de ignorar los síntomas de mortis y la falta de pulso detectable, porque a veces son los resultados del choque. No son necesariamente pruebas de que haya expirado la víctima.

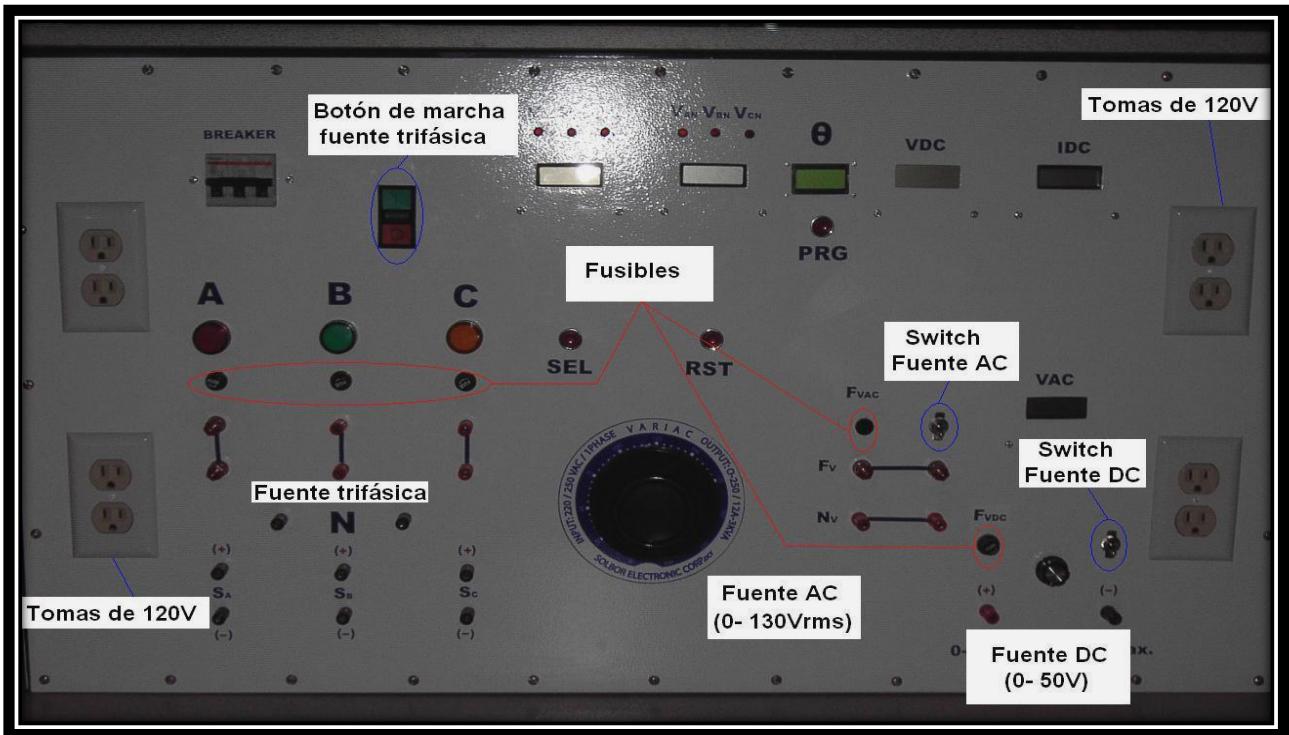
## MATERIALES Y EQUIPOS MÁS USADOS EN EL LABORATORIO DE REDES ELÉCTRICAS

- ✓ Mesa de Trabajo.
- ✓ Multímetro digital de banco Fluke 8010A/8012.
- ✓ Multímetro digital portátil Fluke 77III, 79III, 111.
- ✓ LCR EXTECH (Medidor de elementos pasivos)
- ✓ Osciloscopio Tektronix TDS1002B.
- ✓ Vatímetro Analógico (Hampden) y Digital (Extech).
- ✓ Analizador de Energía Fluke 41B.
- ✓ Generador de Funciones Meterman.
- ✓ Fuentes de Poder DC.
- ✓ Tablero Universal.
- ✓ Tarjeta de Adquisición de Datos.
- ✓ Estación de trabajo NI ELVIS.
- ✓ Acondicionador de señales NI-SCXI.

## MESA DE TRABAJO



## PANEL DE MESA DE TRABAJO





## CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

### MULTÍMETRO

- ✓ Para la medición de voltaje la conexión es en PARALELO a la carga utilizando las terminales COMUN y VOLTAJE.
- ✓ Para la medición de corriente la conexión es en SERIE a la carga utilizando las terminales COMUN y CORRIENTE del Multímetro.

### Multímetros Fluke

#### Observación:

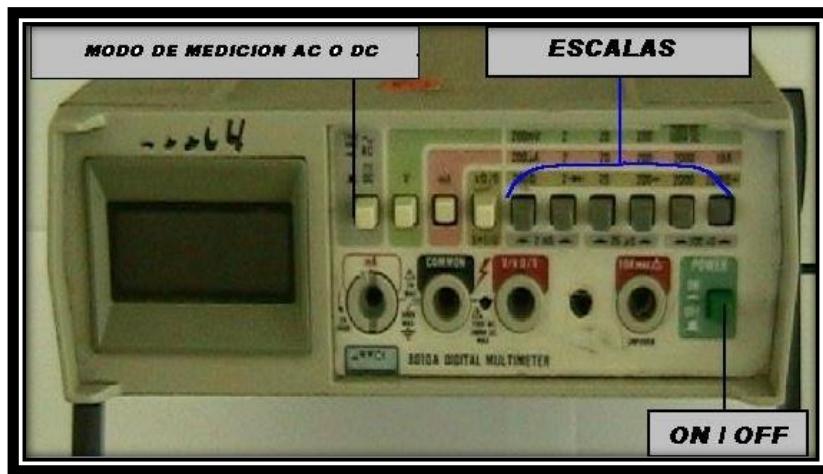
- ✓ Para la medición de corriente hay que tener en cuenta cual es el amperaje esperado y realizar la conexión en el multímetro según sea las borneras:  
Si la bornera es de 300mA no medir una corriente mayor a esta en dicha bornera, sino que elegir una de mayor capacidad.
- ✓ Un multímetro tiene diferentes escalas y según sea el modelo puede medir voltaje, corriente, resistencia, capacitancia y frecuencia etc. Para optimizar la medición (precisión) se debe escoger la escala inmediata superior al valor teórico esperado de la práctica.

### Multímetro Digital de Banco Fluke 8010A y 8012A

#### Mide:

Voltaje; Corriente (AC/DC); Resistencia.

También sirve como comprobador de diodos (verificación de ánodo y cátodo)





## Rangos Máximos y Mínimos:

<b>Voltaje:</b>	200mV - 750V AC
<b>Voltaje:</b>	200mV - 1000V DC
<b>Corriente:</b>	200µA - 2A DC/AC
<b>Resistencia:</b>	200Ω - 20MΩ
<b>Impedancia de entrada DC:</b>	10MΩ
<b>Impedancia de entrada AC:</b>	10MΩ en paralelo con 100pF
<b>Precisión en Voltaje DC:</b>	±0.1%+1 dígito
<b>Precisión en Corriente DC:</b>	±0.3%+1 dígito
<b>Precisión en Voltaje AC:</b>	±0.5%+2 dígitos
<b>Precisión en Corriente AC:</b>	±1%+2 dígitos

### Nota:

La diferencia entre el Fluke 8010A y el 8012A es que el 8010A tiene un rango de 10A en corriente AC o DC para aplicaciones que requieren medidas de más de 2A y el 8012A tiene dos rangos extras para medir bajas resistencias 2Ω y 20Ω.

## Multímetro Digital de Banco Meterman BDM40

### Mide:

Voltaje; Corriente (AC/DC); Resistencia.

También sirve como comprobador de diodos (verificación de ánodo y cátodo)



## Rangos Máximos y Mínimos:

<b>Voltaje DC:</b>	hasta 1200V (5 rangos)
<b>Voltaje AC:</b>	hasta 1000Vpico (5 rangos) o 1000 Vrms (15 seg. Máx.)
<b>Corriente:</b>	desde 10nA hasta 20A, DC/AC (6 rangos)
<b>Resistencia:</b>	desde 10mΩ hasta 20MΩ (6 rangos)
<b>Impedancia de entrada DC:</b>	10MΩ
<b>Impedancia de entrada AC:</b>	10MΩ en paralelo con 100pF
<b>Precisión en Voltaje DC y AC:</b>	± 0.5+15 dígitos
<b>Precisión en Corriente DC y AC:</b>	±0.2+2 dígitos



### Dispositivos de protección:

**Terminal de medición mA – 2A:** fusible 2A / 250V

**Terminal de medición 20 A:** sin fusible

## Multímetro Fluke Portátil 111

### Mide:

Voltaje; Corriente (AC/DC); Resistencia; Capacitancia; Frecuencia.

También sirve como comprobador de diodos (verificación de ánodo y cátodo) y prueba de continuidad.

### Rangos Máximos y Mínimos:

<b>Voltaje AC:</b>	300mV - 600V
<b>Voltaje DC:</b>	1mV - 600V
<b>Corriente AC:</b>	3 a 10A
<b>Corriente DC:</b>	1mA - 10A
<b>Resistencia:</b>	0.1Ω - 40MΩ
<b>Capacitancia:</b>	1nF - 9999μF
<b>Frecuencia:</b>	5Hz - 50KHz /tensión 50Hz - 5KHz /corriente
<b>Precisión en Voltaje DC:</b>	±0.7%+2 dígitos
<b>Precisión en Corriente DC:</b>	±1%+3 dígitos
<b>Precisión en Voltaje AC:</b>	±1%+3 dígitos
<b>Precisión en Corriente AC:</b>	±1.5%+3 dígitos
<b>Precisión en Resistencia:</b>	±0.9%+1 dígito
<b>Precisión en Capacitancia:</b>	±1.9%+2 dígitos
<b>Precisión en Frecuencia:</b>	±0.1%+2 dígitos



## Multímetro Fluke Portátil 115

### Mide:

Voltaje; Corriente (AC/DC); Resistencia; Capacitancia; Frecuencia.

También sirve como comprobador de diodos (verificación de ánodo y cátodo) y prueba de continuidad.

### Rangos Máximos y Mínimos:

<b>Voltaje AC:</b>	600mV - 600V
<b>Voltaje DC:</b>	600mV - 600V
<b>Corriente AC:</b>	3 a 10A
<b>Corriente DC:</b>	1mA - 10A
<b>Resistencia:</b>	0.1Ω - 40MΩ
<b>Capacitancia:</b>	1nF - 500μF





<b>Frecuencia:</b>	5Hz - 50KHz
<b>Precisión en Voltaje DC:</b>	$\pm 0.5\% + 2$ dígitos
<b>Precisión en Corriente DC:</b>	$\pm 1\% + 3$ dígitos
<b>Precisión en Voltaje AC:</b>	$\pm 1\% + 3$ dígitos
<b>Precisión en Corriente AC:</b>	$\pm 1.5\% + 3$ dígitos
<b>Precisión en Resistencia:</b>	$\pm 0.9\% + 1$ dígito
<b>Precisión en Capacitancia:</b>	$\pm 10\% + 2$ dígitos
<b>Precisión en Frecuencia:</b>	$\pm 0.1\% + 2$ dígitos

## LCR EXTECH 380193

Medidor de componentes pasivos

<b>Capacitancia:</b>	120Hz	19.999nF - 9.999mF
	1KHz	1999.9pF - 999.9μF
<b>Inductancia:</b>	120Hz	19.999mH - 10000H
	1KHz	1999.9μH - 1999.9H
<b>Resistencia:</b>	1KHz y 120 Hz	19999Ω - 10000MΩ
<b>Precisión en Inductancia:</b>	$\pm 0.7\% + 5$ dígitos	
<b>Precisión en Resistencia:</b>	$\pm 0.5\% + 8$ dígitos	
<b>Precisión en Capacitancia:</b>	$\pm 0.7\% + 5$ dígitos	



## DÉCADAS DE RESISTENCIA

Especificaciones:

<b>Rango</b>	1Ω - 11MΩ
<b>Resistencia interna</b>	0.3Ω
<b>Potencia</b>	0.3W



## DÉCADAS DE CAPACITANCIAS

Especificaciones:

<b>Rango de capacitancias:</b>	100pF - 11.11μF
<b>Capacitancia interna residual:</b>	50pF máximo
<b>Voltaje máximo:</b>	50V DC





## FUENTE DC

Cuenta con un indicador de voltaje y otro de corriente para el control de las mismas.

**Voltaje:** 0V - 32V  
**Corriente:** máximo 2A



## VATÍMETRO ANALÓGICO HAMPDEN ACWM 100-1

- Potencia Máxima:** 1200W
- Factores de escala para diferentes rangos de voltajes:** 150V y 300V
- Corriente máxima:** 8A
- Borneras AMPS** censa la corriente y siempre va en serie.
- Borneras VOLTS** censa voltaje y siempre va en paralelo.



## VATÍMETRO DIGITAL EXTECH 380801

Medición de potencia Monofásica y trifásica.

**Voltaje:** 0 a 750V  
**Corriente:** 0 a 20A  
**Potencia:** 0 a 2000W  
**Protección de Sobrevoltaje:** 1000VDC/750VAC  
**Protección de Sobrecorriente:** 20A, fusible.  
**Rango de frecuencia:** 40Hz a 20 KHz  
**Precisión en Potencia:**  $\pm 0.9\% + 5$  dígitos  
**Precisión en Voltaje y Corriente:**  $\pm 0.5\% + 5$  dígitos  
**Precisión en Frecuencia:**  $\pm 0.5\% + 2$  dígitos





## OSCILOSCOPIO TEKTRONIX TDS1002B

**Impedancia de entrada:**

$1M\Omega \pm 2\%$  en paralelo con  $20pF \pm 3pF$

**Voltaje máximo de entrada:**

300 Vrms – CAT II

**Ancho de Banda:**

60 MHz

**Precisión del Time Base:**

50 ppm

### Características:

- Velocidad de Muestreo de hasta 2 GS/s en Tiempo Real.
- 2 Canales.
- Pantalla LCD Monocromática.
- Almacenamiento removible por medio de un puerto USB en el panel frontal.
- Conectividad transparente a la PC usando un puerto USB para dispositivos con el software incluido OpenChoice y NI SignalExpress PC Software.
- Disparos avanzados incluyendo disparo por ancho de pulsos y de video con selección de línea.
- Funcionalidad FFT estándar en todos los modelos.
- 11 Mediciones Automáticas.
- Interface de Usuario Multi- Idioma con ayuda sensible al Contexto.
- Impresión directa a todas las impresoras compatibles con PictBridge vía Puerto USB para dispositivos.



## GENERADOR DE FUNCIONES WAVETEK 20

**Genera ondas de tipo:**

Seno, cuadradas, triangulares

**DC Offset:**

5V

**Frecuencia:**

desde 0.002Hz - 2.1 MHz (7 rangos)

**Amplitud:**

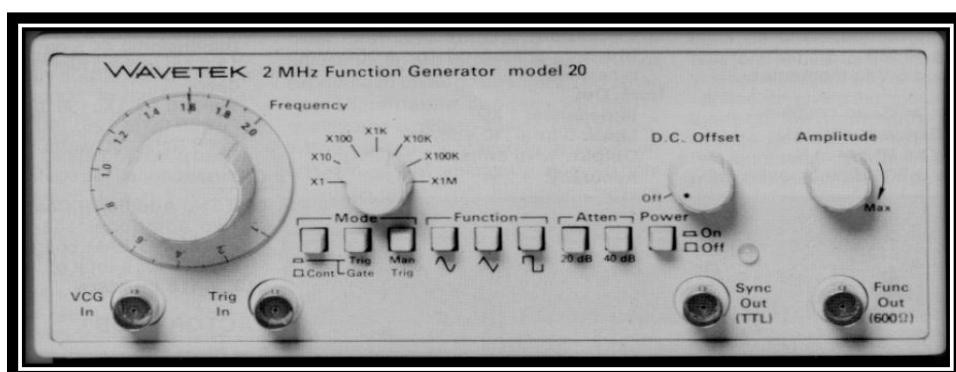
máximo 20Vpp

**Impedancia de salida:**

600Ω

**Precisión en Frecuencia:**

$\pm 5\%$  en todas las escalas





## GENERADOR DE FUNCIONES METERMAN FG2C

<b>Genera ondas de tipo:</b>	Seno, cuadradas, triangulares
<b>DC Offset:</b>	<-5V a >+5V (con carga de $50\ \Omega$ )
<b>Frecuencia:</b>	desde 0.3Hz - 3MHz (7 rangos)
<b>Amplitud:</b>	10Vpp (con carga de $50\ \Omega$ )
<b>Impedancia de salida:</b>	$50\ \Omega \pm 10\%$
<b>Precisión en Frecuencia:</b>	$\pm 5\%$ en todas las escalas



## ESTACIÓN DE TRABAJO NI ELVIS

Principales características de la estación de trabajo NI ELVIS:

- ✓ Protección contra cortocircuitos y alta tensión.
- ✓ Fuente de alimentación variable.
- ✓ Control manual o programático.
- ✓ Entradas BNC para DMM y osciloscopio.
- ✓ Tarjeta de prototipos desmontable (protoboard).



NI ELVIS contiene entre otros los siguientes instrumentos virtuales:

<b>Fuente DC variable:</b>	-12 a 0V y 0 a 12V
<b>Multímetro digital:</b>	$\pm 20\text{VDC}$ , 14Vrms Máx. / 0.5A Máx. pp
<b>Osciloscopio:</b>	10mV – 10Vp; $1\text{G}\Omega$ de Zin
<b>Fuente fija DC:</b>	$\pm 15\text{V}$ , $+5\text{V}$
<b>Generador de funciones:</b>	$\pm 2.5\text{V}$ ; 4Hz a 500Hz
<b>Genera ondas tipo:</b>	seno, cuadradas y triangulares



## ACONDICIONADOR DE SEÑALES NI-SCXI

Voltaje máximo: 300Vrms



## BANCOS DE ELEMENTOS PASIVOS



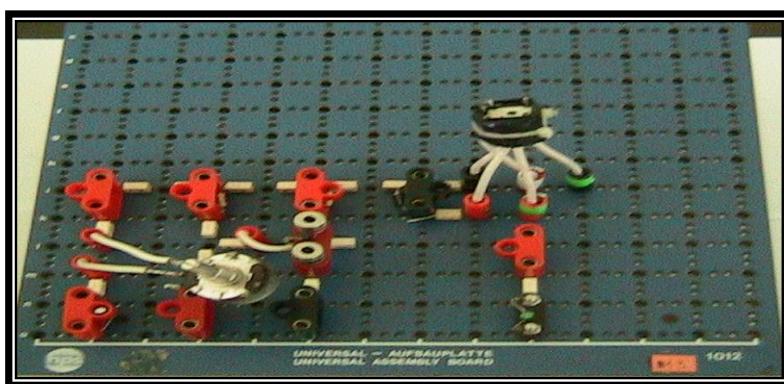
Banco de Resistencia



Banco de Capacitores



Banco de Inductores



Tablero Universal



### **El estudiante deberá presentar para la siguiente practica:**

**Lección #1:** Sobre: Charla de Seguridad Industrial y Uso del simulador MULTISIM.(Simular circuitos en DC para calcular Voltaje, Corriente, Potencia y Resistencia Equivalente)

**Pre-practica #1:** Contestar las preguntas sobre la Charla de Seguridad Industrial y resolver los ejercicios propuestos manualmente y a continuación pegar en Word la simulación de cada uno de estos con las respectivas respuestas. Adjuntar la hoja donde se comparan los valores teóricos y simulados. Además deberá seguir el orden propuesto en las políticas

### **Preguntas referente a la charla:**

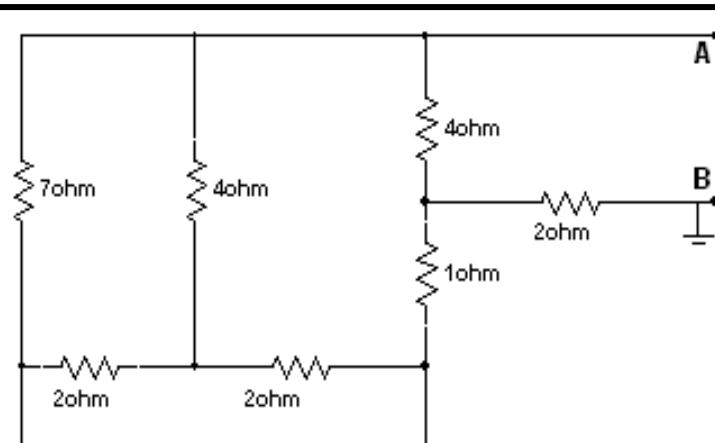
1. Escriba 3 reglas de mantenimiento.
2. Indique el significado de los colores en los avisos de seguridad.
3. ¿Porqué no se debe sobrepasar las limitaciones de un equipo?
4. ¿Cómo debe de ser tu comportamiento en el laboratorio?
5. ¿Qué elementos son necesarios para que ocurra fuego?
6. ¿Cuál es la clasificación de los fuegos?
7. ¿Cuál es el tipo de fuego que podría ocurrir en el laboratorio de redes?
8. ¿Cómo de apagarse el fuego adecuadamente?
9. ¿Cómo se debe de romper el contacto entre una victima de choque eléctrico y la fuente de electricidad (explique)
10. ¿Qué tipos de multímetro existe en el laboratorio de redes?
11. ¿Cómo debe de ser la conexión de un multímetro para medir corriente?
12. ¿Cómo debe de ser la conexión de un multímetro para medir voltaje?
13. ¿Cuál es voltaje máximo que soporta el multímetro 8012 en AC y DC?
14. ¿Cuál es voltaje máximo que soporta el multímetro 77III en AC y DC?
15. ¿Cuál es la diferencia principal entre el multímetro 8012 y 8010?
16. ¿Cuál es la potencia y corriente máxima que soporta el vatímetro analógico Hampden?
17. ¿Cuál es el valor máximo de potencia, voltaje y corriente que soporta el vatímetro digital Extech?
18. ¿Qué protección posee el vatímetro digital Extech?
19. ¿Cuál es la impedancia y la capacitancia de entrada del **osciloscopio** del laboratorio de redes?
20. ¿Cuáles son las características del analizador de energía fluke 41B?
21. ¿Qué tipo de ondas puede generar el generador de funciones Meterman que se encuentra en el laboratorio de redes?
22. ¿Qué valor tiene la impedancia de salida del generador de funciones?
23. ¿Cuál es el valor de la resistencia interna de la década de resistencia EXTECH modelo 380400?



24. ¿Cuáles son las especificaciones de la década de capacitancia EXTECH modelo 380405? \_\_\_\_\_ ( )
25. ¿Cuáles son las especificaciones del multímetro FLUKE 111. \_\_\_\_\_ ( )
26. ¿Cuáles son las especificaciones del LCR (medidor de inductancia, capacitancia y resistencia). \_\_\_\_\_ ( )
27. ¿Cuáles son los valores máximos que entregan las fuentes da la mesa de trabajo y su respectivas protecciones? \_\_\_\_\_ ( )
28. En el programa MULTISIM, es necesario tener colocado la tierra en el diseño de un circuito eléctrico para que se ejecute el programa sin errores \_\_\_\_\_ ( )
29. En el programa MULTISIM, el vatímetro analógico nos ayuda a medir únicamente potencia activa \_\_\_\_\_ ( )
30. En el programa MULTISIM , se utilizan únicamente instrumentos virtuales para realizar las diferentes mediciones en la simulación de circuitos eléctricos \_\_\_\_\_ ( )

**Nota:** Estas preguntas deben de ser contestadas y serán presentadas como pre-practica #1 en la semana siguiente en su respectivo paralelo.

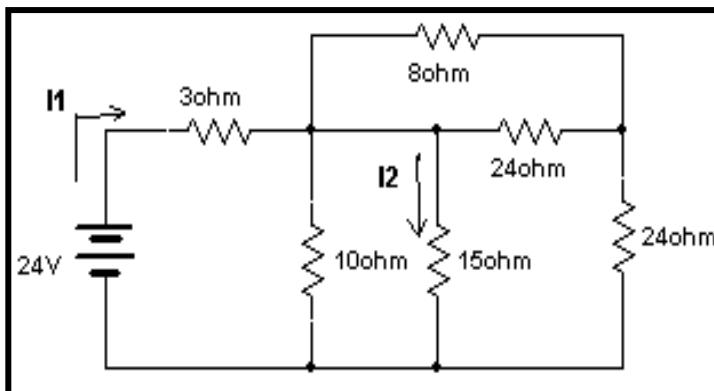
## EJERCICIOS PROPUESTOS DE CIRCUITOS EN DC PARA RESOLVER MANUALMENTE Y SIMULARLOS EN MULTISIM



### EJERCICIO 1:

Calcular la Resistencia Equivalente en los terminales "ab"

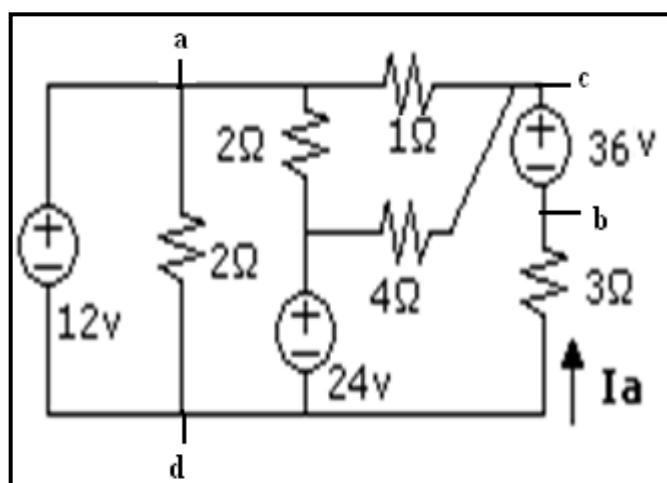
	Requivalente "ab"
TEÓRICO	
SIMULADO	



### EJERCICIO 2:

En el siguiente circuito calcular I1 e I2 :

	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	V <sub>8Ω</sub>	V <sub>10Ω</sub>
TEÓRICO				
SIMULADO				



### EJERCICIO 3:

En el siguiente circuito Calcular:

- La diferencia de potencial V<sub>ab</sub> y el V<sub>cd</sub>.
- La potencia suministrada o consumida por la fuente de 12 V

	I <sub>a</sub>	V <sub>ab</sub>	V <sub>cd</sub>	P <sub>12v</sub>
TEÓRICO				
SIMULADO				



## PRÁCTICA #1 “USO DEL SIMULADOR MULTISIM”

### OBJETIVOS:

- Manejar el software Multisim y a sus librerías de uso frecuente.
- Comprender los componentes de un Instrumento Virtual.
- Simular aplicaciones simples usando las funciones y librerías de Multisim.
- Analizar la respuesta de un circuito sin necesidad de construirlo.

### EQUIPOS Y MATERIALES USADOS:

- 1 PC.
- Software Multisim

### DESARROLLO:

#### INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN

Tanto en el contexto de la enseñanza, como de la actividad científica contemporáneas, es muy frecuente la explotación de la computadora para la simulación de procesos y fenómenos, y así acceder a su esencialidad a partir de la modelación.

**Simular es ensayar en un modelo una alternativa para inferir lo que pasaría en el sistema real si se aplica dicha alternativa. Simular es predecir el futuro ante hipótesis ciertas.**

Los Simuladores son herramientas de apoyo en el proceso de aprendizaje, dado que permiten establecer un ambiente virtual de la realidad a fin que los estudiantes tengan la oportunidad de participar, a través de un conjunto de decisiones, en el proceso de un problema específico.

Un modelo de simulación imita a un sistema real o imaginario basado en el modelo teórico de funcionamiento de sistema. Consiste, según palabras de J. Pericas, en una situación artificialmente real, con el objetivo de que el alumno tenga una experiencia de aprendizaje. Mientras que -en el caso de la demostración- los programas presentan o ilustran temas acompañados de comentarios del profesor, en las simulaciones es más habitual que el alumno trabaje individualmente y tenga que interactuar con el programa, permitiéndole éste -en la mayoría de los casos- variar parámetros que permiten estudiar sus posibles consecuencias en el fenómeno objeto de estudio.

Un simulador es una herramienta informática que permite reproducir sobre el computador el funcionamiento de los circuitos electrónicos, de forma que pueda compararse tal funcionamiento con el deseado hasta comprobar que el diseño funciona correctamente.

**Los simuladores eléctricos reproducen el comportamiento físico real de los circuitos, es decir, su comportamiento eléctrico, a través de los valores de las tensiones e intensidades en los diversos nudos y ramas del circuito a lo largo del tiempo;** lo cual permite conocer la respuesta real del circuito frente a las señales de entrada que interesan y en concreto, los transitorios reales, los tiempos de propagación efectivos, las posibles oscilaciones.



El empleo de la simulación conlleva las siguientes **Ventajas**:

- Una vez construido el modelo puede ser modificado de manera rápida con el fin de analizar diferentes situaciones.
- Generalmente es más barato mejorar un sistema vía simulación, que hacerlo en el sistema real.
- Es mucho más sencillo comprender y visualizar los métodos de simulación que los métodos puramente analíticos.
- Los métodos analíticos se desarrollan casi siempre, para sistemas relativamente sencillos o simplificaciones, mientras que con los modelos de simulación es posible analizar sistemas de mayor complejidad o con mayor detalle.
- En algunos casos, la simulación es el único medio para lograr una solución.
- Proporciona muchos tipos de alternativas posibles de explorar.
- La simulación proporciona un método más simple de solución cuando los procedimientos matemáticos son complejos y difíciles.
- La simulación proporciona un control total sobre el tiempo, debido a que un fenómeno se puede acelerar.
- Auxilia el proceso de innovación ya que permite al experimentador observar y jugar con el sistema.
- Da soluciones a problemas "sin" solución analítica.
- Tiene mayores posibilidades de experimentación, costo nulo.
- Cada estudiante puede dedicar en una PC el tiempo que quiera y cuando quiera profundizar o aprender el funcionamiento de circuitos electrónicos sin tener que realizar gastos en componentes ni en instrumentos.
- Si el alumno comprende cómo funcionan las cosas que simulará, puede aprender mucho más.
- Verificar el comportamiento en diferentes condiciones.
- Reducción de costos.
- El circuito no corre riesgos. El alumno puede trabajar en forma independiente.
- El alumno "ve" en una pantalla como funciona el elemento, circuito o red en estudio y puede entender mejor el modelo matemático correspondiente.

La simulación tiene las siguientes **Desventajas**:

- Se requiere gran cantidad de corridas computacionales para encontrar "Soluciones Óptimas"; esto repercute en altos costos.
- La solución de un modelo de simulación puede dar al analista un falso sentido de la seguridad.
- Los resultados de simulación son numéricos; por tanto, surge el peligro de atribuir a los números un grado mayor de validez y precisión.
- Los modelos de simulación no dan soluciones óptimas.
- Los modelos de simulación en una computadora son costosos y requieren mucho tiempo para desarrollarse y validarse.
- A veces resulta difícil comprobar que los resultados de los modelos de simulación son adecuados, por lo tanto es difícil que sean aceptados.
- Tendencia a utilizar la simulación como prueba y error en forma mecánica como con la calculadora de mano, sin antes hacer un trabajo mental.

- Los alumnos en vez de pensar o analizar un circuito, por más simple que sea, “simulan y no analizan”.
- Creer que la gran ventaja de los simuladores es la supresión de los ensayos con dispositivos reales.
- Que el alumno no se detenga a analizar aspectos teóricos y alcances de las soluciones (creyendo que la máquina lo resuelve todo).
- Disponibilidad de equipos de computación modernos y de programas de simulación potentes.
- No necesariamente el alumno puede hacer una interpretación conceptual de lo que está simulando.

## **MULTISIM**

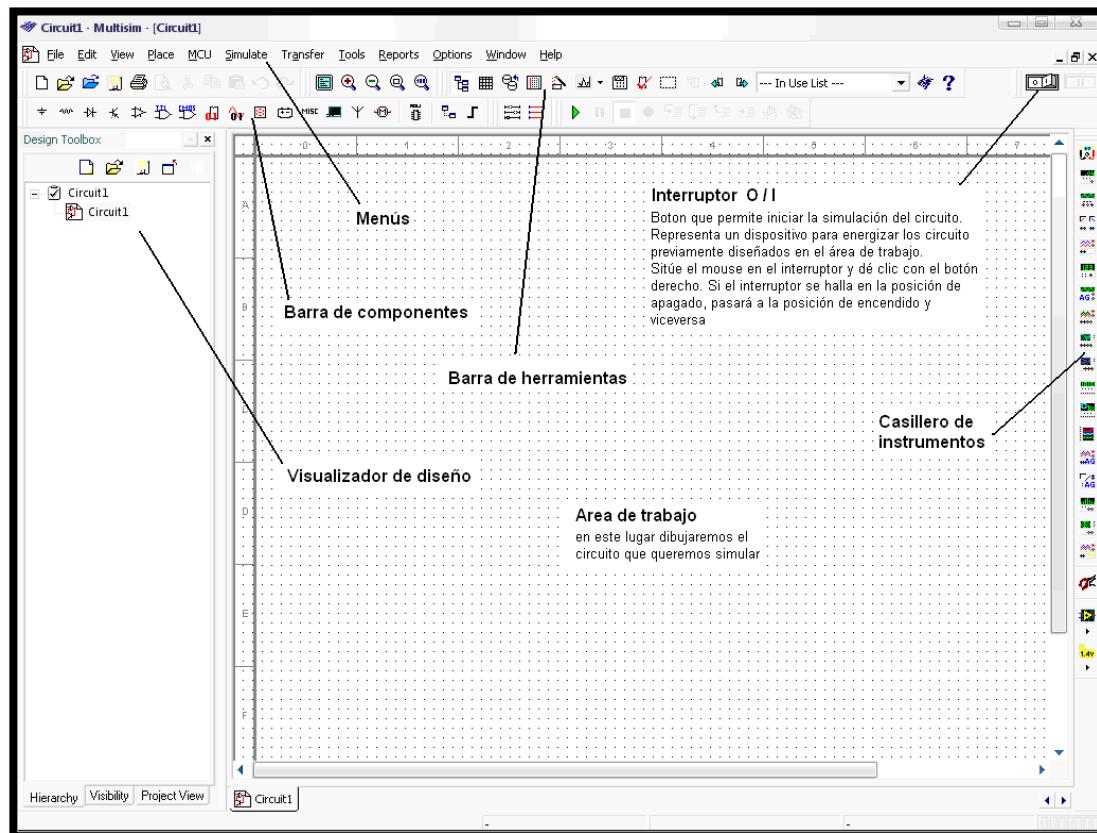
El software Multisim en las diferentes versiones, es el programa llamado “*Electronics Workbench*”, y desarrollado actualmente por <<National Instruments>>.

Creemos firmemente que este programa puede aliviar en algo el gasto de un Laboratorio Electrónico. Multisim contiene prácticamente todos los componentes, dispositivos e instrumentos de mayor uso en la especialidad.

Los estudiantes no tienen que preocuparse de que pueden herirse si un condensador explota por exceso de voltaje aplicado. Los estudiantes pueden simular averías.

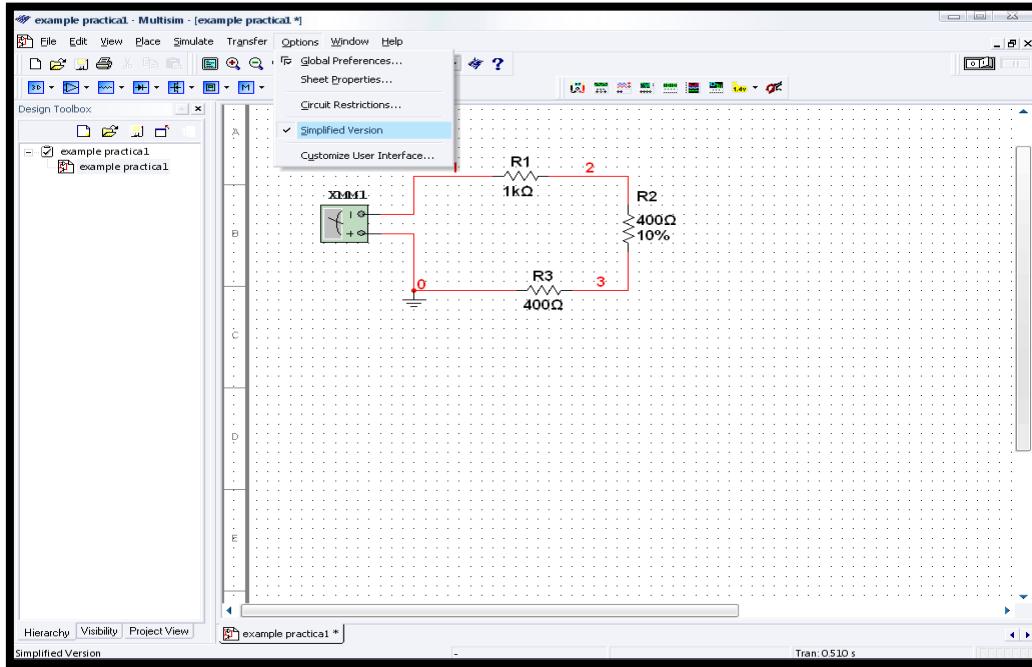
Creemos firmemente que preparando a nuestros estudiantes, los futuros trabajadores del mañana podrán competir globalmente.

**Partes principales del Multisim** Cada vez que usted activa el ícono de Multisim, aparece una página en blanco con la disposición siguiente:



## Barra de componentes

La barra de componentes puede visualizarse de forma normal o de forma simplificada; para intercambiar entre estos dos tipos de visualización, debemos situarnos en el menú <Option> y dar un click izquierdo con el mouse en la opción <Simplified Version>



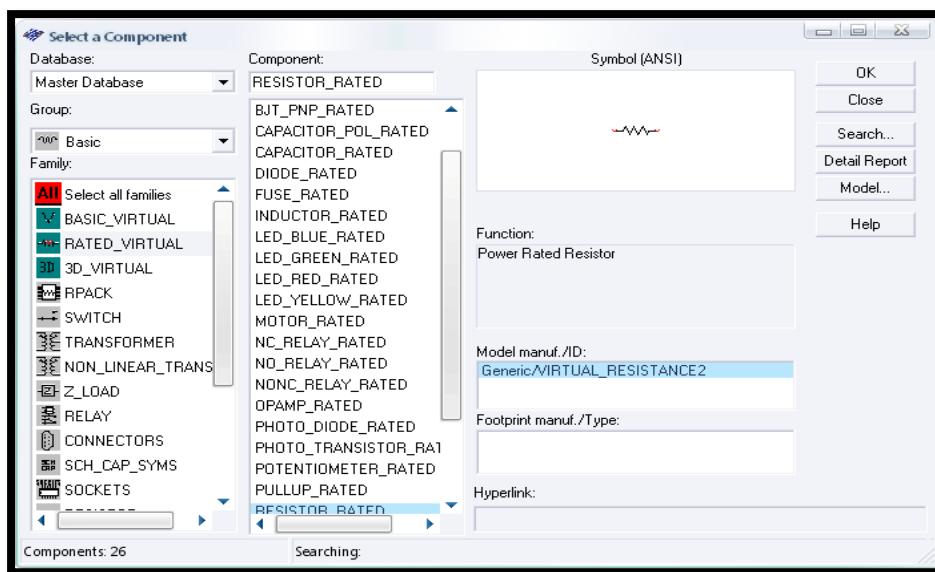
La barra de componentes en **Visualización Normal**, posee las siguientes opciones:



1. *Place Source*.- Muestra todos los componentes relativos a fuentes de alimentación.
2. *Place Basic*.- Muestra todos los componentes básicos (resistencias, capacitores, inductores).
3. *Place Diode*.- Muestra la librería de diodos.
4. *Place Transistor*.- Muestra la librería de transistores.
5. *Place Analog*.- Muestra la librería de dispositivos analógicos (OPAMP's, reguladores).
6. *Place TTL*.- Muestra la librería de dispositivos Transistor –Logic – Transistor.
7. *Place CMOS*.- Muestra la librería de dispositivos de la familia Metal Oxido Semiconductor.
8. *Place Misc Digital*.- Muestra una miscelánea de todos los componentes digitales.
9. *Place Mixed*.- Muestra elementos de lógica mixta (555, ADC, DAC).
10. *Place Indicator*.- Muestra la librería de elementos indicadores (Voltímetro, Amperímetro, Prueba).

11. *Place Power Component.*- Muestra la librería de componentes de potencia (Reguladores, Convertidores, Dispositivos de Protección, Aisladores).
12. *Place Miscellaneous.*- Muestra una miscelánea de elementos especiales (Cristales, Optoacopladores).
13. *Place Advanced Peripherals.*- Muestra la librería de dispositivos avanzados (Pantallas, Teclados).
14. *Place Electromecanical.*- Muestra la librería de dispositivos electromecánicos (Motores, Relés).
15. *Place RF.*- Muestra la librería de dispositivos de radio frecuencia.
16. *Place MCU Module.*- Muestra la librería de elementos de memoria (PIC's, RAM, ROM).

**Nota:** Al dar click en cualquiera de las opciones de la barra de componentes, se desplegará la ventana de selección de librería y componentes <*Select a Component*>



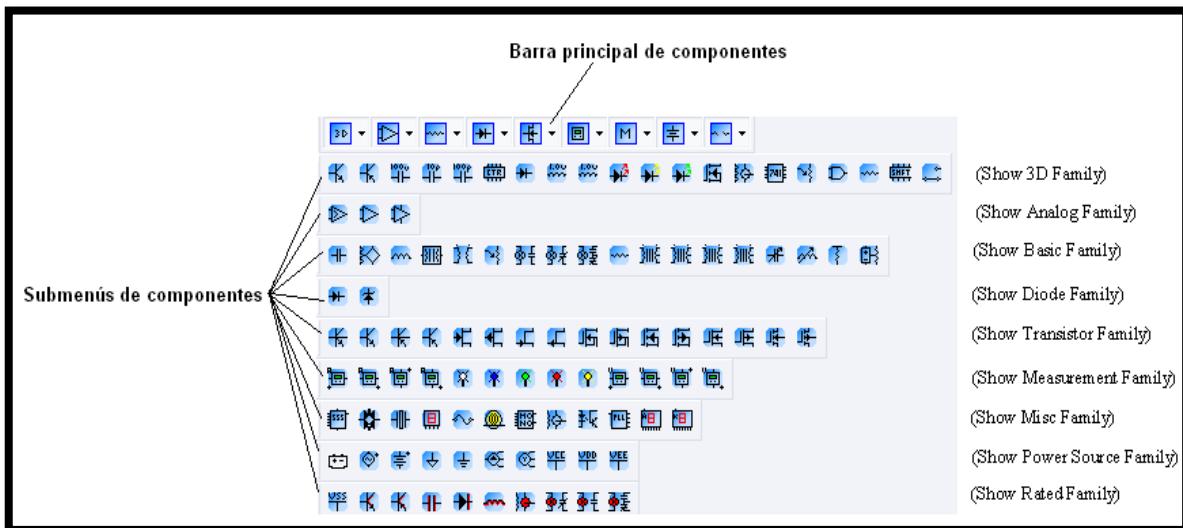
La barra de componentes simplificada posee una serie de casilleros que se muestran a



continuación y son los siguientes:

1. (*Show 3D Family*). Casillero de elementos tridimensionales.
2. (*Show Analog Family*). Casillero de componentes analógicos.
3. (*Show Basic Family*). Casillero componentes básicos.
4. (*Show Diode Family*). Casillero de diodos.
5. (*Show Transistor Family*). Casillero de transistores.
6. (*Show Measurement Family*). Casillero de instrumentos de medida.
7. (*Show Misc Family*). Casillero de componentes misceláneos (555, Opto acopladores, Displays).

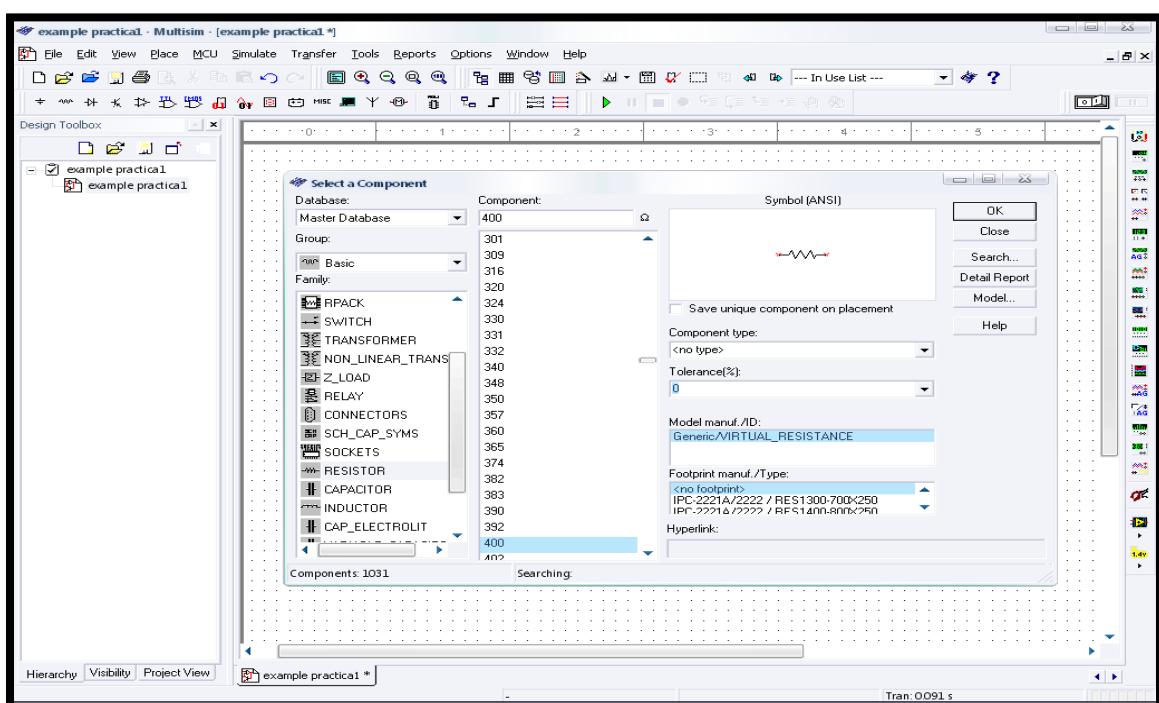
8. (*Show Power Source Family*). Casillero de fuentes de alimentación.
9. (*Show Rated Family*). Casillero de componentes virtuales.



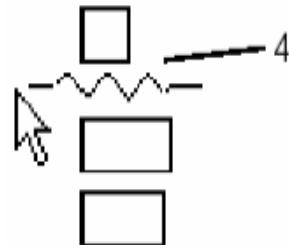
**Nota:** Al dar click en cualquiera de las opciones de los submenús de componentes, estos se elegirán automáticamente para ser colocados en el área de trabajo.

### Ubicación de los componentes en el área de trabajo

1. Abra el casillero de componentes básicos.
2. Ubique el puntero del mouse en el símbolo de la resistencia y haga un click con el botón izquierdo.  
De inmediato se abrirá la ventana “Select a Component” mostrada en la figura.
3. Con el mouse seleccione el valor correcto de la resistencia o escriba el valor de dicha resistencia con el teclado.  
Para finalizar haga un click con el botón izquierdo del mouse en el botón OK.

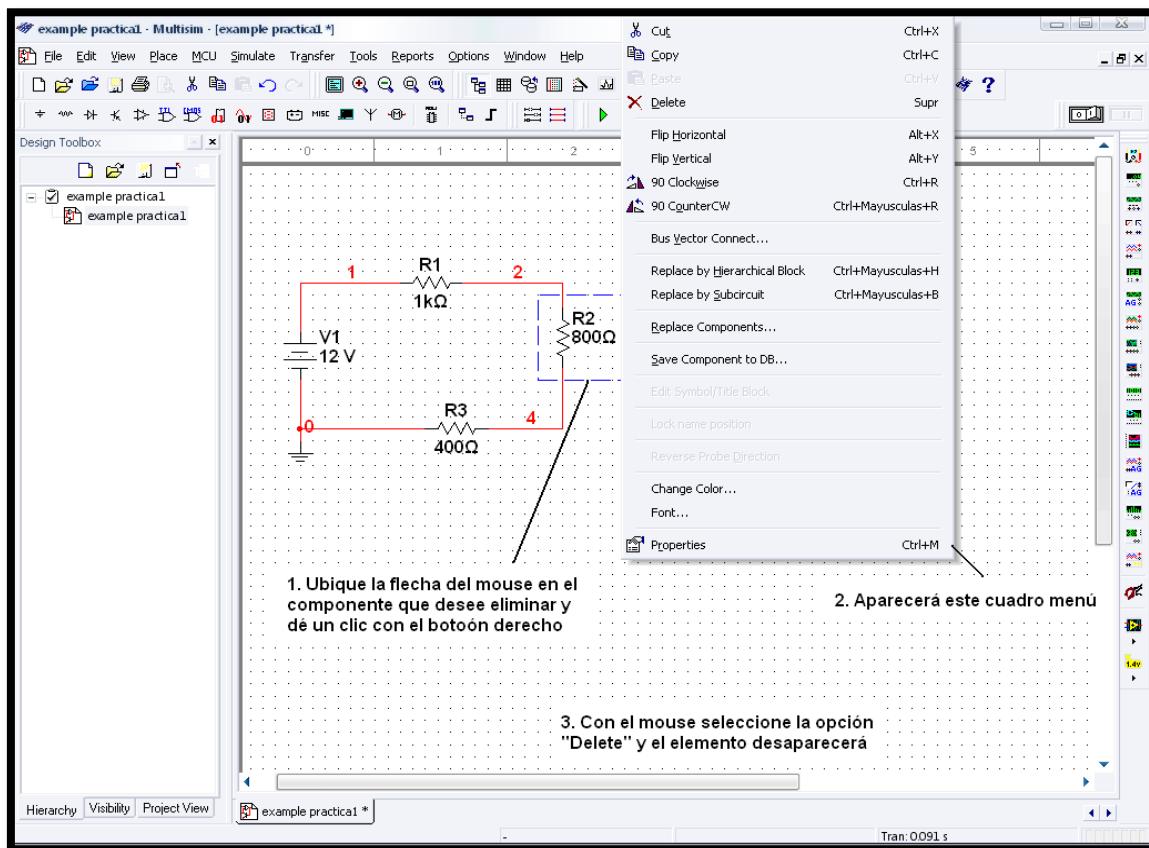


4. La ventana de Component Browser se cierra y aparece el fantasma de una resistencia. Simplemente, mueva el mouse y arrastre el símbolo de la resistencia hasta un lugar adecuado dentro del área de trabajo; enseguida, haga un clic con el botón izquierdo del Mouse. En este momento, la resistencia junto con sus etiquetas se aclararán y quedará fijada en el lugar seleccionado.



### Para eliminar componentes del área de trabajo

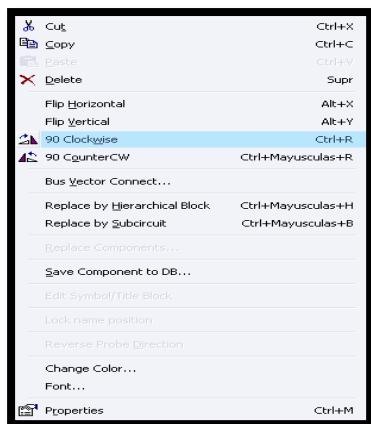
Se debe proceder de la siguiente manera:



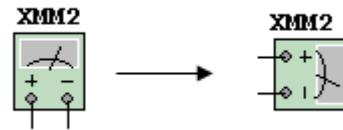
### Girar (rotar) componentes

El giro o rotación de un componente, involucra un movimiento de 90 grados en el sentido de las agujas del reloj (90 Clockwise); esto es: de izquierda a derecha del componente seleccionado. El movimiento también puede ser de 90 grados en el sentido contrario a las agujas del reloj (90 CounterCW); es decir, de derecha a izquierda.

Al dar

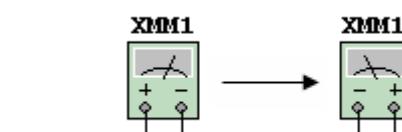
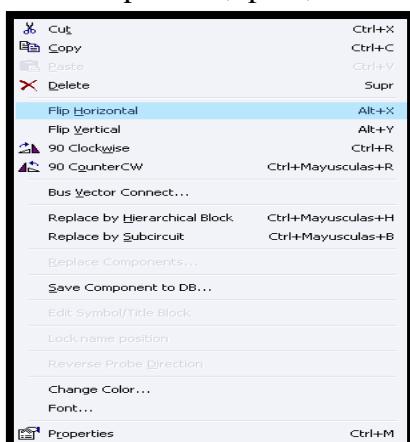


**click derecho sobre el elemento a rotar se desplegará el siguiente menú:**

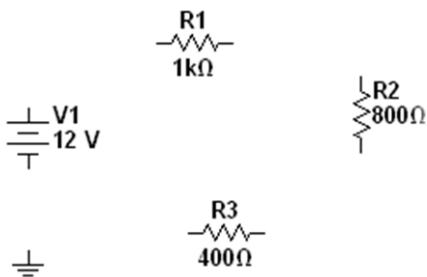


### Volteado horizontal o vertical del componente

Para el volteado vertical u horizontal, se procede de manera similar que el giro o rotación del componente, pero, en este caso se debe seleccionar la opción de Flip Vertical (volteado vertical) o Flip horizontal (volteado horizontal)



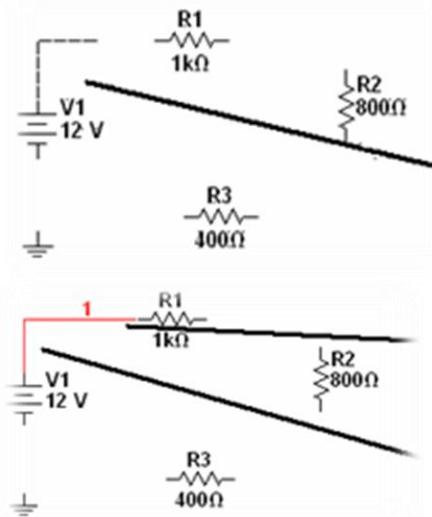
### Alambrado del circuito



Para esta ocasión, ubique una batería (extráigala del casillero de fuentes) y tres resistencias (del casillero de elementos básicos) en el área de trabajo. Gire las resistencias (se recomienda el giro en sentido anti horario) y desplace los componentes hasta que el

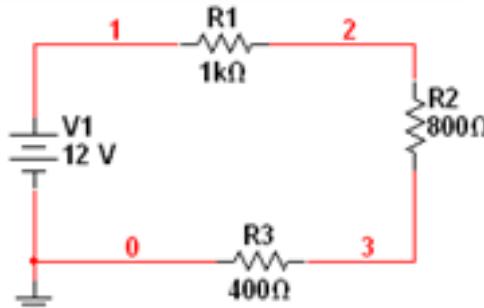
circuito quede como se muestra en el dibujo de la derecha.

Ahora, alambraremos o conectaremos el polo positivo de la batería en el extremo superior de una de las resistencias, del modo siguiente:



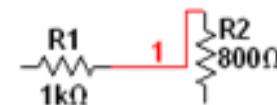
- 1.- Mueva la flecha del mouse a un extremo del componente que desea conectar hasta que aparezca un pequeño círculo oscuro con un aspa.
- 2.- Haga un click con el botón izquierdo del mouse; luego arrastre el mouse hasta que aparezca una línea punteada que representa el cable de conexión.
- 3.- Continúe arrastrando el mouse hacia el terminal de otro componente; con el que se desea conectar; hasta que aparezca un círculo oscuro con un aspa.
- 4.- Haga click con el botón izquierdo del mouse y el cable se alinearará automáticamente.

Repita los pasos anteriores para unir los demás componentes hasta que el circuito quede de este modo:



### Alineación de cables

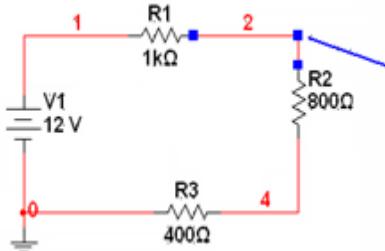
El cableado irregular o desalineado, mayormente es causado porque el componente se encuentra fuera de la línea de trazado. Para solucionar este problema, proceda de la manera siguiente:



- 1.- Mueva la flecha del mouse en dirección al cuerpo del componente que desea alinear y haga click con el botón izquierdo del mouse (hemos seleccionado la resistencia R2)
- 2.- De inmediato, el componente seleccionado será rodeado por un rectángulo de líneas punteadas.

3.- Presione las teclas de cursor para corregir el cableado. En el caso del ejemplo, es necesario pulsar la tecla del cursor hacia la derecha, y cursor hacia abajo

## Eliminar conexiones del circuito



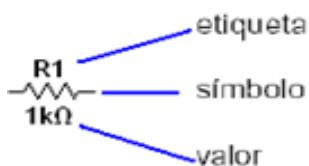
**Desconecte el circuito de la práctica de alambrado repitiendo los pasos siguientes:**

1.- Mueva la flecha del mouse a alguna parte del alambre de conexión que se desea desconectar y luego haga un click con el botón izquierdo del mouse. En todo el recorrido del alambre seleccionado aparecerán pequeños rectángulos oscuros.

2.- Aquí tiene dos opciones: la primera opción es pulsar la tecla Del o Supr. del teclado.



3.- La segunda opción consiste en hacer click con el botón derecho del mouse para que se abra una pequeña ventana; enseguida, con el mouse seleccione la opción Delete y haga click con el botón izquierdo del mouse.

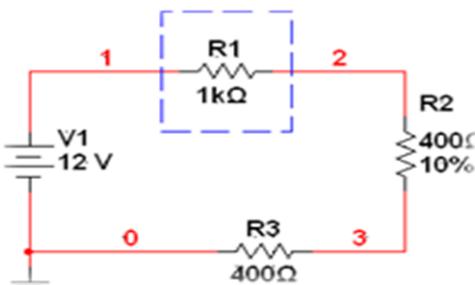


### Etiqueta y valor de los componentes

Cuando seleccionamos un componente y lo colocamos en el área de trabajo, automáticamente el programa Multisim le coloca una etiqueta que es secuencial. Por ejemplo; en el caso de las resistencias, el etiquetado es: R1, R2, R3, etc.; para los condensadores es: C1, C2, C3, etc.; y lo mismo ocurre con los demás componentes.

## Componentes Virtuales

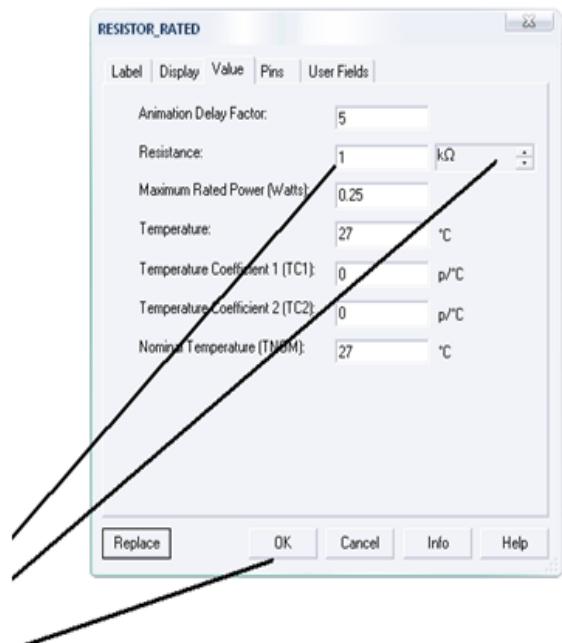
Se llaman así a aquellos componentes cuyo valor no existe comercialmente; por ejemplo: en el circuito mostrado, las resistencias R1, R3 son componentes virtuales (**Virtual Rated**), mientras que R2 es un componente real o comercial. Cabe resaltar que un circuito, para efecto de análisis, puede tener componentes virtuales (y/o) comerciales. Pero la secuencia de la etiqueta siempre se mantiene



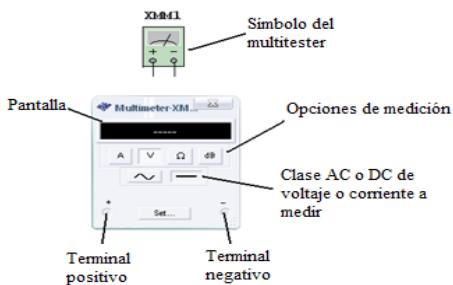


## Cambio de los valores virtuales (Virtual Rated)

1. Señale con el mouse el componente cuyo valor se va a modificar.
2. Haga doble click con el botón izquierdo del mouse.
3. El componente se verá rodeado con un rectángulo de líneas punteadas y aparecerá esta ventana.
4. Escriba aquí el valor (1K en este caso) verdadero de la resistencia.
5. Seleccione aquí la unidad de medida (en este caso son ohmios).
6. Con el mouse, haga click aquí.



## El Multitester



El Multisim posee un promedio de once instrumentos; pero en esta oportunidad vamos a describir al más popular de ellos, que es el Multitester.

El Multitester es del tipo digital con capacidad para medir voltajes de corriente continua (CD o DC) o alterna (CA o AC), intensidades de corriente continua y corriente alterna, así como la pérdida en decibelios (dB) entre dos puntos de un circuito.

El Multitester es de autorango; es decir, no se requiere especificar el rango de medición.

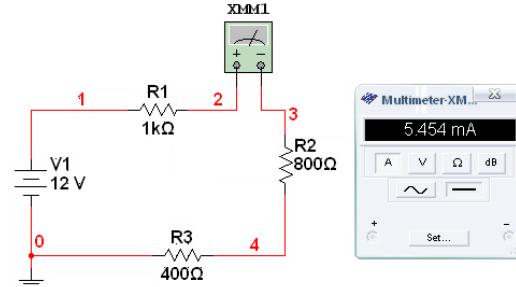
### Opciones de medición del Multitester

#### A: Amperímetro

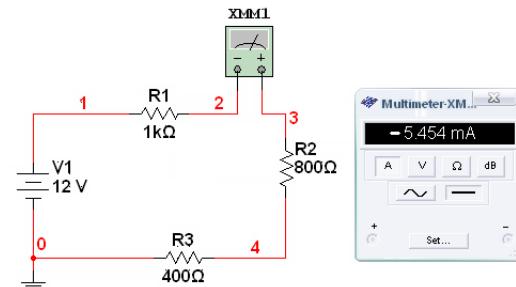
- ✓ Esta opción mide la intensidad de la corriente que circula por una rama o un lazo del circuito.
- ✓ El amperímetro debe conectarse en serie, en el ramal del circuito que se desea medir.
- ✓ Tenga cuidado con la polaridad del instrumento, principalmente en circuitos de corriente continua.

- ✓ Recuerde que la corriente eléctrica circula del lado positivo hacia el lado negativo de la batería

El Amperímetro **SI** está conectado correctamente, porque el valor censado es **POSITIVO**



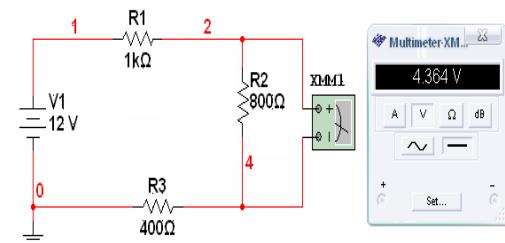
El Amperímetro **NO** está conectado incorrectamente, porque el valor censado es **NEGATIVO**



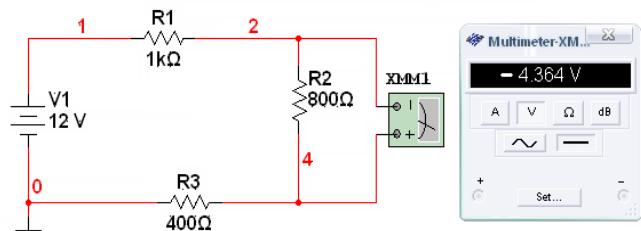
## V: Voltímetro

- ✓ Esta opción mide la intensidad de la corriente que circula por una rama o un lazo del circuito.
- ✓ El Voltímetro debe conectarse en paralelo con el elemento en que se desea medir el voltaje.

El Voltímetro **SI** está conectado correctamente, es porque el valor censado es **POSITIVO**.

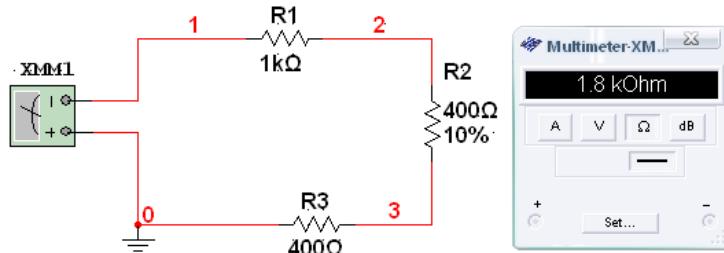


El Voltímetro **NO** está conectado incorrectamente, porque el valor censado es **NEGATIVO**.



## Óhmetro

Nos permite medir la resistencia existente entre dos puntos del circuito. Para realizar una medición correcta, se deben desconectar las fuentes de voltaje del circuito.



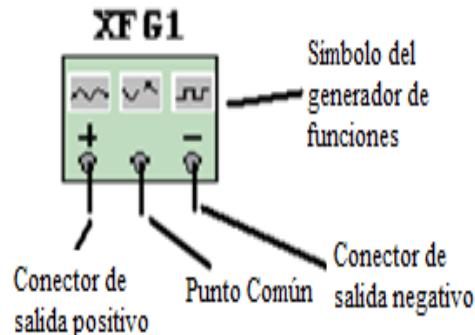
### Nota:

1. Luego de haber conectado el Multitester y para poder medir, es necesario mover el interruptor O/1 a la posición de encendido, en todas las opciones de medición; inclusive para medir resistencia.
2. El Multitester se extrae del casillero de instrumentos, se conecta y se desconecta de la misma manera que cualquier otro componente.

## El Generador de Funciones

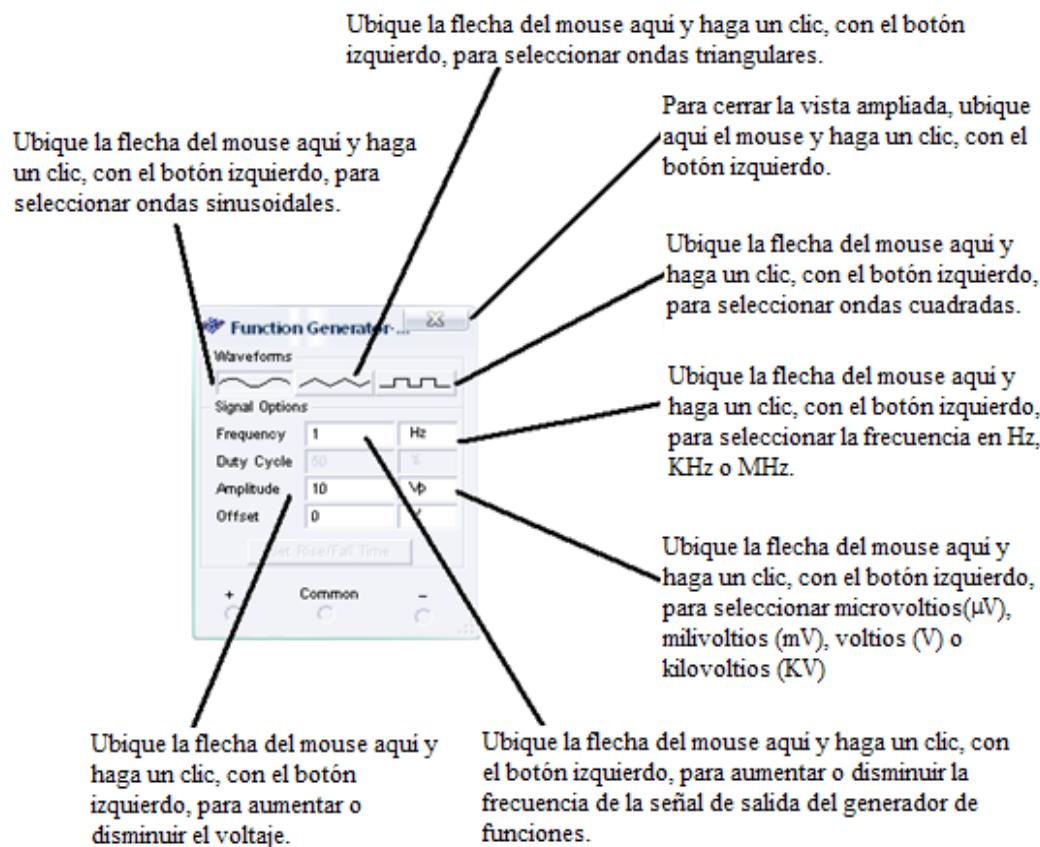
El Generador de Funciones es un instrumento que produce o genera señales u ondas sinusoidales, triangulares y cuadradas. Este instrumento se extrae, conecta y desconecta de modo similar al Multitester.

Cuando se hace doble click, con el botón izquierdo del mouse, en el símbolo del Generador de Funciones, éste se amplía con la finalidad de seleccionar la amplitud (Amplitude), la frecuencia (Frequency) y forma de onda de la señal (Waveforms).

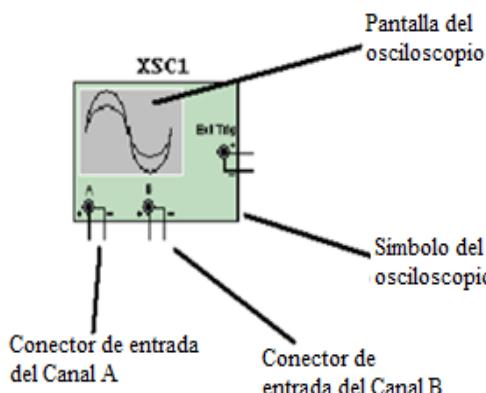


### Notas:

1. Entre el punto común y el conector de salida positivo o el conector de salida negativo, la pantalla del generador indica el voltaje pico de señal. El voltaje real de salida pico a pico sería el doble.
2. Por el conector de salida positivo, la señal empieza con el semiciclo positivo. Por el conector de salida negativo la señal empieza con el semiciclo negativo.



## El Osciloscopio

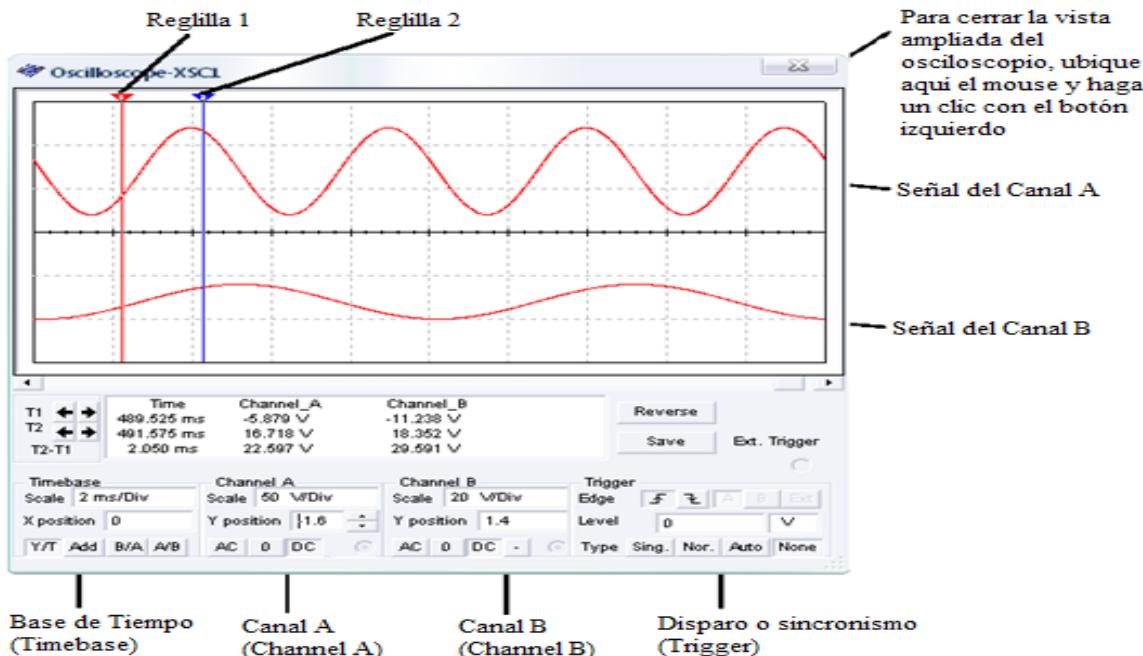


Es un instrumento de dos canales. Nos permite ver y medir la forma de onda en voltajes de pico a pico, a diferencia del Multitester que registra voltajes eficaces o RMS.

El osciloscopio se halla en el casillero de instrumentos; se extrae, conecta y desconecta de la misma manera que el Multitester.

Haciendo doble click, con el botón izquierdo del mouse, en el símbolo del osciloscopio, éste se amplía con la finalidad de poderlo manipular

## Canal A

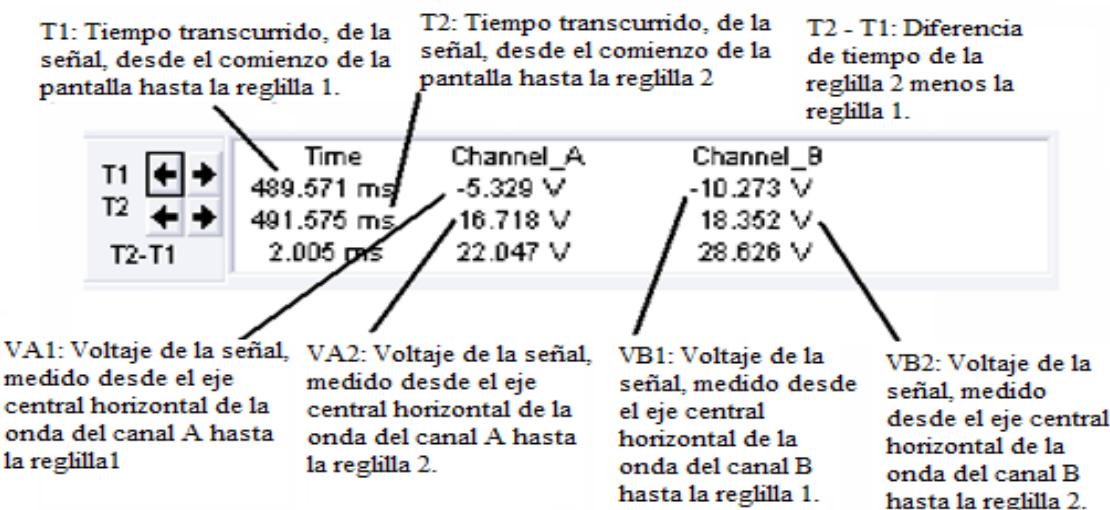


### Nota:

Lo descrito para el Canal A (Channel A) es igual para el Canal B (Channel B), pero los controles son independiente para cada Canal.

## REGLILLAS 1 Y 2

El Osciloscopio posee dos rejillas que se pueden desplazar con el mouse; a voluntad del usuario, permitiendo medir el voltaje y la frecuencia de las señales de los dos Canales A y B, por separado, presentadas en la pantalla.



Si ubicamos las rejillas 1 y 2 exactamente en dos picos consecutivos de la señal (como es el caso del ejemplo mostrado); entonces VA1 y VA2 serían los voltajes de pico de las señales A y B respectivamente mientras que, T2 – T1 vendría a ser el tiempo de la señal mostrada. La frecuencia de la señal se calcula con el inverso de este tiempo que para nuestro ejemplo es de 1000Hz (el inverso de 1.0ms = 1000Hz).

## Disparo o sincronismo (Trigger)



Este sector se encarga de sincronizar, con los circuitos internos o externos del Osciloscopio, las señales que se muestran en la pantalla.  
Seleccione la posición Auto.

## Base de tiempo (Timebase)



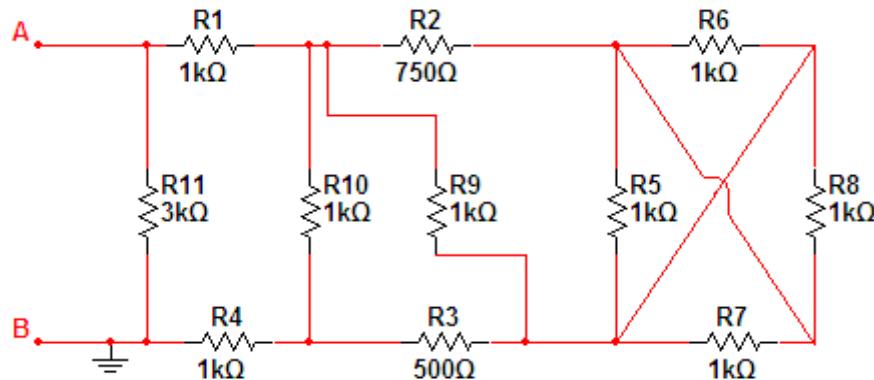
Haga clic aquí, con el botón izquierdo del mouse, para aumentar o disminuir el número de ciclos de las señales (canales A y B al mismo tiempo) que queremos observar en la pantalla del osciloscopio.

Haga clic aquí, con el botón izquierdo del mouse, para ubicar o posicionar las señales de los canales A y B, al mismo tiempo, más hacia la derecha o más hacia la izquierda.

## EJERCICIOS

### RESISTENCIA EQUIVALENTE:

Hallar la resistencia equivalente entre los Terminales A-B del *Circuito #1*. Complete la *Tabla # 1*.

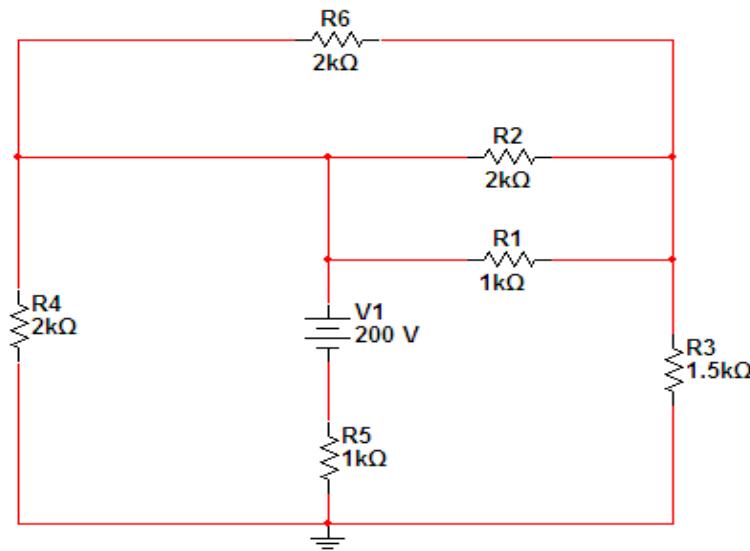


**Circuito # 1**

### MEDICIÓN DE VOLTAJES Y CORRIENTES EN DC:

#### **Divisor de Corriente y Voltaje**

Utilizando el Simulador Multisim 10 diseñe el siguiente *Circuito # 2*:

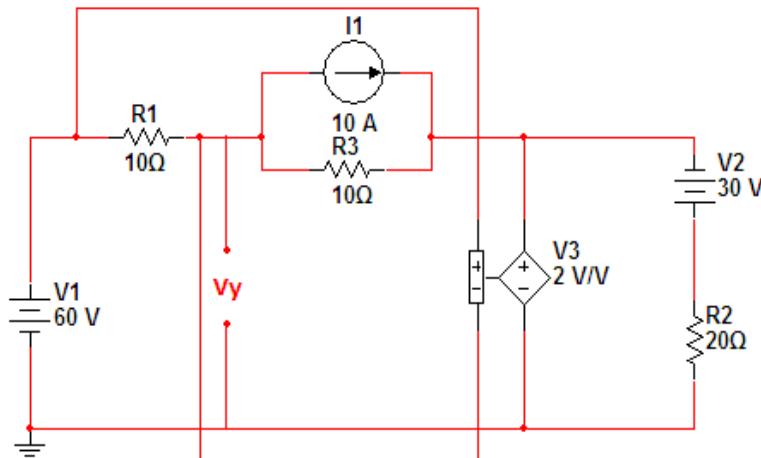


**Circuito # 2**

Usando los medidores convencionales de Multisim, encontrar los valores de voltajes y corrientes indicadas en la *Tabla # 2*.

### Teorema de Superposición

Diseñe el *Circuito # 3* y por medio del teorema de superposición halle el valor del voltaje V2. Complete la *Tabla # 3*.



### Circuito # 3

**Vya** = Voltaje Vy provocado sólo por la fuente de 60V.

**Vyb** = Voltaje Vy provocado sólo por la fuente de 30V.

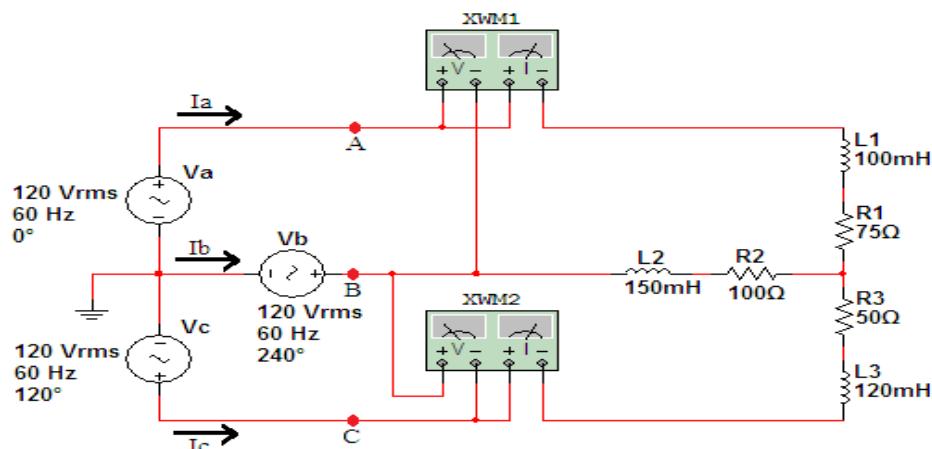
**Vyc** = Voltaje Vy provocado sólo por la fuente de 10A.

**Vy** = Voltaje Total.

### MEDICIÓN DE VOLTAJES, CORRIENTES Y POTENCIA EN AC:

#### Circuito Trifásico

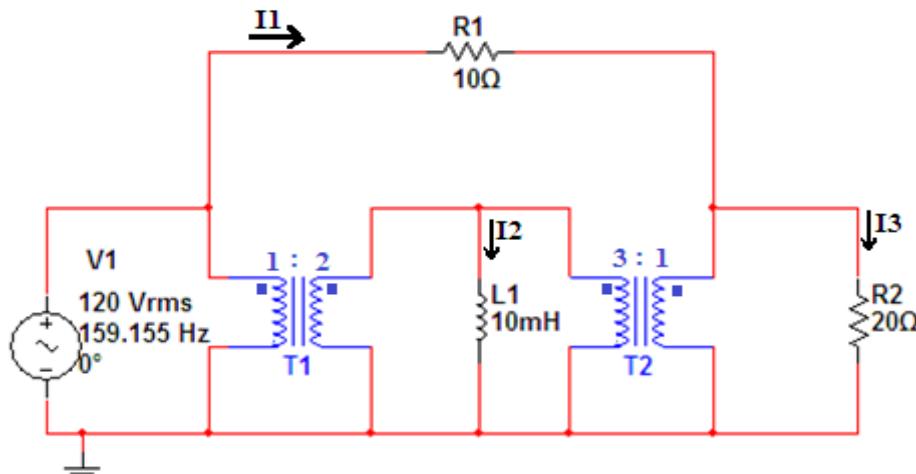
Diseñe el *Circuito # 4* con la ayuda de Multisim y halle los valores de corriente y potencia indicados en la *Tabla # 4*.



### Circuito # 4

## Transformadores

Con la ayuda de Multisim diseñe el *Circuito # 5* para medir, voltajes, corrientes y potencia según lo que indica la *Tabla # 5*.



**Circuito # 5**

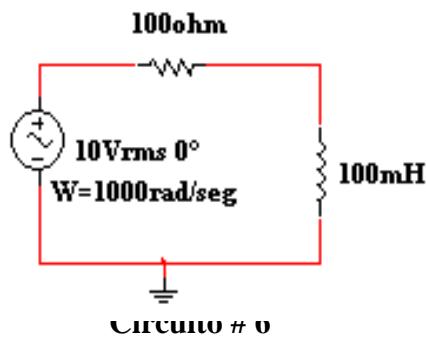
## Uso del Osciloscopio

El Osciloscopio es un instrumento de medición el cual nos muestra el voltaje medido en función del tiempo, en otras palabras nos muestra una Grafica del Voltaje  $V(t)$ .

Para realizar una medición con el Osciloscopio en Multisim se lo debe realizar como se procede a medir voltaje, esto es conectar el Osciloscopio (Canal A +, Gnd -) en los 2 puntos del circuito en los que se desea conocer dicho voltaje.

Para el *Circuito # 6* compruebe con el Osciloscopio de Multisim lo siguiente y luego complete la *Tabla # 6*:

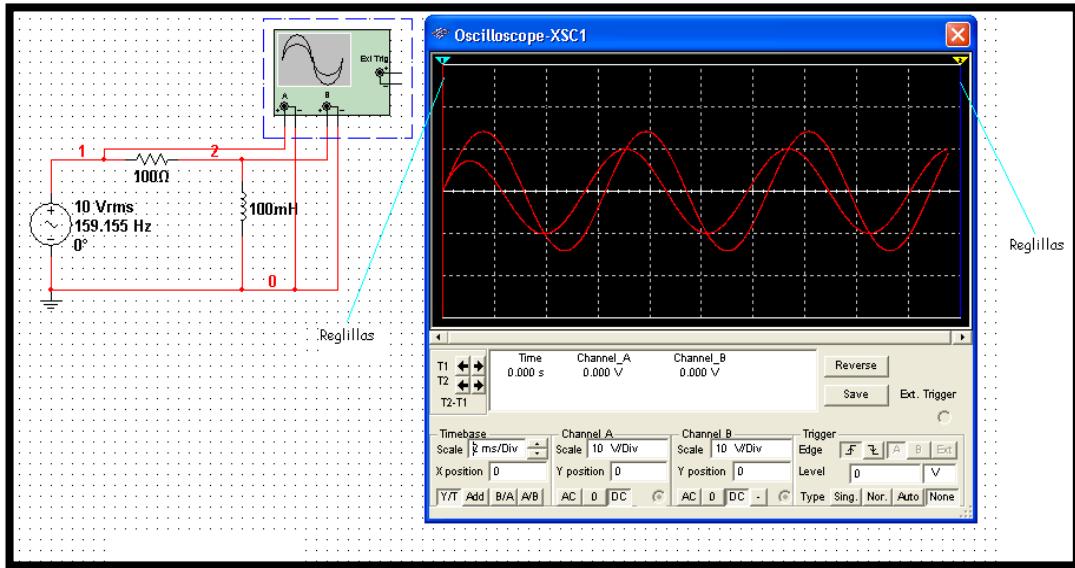
- Que la corriente del circuito se desfase respecto a la fuente.
- Que existe un desfase de  $90^\circ$  entre el voltaje del inductor y la corriente del inductor.



**Circuito # 6**

### Procedimiento:

- Armando el circuito y corriendo la simulación, les aparecerá las gráficas vistas en la figura, note que se han señalado las rejillas, ya que éstas serán de mucha utilidad para medir los desfases. Para poder mover las rejillas basta dar click

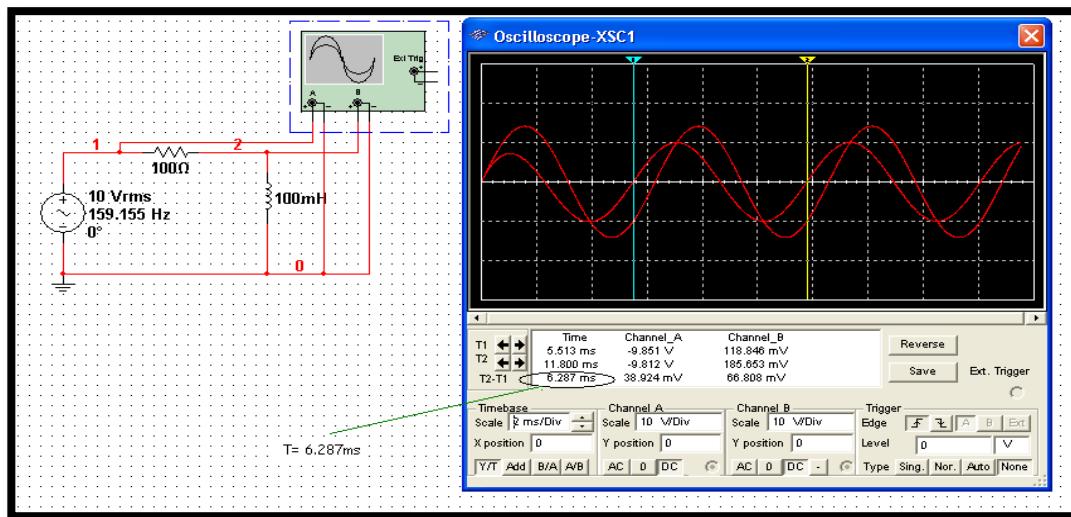


sobre ellas y arrastrarlas.

- Muevo las rejillas entre el comienzo de una onda y el final de la misma, para medir su respectivo Periodo (T), en la otra onda el Periodo (T) será el mismo debido a que en el circuito sólo hay una fuente alterna, se puede apreciar que  $T = 6.287 \text{ ms}$ , esto se da ya que al ubicar las rejillas se ve el tiempo entre la rejilla1 y la rejilla2, que es igual al Periodo (T). Comparando con el valor real que sería el inverso de la frecuencia,

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{159.155} = 6.283183 \text{ ms}$$

Que vemos es un valor cercano al visto en el osciloscopio.



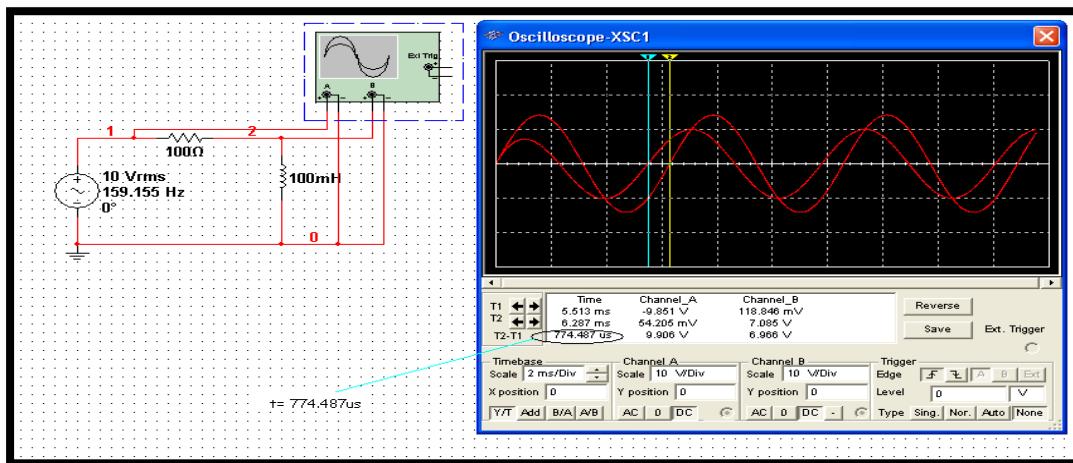
3. Ahora para observar el desfase vemos el tiempo que hay entre la intersección de ambas ondas con el eje x, y vemos que hay un  $t = 774.48 \mu s$ . Para calcular el desfase basta hacer una simple regla de tres.

$$\begin{array}{l} T \longrightarrow 360^\circ \\ t \longrightarrow x \end{array}$$

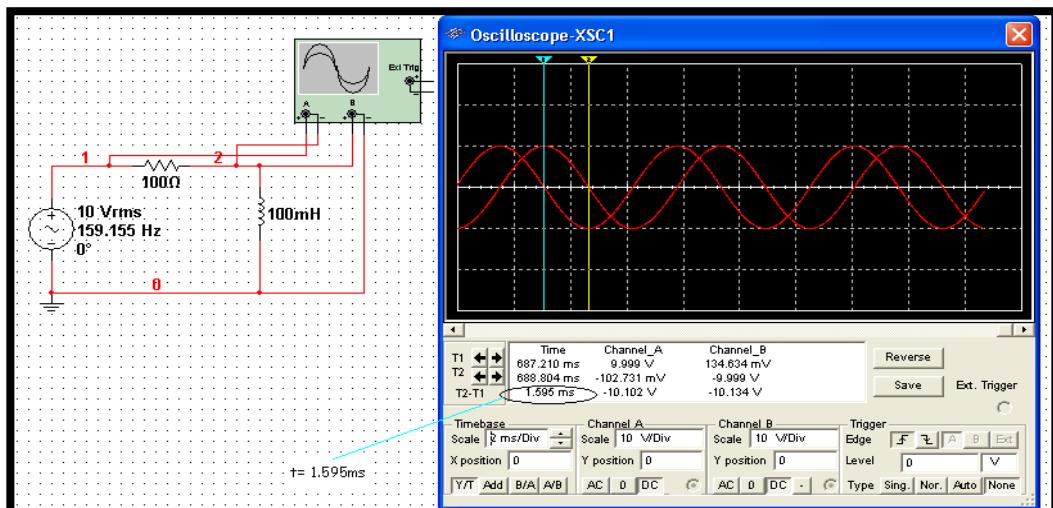
$$\begin{array}{l} 6.287\text{ms} \longrightarrow 360^\circ \\ 774.487\text{us} \longrightarrow x \end{array}$$

$$x = 44.34791156^\circ$$

Comparando con el valor real que es  $45^\circ$ , es una buena aproximación.



4. Para ver el desfase entre el Voltaje y Corriente en el inductor, debemos cambiar un poco las conexiones en el Osciloscopio, debido a que el osciloscopio sólo mide señales de voltajes. Sabemos que en una resistencia tanto el voltaje como la corriente están en fase, entonces con el *Canal A* veremos el voltaje que ve el resistor y ubicamos el terminal negativo en el otro extremo del resistor, la onda que veremos no será la de la corriente sino que será una onda que es proporcional a ésta, esto es debido a que el voltaje y corriente en una resistencia están en fase, en donde la constante de proporcionalidad es la resistencia y por Ley de Ohm  $V=IR$  y con el *Canal B* vemos el voltaje que ve el inductor.



5. P

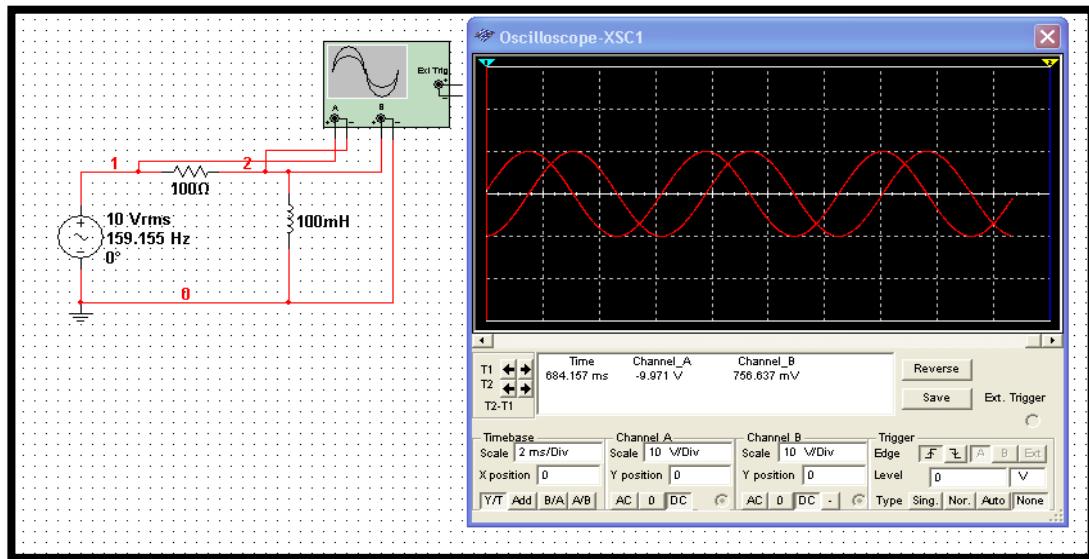
ara ver el desfase, hacemos lo mismo que en el paso 3, vemos que  $t=1.595\text{ms}$ , haciendo la regla de tres:

$$\begin{array}{l} T \longrightarrow 360^\circ \\ t \longrightarrow x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 6.287\text{ms} \longrightarrow 360^\circ \\ 1.595\text{ms} \longrightarrow x \end{array}$$

$$x = 91.3313859^\circ$$

Comparándolo con el valor real que es  $90^\circ$ , es una buena aproximación.





## Tabla de Resultados – Práctica #1

	<i>Simulado</i>	<i>Teórico</i>	<i>% Error</i>
<i>R_equivalente [Ω]</i>			

*Tabla # 1*

	<i>I1</i>	<i>I2</i>	<i>I3</i>	<i>I4</i>	<i>I5</i>	<i>I6</i>	<i>VR1</i>	<i>VR2</i>	<i>VR3</i>	<i>VR4</i>	<i>VR5</i>	<i>VR6</i>
<i>Teórico</i>												
<i>Simulado</i>												
<i>% Error</i>												

*Tabla # 2*

	<i>Vya</i>	<i>Vyb</i>	<i>Vyc</i>	<i>Vy</i>
<i>Teórico</i>				
<i>Simulado</i>				
<i>% Error</i>				

*Tabla # 3*

	<i>Ia</i>	<i>Ib</i>	<i>Ic</i>	<i>Vao</i>	<i>Vbo</i>	<i>Vco</i>	<i>W1</i>	<i>W2</i>
<i>Teórico</i>								
<i>Simulado</i>								
<i>% Error</i>								

*Tabla # 4*

	<i>I1</i>	<i>I2</i>	<i>I3</i>	<i>VR=10Ω</i>	<i>VR=20Ω</i>	<i>VL=10mH</i>	<i>PR=10Ω</i>	<i>PR=20Ω</i>	<i>Pfuentes</i>
<i>Teórico</i>									
<i>Simulado</i>									
<i>% Error</i>									

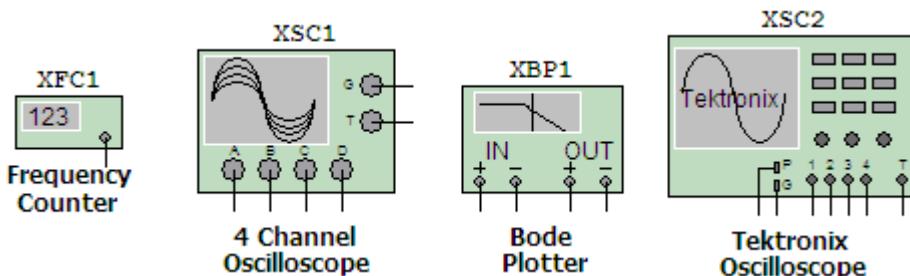
*Tabla # 5*

$\theta_{entre\_Vfuente\_I}$	$\theta_{entre\_Vind\_I}$

*Tabla # 6*

## PREGUNTAS:

- 1) Defina con sus propias palabras: ¿QUÉ ES SIMULAR?
- 2) Mencione 5 ventajas que usted crea más importante por el hecho de simular.
- 3) ¿Cuál es la diferencia entre los términos Virtual y Real?
- 4) Mencione 5 desventajas que usted crea más importante por el hecho de simular.
- 5) ¿Es importante qué todo circuito a simular tenga GND?, ¿Por qué?
- 6) ¿Qué tipo de señales nos entrega el Generador de Funciones del Multisim?
- 7) En el osciloscopio ¿para qué sirven las rejillas y el Trigger?
- 8) ¿Cuál es la máxima y mínima escala de los canales del osciloscopio del Multisim?
- 9) ¿Cuál es la máxima y mínima escala de la base de tiempo del osciloscopio del Multisim?
- 10) Describa ¿Cuándo y por qué se utiliza el punto común y la salida negativa en el Generador de Funciones?
- 11) Describa el funcionamiento del **Measurement Probe** que se encuentra en la Barra de Instrumentos.
- 12) Seleccione dos instrumentos de medición de los mostrados e investigue su funcionamiento y características principales.



**El estudiante deberá presentar en la siguiente práctica:**

**Lección #2:** Sobre: Introducción a Labview, a *decisión del profesor esta lección será escrita y/o en el computador.*

**Pre-práctica#2:** Realizar ejercicios propuestos de Labview que incluyan funciones numéricas tanto de la paleta de funciones y de Control del diagrama de bloques y panel frontal respectivamente. Se deberá imprimir tanto el panel frontal y el diagrama de bloque no necesariamente a colores de cada uno de los ejercicios. El orden de la pre-práctica será de acuerdo a las políticas entregadas

**Reporte # 1:** Uso del Simulador MULTISIM de acuerdo a las políticas del curso y entrega de circuitos simulados.

**Nota:** El estudiante en el reporte deberá incluir: la resolución teórica de los circuitos del #1 al #6 con sus respectivas tablas y las 12 preguntas de la práctica.



## EJERCICIOS PROPUESTOS CON SU RESPECTIVO PANEL FRONTAL DE LABVIEW

**EJERCICIO #1.**- Elabore un programa en Labview que permita conectar a un termómetro y un tanque a dos controles de sintonía de manera tal que cuando varíen su valor el nuevo valor adquirido se refleje en los indicadores tipo termómetro y en el tipo tanque; en ambos indicadores debe estar presentes el display digital . El usuario decide cuando deberá parar, para esto se sugiere utilizar la estructura **While loop** con su respectivo de stop que forma parte de las funciones de estructuras



**EJERCICIO #2.**- Elabore un VI que permita convertir los segundos a hora, minutos y segundos.

Se sugiere utilizar la siguiente función:

Además deberá cambiar el tipo de letra y color de las etiquetas que se observan en el panel frontal adjunto.

Converidor de segundos a horas , minutos y segundos .

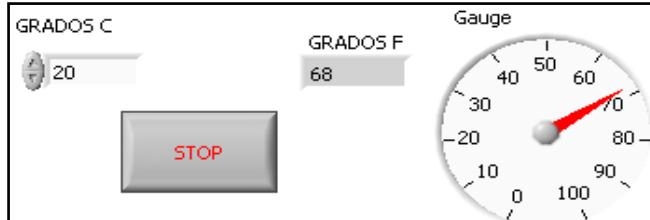
TOTAL TIEMPO EN SEGUNDOS    HORAS    MINUTOS    SEGUNDOS  
 7270    2    1    10

**EJERCICIO #3.**- Elabore un VI que se ejecute continuamente que al ingresar cuatro números reales los sume y los multiplique. El usuario decide cuando debe parar el programa.

Se sugiere utilizar la siguiente función:



**EJERCICIO #4.**- Elabore un VI que al ingresar un número real (Grados centígrados) los convierta en grados Fahrenheit. Además deberá presentarse en un indicador tipo Gauge. El usuario decide cuando deberá parar,



**EJERCICIO #5.**- Elabore un VI que entregue dos arreglos de una sola dimensión, el uno con decimales y el otro sin decimales tal como se observa en el panel frontal adjunto. Ambos arreglos deberán tener 5 números para lo cual se sugiere utilizar un lazo **For** con su respectivo constante que nos entrega la cantidad de números solicitados.





## PRÁCTICA #2

### “INTRODUCCIÓN A LABVIEW”

#### **OBJETIVOS:**

- Introducción a LabView y a sus funciones más comunes.
- Comprender los componentes de un Instrumento Virtual.
- Construir aplicaciones simples usando las funciones y librerías de LabView.
- Crear y trabajar con subrutinas, arreglos y estructuras.

#### **EQUIPOS Y MATERIALES USADOS:**

- 1 PC.
- 1 Tarjeta de Adquisición de Datos.
- Estación de trabajo NI ELVIS.
- Software LabView 8.6.

#### **DESARROLLO:**

##### ***INTRODUCCIÓN A LABVIEW***

El LabView es un lenguaje de programación de alto nivel, de tipo gráfico, y enfocado al uso en instrumentación. Pero como lenguaje de programación, debido a que cuenta con todas las estructuras, puede ser usado para elaborar cualquier algoritmo que se deseé, en cualquier aplicación, como en análisis, telemática, juegos, manejo de textos, etc.

Cada programa realizado en LabView será llamado Instrumento Virtual (VI), el cual como cualesquier otro ocupa espacio en la memoria del computador.

LabView (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control.

Usted puede diseñar especificando su sistema funcional, su diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería.

***LabView es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como por ejemplo Matlab.***

##### ***¿Qué es LabVIEW?***

**LabVIEW** de *National Instruments*, es una herramienta de programación gráfica, altamente productiva, para la construcción de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. **LabVIEW** permite crear rápidamente una interfaz de usuario que nos proporciona la interactividad con el sistema.

La **Programación G** es el corazón de **LabVIEW**, y difiere de otros lenguajes de programación como C o Basic, en que éstos están basados en texto, mientras que G es una programación gráfica. Los programas en G, o VIs (“Virtual Instruments”) constan



de una interfaz interactiva de usuario y un diagrama de flujo de datos que hace las funciones de código fuente.

### **APLICACIONES DE LABVIEW**

LabView tiene su mayor aplicación en Sistemas de Medición, como monitoreo de Procesos y Aplicaciones de Control, un ejemplo de esto pueden ser Sistemas de Monitoreo en Transportación, Laboratorios para clases en Universidades, Procesos de Control Industrial. LabView es muy utilizado en Procesamiento Digital de Señales (Wavelets, FFT, Total Distorsion Harmonic TDH), Procesamiento en Tiempo Real de Aplicaciones Biomédicas, Manipulación de Imágenes y Audio, Automatización, Diseño de Filtros Digitales, Generación de Señales, entre otras, etc.

### **VENTAJAS DEL LABVIEW**

- ✓ Es muy simple de manejar, debido a que está basado en un nuevo sistema de programación gráfica, llamada Lenguaje G.
- ✓ Es un Programa enfocado hacia la Instrumentación Virtual, por lo que cuenta con numerosas herramientas de presentación: gráficas, botones, indicadores y controles, los cuales son muy esquemáticos y de gran elegancia. Estos serían complicados de realizar en bases como C++ donde el tiempo para lograr el mismo efecto sería muchas veces mayor.
- ✓ Es un Programa de mucho poder donde se cuentan con librerías especializadas para manejos de DAQ, Redes, Comunicaciones, Análisis Estadístico, Comunicación con Bases de Datos (Útil para una Automatización de una Empresa a Nivel Total).  
Con este las horas de desarrollo de una Aplicación por Ingeniero, se reducen a un nivel mínimo.
- ✓ Como se programa creando subrutinas en módulos de bloques, se pueden usar otros bloques creados anteriormente como aplicaciones por otras personas.  
Es un programa que permite pasar las aplicaciones entre diferentes plataformas como Macintosh y seguir funcionando.

### **TÉRMINOS DE LABVIEW**

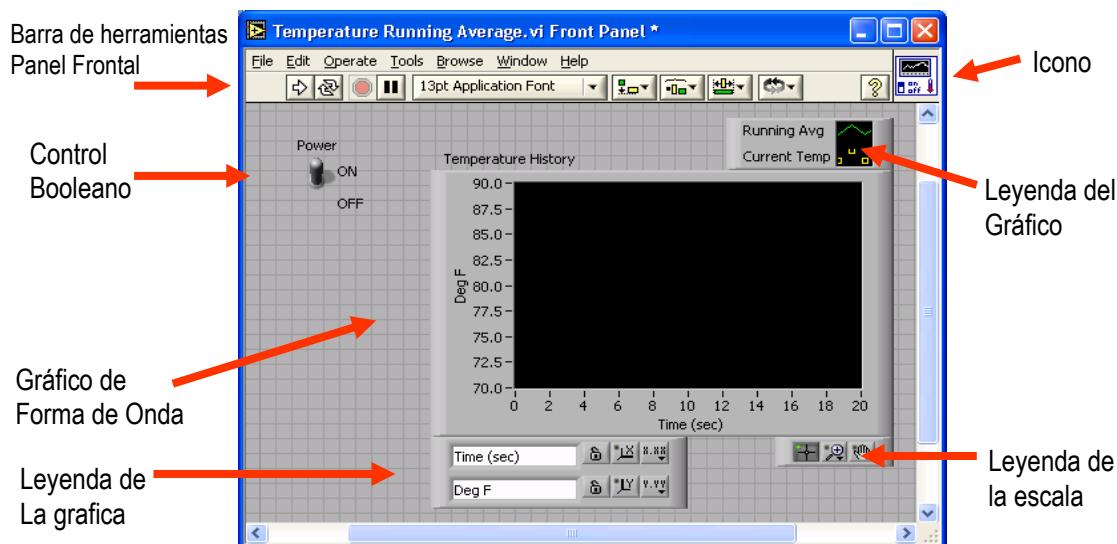
Los Programas en LabVIEW son llamados Instrumentos Virtuales (VIs).

Cada **VI** contiene tres partes principales:

- Panel Frontal – Con este el usuario interacciona con el VI.
- Diagrama de Bloque – El código que controla el programa (programación).
- Icono/Conecotor – Medios para conectar un VI con otros VIs.

- **El Panel Frontal** es la interfase del usuario con el VI. El Panel Frontal es utilizado para interactuar con el usuario cuando el programa está corriendo. Usuarios pueden controlar el programa, cambiar entradas, y ver datos actualizados en tiempo real.

## Panel frontal de un VI

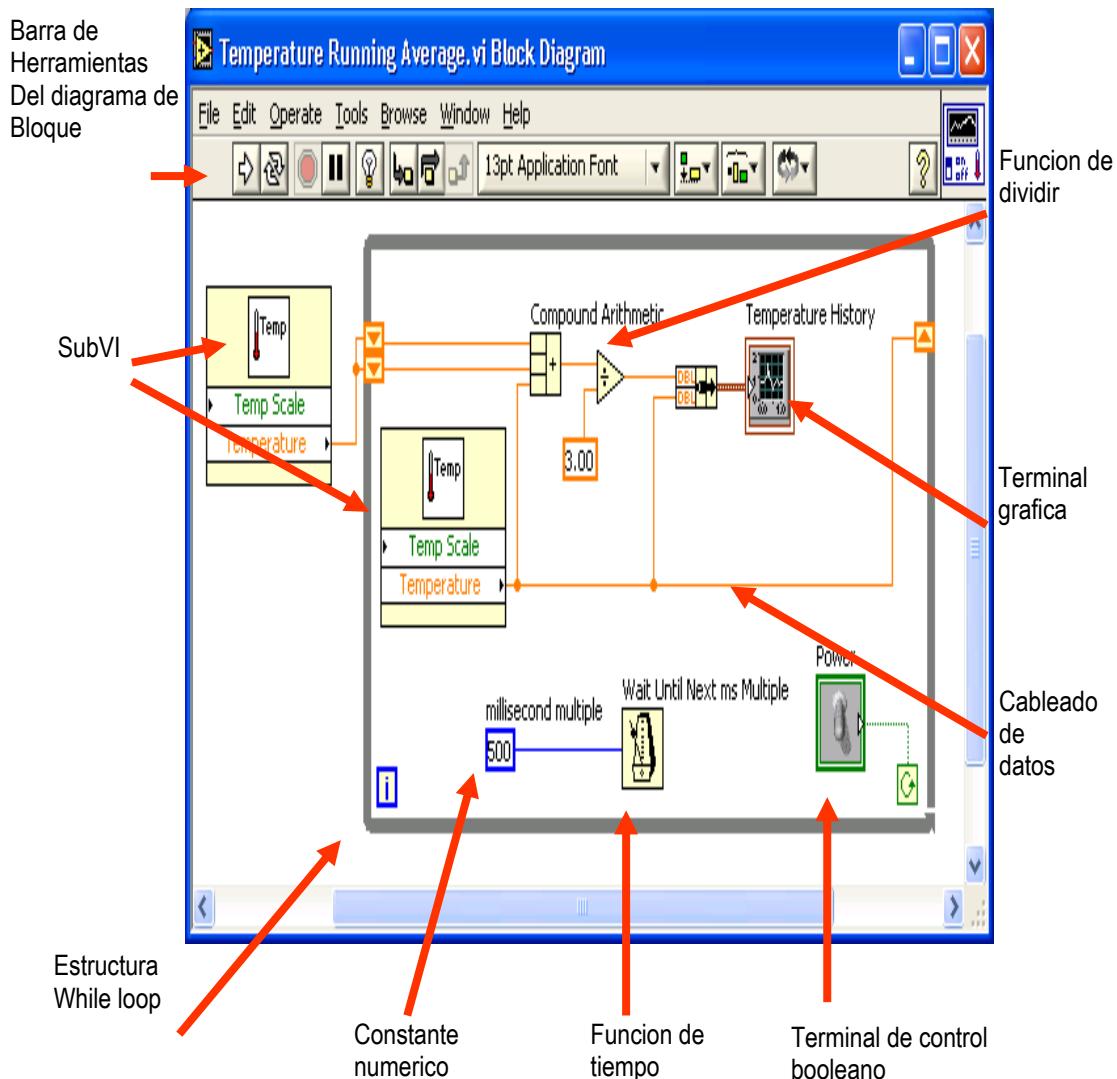


Usted construye el Panel Frontal con controles e indicadores, que son las entradas y salidas que interactúan con las terminales del VI, respectivamente. Los controles son botones de empuje, marcadores y otros componentes de entradas. Los indicadores son las graficas, luces y otros dispositivos. Los controles simulan instrumentos de entradas de equipos y suministra datos al Diagrama de Bloques del VI. Los indicadores simulan salidas de instrumentos y suministra datos que el Diagrama de Bloques adquiere o genera.

Cada control o indicador del Panel Frontal tiene una terminal correspondiente en el Diagrama de Bloques. Cuando un VI se ejecuta, los valores de los controles fluyen a través del Diagrama de Bloques, en donde estos son usados en las Funciones del Diagrama, y los resultados son pasados a otras funciones o indicadores.

- **El Diagrama de Bloque** contiene el código fuente gráfico. Los objetos del Panel Frontal aparecen como terminales en el Diagrama de Bloque. Adicionalmente, el Diagrama de Bloque contiene funciones y estructuras incorporadas en las bibliotecas de LabVIEW VI. Los cables conectan cada uno de los nodos en el Diagrama de Bloques, incluyendo controles e indicadores de terminal, funciones y estructuras.

## VI Diagrama de bloque



LabVIEW 8.6 posee un tipo de subVI (incorporado desde la versión 7.1) llamado **VI Expresso (Express VI)**. Estos son VIs interactivos que tienen una configuración de caja de dialogo que permite al usuario personalizar la funcionalidad del VI Expresso. LabVIEW entonces genera una subVI basado en estos argumentos.

**VIs estándar** son aquellos VIs (que consisten de un panel frontal y un diagrama de bloque) que son usados adentro de otro VI.

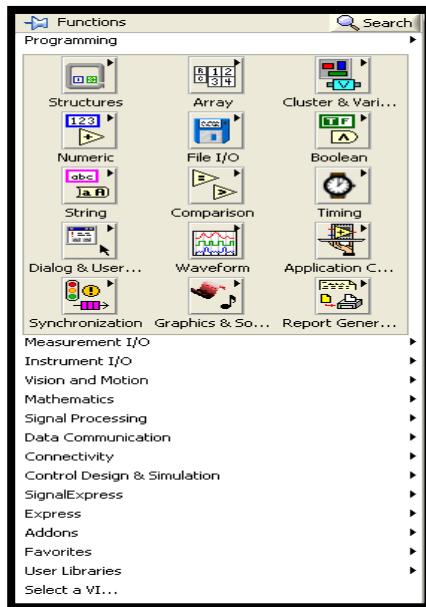
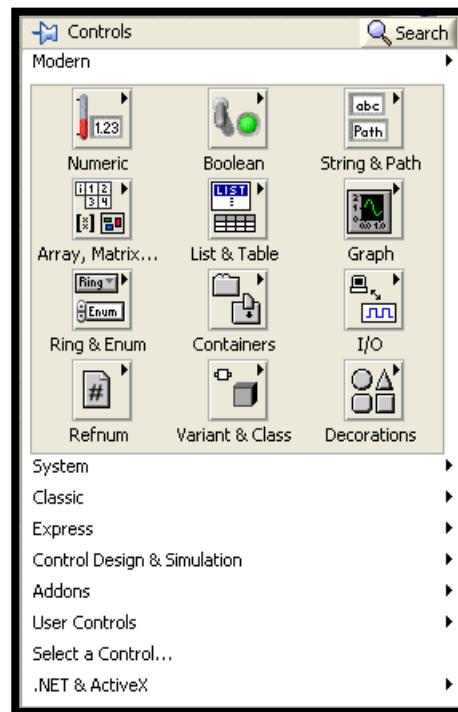
Las funciones son los bloques de construcción de todos los VIs. Las funciones no tienen un panel frontal o un diagrama de bloque.





## ➤ Paleta de Controles y Funciones

Use la paleta de controles (**Controls**) para colocar los controles e indicadores en el Panel Frontal. La Paleta de Controles está disponible solamente en el Panel Frontal. Seleccione **View» Controls palette** o haga click derecho en el espacio de trabajo en el Panel Frontal para desplegar la Paleta de Controles. Usted también puede desplegar la Paleta de Controles haciendo un click derecho en un área abierta del Panel Frontal. Para desaparecer la Paleta de Controles presione el botón en la parte superior izquierda de la paleta.



Use la Paleta de Funciones (**Functions**), para construir un Diagrama de Bloque. La Paleta de Funciones está disponible solamente en el Diagrama de Bloque. Seleccione **View» Functions Palette** o haga un click derecho en el espacio de trabajo del Diagrama de Bloque para desplegar la Paleta de Funciones. Usted también puede desplegar la Paleta de Funciones dando un click derecho en un área abierta del Diagrama de Bloques. Para desaparecer la Paleta de Funciones presione el botón en la parte superior izquierda de la Paleta.

## ➤ Paleta de Herramientas

Seleccione **View» Tools Palette**

Si la herramienta de selección automática está habilitada y usted mueve el cursor sobre un objeto en el Panel Frontal o en el Diagrama de Bloque, LabVIEW automáticamente selecciona la herramienta correspondiente de la Paleta de



Controles. Cambie a la herramienta de selección automática tecleando el botón de Selección de Herramienta Automática en la Paleta de Herramientas.

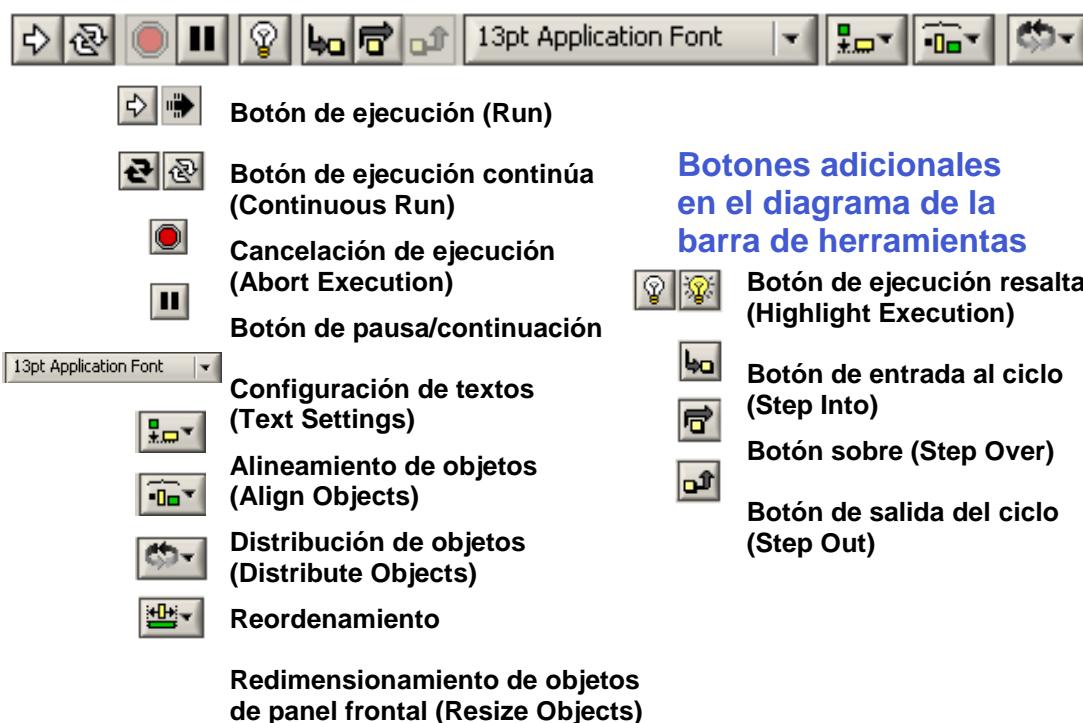
Utilice la herramienta de operación para cambiar valores o para seleccionar texto de un control.

Utilice la herramienta de posicionamiento para seleccionar, mover o redimensionar objetos. La herramienta de posicionamiento cambia las formas cuando se mueve sobre una esquina de un objeto reajustable.

Utilice la herramienta de etiquetado para editar textos y crear etiquetas libres. La herramienta de etiquetado se convierte en cursor cuando usted crea etiquetas libres.

Utilice la herramienta de cableado para cablear objetos juntos en el diagrama de bloque.

## Barra de herramientas de Estado



- Pulse el Botón de Ejecución (**Run**) para ejecutar el VI. Mientras el VI se está ejecutando, el botón de ejecución aparecerá con una flecha negra si es que el VI es un VI Principal, lo que significa que no ha sido llamado por otro VI y por lo tanto este no es un SubVI.



- Pulse el Botón de Ejecución Continua (**Continuous Run**) para ejecutar el VI hasta que el Botón de Cancelación de Ejecución o de Pausa sea presionado.
- Usted también puede pulsar este Botón nuevamente para deshabilitar la Ejecución Continua.
- Mientras el VI se está ejecutando, el Botón de Cancelación de Ejecución (**Abort Execution**) aparece. Presione este botón para detener el VI inmediatamente.  
**Nota:** Evite usar el Botón de Cancelación de Ejecución (**Abort Execution**) para detener el VI. Deje que el VI complete su flujo de datos o diseñe un método para detener el VI Programáticamente. Al hacer esto el VI se encuentra en un estado conocido. Por ejemplo, coloque un botón en el Panel Frontal que detenga el VI cuando sea presionado.
- Pulse el botón de pausa (**Pause**) para detener momentáneamente la ejecución de un VI. Cuando usted presiona el botón de Pausa, LabVIEW señala la posición donde usted detuvo la ejecución en el Diagrama de Bloque. Pulse el botón de Pausa nuevamente para que el VI continúe ejecutándose.
- Seleccione el menú **Configuración de Textos (Text Settings)** para cambiar el tipo de fuente (letra) del VI, incluyendo el tamaño, estilo y color.
- Seleccione el menú **Alineamiento de Objetos (Align Objects)** para alinear objetos con respecto a los ejes, incluyendo eje vertical, superior, izquierdo, etc.
- Seleccione el menú **Distribución de Objetos (Distribute Objects)** para espaciar objetos uniformemente, incluyendo espacios vacíos, compresiones, etc.
- Seleccione el **Redimensionamiento de Objetos (Resize Objects)** para cambiar el ancho y alto de objetos del Panel Frontal.
- Seleccione el menú **Reordenamiento (Reorder)** cuando tenga objetos superpuestos unos con otros y usted quiera definir cual está enfrente de quien y cual atrás. Seleccione uno de los objetos con la Herramienta de Posicionamiento y seleccione entre **Move Forward** (mover hacia adelante), **Move Backward** (mover hacia atrás), **Move to Front** (mover al frente) y **Move to Back** (mover hacia atrás).

*<Los siguientes puntos solo aparecen en la Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques.>*

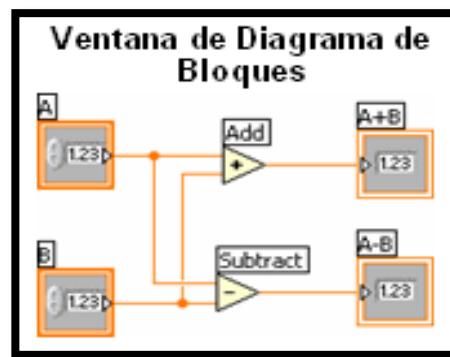
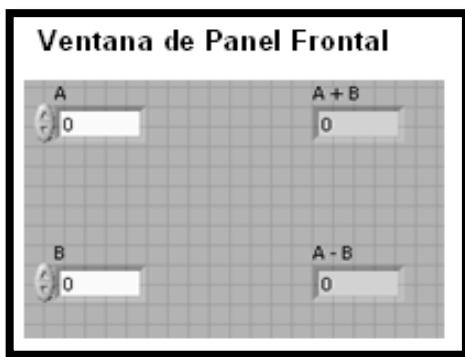
- Pulse en el Botón de **Ejecución Resaltada (Highlight Execution)** para ver el flujo de información en el Diagrama de Bloques. Pulse el botón nuevamente para detener este tipo de Ejecución Resaltada.
- Pulse el Botón de **Entrada al Ciclo (Step Into)** para entrar un paso adentro de un ciclo, un SubVI, etc. Entrando un paso a la vez adentro de un VI le permite introducirse en la VI nodo a nodo. Cada nodo se resalta para señalar cuando está listo para ejecutarse. Al entrar un paso adentro de un nodo usted está listo para caminar paso a paso adentro del nodo.
- Pulse el Botón de sobre (**Step Over**) para posicionarse encima de un ciclo, un SubVI, etc. Al posicionarse encima del nodo, usted ejecuta el nodo sin entrar paso a paso adentro del nodo.

- Pulse el botón de Salida del ciclo (**Step Over**) para salirse de un ciclo, SubVI, etc. Al posicionarse fuera del nodo, usted completa la ejecución de un nodo y puede moverse al siguiente nodo.

### Creando un VI

Cuando usted crea un objeto en el Panel Frontal, una terminal es creada en el Diagrama de Bloques. Estas terminales le dan acceso a los objetos del Panel Frontal del código creado mediante el Diagrama de Bloque.

Cada terminal contiene información útil referente al objeto al cual corresponde en el Panel Frontal. Por ejemplo, el color y los símbolos proporcionan el tipo de dato. Números de punto flotante y de doble-precisión, son representados con terminales anaranjadas y las letras DBL. Las terminales booleanas son verdes y son representadas por las letras TF.



En General, las terminales anaranjadas deben unirse (cablearse) con las terminales anaranjadas, verdes con verdes, y así sucesivamente. Esta no es una regla que no se puede romper; por ejemplo LabVIEW permitirá al usuario conectar una terminal azul (Valor Entero) a una terminal anaranjada (Valor Fraccional). Pero en la mayoría de casos, busque mejor una igualdad en colores.

Los controles tienen una flecha en el lado derecho y tienen un borde grueso. Los indicadores tienen una flecha en el lado izquierdo y un borde fino. Reglas Lógicas pueden ser Aplicadas al conectar en LabVIEW: Cada cable debe tener una (pero solo una) fuente (o control), y cada cable puede tener varios destinos (o indicadores).

Además de los terminales del Panel Frontal, el Diagrama de Bloques contiene funciones. Cada función puede tener múltiples terminales de Entradas y Salidas. La conexión de estas terminales es una parte muy importante de la programación en LabVIEW.

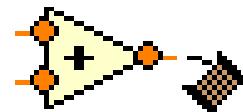
Una vez que usted tenga cierta experiencia programado en LabVIEW, la conexión de cables se le hará más fácil. Primero puede que necesite ayuda. En seguida se le muestra algunas recomendaciones para comenzar:

- La herramienta para conectar o de cableado es utilizada para conectarse a los nodos de las funciones. Cuando usted “apunte” con la herramienta de cableado, apunte con el extremo del cable que cuelga del carrete. Aquí es donde el cable será colocado.
- Mientras usted mueve la herramienta de cableado sobre las funciones, observe la

- viñeta amarilla que aparece. Esto le dirá el nombre de la terminal al que se está conectando.
- Mientras usted mueva la herramienta de cableado encima de una terminal, esta va a mostrar información. Esto le ayudara a identificar donde se va a unir el cable.
- Para más ayuda con los terminales, haga click derecho en la función y seleccione **Visible Items o Objetos Visibles>>Terminals o Terminales**. Un dibujo de la función será colocada atrás para revelar las terminales de la conexión. Note los colores - estos corresponden a los tipos de datos utilizados por los terminales del Panel Frontal.
- Para ayuda adicional, seleccione **Help >> Show Context Help**, o presione **CTRL+H**. Esto mostrara la ventana de ayuda en contexto. A medida que uno mueva el ratón (mouse) sobre la función, esta ventana le mostrara la función, terminales, y una breve descripción. Utilice esto junto con otras herramientas para ayudarse mientras conecta los cables.

El cableado es muy flexible en LabVIEW. Experimente con combinaciones de click y/o teclas cuando este cableando. Aquí hay algunas de las características más a menudo utilizadas.

- El hacer un simple, doble, y triple click en el cable selecciona el cable para moverlo o para borrarlo.
- El hacer un click mientras se está cableando hace un doblez en el cable.
- Haciendo click derecho o presionando el botón **ESC** mientras se está cableando cancela la operación de cableado.



No se preocupe por el color de los cables. LabVIEW seleccionará automáticamente el cable correcto y adecuado para cada situación.



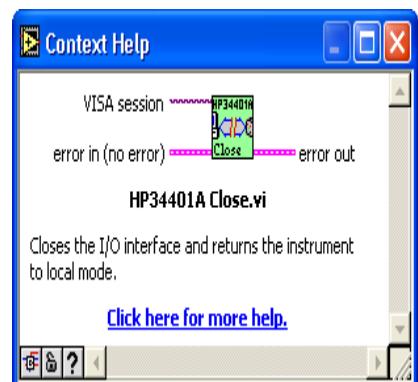
## Opciones de Ayuda

Utilice la ventana de **Context Help** (*Ayuda Contextual*) y **LabVIEW Help** (*Ayuda de LabVIEW*) para ayudarle a construir o editar los VIs. Refiérase a la ayuda de LabVIEW y a los manuales para más información.

### **Ventana de Ayuda Contextual (Context Help Window)**

Para desplegar la ventana de **Context Help**, seleccione **Help>>Show Context Help** o presione las teclas <Ctrl-H>.

Cuando mueva el cursor sobre el Panel Frontal y los objetos del Diagrama de Bloque, la ventana de **Context Help** despliega el icono de los SubVIs, funciones, constantes, controles e indicadores, con cables adjuntos a cada una de sus terminales. Cuando mueva el cursor sobre la caja de opciones de dialogo, la ventana de **Context Help** despliega descripciones de esas opciones. En la ventana, las conexiones requeridas están en negrilla, las conexiones recomendadas en texto normal, y las conexionesopcionales están poco claras o no aparecen. Arriba se presenta un ejemplo de la ventana de **Context Help**.





Haga un click en el botón de **Simple/Detailed Context Help** localizado en la esquina inferior izquierda de la ventana de **Context Help** para distinguir entre la ayuda contextual simple y detallada. El modo simple enfatiza las conexiones importantes. Las terminales opcionales son mostradas por segmentos de cables, informándole de la existencia de otras conexiones.

Haga click en el botón de **Lock Context Help** para congelar el contenido actual de la ventana del **Context Help**. Cuando los contenidos están congelados, el mover el cursor sobre otros objetos no cambia los contenidos de la ventana. Para descongelar la ventana, haga click nuevamente en el botón. Usted también puede tener acceso a esta opción desde el menú de ayuda (**Help**).

## Técnicas para Eliminar Errores

Cuando su VI no es ejecutable, se despliega una flecha quebrada en el botón de correr en la Paleta de Herramientas.

**Encontrando los Errores:** Para hacer una lista de los errores, haga click en la flecha quebrada. Para localizar el objeto malo, haga click en el mensaje del error.

**Resaltando la Ejecución:** Anima el diagrama y traza el flujo de datos, permitiéndole ver los valores intermedios.

Haga click en el bombillo incandescente (**light bulb**) en la Barra de Herramientas.

**Probe:** Utilizado para ver los valores en los arrays (arreglos) y clusters.

Haga click en los cables con la herramienta **Probe** o haga click derecho en el cable para ajustar los probes.

**Punto de Paro (Breakpoint):** Coloca pausas en diferentes lugares del diagrama.

Haga click en los cables o en los objetos con la herramienta de **Punto de Paro** para colocar los puntos de paro.

Utilice el VI **Debug Demonstrate** del BASICS.LLB para demostrar las opciones y las herramientas.

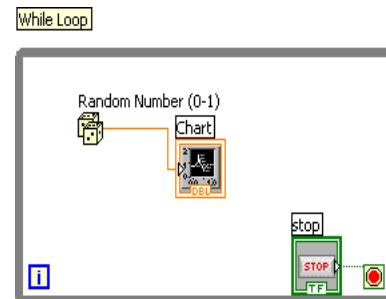
## Ciclos y Gráficas

- For Loop (Ciclo Para)
- While Loop (Ciclo Mientras)
- Gráficas
- Multiplots

Ambos los ciclos Mientras (*While*) y Para (*For*) están localizados en la Paleta *Functions»Structures*.

### Ciclo Mientras (While Loop)

Similar al Ciclo Haga (*Do*) o al ciclo Repita-Hasta (*Repeat-Until*) en lenguajes de programación basados en texto, un ciclo Mientras, mostrado a la derecha, ejecuta un sub-diagrama hasta que la condición sea cumplida.





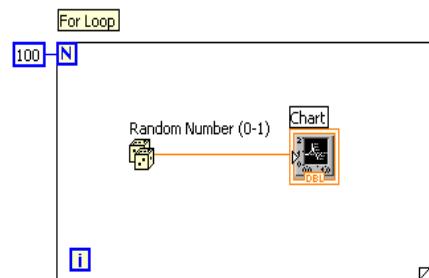
El Ciclo Mientras ejecuta el sub diagrama hasta que la terminal dependiente, recibe un valor

Booleano específico. El comportamiento incumplido y la apariencia de la terminal dependiente

(Valor por Defecto) es **Continue if True** (Continúe si es Verdadero), mostrado a la izquierda. Cuando una terminal dependiente es **Continue if True**, el Ciclo Mientras ejecuta el sub diagrama hasta que la terminal dependiente recibe un valor FALSO. La Terminal de Iteración (Terminal de Salida), mostrada a la izquierda, contiene el número de iteraciones completas. El conteo de iteraciones siempre empieza en cero. Durante la primera iteración, la terminal de iteración regresa a cero.

### Ciclo Para (For Loop)

Un Ciclo Para, ejecuta una serie varias veces. El valor en la terminal de conteo (Terminal de Entrada) representada por la N, indica cuantas veces repetir el sub diagrama. La terminal de iteración (Entrada de Salida), mostrada a la izquierda, contiene el número de iteraciones completas. El conteo de iteraciones siempre empieza en cero. Durante la primera iteración, la terminal de iteración regresa a cero.



### Ejercicio 1

Realice un VI que calcule el factorial de un número entero mayor o igual que 1.

Nota: Utilice un nodo de retroalimentación.

(FEEDBACK NODE ) que se encuentra en:

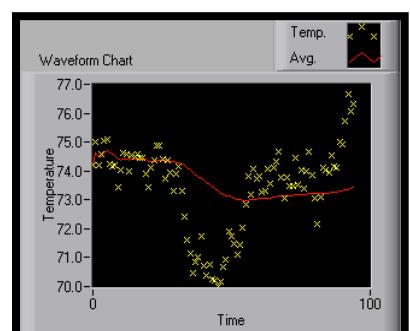


*Functions→All Functions→Structures.*

### Gráficas

La Grafica de forma de onda es un indicador numérico especial que muestra una o más graficas (Plots). La Grafica de forma de onda está localizada en la Paleta **Controls>Graph Indicators**. Las graficas de forma de onda pueden mostrar graficas simples o múltiples. El siguiente Panel Frontal muestra un ejemplo de una grafica de forma de onda múltiple.

Usted puede cambiar los valores *mínimo* y *máximo* del eje x y y dándole doble click al valor con la herramientas de

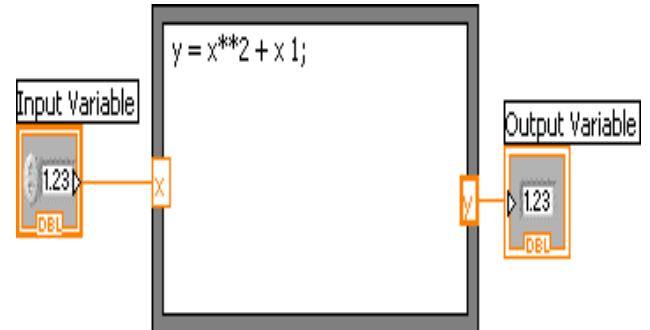


etiquetado y escribiendo el nuevo valor. Similarmente, usted puede cambiar la etiqueta del eje. También puede darle click derecho a la leyenda de la grafica y cambiar el estilo, forma y color del dibujo que se muestra en la gráfica.

### Nodos de Fórmula

Algunas veces es preferible programar expresiones matemáticas con funciones basadas en texto, en lugar de hacerlo con

iconos (los que pueden tomar mucho espacio en el diagrama). El **Nodo de Fórmula** nos permite implementar ecuaciones complicadas usando instrucciones basadas en texto.

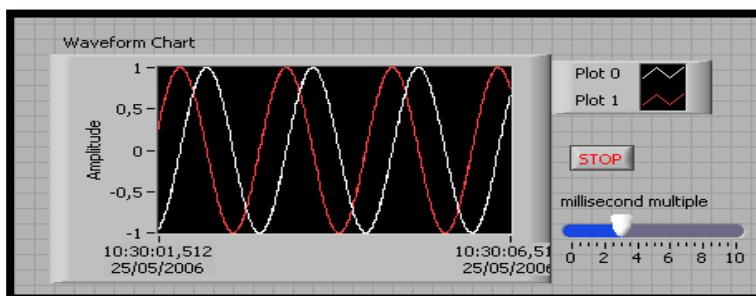


- Localizada en la Sub-Paleta de **Estructura (Structures)**.
- Las cajas pueden cambiar de tamaño para introducir fórmulas algebraicas directamente a los Diagramas de Bloque.
- Para agregar variables, se presiona el botón derecho del mouse y se escoge la opción: **Agregar Entrada (Add Input)** o **Agregar Salida (Add Output)**.
- Hay que nombrar las variables de la misma manera en que serán usadas en la fórmula. (Los nombres son sensibles a Capitalización).
- Las declaraciones deben terminar con un punto y coma (;).
- Al usar varias fórmulas en un solo Nodo de Fórmula, cada variable asignada (las que aparecen en la parte izquierda de cada fórmula) deben tener una Terminal de Salida en el Nodo de Fórmula. Sin embargo, estas Terminales de Salida no necesitan ser cableadas.

### Ejercicio 2

Realice un VI que muestre dos graficas senoidales desfasadas 90°.

### Arreglos



- Construir arreglos manualmente.
- Dejar que LabVIEW construya arreglos automáticamente.

Los Arreglos agrupan elementos de datos del mismo tipo. Un Arreglo consiste de elementos y dimensiones. Los elementos son los datos que componen el Arreglo. Una



dimensión es la longitud, altura, o profundidad de un Arreglo. Un Arreglo puede tener una o más dimensiones y hasta  $(2^{31} - 1)$  elementos por dimensión, si lo permite la memoria.

Usted puede construir Arreglos de tipos de Datos Numéricos, Booleanos, Rutas, Cadenas, Formas de Onda y Cluster Data.

Los elementos del Arreglo son ordenados. Un Arreglo utiliza un índice para que usted pueda tener acceso rápido a cualquier elemento en particular. El índice es basado en cero, lo que significa que tiene un rango de (0 a n-1), donde n es el número de elementos en el Arreglo. Por ejemplo,  $n = 9$  para los nueve planetas, así que el índice recorre de 0 a 8. La Tierra es el tercer planeta, así que tiene un índice de 2.

### Agregando un Arreglo al Panel Frontal

Para crear un control o indicador de un Arreglo como el mostrado, escoja un Arreglo (Array) en la paleta **Functions >> Modern >> Array, Matrix and Cluster >> Array**, colóquelo en el Panel Frontal, y arrastre un control o un indicador adentro de la estructura (Shell) del Arreglo.

Usted debe insertar un objeto en la estructura del Arreglo antes de que usted utilice el Arreglo en el Diagrama de Bloques. De otro modo, la terminal del Arreglo aparece negra con un paréntesis vacío.

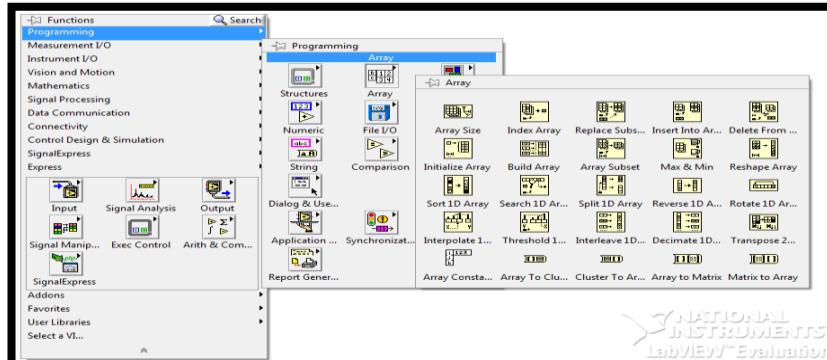
Para agregar las dimensiones a un Arreglo de uno en uno, hace click derecho en el despliegue del índice y seleccione **Add Dimension** del menú de atajo.

### Creando un Arreglo con un Ciclo

Si se cablea un Arreglo a un Túnel de Entrada de un *Ciclo Para (For Loop)* o un *Ciclo Mientras (While Loop)*, usted puede leer y procesar cada elemento en ese Arreglo al activar el auto-indexing (auto-indicación). Cuando usted utiliza el auto-índice en un Arreglo de Túnel de Salida el Arreglo de Salida recibe un nuevo elemento por cada iteración del Ciclo. Desactive el auto-indicador al hacer un click derecho en el Túnel y seleccionar **Disable Indexing** (Desactivar Indicación) desde el Menú de Atajo. Por ejemplo, desactive el auto-indicador si necesita únicamente el último valor pasado al Túnel en ejemplo anterior, sin crear un Arreglo.

## **FUNCIONES DE ARREGLOS**

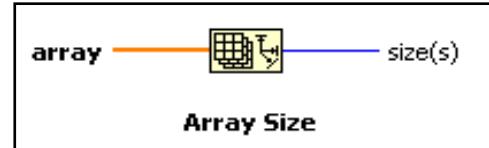
LabView cuenta con varias funciones que permiten manipular Arreglos, estas funciones se encuentran en la sub-paleta **Array** de la paleta **Funciones >>Programming >> Array**.



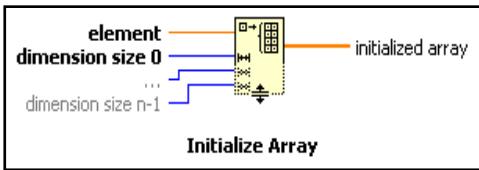


### Funciones Comunes de Arreglos

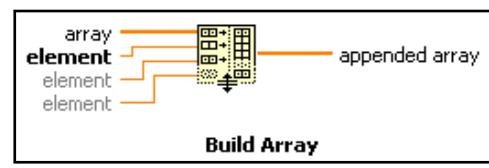
- **Array Size.-** Regresa el número de elementos del arreglo de entrada. Si el arreglo es de  $n$  dimensiones la terminal size regresa un arreglo de  $n$  elementos.



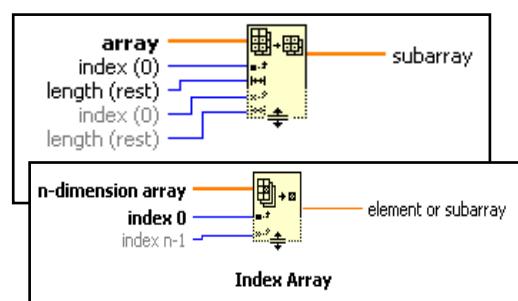
- **Initialize Array.-** Crea un arreglo de  $n$  elementos especificados en dimensión size inicializados con el valor ingresado en el terminal element.



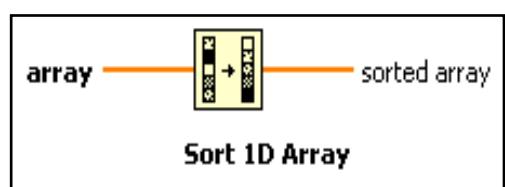
- **Build Array.-** Une múltiples arreglos o añade elementos a un arreglo.



- **Array Subset.-** Entrega una parte de un arreglo que comienza desde un índice especificado en index y el número de elementos especificados en length.  
➤ **Index Array.-** Permite tener acceso a un elemento o a un sub-arreglo de un arreglo de  $n$  dimensiones especificadas en Index.



- **Sort 1D Array.-** Esta función espera un arreglo como entrada y devuelve el mismo arreglo ordenado de forma ascendente.



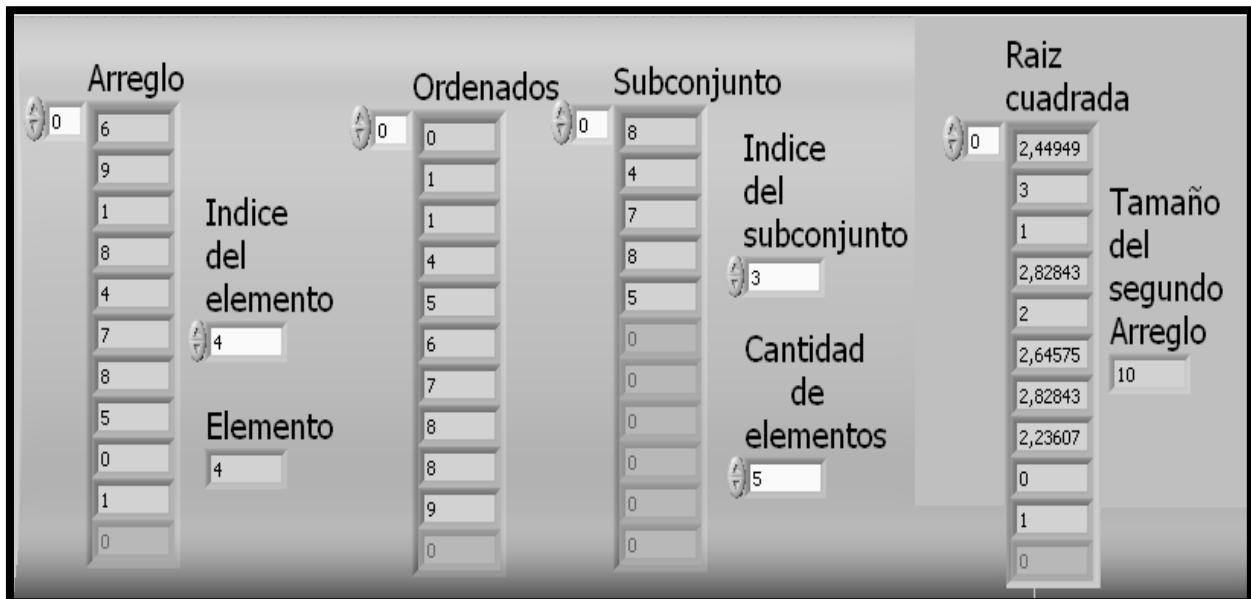
### Ejercicio 3.- Operaciones con Arreglos

- Construir dos Arreglos de 10 elementos numéricos, cada uno con las siguientes características:
  - El primero contendrá 10 números aleatorios enteros.
  - El segundo la raíz cuadrada de cada elemento aleatorio generado.➤ Ordene cada uno de los Arreglos de menor a mayor.

- Obtener un subconjunto del primero, escogiendo desde que elemento empezará y cuantos elementos contendrá. Para ello debe contener en el Panel Frontal dos Controles Numéricicos. → *Array Subset*.
- Mostrar en el Panel Frontal la dimensión del segundo Arreglo. → *Array Size*.
- Tener acceso a un elemento del primero cuya posición se especifique en el Panel Frontal. → *Index Array*.

**Sugerencia:** Utilice un Lazo For y las funciones de Arreglo antes mencionadas.

### Vista del Panel Frontal (Ejercicio 3)



### SubVI's

Después de haber construido un VI, y creado su propio ícono y panel de conexión, este puede ser utilizado en otro VI. Un VI dentro de otro VI se llama un SubVI. Un SubVI corresponde a una subrutina en



Lenguajes de Programación basados en texto. La utilización de SubVIs le ayuda a manejar cambios y a eliminar errores del Diagrama de Bloque rápidamente.

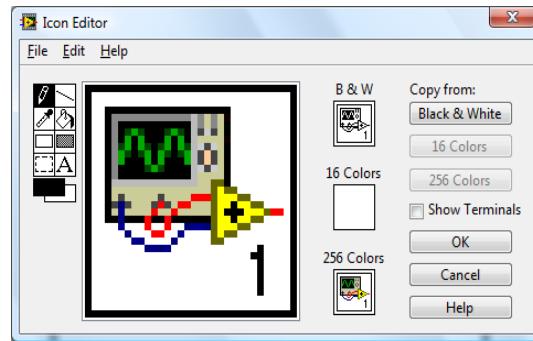
Cada VI muestra un ícono, mostrado arriba, en la esquina superior derecha de las ventanas del Panel Frontal y del Diagrama de Bloque. Un ícono es una representación gráfica de un VI. Puede contener texto, imágenes, o una combinación de ambos. Si usted utiliza un VI como SubVI, el ícono identifica el SubVI en el Diagrama de Bloque del VI.

Pasos para crear un SubVI:

- Crear el ícono.
- Crear el conector.
- Asignar terminales.
- Salvar el VI.
- Insertar el VI dentro del VI principal.

### Crear el ícono

Cree iconos personalizados para reemplazar los iconos predeterminados al hacer click-derecho en la esquina superior derecha del Panel Frontal o del Diagrama de Bloques y seleccionando el *Edit Icon* del menú de atajo o haciendo un doble click en el ícono en la esquina superior derecha del Panel Frontal. Usted también puede corregir iconos seleccionando *File >> VIProperties*, seleccionando General del menú *Category*, y haciendo click en el botón de editar (*Edit Icon*). Utilice las herramientas del lado izquierdo de la casilla de dialogo del *Icon Editor* para crear el diseño del ícono en el área de edición. El tamaño normal de la imagen del ícono aparece en la casilla apropiada en la parte derecha del área de edición.  
Usted también puede arrastrar un gráfico desde cualquier archivo y colocarlo en la esquina superior derecha del Panel Frontal o del Diagrama de Bloque. LabVIEW convierte el gráfico a un ícono de 32 x 32 píxeles.



### Crear el Conector

Para utilizar un VI como un SubVI, usted necesita crear un conector. El conector es una serie de terminales que corresponden a los controles y a los indicadores de ese VI, similar a la lista de parámetros de una función basada en un Lenguaje de Programación de texto. El conector define las Entradas y las Salidas que usted puede cablear al VI para que pueda utilizarlo como SubVI.

Defina las conexiones asignando un Control del Panel Frontal o un indicador a cada una de las terminales del conector. Para definir un conector, de un click-derecho sobre el ícono en la esquina superior derecha de la ventana del Panel Frontal y seleccione **Show Connector** del menú. El conector sustituye el ícono. Cada rectángulo en el conector representa una terminal.

### Asignar Terminales

Después que seleccione un patrón para utilizar en su conector, debe definir las conexiones asignando un control del Panel Frontal o indicador a cada uno de los terminales del conector. Cuando usted hace vínculos entre Controles e Indicadores y el



conector, coloque las entradas en la izquierda y las salidas a la derecha para evitar patrones complicados y poco claros en su VI. Para asignar una terminal a un control de

Panel Frontal o Indicador, presione una terminal del conector. Presione el control del Panel Frontal o Indicador que usted desea asignar a la terminal. Haga click en un área abierta del Panel Frontal. La terminal cambia al color del tipo de datos del control para indicar que usted conectó la terminal. Asegurarse que salvó el VI después de haber hecho las asignaciones de las terminales.

### **Salvar el VI**

Hay varias maneras de organizar sus SubVIs. La manera más común es organizarlos por aplicación. En este caso, son salvados en el mismo directorio o dentro de un archivo de librería de VI todos los VI's para una aplicación en particular. Salvarlos en un archivo de librería permite que usted transporte una aplicación entera dentro de un solo archivo.

Salvar dentro de una librería es simple. Después de presionar **Save As... (Salvar Como)**, presione **New VI Library (Nueva Librería de VI)**. Esto permitirá que usted

nombre la librería, y entonces salvar su VI en él. Para agregar VI subsecuentes, simplemente haga un doble-click al archivo **.llb** de la ventana estándar de Salvar, y dar un nombre al VI.

### **Insertar el VI dentro del VI Principal**

Después de construir un VI y crear su ícono y conector, usted puede utilizarlo como un SubVI. Para colocar un SubVI en el Diagrama de Bloques, seleccione **Functions>> Select VI**. Navegue y haga un doble-click en el VI que usted desea utilizar como SubVI y colóquelo en el Diagrama de Bloques.

También puede colocar un VI abierto en el Diagrama de Bloque de otro VI abierto usando la **Herramienta de Colocación (Positioning Tool)** para hacer click en el ícono en la esquina superior derecha del Panel Frontal o Diagrama de Bloque del VI que usted desea utilizar como SubVI y arrastrar el ícono al Diagrama de Bloque del otro VI.

## **Ejercicio 4: Crear un SubVI**

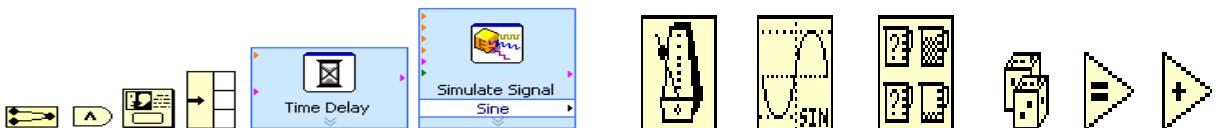
Abra el VI hecho en el *Ejercicio 1* y siga los pasos para utilizarlo como un SubVI.

### **PREGUNTAS**

1. ¿Cuál es la principal diferencia entre Multisim y LabView?
2. ¿Para qué sirve cada uno de los siguientes elementos?



3. ¿En qué se diferencia el Waveform Chart y el Waveform Graph?
4. Explique cómo crear un SubVI.
5. Describa el funcionamiento de cada uno los elementos que se encuentran dentro de FUNCTIONS>>PROGRAMMING>>STRUCTURES del Diagrama de Bloques.
6. Explique la diferencia entre Indicador y Controlador.
7. ¿Qué sucede al presionar las teclas: CTRL+T / CTRL+W / CTRL+Z / CTRL+B / CTRL+E?
8. ¿Cuál es la ruta correspondiente para encontrar los siguientes iconos e indique su función?



9. Describa el funcionamiento de la Estructura Case.
10. ¿Cuántos tipos de Estructura Secuencia existen, y en qué se diferencian?

**El estudiante deberá presentar en la siguiente práctica:**

**Lección #3:** Sobre: *Labview (Parte I y II) con sus respectivas preguntas. A decisión del profesor esta lección será escrita o en el computador.*

**Pre-práctica #3:** Tarea de Labview # 1, mas los ejercicios propuestos que a continuación se detallan. El orden de la pre-práctica será de acuerdo a las políticas entregadas

**Reporte # 2:** Panel Frontal y Diagrama de bloques de los ejercicios realizados en la práctica que deberán ir incorporados al reporte

**Nota:** Tanto para la tarea Labview #1 y los ejercicios propuestos deberán imprimir el Diagrama de Bloques de cada ejercicio.

**EJERCICIOS PROPUESTOS CON SU RESPECTIVO PANEL FRONTAL DE LABVIEW**

**EJERCICIO #6.-** Elabore un VI que al ingresar la clave correcta (ESPOL), encienda una alarma y envie un mensaje “ OK”; caso contrario no encienda ninguna alarma y envie el siguiente mensaje: “ DIGITE BIEN LA CLAVE”.

Se sugiere utilizar controles y constantes tipos string, función de comparación y como salida un Cluster en el cual se incluya la alarma y el mensaje.

El cluster se encuentra en la paleta de control dentro del menú Array, Matrix & Cluster



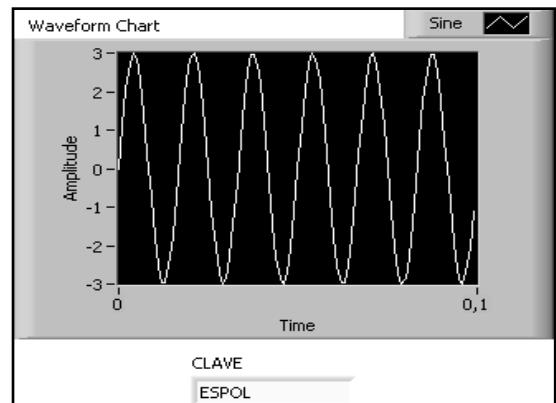


Para los mensajes no necesita utilizar ninguna función de texto sino que lo deberá hacer a través de la función Bundle antes de ser conectado el cluster.

**EJERCICIO #7.-** Elabore un VI que al ingresar la clave correcta (ESPOL), grafique la función seno; caso contrario grafique la función triangular.

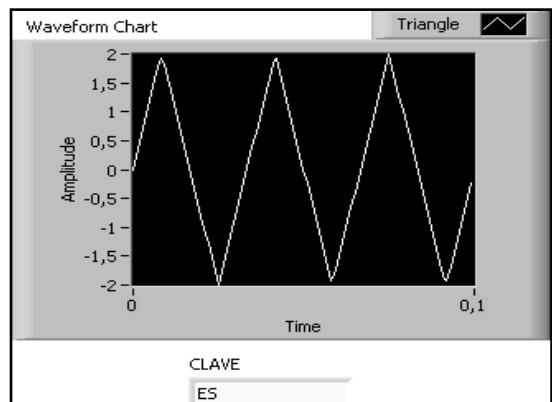
Para mostrar las señales solicitadas utilice un indicador gráfico del tipo **Waveform Chart** ubicada en la paleta de control dentro del menú Graph.

Waveform Chart



Para generar las señales solicitadas utilice un VI Express denominado **SIMULATE SIGNAL**, ubicado en la paleta de funciones, menú Express dentro de Input.

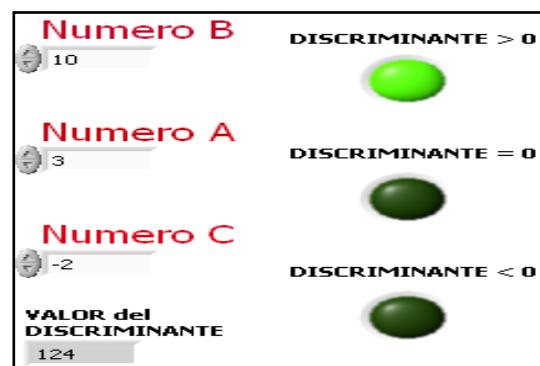
Se recuerda utilizar funciones de comparación y además deberá cambiar el aspecto del panel frontal.



**EJERCICIO #8.-** Elabore un VI que permita calcular el discriminante.

Cuando el valor del discriminante es mayor que cero encienda una alarma de color rojo, cuando es igual a cero encienda una alarma de color verde y cuando el discriminante es menor a cero encienda una alarma de color azul.

Deberá utilizar únicamente 3 controladores, 1 indicador, funciones numéricas para multiplicar y restar, además de funciones de comparación del tipo mayor, igual o menor e indicadores tipo led.



**EJERCICIO #9.-** Del ejercicio anterior deberá realizar un SubVI denominado "Discriminante" dentro de una nueva librería de nombre MIS PROPIOS VI.



En este ejercicio deberá utilizar 3 controles tipo numero que se refieren a las entradas de los números B,A y C; ahora utilizando las funciones case structure, indicadores tipo tipo string, comparadores , obtenga mensajes tipo texto de la siguiente manera:

Si el discriminante es mayor que cero el mensaje es: " RAICES REALES DIFERENTES"

Si el discriminante es menor que cero el mensaje es " RAICES REALIES IGUALES"

Si el discriminante es menor que cero el mensaje es" RACIES NO SON REALES"

**EJERCICIO #10.- Con el subVI del ejercicio anterior,**

ahora utilícelo para obtener los valores de las raíces de una ecuación cuadrática.

Deberá utilizar funciones básicas tipo numéricas, además tomar en cuenta que cuando el discriminante es menor que cero las raíces son imaginarias para lo cual se sugiere utilizar la siguiente función :



CALCULO DE LAS RAICES DE LA FUNCION CUADRATICA

Numero B	VALOR DEL DISCRIMINANTE
10	11,1355
Numero A	RAIZ 1
3	0,189255
Numero C	RAIZ 2
-2	-3,52255



## PRÁCTICA # 3

### “LABVIEW (PARTE II) Y ADQUISICIÓN DE DATOS”

#### **OBJETIVOS:**

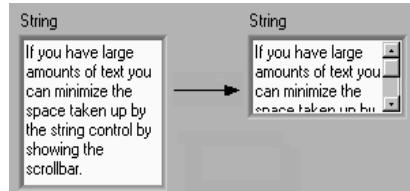
- Familiarizarse con nuevas funciones y Estructuras de Programación de LabView como: Cluster y Estructura Case.
- Aprender a configurar una Tarjeta DAQ.
- Aprender los procedimientos básicos para la Adquisición de Datos.

#### **EQUIPOS Y MATERIALES:**

- 1 PC.
- Software LabView 8.6.
- Un cable coaxial.
- PCI 6024E ó 6251Mx (Instalada en el PC).
- Estación de trabajo NI ELVIS.
- Software NiElvis 3.0
- Osciloscopio Real.
- Generador de Funciones Real.
- Una punta de prueba.
- Cables banana-banana.

#### **Cadenas de Caracteres**

Una Cadena es una Secuencia de Caracteres desplegables o no desplegables (ASCII). Las Cadenas se usan frecuentemente para enviar comandos a instrumentos, para proveer información acerca de pruebas (tales como el nombre del operador y la fecha), o para desplegar resultados al usuario.



Los Controles e Indicadores de Cadena se encuentran en la sub-paleta ***Text Control*** o ***Text Indicator*** de la paleta de **Controles**.

- Introduzca o cambie texto utilizando la ***Herramienta de Texto (Text Tool)*** y presionando con el mouse el ***Control de Cadena (String Control)***.
- Las Cadenas pueden variar en su tamaño.
- Las Cadenas de Indicadores y Controles pueden tener ***Barras de Movimiento (Scroll Bars)***: Haga click con el botón derecho del mouse y seleccione ***Visible Items» Scrollbar***. La Barra de Movimiento no se activara si el Control o el Indicador no son lo suficientemente grandes.

#### **Cluster**

Los Clusters, agrupan componentes iguales o desiguales juntos. Es equivalente a un Record en Pascal o una Struct en C. Los Componentes de los Clusters pueden ser de diferentes tipos de datos, pero deben de ser **Solo Indicadores o Solo controladores**



### Ejemplos de Agrupación Adecuada:

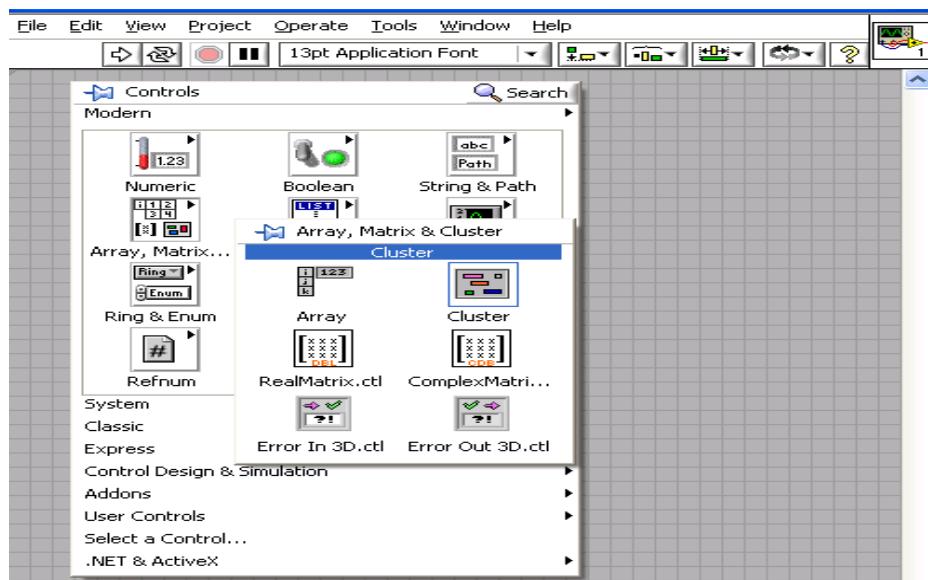
Información de Error-Agrupando una señal de Error Booleano, un código de error numérico, y una cadena de origen de un error para especificar el error exacto “Todos son indicadores”.

Información de Usuario-Agrupando una cadena indicando el nombre del usuario y su (ID) número de identificación especificando el código de seguridad. “Todos son controladores”.

### Ejemplos de Agrupación Incorrecta:

Agrupando señal de Error Booleano, y una contraseña. “Un Indicador y Controlador” Los Clusters se pueden considerar como un grupo de alambres individuales (datos) juntos en un cable (cluster).

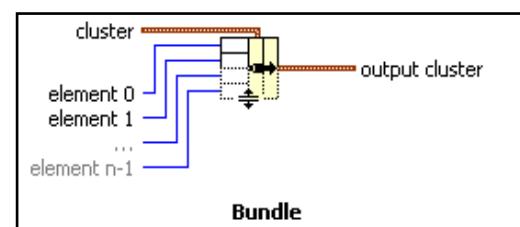
Crear un cluster desde el Panel Frontal se lo realiza de la siguiente manera: click derecho **Controls » Modern » Array, Matrix & Cluster » Cluster**.



**Nota:** Usted no puede colocar terminales para los objetos del Panel Frontal en una constante de Cluster en el Diagrama de Bloques, ni tampoco puede colocar constantes especiales como el Tab o una Cadena de caracteres vacíos dentro de una pre-forma de Cluster vacía.

### Funciones Comunes para el Manejo de Clusters

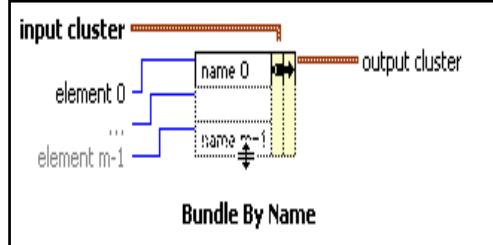
Función **Bundle (Agrupación)** —Forma un Cluster conteniendo los objetos dados.





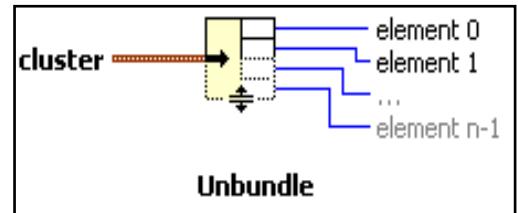
Función **Bundle By Name (Agrupe por Nombre)** — Actualiza valores de objetos localizados en grupos específicos (los objetos deben tener su propia clasificación).

**Nota:** Usted debe de tener un cluster existente cableado a la terminal de en medio de la función para poder utilizar Bundle By Name.



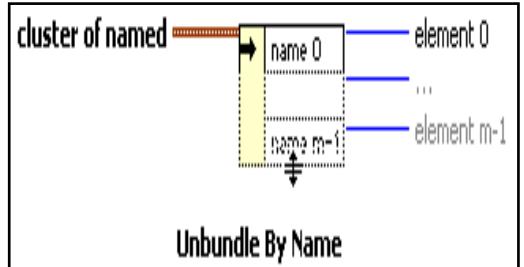
Función **Unbundle (Desagrupar)** — Se utiliza para accesar a todos los objetos del cluster.

La función **Unbundle (Desagrupar)** debe tener exactamente el mismo número de terminales como se tienen elementos en el Cluster. Añadiendo o Removiendo elementos en el Cluster rompe cables en el diagrama.



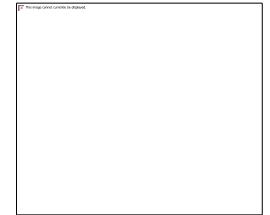
Función **Unbundle By Name (Desagrupar por Nombre)** — Se utiliza para accesar objetos específicos (uno o más) en el Cluster.

**Nota:** Solamente los objetos en el Cluster que tengan su propia marca (Label) pueden ser accedidos. Cuando se Desagrupe por Nombre, haga click en la terminal con la Herramienta de Operación para escoger el elemento que quiere acceder.



## **ESTRUCTURA CASE**

Una *Estructura Case*, son dos o más sub-diagramas de manera que solo uno de ellos se ejecuta (el que cumpla la condición) cuando la estructura se ejecuta. Esto depende del valor que conectemos al selector representado con el símbolo [?]. En otras palabras es el equivalente al *if else* en otros programas como C++.



## **Ejercicio 1.- Generador de Funciones**

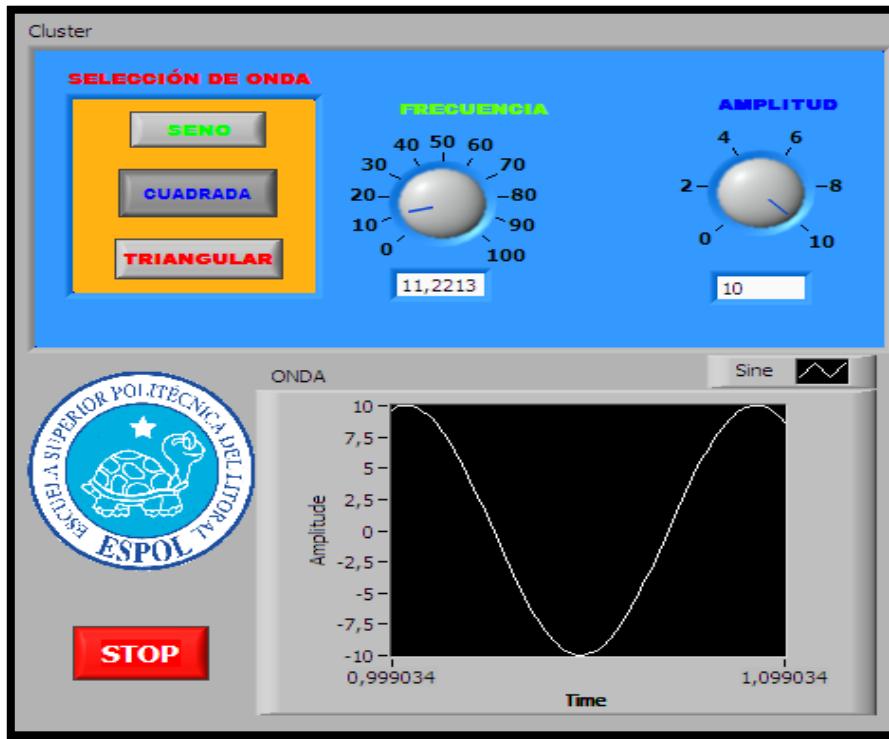
Construya un Generador de Funciones que permita seleccionar tres tipos de onda: seno, cuadrada y triangular. Todos los **Controles** del Generador deberán estar **contenidos en un cluster** y la frecuencia y amplitud de la onda generada podrá ser variada en tiempo real.

**Nota:** Para obtener los diferentes tipos de onda, utilice el VI expreso Simulate Signal Express VI que se encuentra en el Diagrama de Bloques de la siguiente manera; click derecho **Functions** » **Express** » **Input** » **Simulate Sig**

Utilice un seleccionador que se encuentra en el Panel Frontal así; click derecho **Controls** » **System** » **System Radio Buttons**.



El Panel Frontal debe de lucir de la siguiente manera.

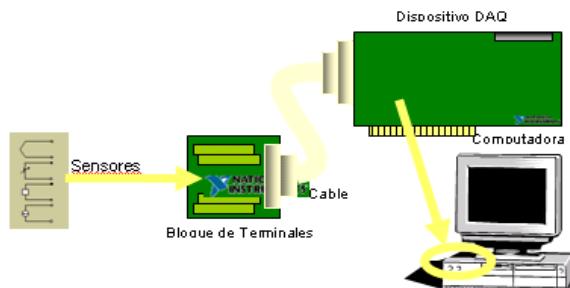


## ADQUISICIÓN DE UNA FORMA DE Onda.

Hay muchos arreglos diferentes posibles de Hardware para Adquirir Datos. Todos los sistemas de la Adquisición de Datos requieren algún tipo de conexión terminal que acepta una señal de su transductor y lo transmite a la Tarjeta DAQ. Cuatro de estos bloques de

terminales son el BNC-2120, SC-2075, SCB-68, y NI-ELVIS.

NI-ELVIS (Sistema de Laboratorio Educacional de Instrumentación Virtual) es un ambiente de prototipo y diseño basado en LabVIEW y consiste de Instrumentos Virtuales basados en LabVIEW, un dispositivo de Adquisición de Datos multifuncional, y en una estación de trabajo con un banco y tablero de diseño y prototipo.





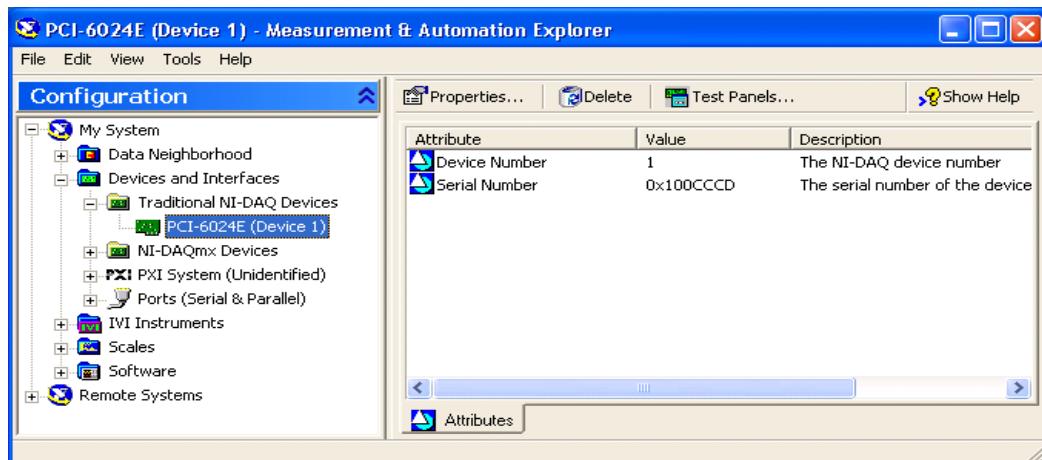
## ¿Cómo Iniciar?

Antes de utilizar la Adquisición de Datos con VIs se debe tener los dispositivos necesarios básicos y configurados en las computadoras los cuales son:

1. El software NI-DAQ.
2. Debe tener instalado una tarjeta E-series DAQ ó Mx-series y ésta debe ser configurada usando el Explorador de **Automatización & Medición (Measurement & Automation Explorer "MAX")**.
3. Un bloque terminal en nuestro caso NI ELVIS.

## Ejercicio 2.- Verificación de la Configuración de la Tarjeta DAO.

1. Inicie el explorador de Automatización y Medida haciendo doble click sobre el icono del escritorio **Measurement & Automation Explorer** de LabView. La utilería examinará su sistema para determinar el tipo de Hardware que se encuentra instalado.
2. Abra la sección **Device and Interfaces** para ver el dispositivo de National Instruments instalado. En la *Figura 1* se muestra la Tarjeta **PCI 6024E** en otras se encontrara la Tarjeta **PCI 6251Mx**. Aquí se muestra el Software y Hardware de National Instruments que tiene su sistema. El número del dispositivo que se encuentra en paréntesis a la izquierda de cada tarjeta del sistema.



**Figura 1**

3. Se puede tener información acerca de la configuración de la tarjeta examinando sus propiedades, dentro del cual podemos comprobar los recursos del sistema, rangos máximos y mínimos, de las configuraciones generales de las entradas y salidas y Accesorios de la tarjeta DAQ.

4. Para probar los componentes de la Tarjeta DAQ, presionamos el botón **Test Panel**. Esta opción permite probar funciones individuales de la Tarjeta DAQ tales como Entradas y Salidas, Analógicas y Digitales.
5. Compruebe un Terminal de Salida Analógica usando el **Test Panel>>Analog Output** conectando el *Canal 0* de Salida Analógica con el Osciloscopio. Verifique las conexiones hechas en el protoboard de la estación de trabajo NI ELVIS, las cuales deben ser de la siguiente manera:

En Salidas Analógicas “Analog Outputs”  
**DAC0** -----→ **BNC1 +**

Variable Power Supplies  
**GROUND** -----→ **BNC1 –**

- Genere salidas DC y Senoidal de acuerdo a las instrucciones del profesor.
6. Compruebe un terminal de entrada analógica usando el **Test Panel>>Analog input** conectando el *Canal 0* de Entrada Analógica con el Generador de Funciones Real (Meterman). Verifique las conexiones hechas en el protoboard de la estación de trabajo NI ELVIS, las cuales deben ser de la siguiente manera:

En Entradas Analógicas “Analog Input Signal”  
**ACh0 +** -----→ **Banana A**  
**ACh0 -** -----→ **Banana B**  
**AIGND** -----→ **Banana B**

Genere señales que pueden ser triangulares, senoidales o cuadradas de acuerdo a las instrucciones del profesor.

**Nota:** Se sugiere frecuencia de **10 Hz** y no llegar al límite de amplitud del generador para cualquiera de las señales generadas.

**DAQ Assistant:** Es un VI Express que puede configurar rápidamente una Tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ) para adquirir o generar datos, voltajes corrientes, temperaturas, etc. Este VI lo encontramos en el Diagrama de Bloques de la siguiente manera; click derecho **Functions > Express > Input > DAQ Assistant**





### **Terminología de la Adquisición de Datos.**

**Resolución:** Al Adquirir Datos a una computadora, un convertidor de Análogo-a-Digital (ADC) toma una señal analoga y la convierte a un número binario. Por lo tanto, cada número binario del ADC representa cierto nivel de voltaje. El ADC devuelve el nivel más alto posible sin pasar el nivel de voltaje real de la señal analoga. La resolución se refiere al número de niveles binarios que el ADC puede utilizar para representar una señal. Para encontrar el número de niveles de voltaje disponibles basados en la resolución usted simplemente toma Resolución. Por lo tanto, cuanto más alta es la resolución, más son los niveles que usted tendrá para representar su señal. Por ejemplo, un ADC con 3-bits de resolución puede medir 23 o 8 niveles de voltajes, mientras que un ADC con 12-bit de resolución puede medir 212 o 4096 niveles de voltajes.

**Rango:** A diferencia de la resolución del ADC, el rango del ADC es seleccionable. La mayoría de los dispositivos DAQ ofrecen un rango desde (0 a +10) ó (-10 a +10). Se elige el rango cuando usted configura su dispositivo en NI-DAQ. Tenga presente que la resolución del ADC será extendida por cualquier rango que usted elija. Cuanto más grande sea el rango, mas esparcida será su resolución, y tendrá una peor representación de su señal. Entonces es importante escoger su rango para apropiadamente encajar su Señal de Entrada.

**Ganancia:** Escogiendo apropiadamente el rango de su ADC es una manera de asegurarse de que usted esta maximizando la resolución de su ADC. Otra manera de ayudar a su señal a maximizar la resolución del ADS es aplicando una ganancia. Ganancia se refiere a cualquier amplificación o atenuación de una señal. El ajuste de

ganancia (*Gain Setting*) es un factor de escala. Cada nivel de voltaje en su señal entrante es multiplicado por el ajuste de ganancia para obtener la señal amplificada o atenuada. A diferencia de la resolución que es un ajuste fijo (*Fixed Setting*) del ADC, y el rango que es escogido cuando el dispositivo DAQ es configurado, la ganancia es especificada indirectamente a través de un ajuste llamado límites de entrada. Los límites de entrada se refieren a los valores máximos y mínimos de su Señal de Entrada Analógica actual. Basado en los límites de entrada que usted defina, la ganancia posible más grande que mantendrá la señal entre el rango escogido del ADC es aplicada a su señal. Así que en lugar de necesitar calcular la mejor ganancia basada en su señal y en el rango escogido, todo lo que usted necesita saber son los valores máximos y mínimos de su señal.

**Number of Samples:** Es el número de muestras que se va adquirir de una forma de onda.

**Sample Rate:** Es la frecuencia de muestreo de la Tarjeta DAQ, esta debe ser según la Relación de Nyquist mayor o igual a dos veces la frecuencia a muestrear.

### **Ejercicio 3: Entrada Análoga de Voltaje**

Construya un VI que utilice el asistente de Adquisición de Datos para adquirir una señal del Generador de Funciones Real y graficarla.

#### **Recomendaciones:**

- Utilice un indicador gráfico **Waveform Graph o Chart**
- Utilice un asistente para Adquisición de Datos que se encuentra en el Diagrama de Bloques click derecho **Functions » Express » Input » DAQ Assistant**. (Adquirir señales)
- Ponga dos controles uno para el número de muestras y otro para la frecuencia de muestreo estos van al **DAQ Assistant** en **Number of Samples** y **Rate** respectivamente.
- Utilice un Lazo **While** y un botón de paro **Stop**.
- La señal debe ser adquirida del **Generador de Funciones Real** y máximo de 10 Vp, 10Hz sea seno, cuadrada o triangular.
- Utilice un retraso de 100ms.
- Verifique las conexiones hechas en el Protoboard de la estación de trabajo NI ELVIS, las cuales deben ser de la siguiente manera:

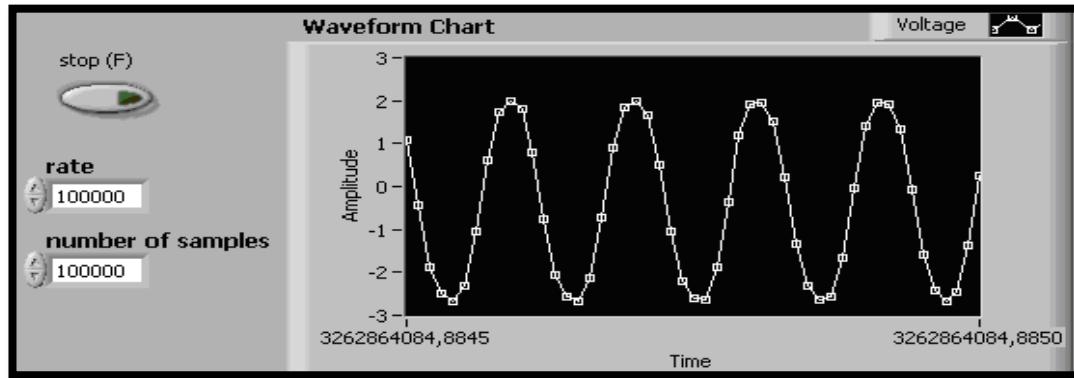
En Entradas Analógicas “Analog Input Signal”

**ACh0 + ----- → Banana A**

**ACh0 - ----- → Banana B**

**AIGND ----- → Banana B**

- La frecuencia de muestreo será de 1000 y el número de muestras de 1000



**Nota:** Recuerde no sobrepasar las especificaciones de la Tarjeta tanto en voltaje (20 Vp-p) como en el Ancho de Banda.

### **Ejercicio 4.- Salida Análoga de Voltaje**

Utilice el Generador de Funciones realizado en el *Ejercicio #1* como señal de salida analógica y muéstrela en el osciloscopio real.



### Recomendaciones:

- Abrir el *Ejercicio # 1*.
- Utilice un asistente para Adquisición de Datos que se encuentra en el Diagrama de Bloques click derecho: **Functions » Express » Input » DAQ Assistant. (Generar señales)**.
- Verifique las conexiones hechas en el protoboard de la estación de trabajo NI ELVIS, las cuales deben ser de la siguiente manera:  
En Salidas Analógicas “Analog Outputs”  
**DAC0** -----→ **BNC1 +**  
Variable Power Supplies  
**GROUND** -----→ **BNC1 -**
- Use un osciloscopio real o un voltímetro externo para visualizar la generación en el canal especificado.

### PREGUNTAS

1. ¿Cómo conseguimos llamar a un SubVI?
2. ¿En qué dirección se encuentran las siguientes funciones y estructuras?



3. ¿Qué ventajas y desventajas encuentra usted el uso de la Instrumentación Virtual?
4. ¿Cuáles son las limitaciones de la Tarjeta DAQ?
5. Describa el funcionamiento de la Estructura Case.
6. ¿Cuál es la función principal de un Cluster?
7. Describa todos las funciones referidas al manejo de Clusters, ubicados en el Diagrama de Bloques *Functions > Cluster&Variants*
8. ¿Qué es el DAQ Assistant?
9. Describa la terminología de la Adquisición de Datos.
10. Investigue las características principales de las tarjetas PCI6024E y PCI6251MX

**El estudiante deberá presentar en la siguiente práctica:**

**Lección #4: Tema General de la Práctica #4 con sus respectivas preguntas.**



**Pre-práctica #4:** *Medición de Voltajes y Corrientes.* Los cálculos teóricos deberán ser realizados manualmente y verificados usando para el efecto el simulador llamado MULTISIM

**Reporte # 3:** De acuerdo a las políticas del curso en el cual *debe incluirse del deber de de LabView Parte II..*

**Nota:**

- Para la tarea Labview #2 deberá ser impreso el Diagrama de Bloques de cada ejercicio.
- El texto sobre la estación de trabajo NIELVIS es una referencia de un equipo que no debe de ser interpretada como fundamentación teórica de Medición de Voltajes y Corrientes. Es decir, **NO** deberá ser tomada como teoría.



## **PRÁCTICA #4** **"MEDICIÓN DE VOLTAJES Y CORRIENTES"**

### **OBJETIVOS:**

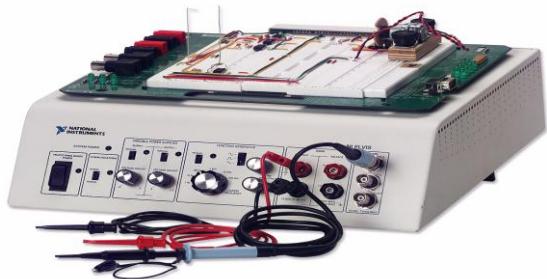
- Iniciarse en la Implementación de Circuitos Eléctricos.
- Familiarizarse con el uso de Instrumentos para la medición de Resistencia, Voltaje y Corriente.
- Estudiar y comprobar las relaciones y Leyes de Voltajes y Corrientes en Circuitos Resistivos.
- Aprender el funcionamiento y uso de la Estación de Trabajo NI ELVIS.

### **EQUIPO Y MATERIAL USADO:**

- Una fuente variable DC.
- Un Multímetro FLUKE digital de los siguientes modelos 8010, 8012 ó 111.
- Un Tablero Universal con puentes (conexiones).
- Un juego de resistores de 5W (cerámica).
- Un medidor de elementos pasivos (LCR).
- Cables tipo banana-banana.
- DAQ PCI 6024E o 6251MX.
- NI ELVIS Workstation.
- 1 PC.

### **NI ELVIS Workstation**

NI Elvis es el acrónimo de NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite. Proporciona un Laboratorio completo donde realizar prototipos electrónicos y Análisis con Instrumentos Virtuales.



### **DESCRIPCIÓN**

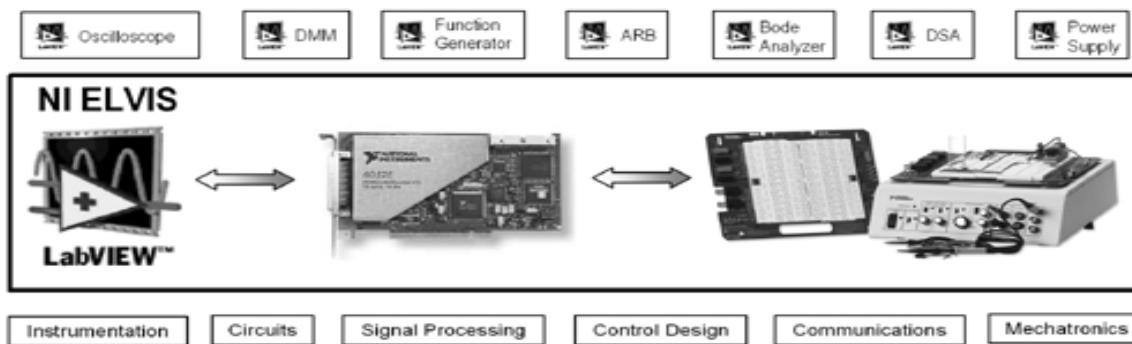
NI ELVIS es un ambiente basado en LabVIEW para crear diseños y prototipos en los Laboratorios de Ingeniería y Ciencia a escala Universitaria. NI ELVIS consiste de Instrumentos Virtuales basados en LabVIEW, una Tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ) y una Estación de Trabajo personalizable y un protoboard. Esta combinación proporciona un conjunto o suite de instrumentos comúnmente usados en los laboratorios educacionales listos para usarse. Por estar basado en LabVIEW se tiene acceso a las capacidades completas de Adquisición de Datos, es así que este sistema es ideal para cursos que van desde clases iniciales y de alto nivel hasta cursos de desarrollo de proyectos avanzados.



## Arquitectura NI ELVIS

NI ELVIS utiliza un Software basado en LabVIEW, una Tarjeta de Adquisición Multifunción, y una Estación de Trabajo personalizable para proporcionar funcionalidad

a un amplio conjunto de instrumentos. La Tarjeta DAQ y la Estación de Trabajo se comunican mediante líneas I/O Digitales y un Módulo de Comunicaciones personalizable basado en LabVIEW.



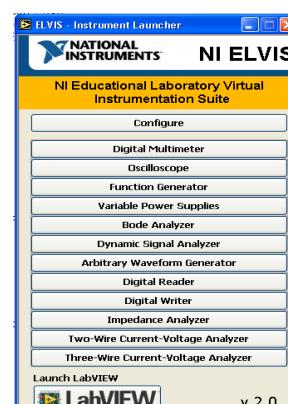
## Estación de Trabajo NI Elvis

La Estación de Trabajo configurable complementa adecuadamente la capacidad de la Tarjeta DAQ NI para formar un sistema de Laboratorio completo. Las características principales de la Estación de Trabajo NI ELVIS son:

- Protección contra Cortocircuitos y Alta Tensión.
- Fuentes de Alimentación Variable.
- Control Manual o Programático.
- Fuentes de  $\pm 15$  V y +5 V disponibles.
- Entradas BNC para DMM y Osciloscopio
- Tarjeta de prototipos (protoboard) desmontable, que se puede particularizar.
- Asequible para estudiantes.
- Funcionalidad Multi-instrumento Integrada.
- Plataforma abierta basada en el software estándar de la industria LabVIEW y dispositivos DAQ de NI.
- Combinación de Instrumentación, Adquisición de Datos y Estación de Prototipos.
- Completa suite de Instrumentos Virtuales.
- Almacenamiento de datos en Excel o HTML.

## Componentes de la Suite de Instrumentos Virtuales

La Suite dispone de un amplio abanico de Instrumentos Virtuales. El software de cada instrumento está basado en LabVIEW y es completamente abierto, de forma que puede ser totalmente particularizado según las necesidades del usuario.





- Osciloscopio
- Generador de Funciones
- Multímetro Digital (DMM)
- Generador de Onda Arbitraria (ARB)
- Fuentes de Alimentación
- Analizador de Señal Dinámica (DSA)
- Analizador de Impedancias
- Analizador Bode.
- Entrada y Salida Digital.
- Analizador Corriente/Tensión Dos Hilos.
- Analizador Corriente/Tensión Tres Hilos.

### Áreas de Aplicación

La combinación de la Estación de Trabajo, el Software LabVIEW y la Tarjeta de Adquisición de NI ELVIS tiene una amplia aplicación en las disciplinas académicas de Ingeniería, Ciencias Físicas y Biología. El sistema es abierto, no sólo en términos del software, sino también en su hardware de Acondicionamiento de Señal configurable.

El sistema NI ELVIS se ajusta perfectamente para la enseñanza de Electrónica Básica y diseño de circuitos a estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Mecánica y Biomédica. La Suite ofrece capacidades completas para verificación, medida y registro de datos; necesarios para este tipo de formación. La tarjeta de prototipos es separable y ofrece a los estudiantes la capacidad de construir circuitos en casa y emplear el tiempo de laboratorio más eficientemente.

Los instrumentos de NI ELVIS, como el Analizador Bode y el Trazador de Curvas, ofrecen la oportunidad de enseñar cursos de nivel avanzado de Análisis de Señal y procesado. Los estudiantes pueden construir filtros software en LabVIEW y filtros hardware en la Tarjeta de Prototipos, y entonces comparar su comportamiento. Por primera vez, los estudiantes tienen la posibilidad de ver los efectos de los filtros "antialiasing" hardware sobre las señales.

### **PROCEDIMIENTO:**

#### **Manejando NI ELVIS**



**1.** Asegúrese que la estación de trabajo está encendida. Esto es **desde la parte trasera** de la Estación de Trabajo NI ELVIS.

**2.** De doble click en el icono de NI ELVIS (se encontrara en el escritorio de la PC) y espere su



inicialización (de haber un inconveniente consulte con el profesor o el ayudante).

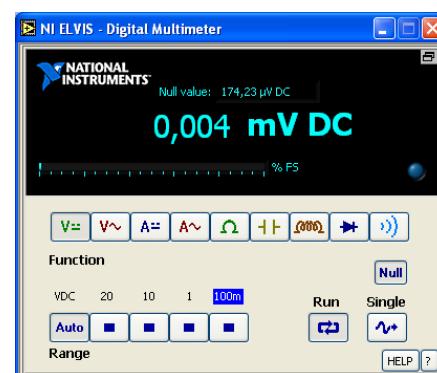


3. Utilice el Multímetro Digital (Digital Multimeter) para realizar las siguientes mediciones del circuito de la *Figura 1*.

**Nota:** Tenga en cuenta la polaridad del voltaje y sentido de la corriente. Además recuerde que para medir voltaje se realiza la conexión en paralelo y corriente en serie.

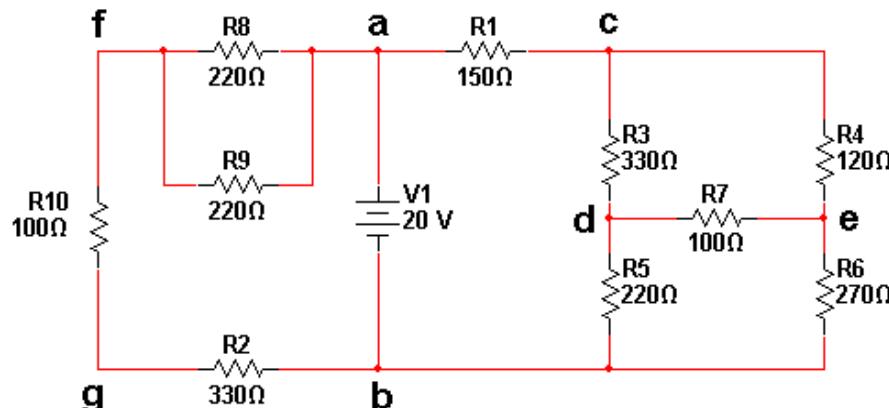
#### Características

- **Modo:** Control Programático
- **Funciones:** Voltímetro AC/DC  
Amperímetro AC/DC  
Resistencia, Inductancia, Capacitancia  
Continuidad, Probador de diodos.
- **Rango:**  $\pm 20\text{VDC}/14\text{Vrms MAX}$ .
- **Corriente:**  $500\text{mA MAX pp}$
- **Conexiones:** Conector Bananas y en la tarjeta de conexiones (Protoboard)



## Medición de voltajes

- **Ajuste sin carga** el valor de la Fuente a 20 Vdc.
- Arme el circuito que se muestra.



### Circuito # 1: Medición de Voltajes

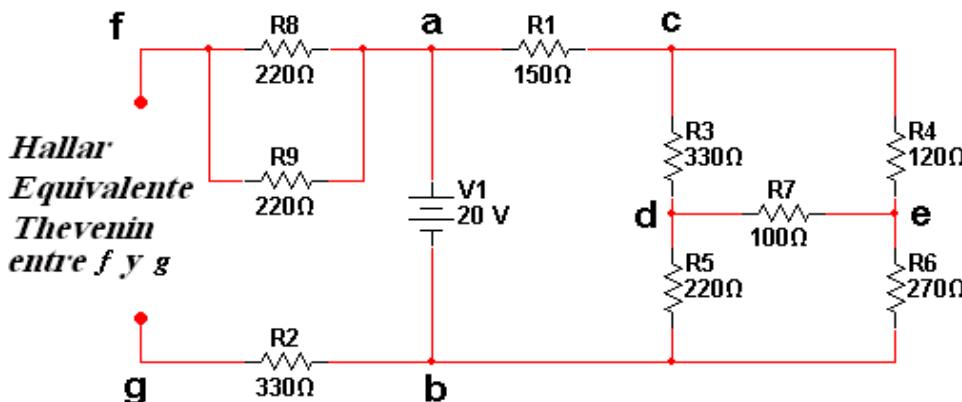
- Energice el circuito y mida los voltajes solicitados usando el Multímetro de banco fluke y el multímetro del NI ELVIS, según se indica en la *Tabla 1*.
- Compruebe la ley de Voltaje de Kirchoff entre los puntos a-c-e-b y a-f-g-b.

**Nota.-** Mida el verdadero valor de los resistores y calcule los voltajes en forma teórica, y simule el circuito usando Multisim.

- En el caso de no constar la resistencia de  $100\Omega$  es posible conseguir este valor colocando dos resistencias de  $200\Omega$  en paralelo.
- Considere que todos los resistores tienen potencia máxima de  $5\text{ W}$ .

### Teorema de Thévenin

- Ajuste sin carga el valor de la fuente a  $20\text{ Vdc}$ .
- Utilizando el circuito de la *Figura 1*, encuentre el equivalente Thévenin en los terminales **f** y **g**.



Circuito # 2: Teorema de Thévenin

- Encuentre el Voltaje Thévenin en los puntos **f** y **g** a circuito abierto. (Sin la resistencia de  $100\Omega$ ). Llene la *Tabla 2*.
- Para encontrar la resistencia Thévenin desconecte la fuente de voltaje de los puntos **a** y **b** y “cortocircúitelos”. (Coloque un conector o cable entre esos puntos).
- Halle la  $R_{th}$  por dos métodos que se describe a continuación:

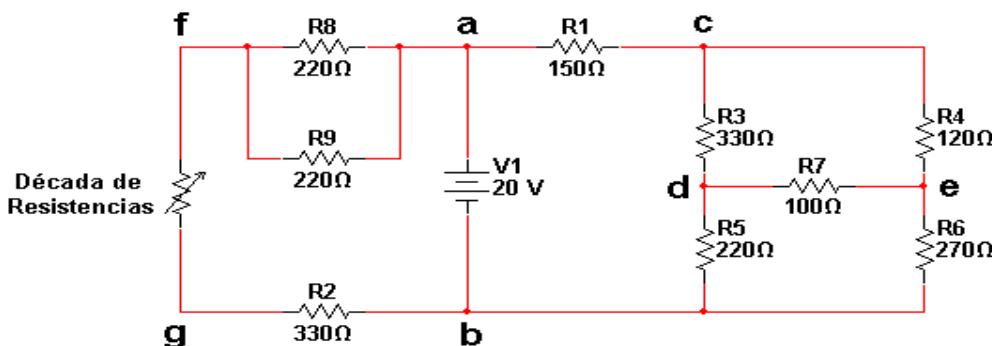
- 1 **Primer método.**- Mida la resistencia equivalente con el Multímetro o LCR entre los puntos **f** y **g**. Llene la *Tabla 2*.
- 2 **Segundo método.**- Método indirecto  $\left(R_{th} = \frac{V_{prueba}}{I_{prueba}}\right)$ . Escoja un voltaje de  $10\text{ Vdc}$  en la fuente y colóquela en los puntos **f** y **g**. Mida usando el ELVIS la

corriente I que entrega la fuente de 10 voltios " $I_{fuente10V} = I_{PRUEBA}$ " y llene la *Tabla 2*. Compare las dos resistencias de thevenin obtenidas.

**Nota:** Para medir corriente se debe conectar en serie el amperímetro al ramal deseado.

## Máxima Transferencia de Potencia

- Modifique el circuito de la *Figura 1* cambiando R10 por la década de resistencias.

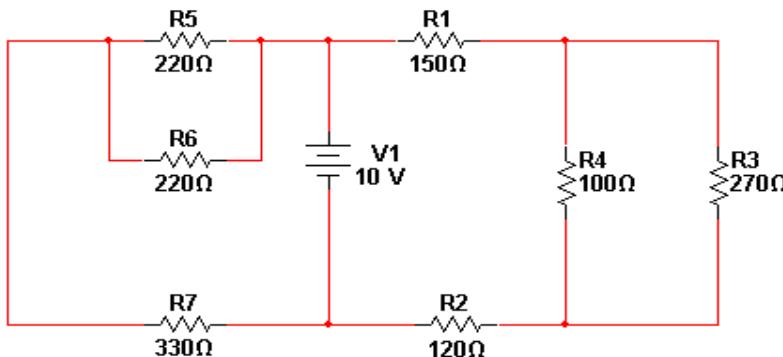


*Circuito #3. Máxima Transferencia de Potencia*

- Varíe la década de resistencia de acuerdo a la *Tabla 3*.
- Ajuste la fuente a 20 Vdc con el Multímetro real.
- Energice el circuito y mida el voltaje y la corriente a través de la década para cada paso de resistencia. Mida voltaje con el NI ELVIS y corriente con el Multímetro de banco FLUKE, según la *Tabla 3*.
- Grafique la curva de Potencia vs. Resistencia.

## Medición de corrientes

- Modifique el circuito de la *Figura 1* poniendo en paralelo la resistencia R3 con R5.
- Ajuste la fuente a 10 Vdc con el Multímetro real.
- Energice el circuito y mida las corrientes usando el Multímetro de banco fluke y el multímetro del NI ELVIS según la *Tabla 4*.
- Dibujar el verdadero sentido de las corrientes sobre cada resistencia y verifique Ley de Corrientes de Kirchoff en cada nodo del circuito.
- Las corrientes de I1 a I7 se relacionan con el orden de las resistencias.





*Círcito # 4: Medición de Corrientes*

**Recuerde: Para medir corriente se debe conectar en serie el Amperímetro al ramal deseado. Tome en cuenta el sentido de la Corriente**

**Nota.-** Mida el verdadero valor de los resistores y calcule las corrientes en forma teórica y simule el circuito usando Multisim.

**Tabla de Resultados – Práctica #4**

**Tabla 1**

Multímetro	Fluke de Banco o Portátil					NI ELVIS				
Voltajes	Vab	Vac	Vcd	Vce	Vde	Vdb	Veb	Vaf	Vfg	Vgb
<b>Medido</b>										
<b>Teórico</b>										
<b>% Error</b>										

**Tabla 2**

Multímetro	Fluke de Banco		NI ELVIS	
	Vth	Rth (1 <sup>er</sup> M.)	I <sub>f 10V</sub>	Rth (2 <sup>do</sup> M.)
<b>Medido</b>				
<b>Calculado</b>				
<b>% Error</b>				

**Tabla 3**

Resistencia ( $\Omega$ )	NI ELVIS			Multímetro de Banco			Potencia=V*I
	Medido	Teórico	%Error	Medido	Teórico	%Error	
<b>50</b>							
<b>100</b>							
<b>200</b>							
<b>350</b>							
<b>400</b>							
<b>440</b>							
<b>600</b>							
<b>750</b>							
<b>1000</b>							
<b>3000</b>							

**Tabla 4**

Multímetro	Fluke de Banco	NI ELVIS
------------	----------------	----------



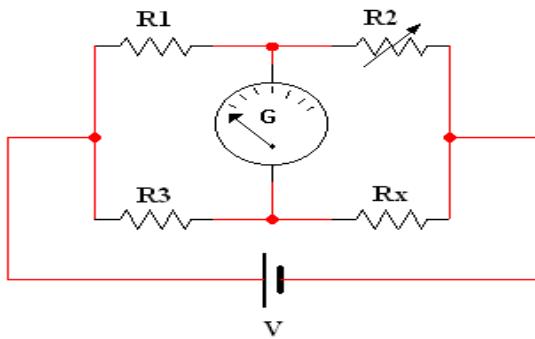
Corrientes	I <sub>10V</sub>	I <sub>R1</sub>	I <sub>R2</sub>	I <sub>R3</sub>	I <sub>R4</sub>	I <sub>R5</sub>	I <sub>R6</sub>	I <sub>R7</sub>
Medido								
Teórico								
% Error								

## PREGUNTAS

1. ¿Cuál es la diferencia entre los Multímetros siguientes: 8010, 8012, 111?
2. ¿Qué tipo de protecciones tienen los Multímetros mencionados en el anterior ítem?
3. Investigue a que valores de potencia se venden comercialmente las resistencias y de qué material están construidos.
4. Describa detalladamente el código de colores utilizado en las resistencias de carbón.
5. ¿Cuáles son los códigos de colores correspondiente a los siguientes resistores? 470 ohmios, 1 ohmio, 2.2 Kilo ohmios, 18 Mega ohmios, 4.7 Kilo ohmios cada uno con tolerancias del 5%, 10% y 20%
6. Indique al menos cinco tipos diferentes de resistores y sus aplicaciones más comunes.
7. ¿Cuál es la función de la referencia en los circuitos eléctricos?
8. Demuestre matemáticamente porque la Máxima Transferencia de Potencia (MTP) se produce cuando la resistencia de carga es igual a la resistencia equivalente de Thévenin ( $R_{carga}=R_{th}$ ).
9. Deduzca la fórmula utilizada para calcular la MTP

$$MTP = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}}$$

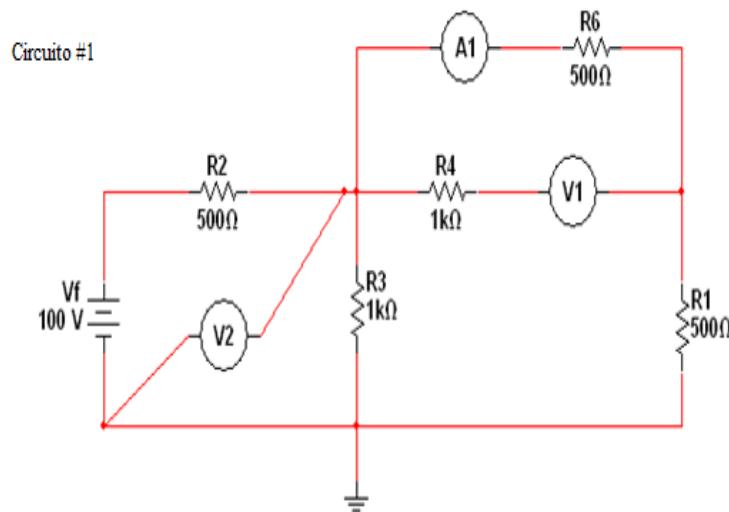
10. Para el siguiente circuito, demuestre que cuando el voltímetro marca cero voltios, el valor de  $R_x = \frac{R_3 \times R_2}{R_1}$



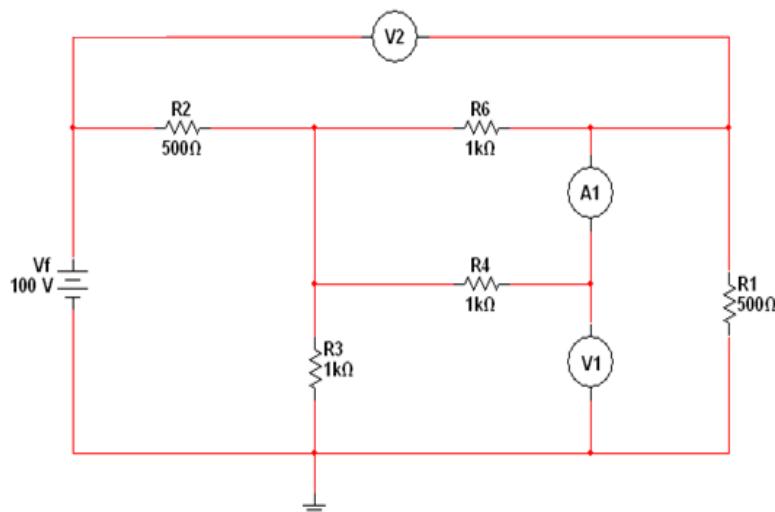
11. Encuentre con los valores obtenidos el equivalente de Norton en los terminales **f** y **g** de la Figura 1.
12. ¿Qué sucede si se incrementa el voltaje de la fuente en los circuitos de la figura 1 y 2 indicados a valores por encima de los 100 V?
13. Si se conectan dos resistencias en serie,  $R1=100$  Ohmios  $5W$  y  $R2=150$  ohmios  $10W$  (el vatiaje indicado, es el valor máximo de potencia que pueden soportar) ¿Cuál será el valor máximo de la fuente de voltaje a ser aplicada a este conjunto serie?
14. ¿Cuál es el voltaje máximo que puede recibir la tarjeta de adquisición de datos (DAQ)?

- 15.** Para cada uno de los siguientes circuitos, determine las lecturas de los voltímetros V1, V2 y del amperímetro A1.

**Nota:** Recuerde que un amperímetro ideal se comporta como un corto y un voltímetro ideal como un circuito abierto.



Circuito #2



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**El estudiante deberá presentar en la siguiente práctica:**

**Lección #5:** Tema General de la Práctica #5 con sus respectivas preguntas. Realizar en Multisim lo relacionado con las Tablas 1 y 2 (Dos generadores y un osciloscopio).

**Pre-práctica #5:** Manejo del Osciloscopio (Parte I). Leer ítems de las políticas.

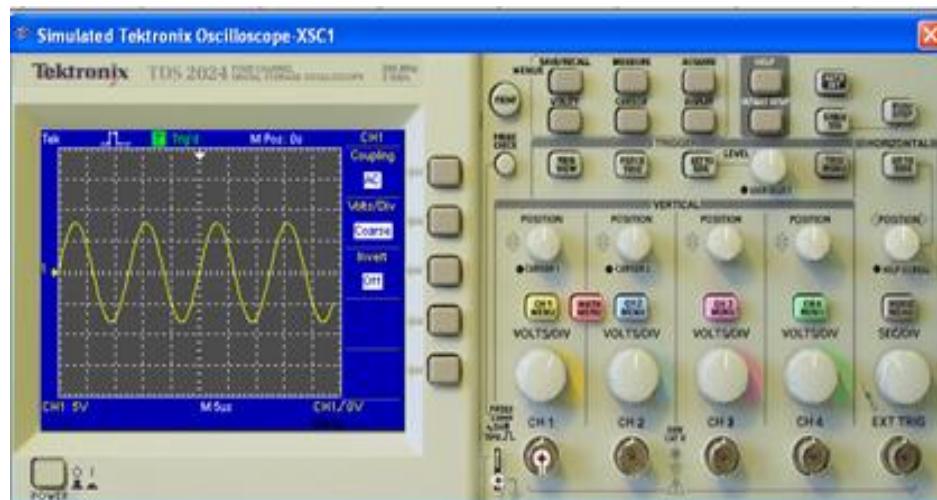
Además la Pre-práctica debe incluir:

- Diagramas Esquemáticos para: Osciloscopio Virtual, Curvas de Lissajous
- Teoría acerca de: onda, amplitud, frecuencia, periodo, curvas de Lissajous y características de un osciloscopio.

Incluir también Cálculos Teóricos necesarios para hallar los datos especificados en la Tablas #1 y #2 usando fórmulas para determinar las divisiones puestas en el osciloscopio y simulación en el software Multisim.

**Reporte # 4:** Medición de Voltajes y Corrientes. Leer ítems de las políticas.

**NOTA:** El modo X-Y del osciloscopio de Multisim se lo habilita presionando A/B este se encuentra en la parte inferior del cuadro de controles y escalas del osciloscopio (doble click en el osciloscopio), justo debajo de la escala de tiempo “Timebase”. Además hay un Osciloscopio Tektronix en Multisim que simula al real, ayudando a tener más Práctica en el manejo de un osciloscopio.





## PRÁCTICA # 5

### “MANEJO DEL OSCILOSCOPIO

#### (PARTE I)

#### **OBJETIVOS:**

- Conocer el funcionamiento y manejo del Generador de Funciones Real y Virtual: Controles, Capacidades y Limitaciones.
- Conocer el funcionamiento y manejo del Osciloscopio Real y Virtual: Controles, Capacidades y Limitaciones.
- Medir voltaje, periodo, frecuencia, con el Osciloscopio Real y Virtual: Utilizando escalas y Herramientas del Osciloscopio.
- Estudiar y analizar las Curvas de Lissajous.

#### **EQUIPO Y MATERIAL USADO:**

- Un Osciloscopio Tektronix.
- Un Multímetro Digital portátil Fluke 111.
- Un Generador de Funciones METERMAN.
- Dos cables coaxial-lagarto para los Generadores de Funciones (METERMAN y del NI ELVIS).
- Dos puntas de prueba.
- Cables tipo banana-banana.
- 1 DAQ PCI 6024E ó 6251.
- Estación de Trabajo NI ELVIS.

#### **PROCEDIMIENTO:**

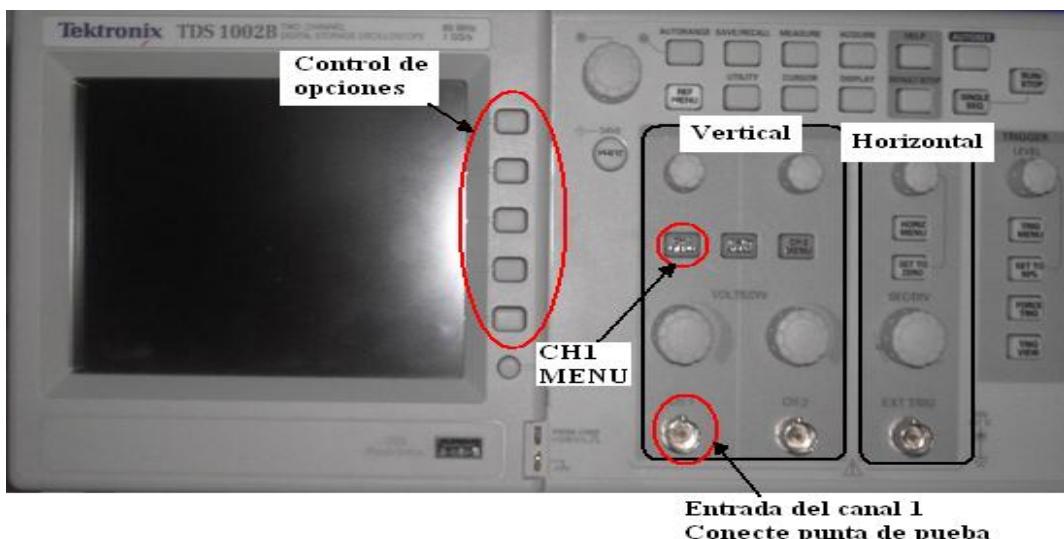
##### **1.- Ajuste Inicial de los Controles del Osciloscopio.**

- Familiarícese con el Panel Frontal del Osciloscopio e identifique las 2 secciones básicas que se encuentra generalmente en todo osciloscopio: **Vertical, Horizontal**. Además de los controles de **Opciones**.
- Encienda el Osciloscopio y espere unos momentos hasta que la pantalla tome forma de ejes coordenados.
- La pantalla del osciloscopio estará dividida en cuadros uniformes. Estas divisiones son importantes ya que para tomar una lectura hay que contar divisiones de manera vertical y de manera horizontal.
- En el mismo instante aparecerá una línea recta horizontal que se la llama traza, sino aparece verifique lo siguiente:
  - Presione el botón **PANTALLA** y escoja en el controles de opciones **FORMATO → Y(t)**
  - Presione el botón **CH1 MENU** que se encuentra en la sección vertical. Este botón activa el *Canal 1* con lo cual aparecerá en pantalla la traza y las **Opciones** del *Canal 1*. Esto se verifica observando en la pantalla del osciloscopio una recta horizontal con el número 1 en un extremo.

- Colocar el conmutador de entrada para el *Canal 1* en acoplamiento CC, este es el primer botón de los controles de opciones siempre y cuando este activado **CH1 MENU**.
- Conectar la punta de prueba a la entrada del *Canal 1*.
- Situar la punta de prueba al punto de señal de compensación del osciloscopio denominado COMP SONDA.

### Características:

• <b>Impedancia de entrada:</b>	$1M\Omega \pm 2\%$ en paralelo con $20pF \pm 3pF$
• <b>Voltaje máximo de entrada:</b>	300 Vrms – CAT II
• <b>Ancho de Banda:</b>	60 MHz



- Observar la señal obtenida en pantalla, la cual deberá ser una onda cuadrada indicando que la punta de prueba está calibrada y por lo tanto en condiciones de ser utilizada; si la señal mostrada no es perfectamente cuadrada la punta de prueba no está calibrada, cambie la punta de prueba o pida indicaciones al profesor o ayudante.
- Una vez realizados los pasos anteriores ya está en condiciones de realizar mediciones con el osciloscopio con ese canal.
- Todos los 6 pasos anteriores se lo puede realizar para el *Canal 2*.

**NOTA.-Cuando realice mediciones asegúrese que el conmutador de acoplamiento de entrada al canal utilizado no esté en GND, ya que en esta posición no visualizará la señal de entrada que desea medir.**

## 2.- Medición de Voltajes y Frecuencias.

### Generador de Funciones y Osciloscopio Real

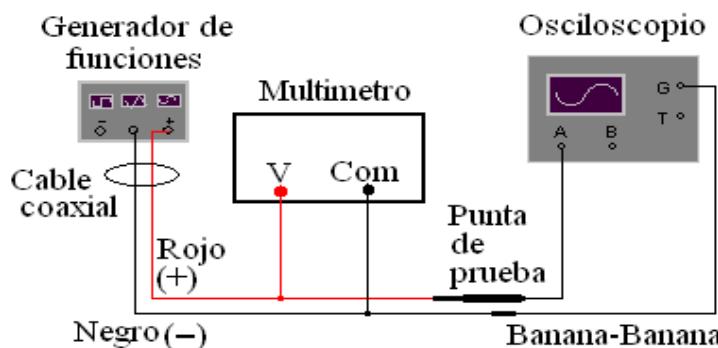
- Conecte un cable coaxial en el conector de salida del Generador de Funciones Real etiquetado: **FUNC OUT**.
- Conectar el Osciloscopio Real al Generador de Funciones Real de la siguiente forma:
  - La terminal positiva del cable coaxial (**rojo**) del Generador de Funciones a la punta de prueba del osciloscopio en el **Canal 1 CH1**.
  - La terminal negativa del cable coaxial (**negro**) del Generador de Funciones al conector **GND** del osciloscopio.
- Energice el generador de funciones real, escoja en el mismo, una señal de voltaje sinusoidal.
- Adicionalmente conecte el Multímetro Fluke 111 como si estuviese midiendo voltaje y presione el botón amarillo para poder visualizar la frecuencia entregada por el generador y ajustarla con más exactitud.
- Seleccionar en el generador de funciones real los valores de frecuencias y amplitudes especificados en la *Tabla 1* y llénela con los datos requeridos.

### Ejemplo Básico de Medición

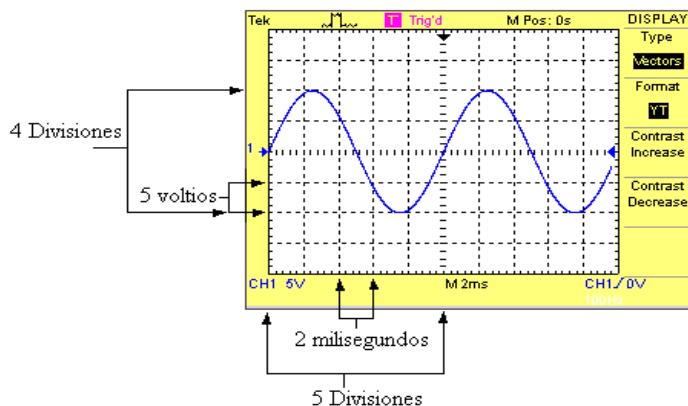
Las escalas de tiempo y voltaje de un osciloscopio son importantes para realizar las lecturas por ejemplo si tenemos una escala de **5V/div “5 voltios por división”** quiere decir que cada división en el eje vertical equivale a 5V en cambio en el eje horizontal se habla en el tiempo, así una escala de **2ms/div “2 milisegundos por división”** quiere decir que cada división horizontal equivale a 2 milisegundos.

Para obtener una onda de 20Vpp con una frecuencia de 100Hz se pueden realizar los siguientes pasos.

- Se realizan las conexiones pertinentes como se indica a continuación y según lo indicado anteriormente:



- Si esta correcta la conexión y el osciloscopio listo para realizar la medición (comprobación de punta de prueba calibrada), se mostrara en pantalla la señal medida. **Si la señal no es apreciable** debe de **ajustar las escalas** de voltajes y tiempo para su correcta visualización.

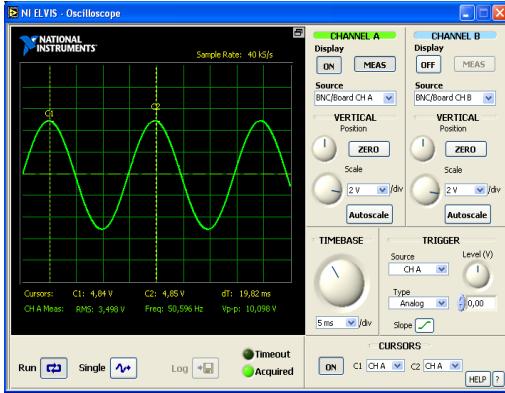


- Entonces para conocer cualquier voltaje entre 2 puntos de la grafica se debe multiplicar la distancia en Divisiones y multiplicarla por la escala. Así en el ejemplo obtenemos el Vpp multiplicando  $4\text{Divisiones} \times 5\text{V}/\text{Div}$  dando como resultado  $20\text{Vpp}$ .
- De igual manera el periodo es  $5\text{Divisiones} \times 2\text{ms}/\text{Div}$  dando como resultado un periodo de  $10\text{ms}$  correspondiente a  $100\text{Hz}$ .
- Por último si no coincide las lecturas de Vpp y f se tiene que manipular los controles del Generador de Funciones para obtener lo requerido.

### Generador de Funciones Real y Osciloscopio Virtual.

- Inicialice el programa NI ELVIS en su computador.
- Conectar el Osciloscopio Virtual al Generador de Funciones Real de la siguiente forma:
  - La terminal positiva del cable coaxial (**rojo**) del Generador de Funciones a la punta de prueba del Osciloscopio Virtual en el *Canal A (CHA)*, esto se encuentra en la Parte Frontal del NI ELVIS.
  - La terminal negativa del cable coaxial (**negro**) del Generador de Funciones a la banana D del protoboard del NI ELVIS. Las conexiones realizadas en el protoboard del NI ELVIS estarán hechas de tal forma que la banana D es el equivalente al GND del Osciloscopio.
- Revise las conexiones hechas en el protoboard.

## Características del Osciloscopio Virtual



- **Modo:** Control Programable.
- **Máx. Rango de E/Frecuencia:** \*50 KHz.
- **Canales:** CHA y CHB
- **Rango de voltaje:** 10mV–10Vp
- **Impedancia de Entrada:** 1 GΩ.
- **Cursos y Displays de medida.**
- **Almacenaje de datos.**

- Observar en el Osciloscopio Virtual las señales que proporciona el Generador de Funciones Real, ajustar el Generador para los valores de amplitud y frecuencia requeridos en la *Tabla 2* y termine de llenarla.

**NOTA.-** El osciloscopio utilizado de esta forma, muestra en pantalla una señal de voltaje con respecto al tiempo.

### 3.-Determinación de la relación de frecuencias entre dos señales conectadas al Osciloscopio utilizando las curvas de Lissajous.

1. Conecte el **CH1** del Osciloscopio Real al Generador Real y seleccione una frecuencia de 400Hz.
2. Adicionalmente conecte el Multímetro Fluke 111 como si estuviese midiendo voltaje y presione el botón amarillo para poder visualizar la frecuencia entregada por el generador y ajustarla con más exactitud.
3. Conecte un cable coaxial en el conector de salida del NI ELVIS etiquetado: **BNC 1**.
4. Revise y observe si la salida del generador **FUNC OUT Y GROUND** del protoboard de la Estación de Trabajo NI ELVIS están conectados al conector **BNC1 (Salida BNC1)**.
5. Conecte el **CH2** y **GND** del Osciloscopio Real al Generador Virtual del ELVIS, esto es al cable coaxial ya conectado en el **BNC 1** del ELVIS.
6. Seleccione el Control X-Y del Osciloscopio Real, activando el control **PANTALLA** y escogiendo en los controles de opciones **FORMATO →(X, Y)**.

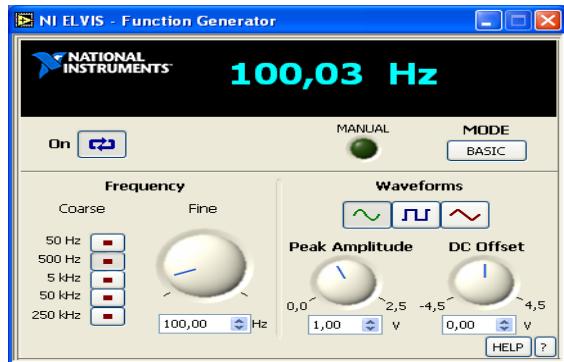
**NOTA:** Para desactivar el modo X-Y y regresar al modo anterior presione **FORMAT** y escoja **Y(t)** con lo cual se presentara en el Osciloscopio el Voltaje Vs Tiempo.

7. Centre el punto que aparecerá en la pantalla, utilizando los controles de posicionamiento horizontal y vertical.
8. Abra el Generador de Funciones Virtual (Function Generator) y ajuste la frecuencia desde el NI ELVIS una frecuencia de 400Hz.



## Características

- **Modo:** Manual y Control Prog.
- **Rango:** 4 Hz a 500 Hz en 5 rangos.
- **Tipos de señales:** seno, triangular, cuadrada.
- **Salida Voltaje:** +/- 2.5V.
- **DC Offset:** +/- 5V.
- **Modulación AM/FM.**
- **Barrida de Frecuencia.**
- **Modo de Ajuste (Tuning) ultra-fino y simple de frecuencia.**



9. Observe la figura formada en pantalla, la cual representa una curva de Lissajous.
10. Analizar en la gráfica obtenida si se cumple la siguiente relación :

$$\frac{Nv}{Nh} = \frac{fch1}{fch2}$$

Donde:

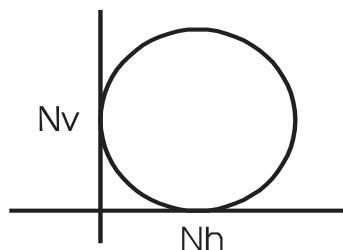
Nv es el número de puntos de tangencia de la figura con el eje vertical.

Nh es el número de puntos de tangencia de la figura con el eje horizontal.

Fch1 representa la frecuencia de la señal introducida al Canal 1.

Fch2 representa la frecuencia de la señal introducida al Canal 2.

En este caso la relación Nv/Nh será igual a 1 ya que las dos señales introducidas a los canales tienen la misma frecuencia y la figura obtenida será:



Para llenar la tabla 3 y 4 realice los siguientes pasos:

- 1.- Varíe la frecuencia de la señal aplicada al Canal 1 (CH1), **esta frecuencia se deberá de ajustar con la ayuda del fluke 111** a los valores indicados en la Tabla 3, dejando fija la frecuencia en Canal 2 a 400Hz, observe la figura formada en cada caso y utilizando la Ecuación 1 verifique si se cumple la relación de frecuencias obtenida, entre las 2 señales.



- 2.- Llene la *Tabla 3* y **dibuje las curvas observadas.**
- 3.- Aumente la frecuencia de la señal aplicada al Canal 2 (CH2), a los valores indicados en la *Tabla 4*, dejando fija la frecuencia de Canal 1 en 400Hz. (En modo virtual desde el computador).
- 4.- Asegúrese que el switch de modo manual del generador de funciones en el NI ELVIS está desactivado.**
- 5.- Observe y grafique la figura formada en cada caso y utilizando la Ecuación 1 verifique si se cumple la relación de frecuencias obtenida, entre las dos señales.
- 6.- Llene la *Tabla 4*.

**NOTA:** Cuando se activa el control x-y en el osciloscopio lo que nos muestra en la pantalla son diferentes figuras geométricas denominadas Curvas de Lissajous que nos proporcionan información acerca de frecuencias y fases.

Remítase a los manuales de los equipos de lo que no está seguro de su utilización o consulte con el ayudante o profesor encargado de la práctica.



## Tabla de Resultados – Práctica #5

GENERADOR DE FUNCIONES REAL	TABLA 1			
	EJE VERTICAL	EJE HORIZONTAL	PERIODO=N*E	
# de div de pico a pico.	Escala VOLT/DIV	N: # de división. en un ciclo.	Escala: SEG/DIV	[s]
Voltaje: 16Vp-p Frecuencia: 80KHz				
Voltaje: 10 Vp-p Frecuencia: 20KHz				
Voltaje: 8 Vp-p Frecuencia: 2500Hz				

	TABLA 2			
	OSCILOSCOPIO VIRTUAL de NI ELVIS			
Voltaje RMS (V)	Frecuencia (Hz)	V <sub>P-P</sub> (V)	PERIODO (1/f) (s)	
Voltaje: 5 Vp-p Frecuencia: 5KHz				
Voltaje: 2.5 Vp-p Frecuencia: 400Hz				
Voltaje: 1.2 Vp-p Frecuencia: 50Hz				

**TABLA 3: CH1 Generador Real varía, CH2 NI ELVIS fijo en 400Hz**

Frecuencia (Hz)	200	800	1200	1600
Nv				
Nh				

**TABLA 4: CH1 Generador Real fijo en 400Hz, CH2 NI ELVIS varia**

Frecuencia (Hz)	200	800	1200	1600
Nv				
Nh				



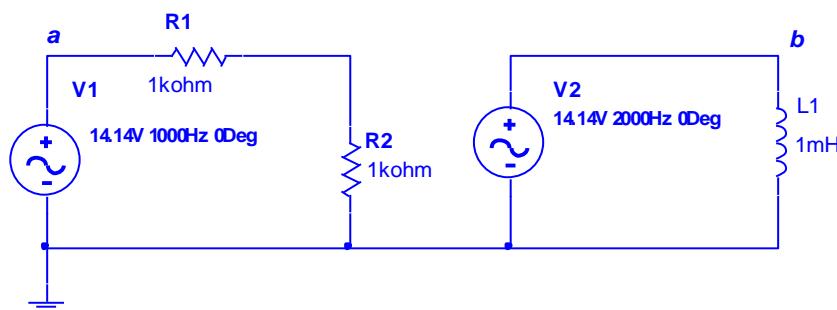
## GRÁFICOS DE LISSAJOUS

X

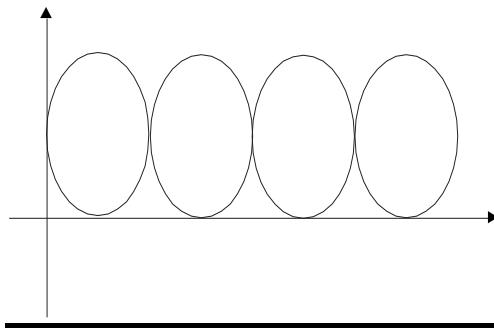
X

## PREGUNTAS

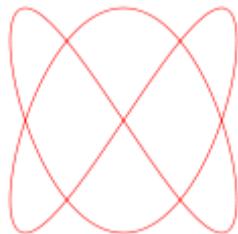
1. De su criterio acerca de la importancia del Osciloscopio.
2. Defina cada uno de los controles del Osciloscopio.
3. Defina los términos: onda, voltaje pico, voltaje pico-pico, frecuencia, ciclo, periodo, fase, desfase.
4. ¿Qué tipo de señales se pueden medir con el Osciloscopio?
5. Tomando en cuenta la última nota indique cuales serían las escalas apropiadas de voltaje y tiempo para visualizar como mínimo 2 periodos y la cresta de las siguientes señales:  
 2Hz -20Vrms  
 50KHz – 25Vp  
 200KHz – 40Vpp
6. ¿En qué influye la magnitud de voltaje, la fase entre ambas señales en las gráficas de las curvas de Lissajous?
7. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas entre el generador de funciones real y virtual?
8. ¿Qué tipo de señales se puede obtener por medio del Generador de Funciones?
9. Escriba los rangos de frecuencia y voltaje del Generador de Funciones del NI ELVIS.
10. ¿Cómo realizaría usted las siguientes conexiones sobre el protoboard del NI ELVIS?  
 ➤ Como entrada analógica utilice el CH4 en el BNC-1.  
 ➤ Como salida analógica utilice DAQ1 con las bananas C y D.  
 ➤ Como entrada analógica utilice el CH2 con las bananas A y B.
11. ¿Cuál es la función del factor de atenuación (1X - 10X) de las sondas de medición?
12. Explique por qué en las curvas de **Lissajous** al variar la frecuencia de cualquiera de los canales, la figura cambia de forma.
13. Estando el osciloscopio en modo X-Y y conectados los canales CH1 y CH2 en el nodo a y en el nodo b respectivamente en el siguiente circuito. ¿Cuál sería el número de puntos verticales (Nv) y horizontales (Nh) vistos en la pantalla del osciloscopio?



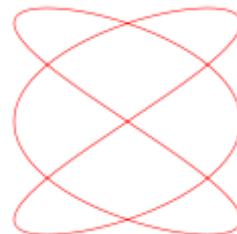
14. En el osciloscopio se obtiene la gráfica dada, entonces si  $f_2 = 250\text{Hz}$ , cuánto será  $f_1$ . Las 2 señales han sido ingresadas a los canales 1 y 2 del osciloscopio respectivamente.



15. Para cada caso, dada la frecuencia  $f_1$  y la curva de Lissajous determine  $f_2$ .



$f_1 = 100 \text{ Hz}$ ,  $f_2 =$



$f_1 = 250 \text{ Hz}$ ,  $f_2 =$

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**El estudiante deberá presentar en siguiente práctica:**

- Lección#6:** Tema General de la Práctica # 6 incluyendo las preguntas.  
Realizar en Multisim Circuitos 2 y 4 de la Práctica #7
- Pre-práctica # 6:** Manejo del Osciloscopio (Parte II). Leer ítems de las políticas.
- Reporte # 5:** Medición Manejo del Osciloscopio (Parte I). Leer ítems de las políticas.

**Recomendación:** Lea sobre circuitos RLC, desfase, frecuencia de resonancia.

## **PRÁCTICA # 6** **“MANEJO DEL OSCILOSCOPIO** **(PARTE II)”**

### **OBJETIVO:**

- Medir voltaje, corriente y ángulo de fase, utilizando el Osciloscopio Real y el Osciloscopio Virtual del NI ELVIS.
- Comprobar el comportamiento de las reactancias debido a la variación de la frecuencia en un circuito R, L, C.

### **EQUIPO Y MATERIAL USADO:**

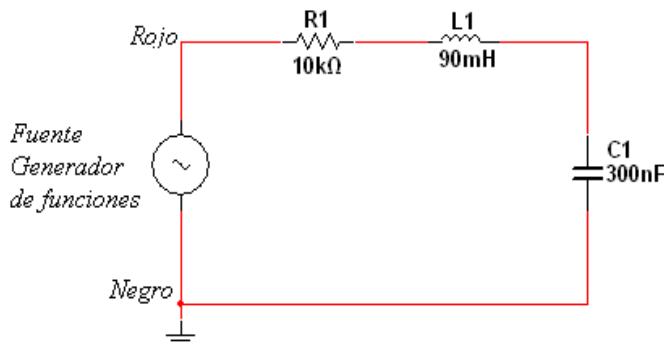
- Estación de trabajo NI ELVIS.
- Un osciloscopio Tektronik.
- Un generador de funciones METERMAN o WAVETEK.
- Un cable coaxial para el Generador de Funciones.
- 2 Puntas de prueba para osciloscopio.
- Una década resistencia.
- Una década de inductancias (10mH por paso ó 100mH por paso).
- Una década de capacitancias.
- Un tablero Universal.
- Cables tipo banana-banana.
- 1 Tarjeta DAQ PCI 6024E o 6251mx.
- Multímetro portátil Fluke 111(Para medir frecuencia).
- Multímetro de banco Fluke 8012 ó 8010.

### **PROCEDIMIENTO:**

#### **1.-Medición de Voltaje y Corriente utilizando el Osciloscopio.**

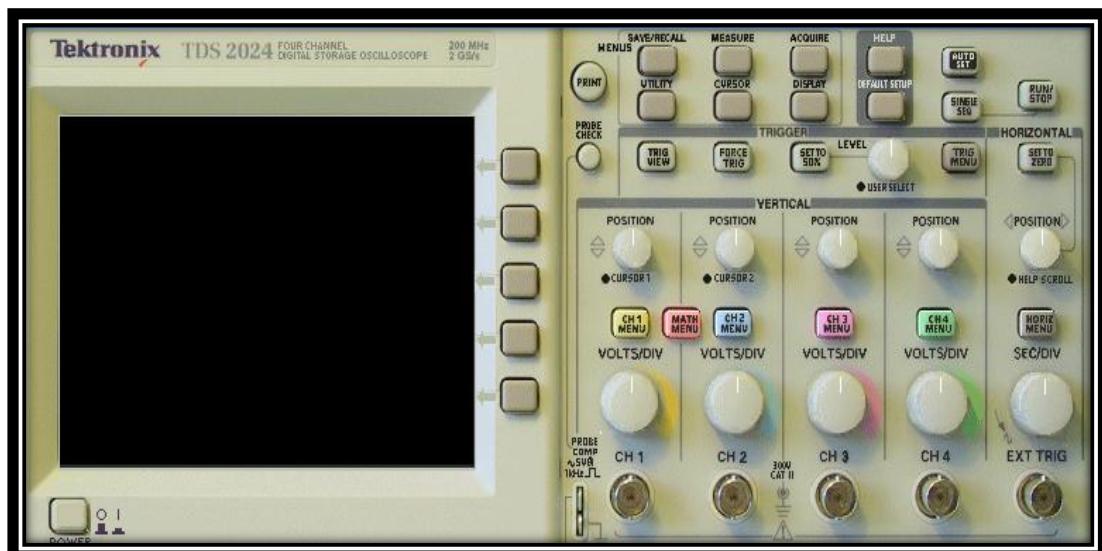
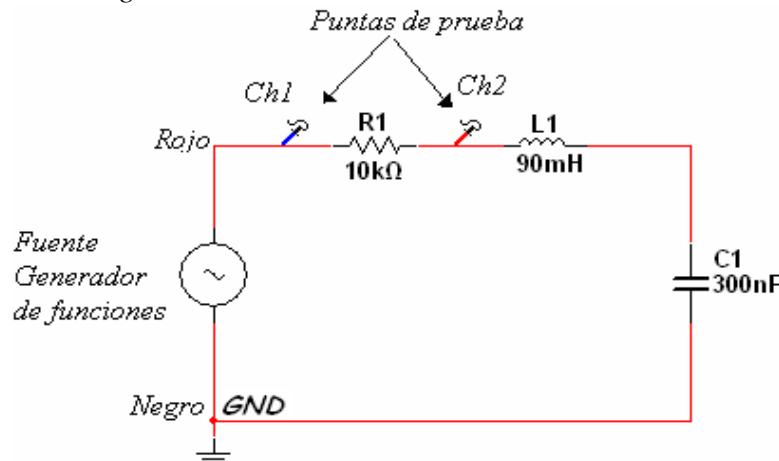
- Arme el circuito de la *Figura 1*, obteniendo la fuente de voltaje de un Generador de Funciones Real.
- Colocar el Multímetro Fluke 111 en paralelo a la fuente para medir la frecuencia y poder ajustarla según sea necesaria.

$$R=10K \quad C=0.3\mu F \quad L=90mH \quad V_{Fuente \ p-p}=10V$$



**Circuito 1**

- Activar los controles CH1 MENU y CH2 MENU para ver ambas trazas.
- Ajustar los controles del osciloscopio para visualizar señales de voltaje en el Canal 1 y Canal 2.
- Medir el voltaje del resistor utilizando el osciloscopio ,de la siguiente forma:
  - Conectar al osciloscopio dos puntas de prueba en los Canales 1 y 2, respectivamente.
  - Situar los extremos de las puntas de prueba al circuito como se muestra en la Figura 2.
  - Conectar el menos del generador a la tierra del osciloscopio (GND), como se muestra en la Figura2.



**Circuito 2**

- Con lo anterior, el Canal 1 está midiendo el voltaje de la fuente Vf y el Canal 2 el voltaje del conjunto serie inductor + capacitor ( $V_L + V_C$ ).



- Activar el control **MATH MENU** que se encuentra en la sección **VERTICAL**, inmediatamente en controles de opciones del osciloscopio podrá escoger la operación (+ = suma, - = resta, \* = multiplicación) entre los voltajes que ingresan en el Canal 1 y 2 que en este caso deberá ser la **resta**.
- En la opción fuentes escoja **CH1 - CH2**.
- Al seleccionar estos controles en el osciloscopio se mostrara la resta del Canal 1 menos la del Canal 2, esto es  $V_f - (V_1 + V_c) = V_r$  esto es el voltaje en la resistencia de 10Kohm.
- Desactive los controles CH1 MENU y CH2 MENU para visualizar solo la señal de la operación entre las señales del Canal 1 y Canal 2.
- Seleccionar las frecuencias en el generador de funciones de acuerdo a lo especificado en la *Tabla 1*.
- Para cada frecuencia seleccionada mida los voltajes del capacitor e inductor con el Multímetros de banco Fluke 8010 o Fluke 8012.
- Observar la forma de onda obtenida en la pantalla y llene la *Tabla 1*.

- Calcular la corriente que circula a través del circuito, utilizando la **Ley de Ohm aplicada a la resistencia:  $I=V/R$** ; utilizando el voltaje medido de la resistencia en la *Tabla 1* y llene la *Tabla 2*.

**NOTA:** La corriente es medida en forma indirecta por medio de la Ley de Ohm ya que el Osciloscopio nos muestra solo Señales de Voltaje.

## 2.-Medición de fase.

Se medirá el ángulo de fase entre el voltaje de la fuente y la corriente del circuito, por dos métodos.

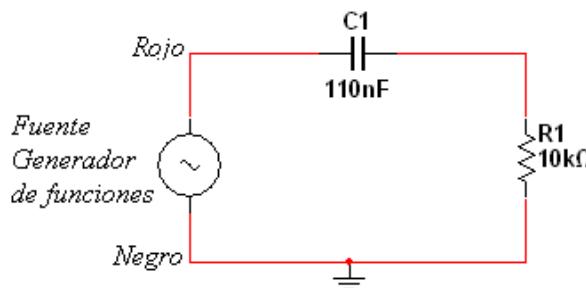
### 2.1.-Método de la doble traza.

- Arme el circuito de la *Figura 3*, obteniendo la fuente de voltaje del **Generador de Funciones del NI-ELVIS en Modo Virtual**.

$$C=0.11\mu F$$

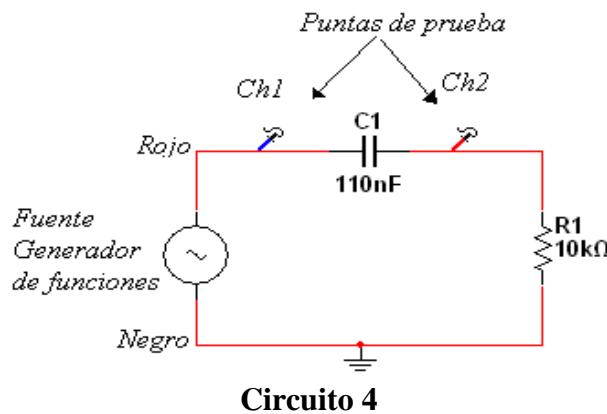
$$R=10K$$

$$V_{Fuente \ p-p}=5V$$



**Circuito 3**

- Activar los controles CH1 MENU y CH2 MENU para visualizar ambas señales.
- Recuerde que para desactivar un Canal basta con volver a presionar **CH MENU** correspondiente.
- Conecte las puntas de prueba del osciloscopio al circuito como se indica en la *Figura 4*.
- Además conecte el **GND** del osciloscopio a la referencia del circuito (Negativo de la fuente “**Negro**”) como se indica en la siguiente *Figura4*.



**NOTA:** El canal 1(CH1), colocado en esta posición nos muestra la señal de voltaje de la fuente y el Canal 2 (CH2) nos muestra la Señal de Voltaje de la resistencia la cual tiene la misma fase que su corriente, ya que en un resistor el voltaje y la corriente están en fase.

Asegúrese que ambos canales estén a la misma referencia, para que no altere los cálculos en el momento de la medición.

- Observe las dos señales mostradas y calcule el ángulo de desfase utilizando la siguiente regla de tres:

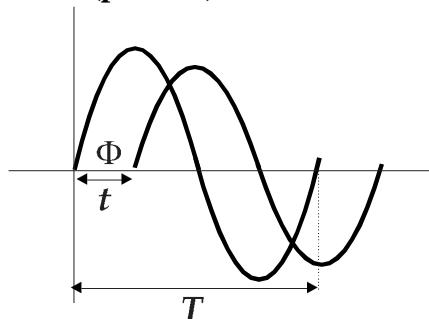
$$T \text{ ----- } 360 \text{ grados}$$

$$t \text{ ----- } \phi$$

Siendo:

**t** el tiempo de retraso entre una señal y otra

**T** el tiempo de un ciclo de señal (periodo).



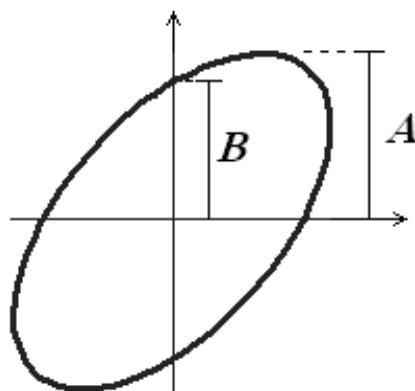
- Seleccione en el Generador de Funciones del NI ELVIS las frecuencias indicadas en la *Tabla 3* y para cada una de estas frecuencias halle el ángulo de desfase.
- Llene la *Tabla 3a*.

### 2.2.- Método X-Y.

- Utilizando el circuito anterior y realizando las mismas conexiones indicadas en la figura, active el control X-Y del osciloscopio. **Recuerde que el modo X-Y** se lo obtiene activando el control **PANTALLA** y escogiendo en los controles de opciones **FORMATO →(X,Y)**.

**NOTA:** Recuerde que para desactivar el modo X-Y presione **FORMAT** escogiendo **Y(t)** con lo cual se presentara en el osciloscopio el **VOLTAJE vs TIEMPO**

- Observe la figura formada y verifique si es la siguiente:



A: La longitud vertical desde el origen al punto máximo de la figura.  
 B: La longitud vertical desde el origen al punto de corte de la figura con el eje vertical

**NOTA.-** Antes de realizar cada medición debe centrarse la grafica que aparece en la pantalla al colocar el control X-Y. Esto es:

- 1.- En Controles de Acoplamiento de los dos canales escoger GND con lo cual la grafica se convertirá en un punto.
- 2.- Centre el punto con los Controles de Posicionamiento Horizontal y Vertical.
- 3.- Regrese los controles de acoplamiento de los dos Canales a AC con lo cual la grafica estará centrada.
- 4.- Asegúrese, que las escalas de voltaje sean las mismas en ambos Canales.

- Tome los valores de A y B; y calcule para cada valor de frecuencia de la *Tabla 3.b* el ángulo de desfase con la siguiente expresión:

$$\phi = \text{Arcsen} (B/A)$$

- Llene la *Tabla 3.b*.



## Tablas de Resultados – Práctica #6

TABLA 1					
VOLTAJE P-P EN RESISTENCIA					
FRECUENCIAS(Hz)	MEDIDO(V)		CALCULADO(V)		ERROR (%)
100					
200					
1000					
10000					
15000					
	VLrms Voltaje/Inductor		VCrms Voltaje/Capacitor		
	Teórico	Medido	Teórico	Medido	Error%L Error%C
100					
200					
1000					
10000					
15000					

TABLA 2			
CORRIENTE P-P			
FRECUENCIAS(Hz)	MEDIDO(mA)	CALCULADO(mA)	ERROR (%)
100			
200			
1000			
10000			
15000			

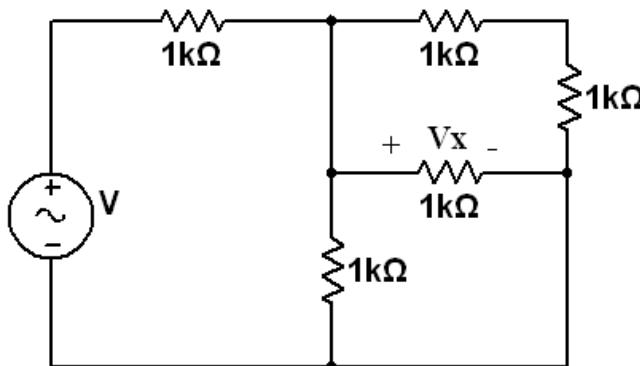
**TABLA 3**

a)				b)			Cálculos		
FRECUENCIA (Hz)	T (ms)	t (ms)	ÁNGULO MEDIDO	A	B	ÁNGULO MEDIDO	ANGULO TEORICO.	ERROR (%)	
								a)	b)
25.5									
83.5									
172.4									
397.5									

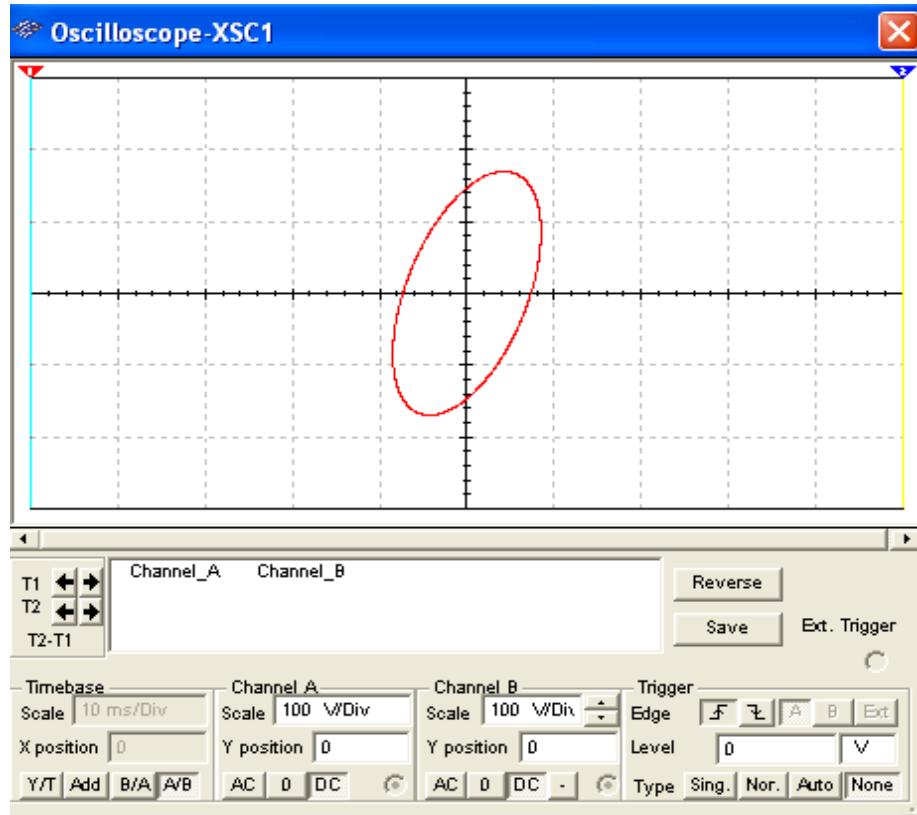


## **PREGUNTAS**

1. En base a los datos de la *Tabla 1* grafique V<sub>pp</sub> en la Resistencia Vs. Frecuencia, y explique con detalle la forma de su gráfica. ¿Qué sucede cuando la frecuencia es de 1 KHz?
2. Diseñe un circuito RC de tal forma que la Corriente que circula por el circuito tenga una diferencia de fase de 45 grados respecto a la fuente.
3. ¿Cuál es la impedancia de entrada del osciloscopio TEKTRONIK del Laboratorio?
4. ¿Cuál es el máximo Voltaje de entrada que soporta el Osciloscopio TEKTRONIK del Laboratorio?
5. Se podría utilizar el Osciloscopio para tomar valores de presión, ritmo cardiaco? Explique su respuesta.
6. Mencione los parámetros que afectan el desfase en el Circuito de la *Figura 3*.
7. Explique con sus palabras como se comporta el circuito de la *Figura 1* y qué aplicación le daría.
8. Para el circuito a continuación:
  - a) Donde colocara las puntas de prueba y la tierra para medir V<sub>x</sub>.
  - b) Que controles debe activar.



9. Leer cada uno de los siguientes enunciados y marque Verdadero o Falso según corresponda.
  - a) El Osciloscopio sirve para medir voltaje en forma directa y corriente de forma indirecta\_\_\_\_\_ ( )
  - b) Para medir el voltaje en un elemento intermedio entre cuatro elementos en serie con un osciloscopio, debo usar los siguientes controles: Math menú y escoger la opción CH1-CH2 y colocar las puntas de prueba en los extremos del elemento a medir, además el Terminal GND del osciloscopio a la referencia del circuito\_( )
10. Dada la siguiente curva de Lissajous, diseñe un circuito, indicando los valores que se deben tener para obtener dicha curva, la cual da el desfase entre el voltaje de la fuente y la corriente que circula por el circuito.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

**El estudiante deberá presentar en la siguiente práctica:**

**Lección #7:** Tema General de la Práctica #7 con sus respectivas preguntas. Realizar en Multisim circuitos referentes a la Práctica #7.

**Pre-práctica #7:** Leer ítems de las políticas.

**Reporte # 6:** Leer ítems de las políticas.

**Recomendación:** Lea sobre constantes de tiempo de circuitos RL y RC, también sobre los parámetros físicos que determinan la capacitancia e inductancia.



## PRÁCTICA # 7

### "CONSTANTE DE TIEMPO PARA CIRCUITOS RC Y RL"

#### OBJETIVOS:

- Conocer el Comportamiento Práctico de los circuitos RC y RL.
- Determinar la Constante de Tiempo en forma gráfica para circuitos RC y circuitos RL.
- Determinar aplicaciones para estos circuitos.

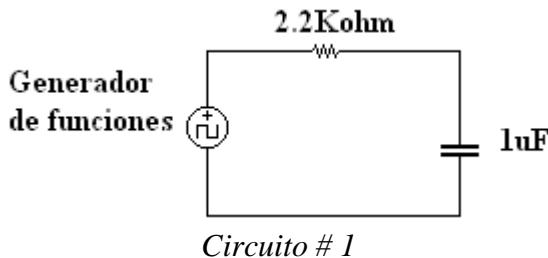
#### EQUIPO Y MATERIAL USADO:

- Generador de Funciones Real Meterman, Wavetek o leader.
- Osciloscopio Real.
- 2 Puntas de prueba.
- Década de resistencia ó resistores de 2.2Kohm y 4.7Kohm.
- Capacitores ó décadas de capacitores.
- Década de Inductores.
- Un computador.
- Tarjeta PCI 6024E ó 6251mx.

#### PROCEDIMIENTO.-

##### Constante de Tiempo de Circuitos RC

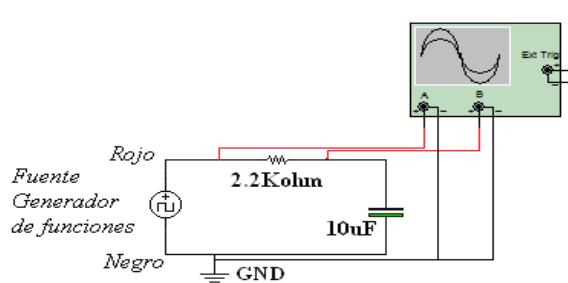
- Arme el siguiente circuito



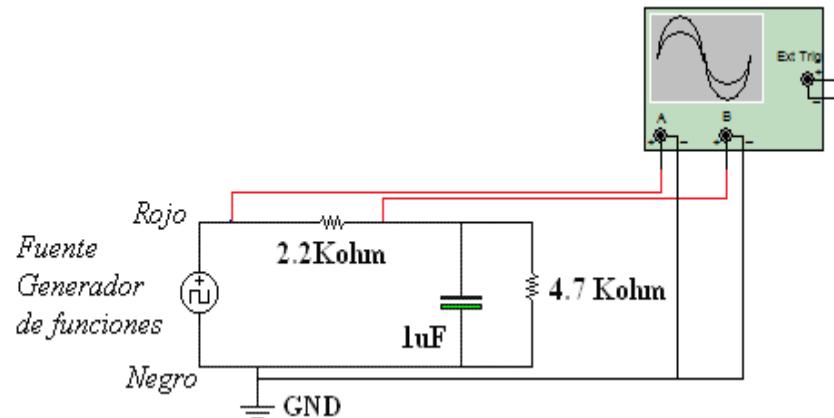
- Ajuste en el **Generador Real**:

Tipo de onda: Cuadrada       $V_{p-p} = 10 \text{ V}$        $f = 60 \text{ Hz}$

- Conecte el **Osciloscopio Virtual** para medir simultáneamente, las señales de voltaje del generador y del capacitor.

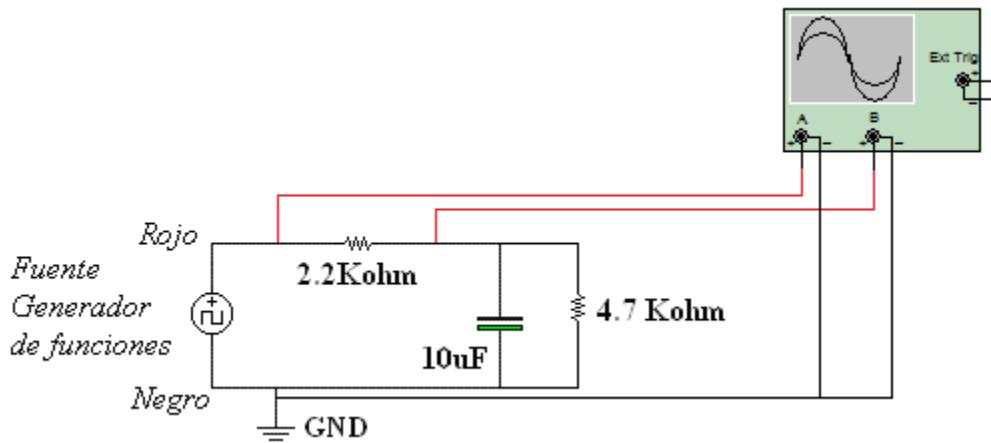


- Observe y grafique la forma de onda.
- Determine gráficamente la Constante de Tiempo según las indicaciones realizadas por el profesor, llene en la *Tabla 1* en la sección correspondiente.
- Conecte una resistencia de 4,7k en paralelo al capacitor.



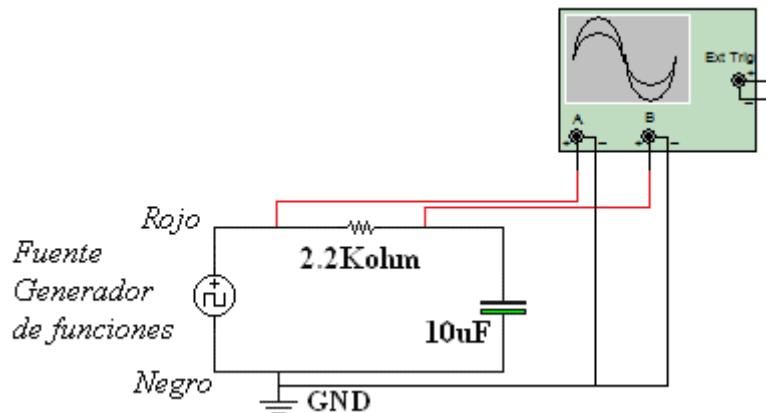
*Circuito # 2*

- Observe y grafique la forma de onda.
- Determine gráficamente la Constante de Tiempo según las indicaciones realizadas por el profesor, llene en la *Tabla 1* en la sección correspondiente.
- Cambie el valor del capacitor a 10 uF y la frecuencia del Generador a 10Hz.



*Circuito # 3*

- Observe y grafique la forma de onda.
- Determine gráficamente la Constante de Tiempo según las indicaciones realizadas por el profesor, llene en la *Tabla 1* en la sección correspondiente.
- Retire la resistencia de 4.7Kohm.

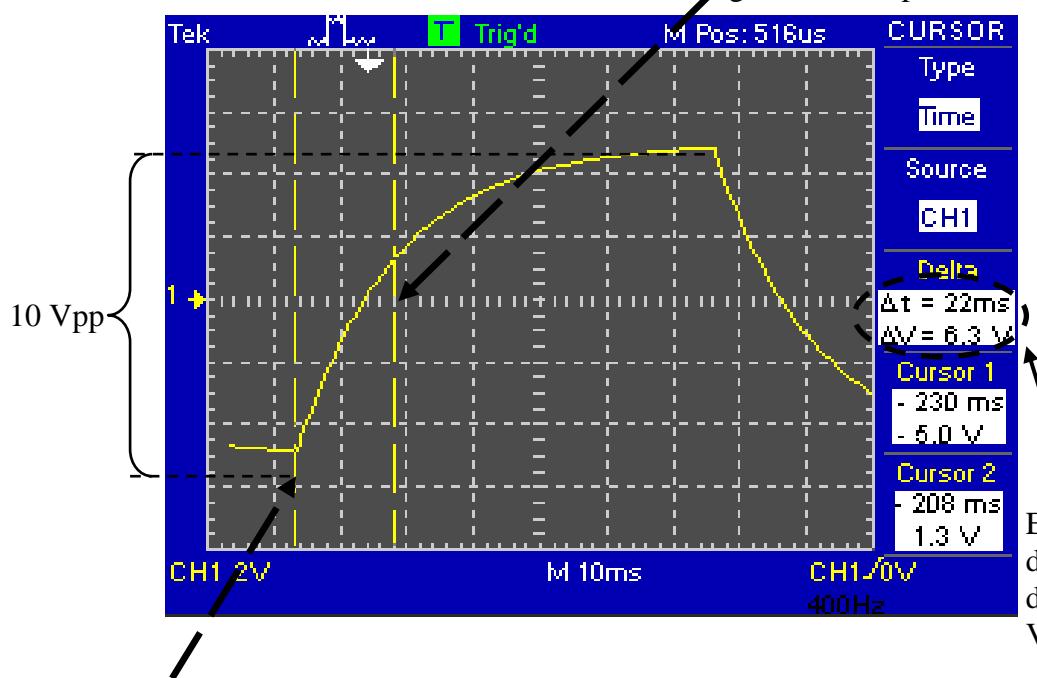


*Circuito # 4*

- Observe y grafique la forma de onda.
- Determine gráficamente la Constante de Tiempo según las indicaciones realizadas por el profesor, llene en la *Tabla 1* en la sección correspondiente.
- Grafique todas las señales anteriores en su reporte.

### Como determinar la Constante de tiempo en circuitos RC

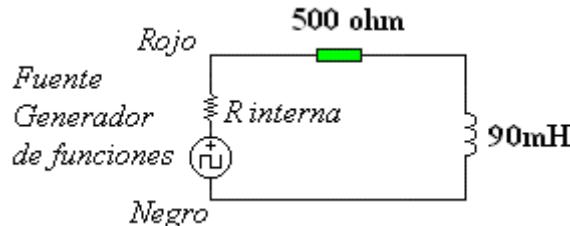
Colocar el cursor 2 al 63% del V<sub>pp</sub>, medido desde el mínimo de la grafica del capacitor.



Colocar el cursor 1 en el mínimo de la grafica de carga del capacitor.

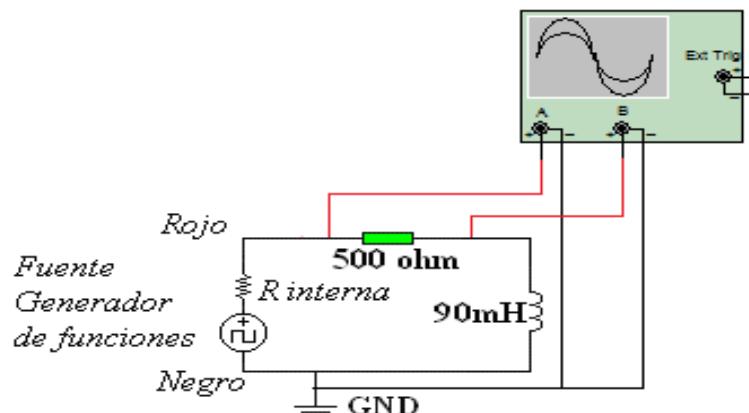
## Constante de Tiempo de Circuitos RL

- Arme el siguiente circuito



*Circuito # 5*

- Ajuste en el **Generador de Funciones Real**:  
Tipo de onda: Cuadrada       $V_{p-p}=10\text{ V}$        $f=1\text{ Khz}$ .
- Conecte el **Osciloscopio Real** para medir simultáneamente, las señales de voltaje del generador y del inductor.



*Circuito # 5*

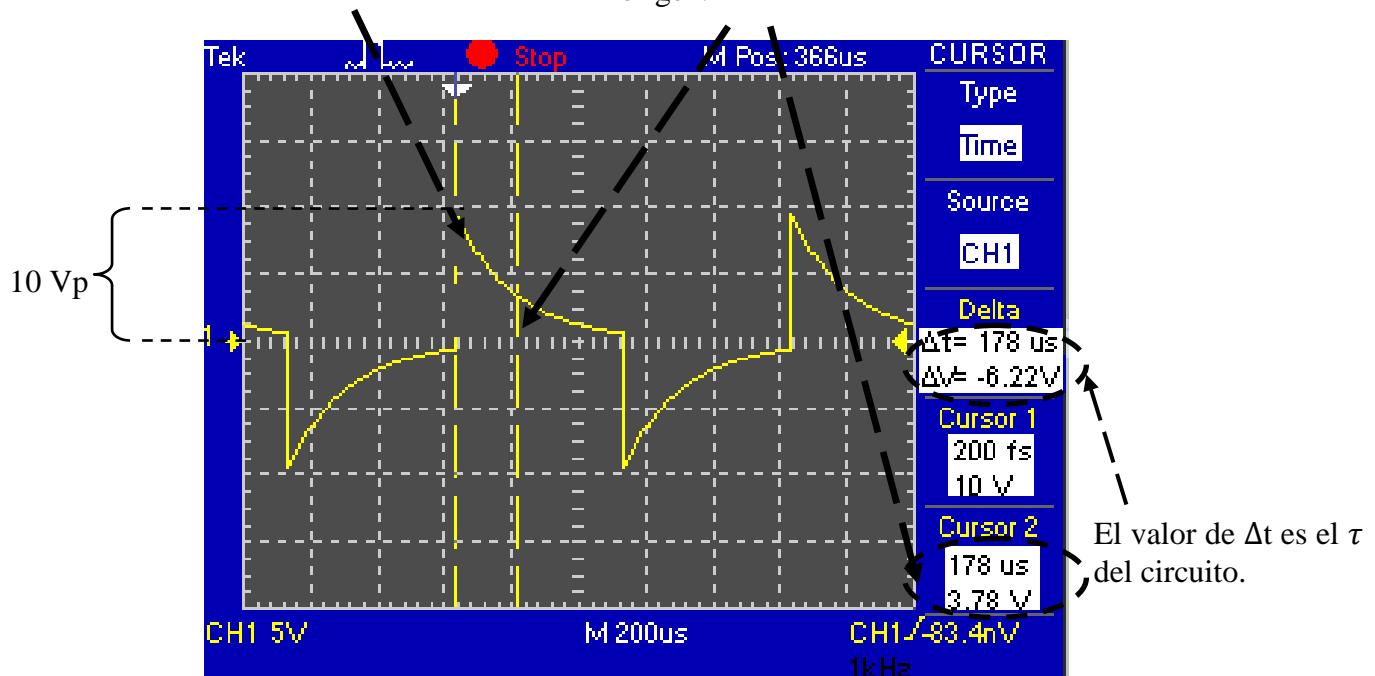
- Observe y grafique la forma de onda del inductor.
- Determine gráficamente la Constante de Tiempo según las indicaciones realizadas por el profesor.
- Repita los 2 pasos anteriores para cada valor de frecuencia e inductancia según como indica la tabla # 2 y llene la tabla # 2.
- **Grafique todas las señales anteriores en su reporte.**

**Nota:** Tome en cuenta la impedancia de salida ( $R$  interna) del generador que esté usando y utilice dicho valor en su respectivo cálculo.

## Como determinar la Constante de Tiempo en Circuitos RL

Colocar el cursor 1 en el máximo de la grafica de carga del inductor.

Colocar el cursor 2 al 37% del V<sub>p</sub>, medido desde el origen.





## Tablas de Resultados – Práctica #7

**Tabla # 1**

Frecuencia	R [ohm]	C [ F ]	$\zeta$ teórico	$\zeta$ medido	% de error
60 Hz	2.2K	1 u			
60 Hz	2.2K y 4.7K	1u			
10Hz	2.2K y 4.7K	10u			
10Hz	2.2K	10u			

X

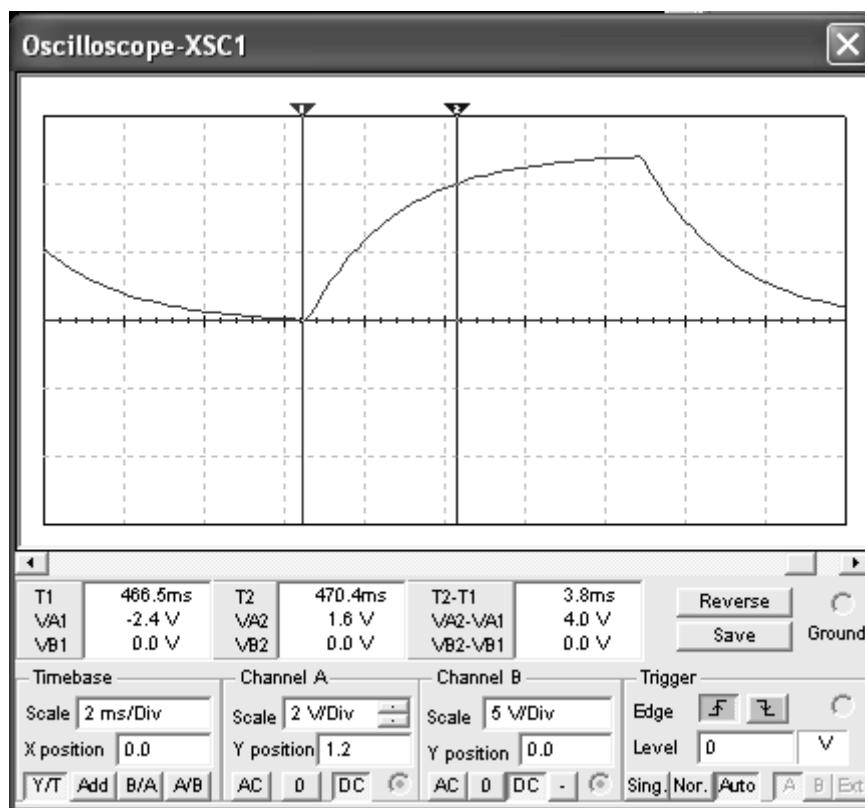
**Tabla # 2**

f ( KHz )	Z out = Rint	R ( $\Omega$ )	L ( mH )	$\zeta$ medido	$\zeta$ teórico
1		500	90		
2		500	50		
3		500	10		

X

## PREGUNTAS

1. ¿Cuáles son los parámetros físicos que determinan la capacitancia y la inductancia? Explique teórica y analíticamente (Ecuaciones matemáticas).
2. Explique, si los procedimientos vistos en esta Práctica podrían servir para determinar una inductancia o capacitancia desconocida.
3. Indique diferencias y semejanzas entre los circuitos inductivos y capacitivos.
4. Con las reglillas que se ven en el simulador Multisim y con los conocimientos del manejo del osciloscopio, cómo hallaría la constante de tiempo si a continuación se presenta la grafica del voltaje del capacitor en un circuito en el cual hay una fuente de onda cuadrada alimentando a dicho capacitor por medio de una resistencia semejante al circuito de la *Figura 1*? Indique el valor de la constante de tiempo.



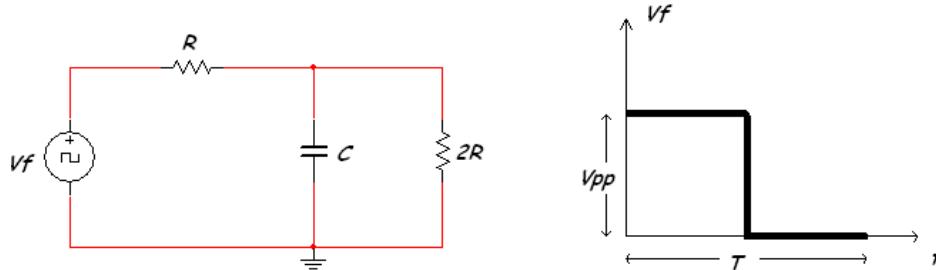
**Utilice las lecturas que se ven en la figura, suponga que la frecuencia de la fuente es tal que permite que el capacitor se cargue completamente.**

5. Con respecto a la pregunta anterior, basándose en la lectura del osciloscopio, determine la frecuencia que debe tener la fuente para que el capacitor se cargue solo hasta el 50% de su voltaje máximo.

6. Para el siguiente circuito, grafique aproximadamente la curva del voltaje sobre el capacitor tomando como referencia la señal de voltaje  $V_f$  de la fuente.

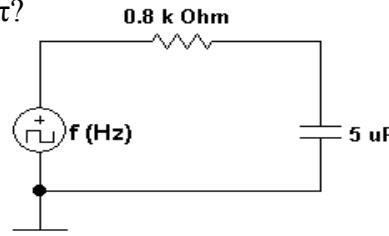
Asuma que:  $\zeta = \frac{1}{T}$ ; donde:  $\zeta$  es la constante de tiempo.

$T$  es el periodo de la fuente.



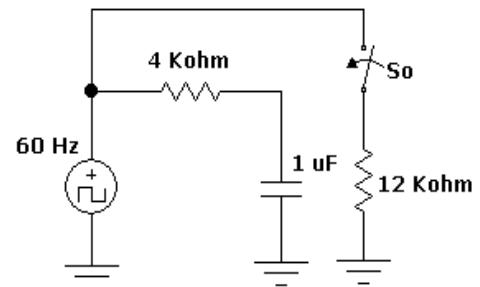
7. ¿Cuál de las siguientes frecuencias es la más indicada para que el capacitor pueda cargarse o descargarse hasta por lo menos  $5\tau$ ?

- a) 1Khz
- b) 100Hz
- c) 200Hz
- d) 1.25Khz
- e) Ninguna de las anteriores



8. ¿Qué le sucede al circuito RC cuando se cierra So?

- a.  $\tau$  es igual 16 ms.
- b. La fuente no le permite cargar a su primer  $\tau$ .
- c.  $\tau$  es igual 3 ms.
- d. El circuito RC permanece invariable.
- e. Ninguna de las anteriores



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**El estudiante deberá presentar en la siguiente Práctica:**

**Lección #8:** Tema General de la Práctica #8 con sus respectivas preguntas.

**Pre-práctica #8:** Leer ítems de las políticas.

**Reporte # 7:** Leer ítems de las políticas.

## PRÁCTICA # 8

### "AUTOINDUCCIÓN, INDUCCIÓN MAGNÉTICA Y POLARIDAD DEL TRANSFORMADOR"

#### OBJETIVOS:

- Determinar los parámetros M, L, R y K de un par de bobinas acopladas magnéticamente.
- Determinar la polaridad relativa entre dos bobinas.
- Observar el comportamiento de los circuitos magnéticos acoplados.
- Comprobar relaciones de corriente, voltaje y potencia en un transformador real.

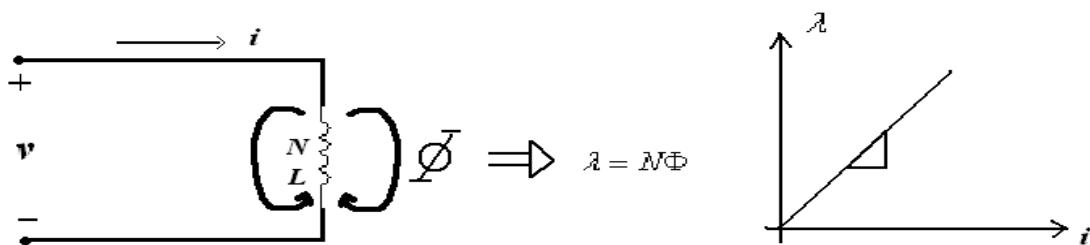
#### EQUIPOS Y MATERIALES USADOS:

- Dos Inductores fijos (1295 y 1296).
- $R_{int}=0.6\Omega$  (valor teórico de cada inductor)
- Fuente DC Variable.
- Cables tipo banana-banana.
- Tablero Universal.
- Un núcleo de Hierro en forma E.
- Un multímetro FLUKE de banco (8010, 8012) ó portátil (111).
- Una fuente AC de 0 - 120 V (Mesa de trabajo).

#### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

##### RELACIÓN ENTRE LA AUTOINDUCTANCIA (INDUCTANCIA PROPIA) Y EL CIRCUITO MAGNÉTICO (NÚCLEO DE HIERRO)

Sabemos que toda corriente eléctrica produce un campo magnético en su región adyacente es decir  $i \rightarrow \phi$  y dicho flujo magnético en una bobina ideal produce un enlace de flujo  $\lambda = N\phi$  entonces  $i \rightarrow \phi \rightarrow \lambda$ , luego el enlace de flujo  $\lambda$  será proporcional a la corriente eléctrica :  $\lambda \propto i$ .



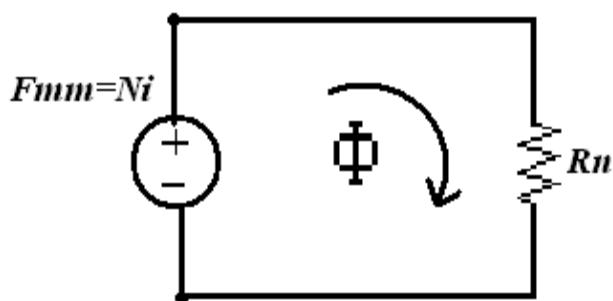
*Figura #1*

Donde la constante de proporcionalidad entre  $\lambda$  e  $i$  es la autoiductancia  $L$ , es decir:

$$\lambda = Li \text{ , luego } L = \frac{\lambda}{i} = \frac{N\phi}{i} \quad (1)$$

Por otro lado la  $F_{mm} = Ni$  en Amperios vueltas impulsa en el Circuito Magnético un Flujo Magnético  $\phi$  que depende también de la reluctancia del circuito magnético. Ver

*Figura #2.*



$$\phi = \frac{F_{mm}}{\mathfrak{R}_n} = \frac{N \times i}{\mathfrak{R}_n} \quad (2)$$

$$L = \frac{N^2 i}{i \mathfrak{R}_n} \longrightarrow L = \frac{N^2}{\mathfrak{R}_n} \quad (3)$$

Siendo  $\mathfrak{R}_n$  la reluctancia del núcleo y es una medida de la oposición que presenta el circuito magnético (núcleo) al establecimiento del Campo Magnético, esta reluctancia depende del material del núcleo

que depende del material, de las dimensiones del núcleo o circuito magnético ( $l$  y  $A$ ).

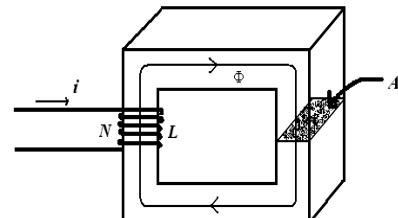
$$\mathfrak{R}_n = \frac{l}{\mu A} \quad (4)$$

$$L = \mu N^2 \frac{A}{l} \quad (5)$$

Donde  $A$  = Área del núcleo

$\mu$  = Coeficiente de permeabilidad magnética del material.

$l$  = longitud del perímetro del núcleo.



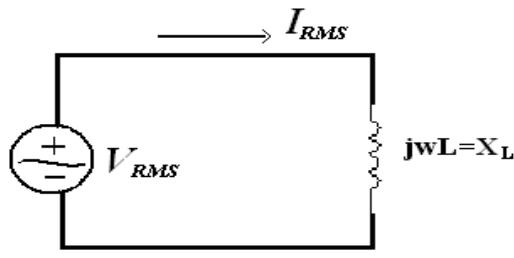
*Figura #3*

De (5) se puede deducir que la inductancia depende de la Permeabilidad Magnética del circuito magnético, esto es con núcleo cerrado (con tapa) el  $\mu$  del circuito es alto (solo hierro) implica  $L$  grande, en cambio sin tapa el  $\mu$  del circuito es bajo ya que el aire tiene un  $\mu$  muy bajo y es el que predomina en el circuito magnético, esto hace que sin tapa  $L$  sea muy bajo.

Resumiendo:

- ✓ Con tapa (núcleo cerrado)  $\rightarrow L$  grande porque  $\mu$  alto y  $X_L$  grande
- ✓ Sin tapa (núcleo abierto)  $\rightarrow L$  pequeña porque  $\mu$  bajo y  $X_L$  pequeña.

## Relacionando con la Corriente

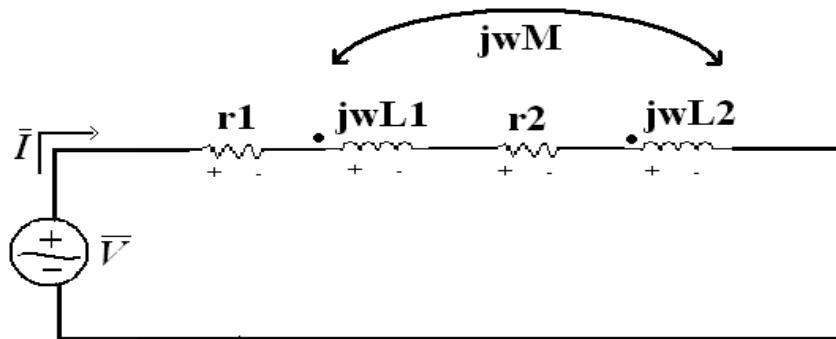


Bobina ideal con núcleo abierto  $X_L$  pequeño y la corriente crece de acuerdo con la reducción de  $X_L$ .

$$I_{RMS} = \frac{V_{RMS}}{X_L}$$

Por lo que se debe tener cuidado en no permitir que la corriente  $I_{RMS}$  crezca demasiado al abrir el núcleo por esa razón usamos un  $V_{RMS}$  pequeño.

## POLARIDAD RELATIVA ENTRE BOBINAS



$$\bar{V} = \bar{I}r_1 + \bar{I}jwL_1 + \bar{I}r_2 + \bar{I}jwL_2 \pm \bar{I}jwM \pm \bar{I}jwM$$

$$\bar{V} = \bar{I}r_1 + \bar{I}r_2 + \bar{I}jwL_1 + \bar{I}jwL_2 \pm \bar{I}jwM$$

$$\bar{V} = \bar{I}[r_1 + r_2 + jw(L_1 + L_2 \pm 2M)]$$

$$\bar{Z} = \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = r_1 + r_2 + jw(L_1 + L_2 \pm 2M)$$

$$|\bar{Z}| = \sqrt{(r_1 + r_2)^2 + w^2(L_1 + L_2 \pm 2M)^2}$$

Si la  $\bar{I}$  entra en ambas bobinas por marcas  $|\bar{Z}|$  crece ya que la tensión mutua se suma

(se usa el +) por lo que la  $I_{RMS}$  es menor ( $\bar{I} = \frac{\bar{V}}{\bar{Z}}$ ), por el contrario si la  $\bar{I}$  entra por marca en



una bobina y sale por marca en la otra bobina la tensión mutua es contraria a la tensión propia (se usa el  $-$ ) por lo que  $|\bar{Z}|$  disminuye y la  $I_{RMS}$  aumenta ( $\bar{I} = \frac{\bar{V}}{\bar{Z}}$ ).

Por lo que dependiendo de los valores medidos de  $I_{RMS}$  deducimos las marcas de polaridad.

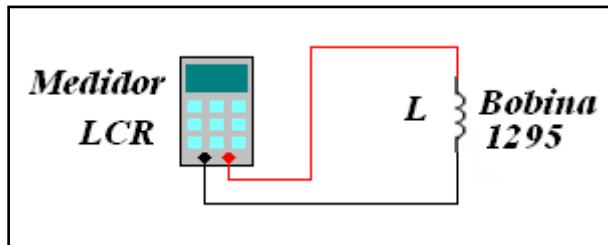
## **PROCEDIMIENTO:**

### **PARÁMETROS DE LAS BOBINAS**

#### **Resistencia Interna**

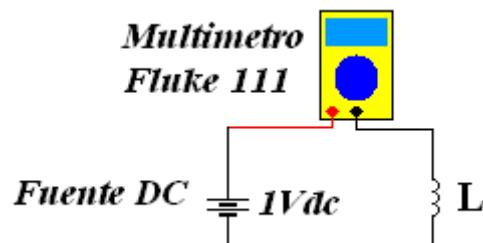
- Desarrolle un método teórico experimental para encontrar los parámetros indicados en los objetivos y justifíquelo matemáticamente.
- Halle el valor real o experimental de la resistencia interna de las bobinas por medio de dos métodos.

1.- Conecte el medidor **LCR** con frecuencia a 120Hz, para medir la resistencia interna de las bobinas 1295 y 1296 tal como se muestra a continuación. Llenar la *Tabla # 1*.



2.- Arme el *Circuito # 1*.

- Aplique un voltaje de 1VDC

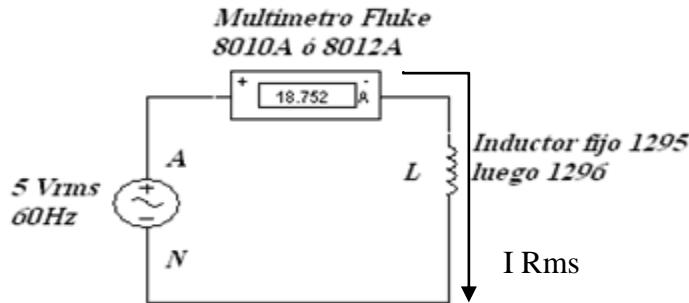


**Circuito # 1**

- Mida la corriente **con el Multímetro Fluke 111** y por la Ley de Ohm determinar indirectamente el valor de esta resistencia.
- Compare los resultados obtenidos anteriormente por ambos métodos.
- Los 3 procedimientos anteriores son para ambas bobinas y por separado.

## Autoinducción e Inducción Magnética

- Fije con el **Multímetro Fluke 111 5Vrms** que se obtiene desde la mesa de trabajo y arme el *Circuito # 2*.

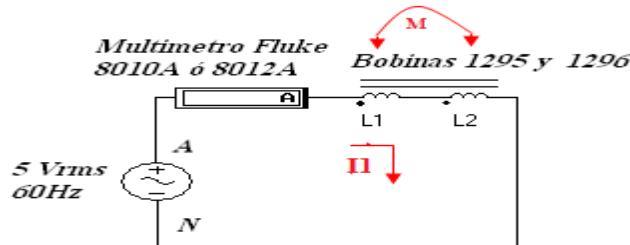


**Circuito # 2**

Para el cálculo teórico de la inductancia 1295 y 1296 con núcleo abierto y cerrado asuma lo siguiente:

INDUCTANCIAS	NUCLEO ABIERTO (SIN TAPA)	NUCLEO CERRADO (CON TAPA)
	I Rms [mA]	I Rms [mA]
1295	<b>936</b>	<b>24</b>
1296	<b>952</b>	<b>22</b>

- El inductor fijo debe estar colocado **dentro del Núcleo “E” de Hierro en todo momento.**
- Mida la corriente con el circuito magnético abierto (Sin Tapa) y cerrado (**Con Tapa**) con el **multímetro Fluke 8012A ó 8010A**. Llene la *Tabla #2*.
- Realice los cálculos correspondientes y determine el valor experimental de L para **cada bobina**. Para cada inductor fijo se calculará 2 valores de inductancia (inductancia con tapa e inductancia sin tapa). **Recuerde usar la resistencia interna de cada bobina en los cálculos.**
- Anote los valores obtenidos anteriormente y llene la *Tabla # 2*.
- Determine experimentalmente la polaridad relativa entre dos bobinas colocadas en un núcleo de hierro y conectadas en serie tal como se muestra en el *Circuito # 3*.



**Circuito # 3**

Para el cálculo teórico de M y K (Inductancia mutua y coeficiente de acoplamiento magnético) considere los siguientes valores de I.

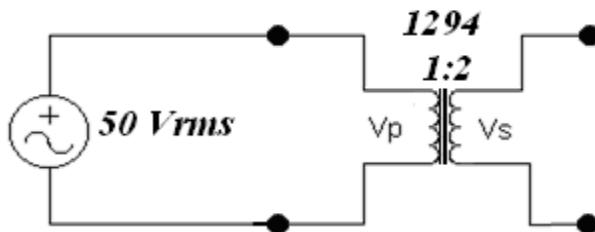
I [mA]	I [mA]
NUCLEO ABIERTO	NUCLEO CERRADO
545	14

- Asuma la polaridad indicada por los puntos (polaridad aditiva). Mida la corriente que circula a través del circuito con el circuito magnético abierto (**Sin Tapa**) y cerrado (**Con Tapa**) con el multímetro Fluke 8012A ó 8010A, a esta corriente la llamaremos **I<sub>1</sub>**. Llene la *Tabla # 3*.
- Luego invertimos el sentido de una de las bobinas y medimos nuevamente la corriente de la misma forma que el punto anterior, a esta corriente la llamaremos **I<sub>2</sub>**. Llene la *Tabla # 3*.
- Si **I<sub>1</sub>** es menor que **I<sub>2</sub>** entonces lo que asumimos inicialmente es correcto. De lo contrario tendríamos conectadas inicialmente las bobinas con polaridad sustractiva. Con los datos experimentales obtenidos determine la inductancia mutua M y el factor K con el Circuito Magnético cerrado (**Con Tapa**) y abierto (**Sin Tapa**).

### Polaridad del Transformador

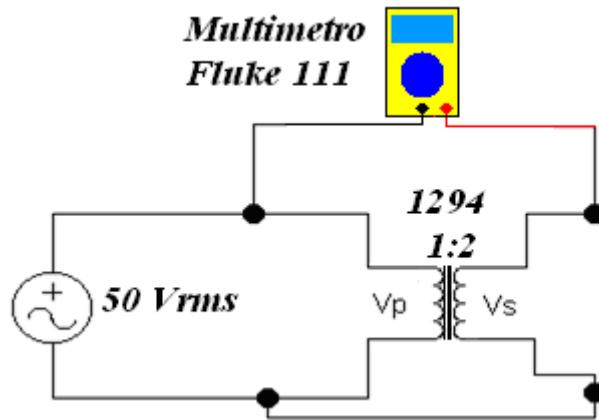
- Medir la resistencia interna de la bobina 1294 sin núcleo utilizando el LCR a 120 Hz o Fluke 111 y llenar la *Tabla # 4*.
- Conecte la fuente de alimentación en el lado de menor resistencia.
- Construya el *Circuito # 4* con el circuito magnético CERRADO como se muestra a continuación.

**Nota:** El transformador debe estar en núcleo de hierro E y con la tapa.

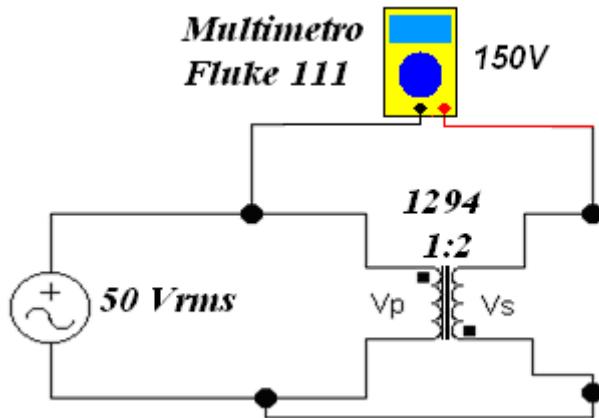


*Circuito # 4*

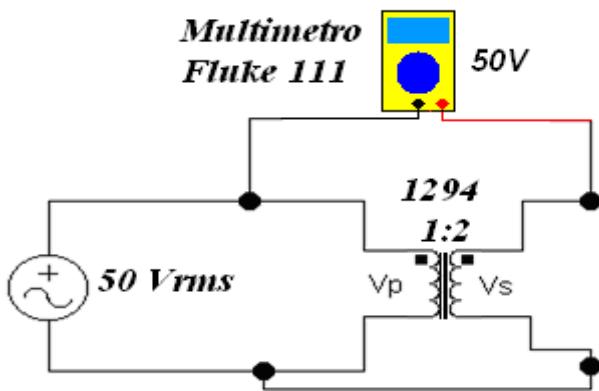
- Coloque el Multímetro Fluke 111 como se indica a continuación.



- Si en el Multímetro presenta la suma del primario con el secundario, la polaridad del transformador está dada como se indica en la figura siguiente.



- Pero si al realizar la medición de voltaje, resulta la resta de los voltajes del primario y el secundario, la polaridad de una de las bobinas sería contraria.



- Muéstrelle a su profesor los resultados obtenidos experimentalmente.



## Tablas de Resultados – Práctica #8

**Tabla # 1**

	Medición Directa		Medición Indirecta		
	Usando LCR		Usando Fluke 111		
	$R_{\text{interna}}$		$I$ [A]	$R_{\text{interna}}^{\text{Experimental}}$	% Error
	Teórico	Experimental			
Inductor fijo 1295					
Inductor fijo 1296					

**Tabla # 2**

	Circuito Magnético Abierto (Sin Tapa)				Circuito Magnético Cerrado (Con Tapa)			
	Multímetro de Banco 8010 ó 8012							
	$I$ [mA]	Inductancia L [mH]			$I$ [mA]	Inductancia L [mH]		
		Experimental	Teórico	Exp.		Exp.	Teórico	Exp.
Inductor fijo 1295								
Inductor fijo 1296								

**Tabla # 3**

Circuito Magnético Abierto (Sin Tapa)							
Multímetro de Banco 8010 ó 8012							
$I_1$ [mA]	$I_2$ [mA]	Acoplamiento Magnético K			Inductancia _ Mutua M [mH]		
		Teórico	Exp.	% Error	Teórico	Exp.	% Error
Circuito Magnético Cerrado (Con Tapa)							
Multímetro de Banco 8010 ó 8012							
$I_1$ [mA]	$I_2$ [mA]	Acoplamiento Magnético K			Inductancia _ Mutua M [mH]		
		Teorico	Exp.	% Error	Teórico	Exp.	% Error



*Tabla # 4*

	Primario	Secundario
<b>R<sub>interna</sub></b>		
<b>Voltaje</b>		
<b>Polaridad</b>		

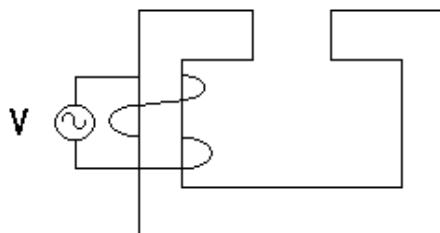
X

X

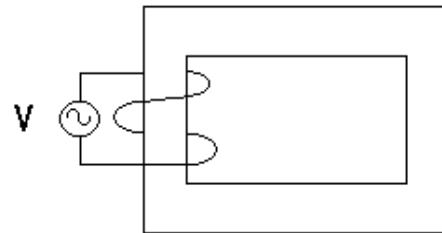
X

## **PREGUNTAS**

1. Defina conceptualmente los parámetros M (Inductancia Mutua), L (Autoinductancia) y K (Coeficiente de Acoplamiento Magnético).
2. Justifique analíticamente el método de la práctica para determinar M.
3. Explique conceptualmente que es la Polaridad Relativa entre dos bobinas.
4. Mencione y explique al menos dos aplicaciones del concepto de polaridad relativa entre dos bobinas.
5. Explique al menos un método experimental adicional para determinar la polaridad relativa entre dos bobinas
6. Teóricamente si se colocan dos bobinas físicamente paralelas una a otra, ¿Qué podemos decir de la inducción entre ellas? y ¿Qué pasa si se las coloca perpendicularmente? Explique teóricamente sustentando con ecuaciones matemáticas.
7. Describa dos métodos experimentales para determinar la polaridad de un transformador.
8. Escoger la alternativa correcta; justificando su selección.  
(Indicar o especificar si R es la resistencia interna de la bobina o la reluctancia del circuito magnético).

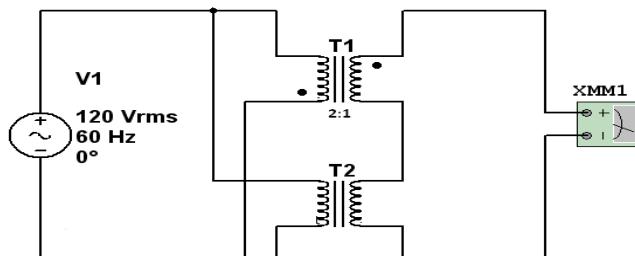


Circuito a

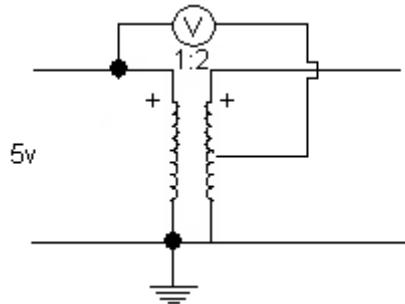


Circuito b

- a)  $R_a > R_b$
  - b)  $R_b > R_a$
  - c)  $R_a = R_b$
  - d) Ninguna de las anteriores.
9. Dada la relación de vueltas y la polaridad de T1, determinar la relación de vueltas y la polaridad de T2 para que la lectura del voltímetro sea 40v. Justifique su respuesta

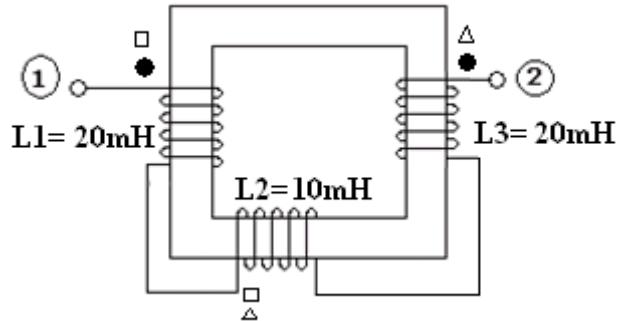


10. Para el siguiente circuito indique la lectura del voltímetro.



11. En el núcleo de hierro que se muestra a continuación se encuentran 3 bobinas acopladas magnéticamente con un  $K = 0.5$ ; encuentre la inductancia equivalente mostrando su procedimiento.

- a) 50 mH
- b) 70 mH
- c) 30 mH
- d) 60 mH
- e) 40 mH
- f) No se puede definir si no se especifican las marcas de polaridad relativa entre las bobinas.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**El estudiante deberá presentar en la siguiente Práctica:**

**Lección #9:** Tema General de la Práctica #9 con sus respectivas preguntas. Además de simular circuito de la práctica #9

**Pre-práctica #9:** Leer ítems de las políticas.

**Reporte # 8:** Leer ítems de las políticas.

**Nota:** El texto sobre acondicionador de señales NI SCXI es una referencia de este equipo, **no debe ser interpretada como Fundamentación Teórica** de la Práctica. Es decir, la fundamentación teórica es sobre **TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS**.



## PRÁCTICA # 9 “TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS”

### **OBJETIVOS:**

- Comprobar relaciones de corriente, voltaje y potencia en un Transformador Real.
- Aprender el uso y determinar diferencias entre los vatímetros: Analógico, Digital y Virtual.
- Medir y obtener gráficas de voltaje, corriente y potencia mediante un programa basado en las herramientas básicas de las prácticas de LabVIEW.
- Conocer el funcionamiento y manejo del acondicionador de Señales NI-SCXI.

### **EQUIPOS Y MATERIALES USADOS:**

- 1 Transformador - Hampden 1293.
- 1 Transformador - Hampden 1294.
- 1 Núcleo de Hierro en forma E.
- 1 Multímetro FLUKE de Banco (8010) ó Portátil (111).
- 1 Fuente AC de 0 - 120 V (Mesa de Trabajo).
- Una tarjeta DAQ PCI 6251mX o 6024E.
- Un chasis NI- SCXI 1000.
- Un módulo SCXI1125.
- Bloque Terminal SCXI 1313
- Cables tipo banana-banana.
- Resistencia Shunt.
- 1 Vatímetro Analógico Hampden.
- 1 Vatímetro Digital Extech (Power Analyzer/Datalogger 380801).
- Un vatímetro Virtual basado en LabView.

### **DESCRIPCIÓN DEL NI SCXI**

Cuando se mide señales de alto voltaje, determinar si el Sistema de Adquisición de Datos (DAQ) con el que se está trabajando es seguro debe ser la primera consideración. Tomar medidas de alto voltaje puede provocar daños en su equipo, a la unidad bajo prueba e incluso a usted y sus colegas. Para asegurar la seguridad de su sistema, debe emplear dispositivos de medición aislados para que sirvan como una barrera de aislamiento entre usted y los voltajes dañinos.



**Figura 1**



El **NI SCXI** (Signal Conditioning Extensions for Instrumentation) es un acondicionador de señales de alto rendimiento y plataforma de conmutación para sistemas de medición y automatización. Utilizan dispositivos DAQ de Series E y M.

Un sistema de SCXI consiste en Módulos de Acondicionamiento de Señal de varios Canales instalados en unos o más compartimientos del chasis.

Se puede elegir una serie amplia de funciones como entradas análogas, salidas análogas, entrada y salidas digitales y módulos de conmutación dependiendo de las necesidades. El software NI-DAQmx mantiene controles de cada aspecto de la configuración del sistema del SCXI, su programación en LabVIEW y el control de dispositivos.



Figura 2

**El chasis NI SCXI-1000 será utilizado en este curso.**

**MÓDULOS DE ENTRADA-SALIDA.-** Los módulos de SCXI ofrecen una variedad de funcionalidades que incluyen entradas análogas, salidas análogas, I/O digitales y conmutación por mencionar las aplicaciones más frecuentes. Los módulos de entrada análoga pueden amplificar, aislar, filtrar y multiplexar señales de entrada de termocuplas, de galgas de tensión, de RTDs, de termistores, de fuentes de milivoltios, de fuentes de voltaje de hasta 300 Vrms y de fuentes de corriente.

Los módulos de salida análoga proporcionan voltaje de entrada y salida aisladas. Los módulos de entrada y salida Digital proporcionan aislamiento para señales digitales de hasta 240 VDC. Los módulos de conmutación del SCXI, que incluyen multiplexores y matrices proporcionan ruteo de alta densidad y de alta potencia de señal - de una DC a una RF. Se puede mezclar y unir diferentes módulos en un mismo chasis en cualquier combinación de entrada análoga, de salida análoga, de I/O digital, y de conmutación para satisfacer los diferentes requisitos de uso. El módulo a utilizar en este curso es el SCXI 1125 que es un módulo de entrada de voltaje de 8 canales con aislamiento y ganancia y

filtrado programable automático en cada canal.



Figura 3

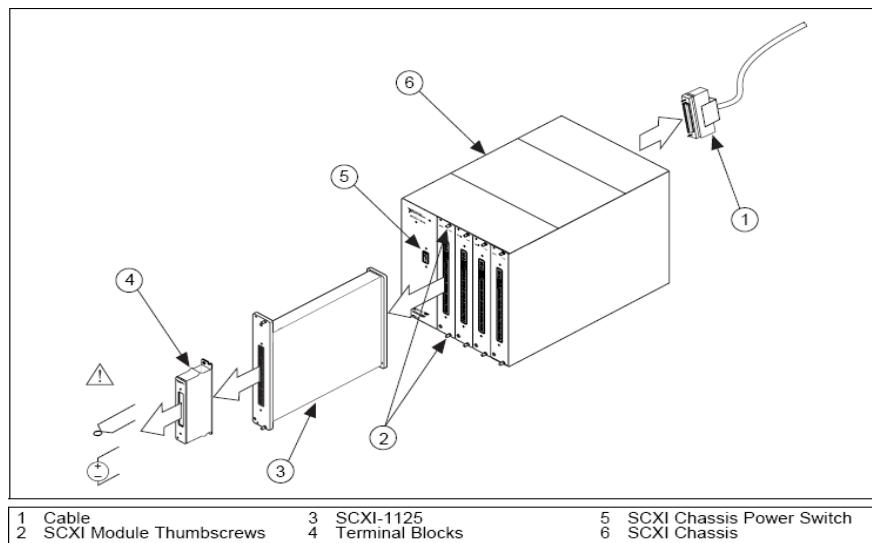
**BLOQUES TERMINALES.-** Los bloques terminales se utilizan para conectar señales a los módulos del SCXI. Ciertos bloques terminales se diseñan para trabajar con módulos específicos para proporcionar un acondicionamiento de señal de ciertos tipos del sensor. Los bloques terminales conectados con señales de alto voltaje contendrán un circuito de atenuación. Los bloques de terminales de



Figura 4

Algún SCXI incluso contienen micro-controladores que se comunican con sensores inteligentes IEEE 1451.4 (TEDS). Nosotros utilizaremos el bloque terminal atenuador de Alto Voltaje **NI SCXI 1313** que trabaja en conjunto con el Módulo 1125 con una entrada máxima de voltaje de 300Vrms.

### COMPONENTES DEL SCXI



**Figura 5**

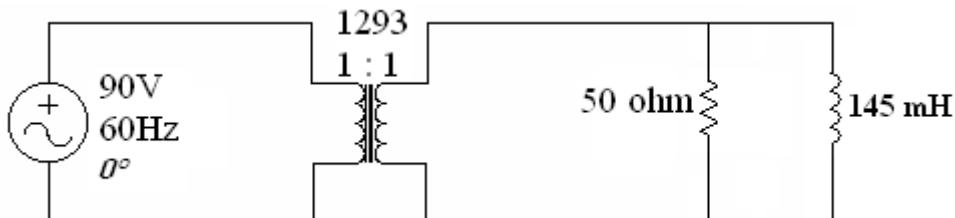
### PROCEDIMIENTO:

Debe utilizar los **BANCOS DE RESISTORES** y el **INDUCTOR FIJO**.

El valor de 145mH del inductor es un valor promedio; determine con las mediciones el valor real de este inductor.

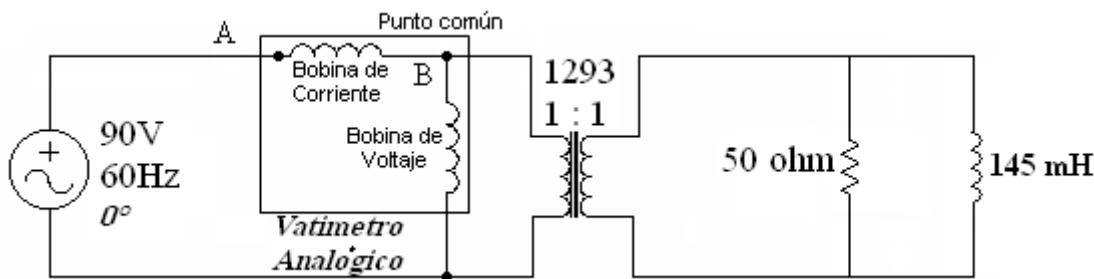
#### 1. Transformador de Aislamiento

- Construya el circuito como se muestra en la figura con un transformador 1293.



**Nota: El transformador 1293 debe ir colocado en el núcleo y con tapa.**

- Mida voltajes y corrientes en el primario y en el secundario. Mida **indirectamente** por Ley de Ohm la magnitud de impedancia que ve la fuente en el primario del transformador dividiendo el voltaje del primario para la corriente del primario y llene la tabla en la sección correspondiente.
- Mida la potencia del primario y secundario del transformador con el **Vatímetro Analógico Hampden** como se muestra a continuación y llene la tabla en la sección correspondiente.



Esquemático de conexión del Vatímetro Analógico/Potencia en el primario

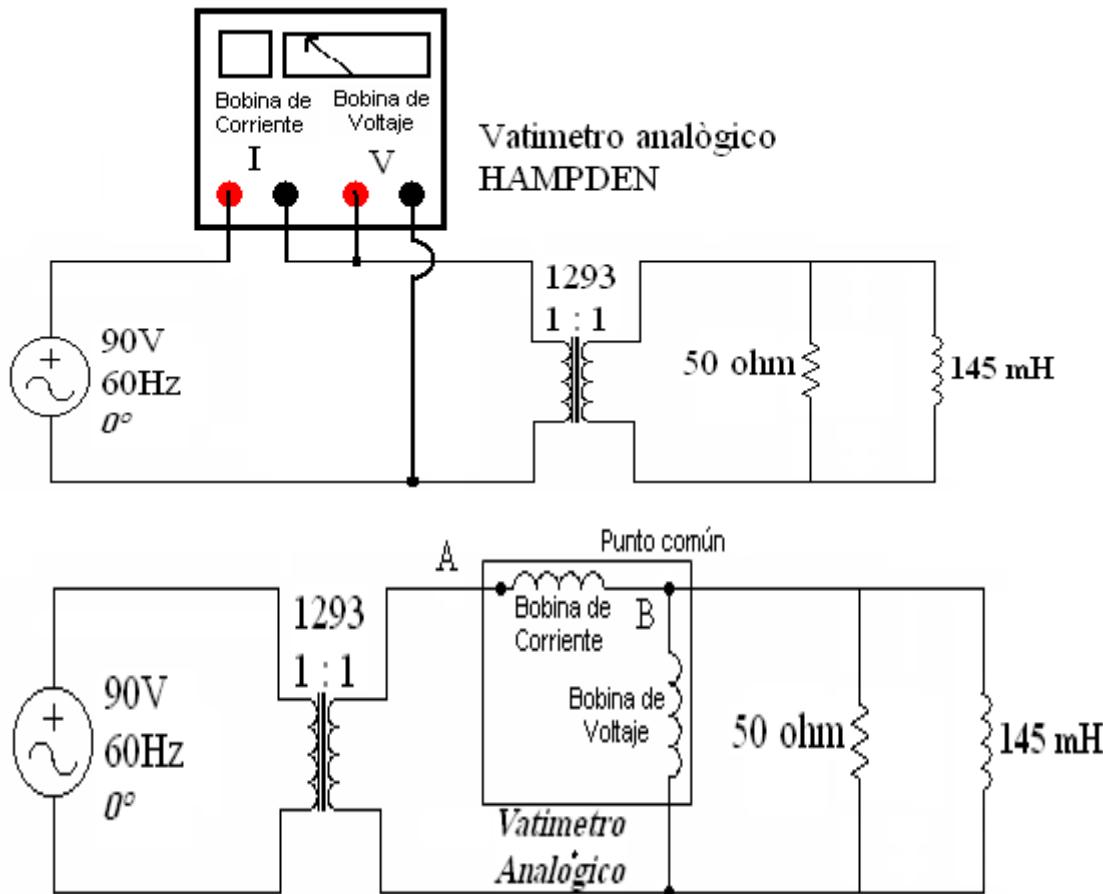


Diagrama físico de conexión del vatímetro analógico/Potencia en el primario

Esquemático de conexión del vatímetro analógico/Potencia en el secundario

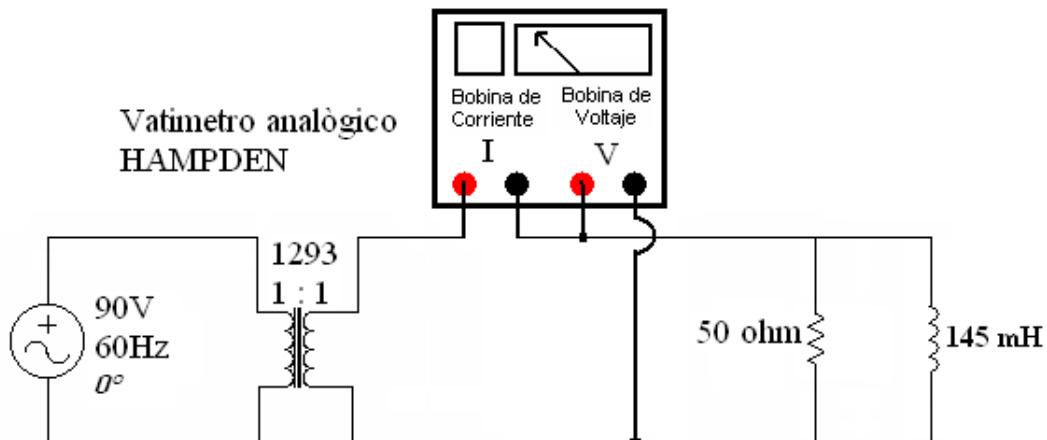
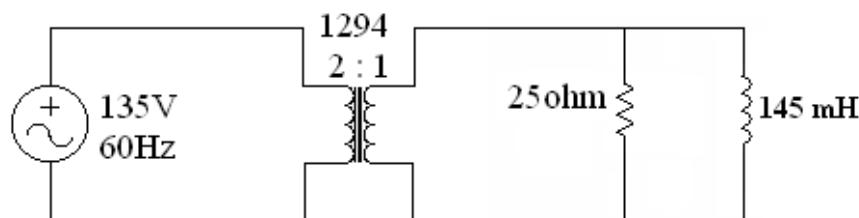


Diagrama físico de conexión del vatímetro analógico/Potencia en el secundario

**Nota:** El Vatímetro Analógico funciona por medio de inducción de dos bobinas, una de corriente y otra de voltaje las cuales medirán la corriente y el voltaje en la carga. La conexión debe de ser como amperímetro para la bobina de corriente y como voltímetro para la bobina de voltaje.

## 2. Transformador Reductor

- Construya el circuito como se muestra en la figura con un transformador 1294.



- Mida voltajes y corrientes en el primario y en el secundario. Mida **indirectamente** por Ley de Ohm la magnitud de impedancia que ve la fuente en el primario del transformador dividiendo el voltaje del primario para la corriente del primario y llene la tabla en la sección correspondiente.
- Mida la potencia del primario y secundario del transformador con **el Vatímetro Digital Extech** como se muestra a continuación y llene la tabla en la sección correspondiente.

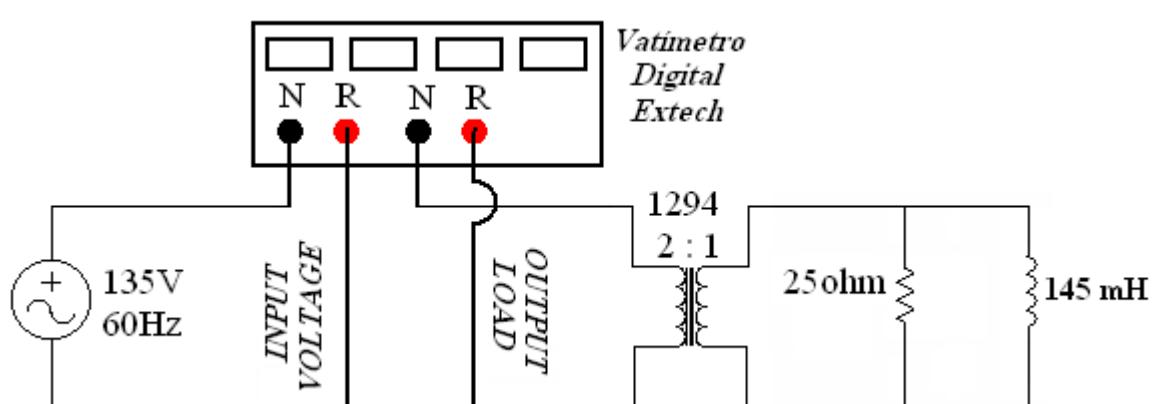
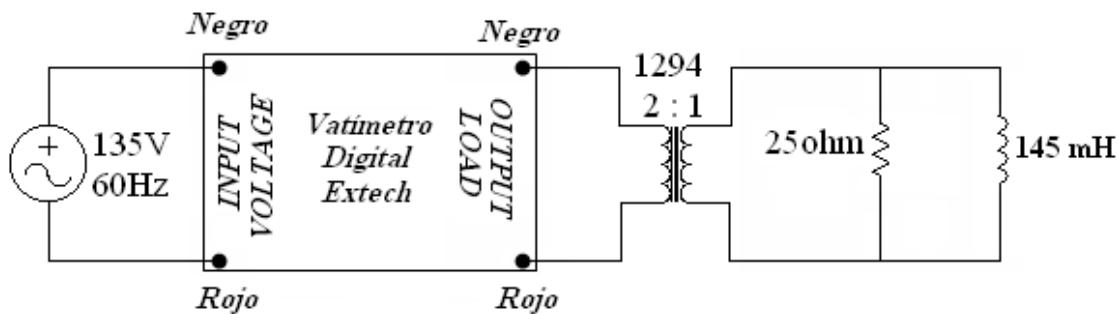


Diagrama físico de conexión del vatímetro digital/Potencia en el primario

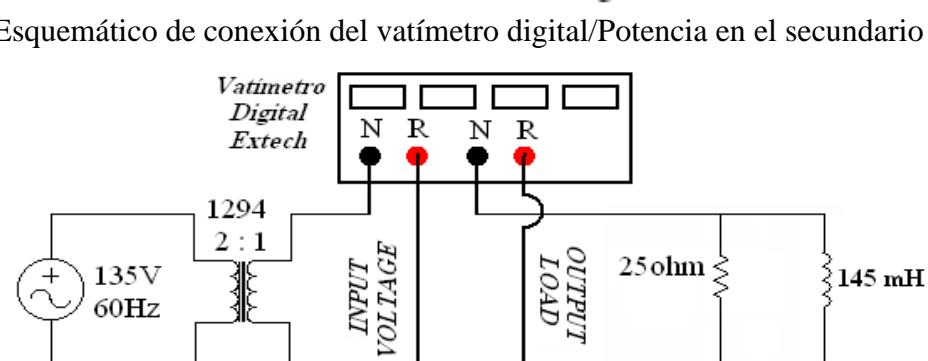
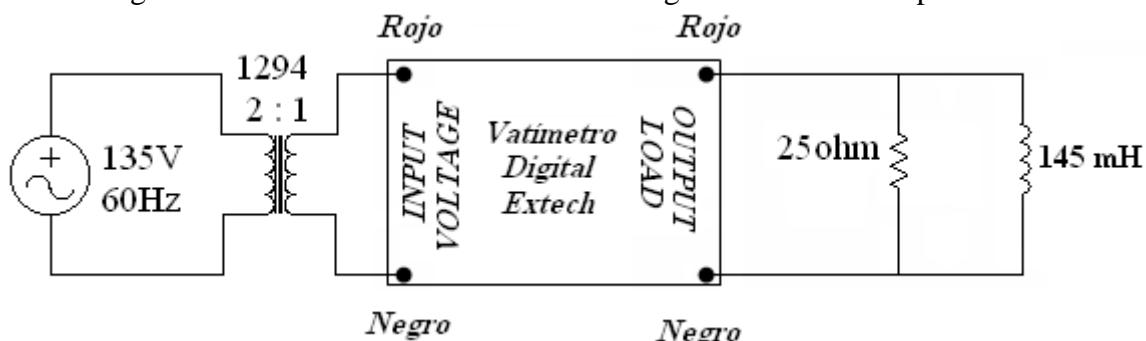
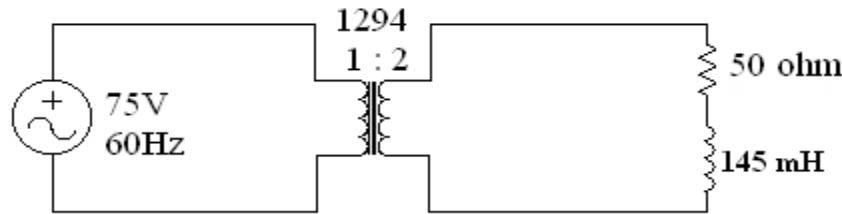


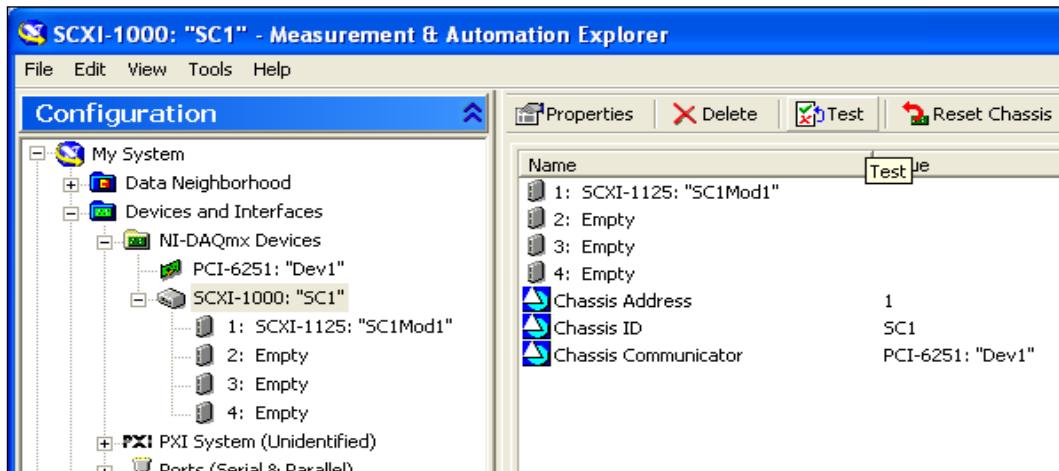
Diagrama físico de conexión del vatímetro digital/Potencia en el secundario

### 3. Transformador Elevador

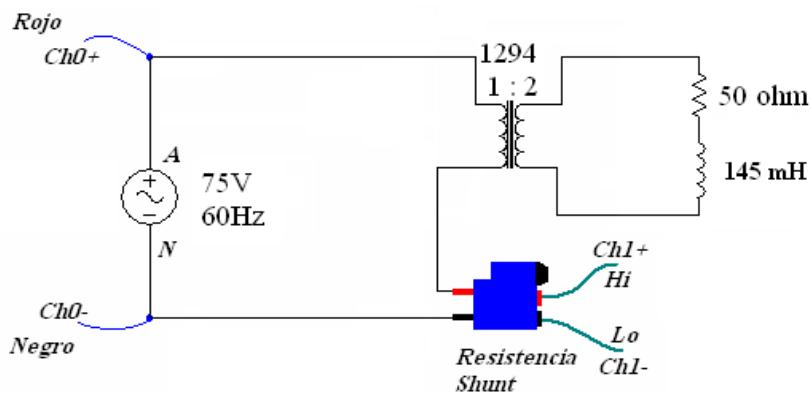
- Construya el circuito como se muestra en la figura con un transformador 1294.



- Mida Voltajes y Corrientes en el primario y en el secundario. Mida indirectamente mediante Ley de Ohm la magnitud de impedancia que ve la fuente en el primario del transformador dividiendo el voltaje del primario para la corriente del primario y llene la tabla en la sección correspondiente.
- Como primer paso para medir potencia, abra el Explorador de automatización y medidas (MAX) y observe la configuración del SCXI (chasis, módulos y accesorios).
- Mida la potencia del primario y secundario del transformador con el Vatímetro Virtual, usando el acondicionador de señales NI SCXI y el programa hecho en LabVIEW llamado LABVIEW VIP. Las conexiones se muestran a continuación y llene la tabla en la sección correspondiente.



**NOTA:** Tenga en cuenta que esta conexión que se presenta es muy similar a la del vatímetro analógico el cual tiene 4 terminales, 2 son para medir la corriente y 2 para medir voltaje. La conexión debe de ser como amperímetro para corriente y como voltímetro para voltaje.



Esquemático de conexión del vatímetro virtual/Potencia en el primario

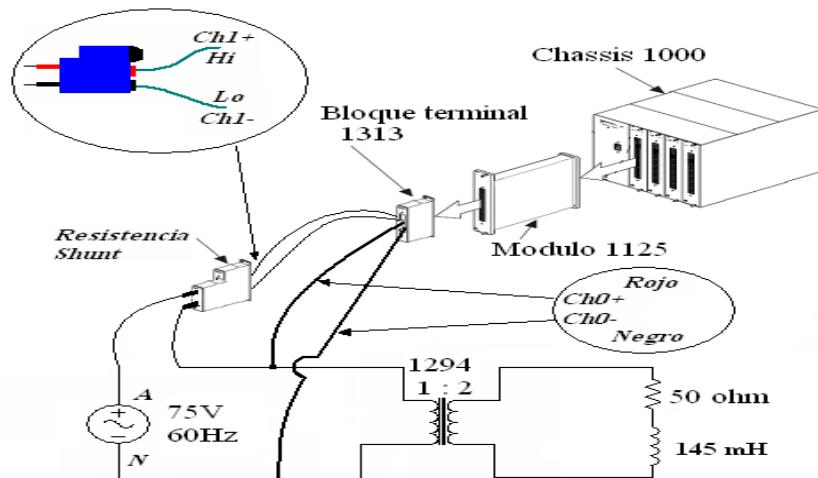
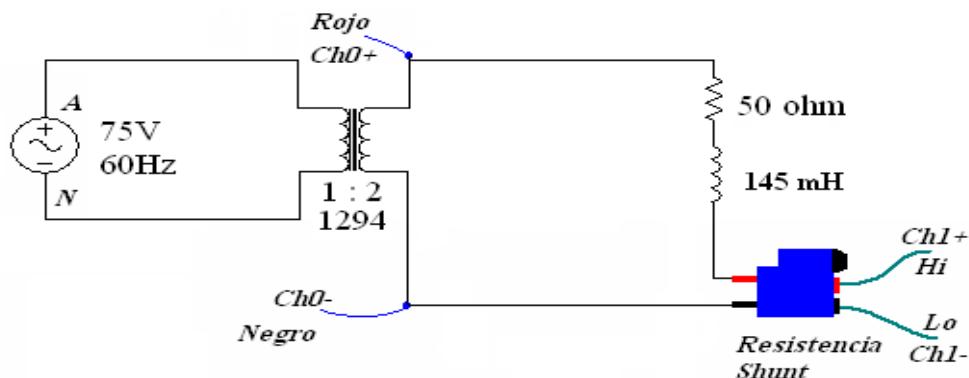


Diagrama físico de conexión del vatímetro virtual/Potencia en el primario



Esquemático de conexión del vatímetro virtual/Potencia en el secundario

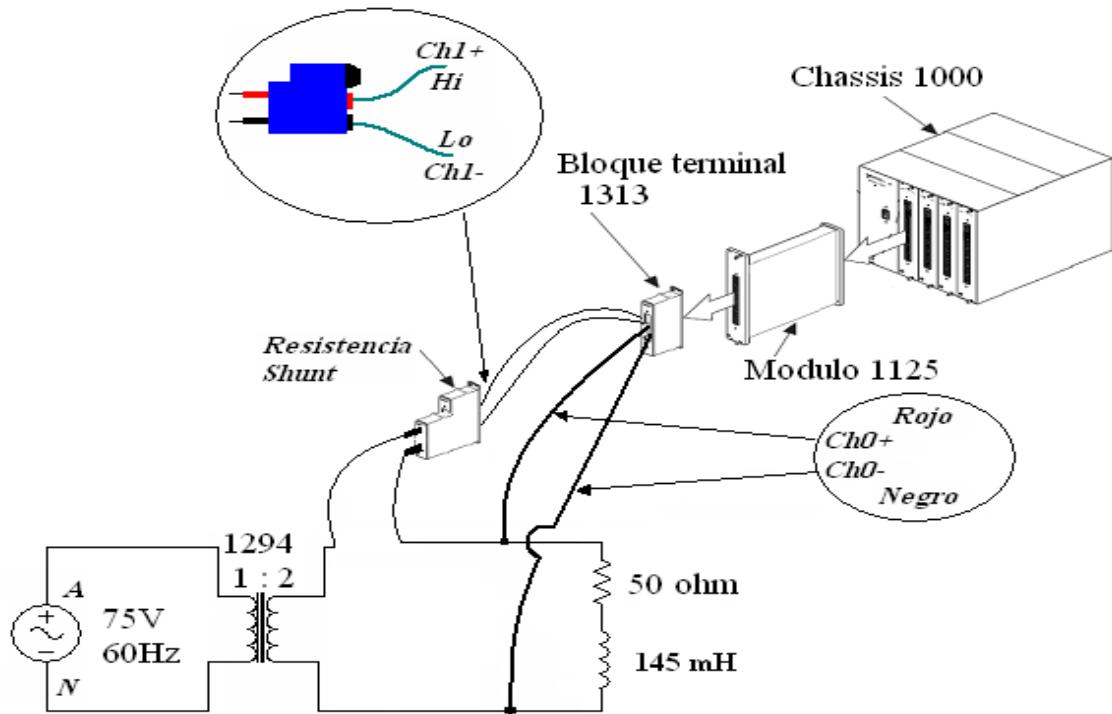


Diagrama físico de conexión del vatímetro virtual/Potencia en el secundario

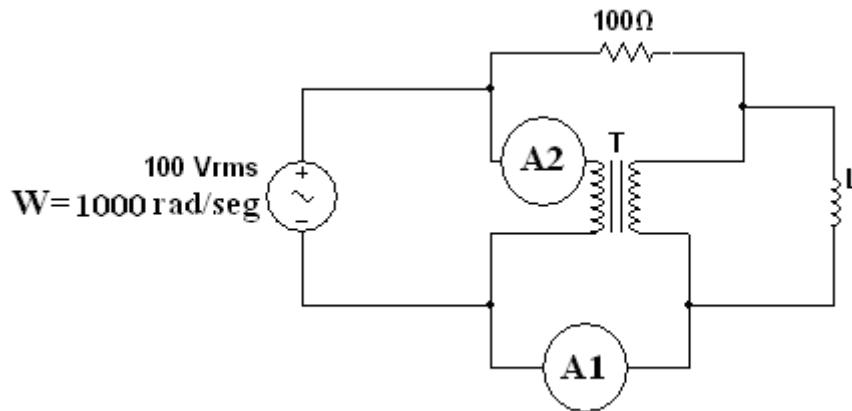


### Tablas de Resultados – Práctica #9

Transformador de Aislamiento								
	CALCULADO							
	VOLT	AMP	P_[W]	fp	Z  <sub>REFLEJADA</sub> [Ω]	η (%)		
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
MEDIDO								
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
% ERROR								
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
Transformador Reductor								
	CALCULADO							
	VOLT	AMP	P_[W]	S_[VA]	fp	Z  <sub>REFLEJADA</sub> [Ω]	η (%)	
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
MEDIDO								
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
% ERROR								
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
Transformador Elevador								
	CALCULADO							
	VOLT	AMP	P_[W]	Q[VAR]	S[VA]	fp	Z  <sub>REFLEJADA</sub> [Ω]	
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
MEDIDO								
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
% ERROR								
PRIMARIO								
SECUNDARIO								
INDUCTANCIA UTILIZADA EN LA PRÁCTICA [mH]								

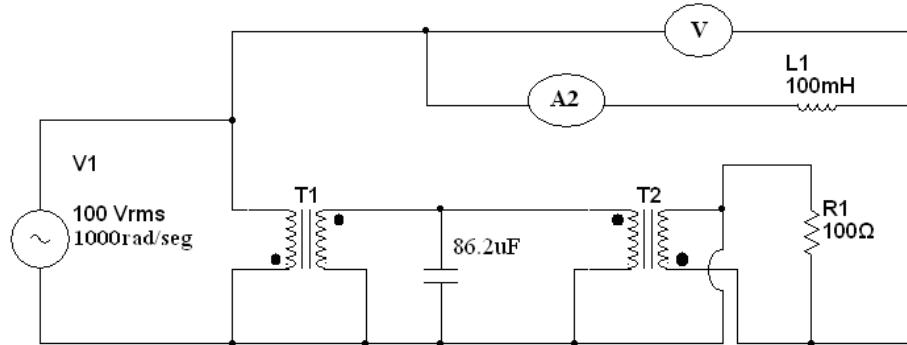
## **PREGUNTAS**

1. Explique lo que significan los términos: Primario y Secundario del transformador.
2. Describa un método experimental para determinar la polaridad de un transformador diferente al de la Práctica anterior.
3. Explique las consideraciones que se toman para que un transformador se comporte como Ideal.
4. Indique un procedimiento experimental para medir la magnitud de la resistencia reflejada en el primario de un transformador.
5. ¿Puede utilizarse un transformador con corriente continua?, ¿Qué ocurriría si un transformador diseñado para corriente alterna de 110V se conecta a una línea de corriente continua de 110V? Explique.
6. ¿Qué sucede si a un transformador diseñado para trabajar a 60 Hz se lo conecta a una red de 50 Hz y viceversa. Explique.
7. ¿Cuál es la importancia del acondicionamiento de señales de alto voltaje para tarjetas de adquisiciones de datos?
8. ¿Por qué las señales de entrada deben ser aisladas eléctricamente en la medición?
9. ¿Cuáles son las diferencias entre el NI SCXI y la de trabajo ELVIS?
10. Del siguiente circuito se conoce que A1 marca 3Arms y A2 marca 10Arms entonces usted puede decir que las marcas de polaridad, el tipo de transformador y el valor de L son; justifique su respuesta mostrando su desarrollo.



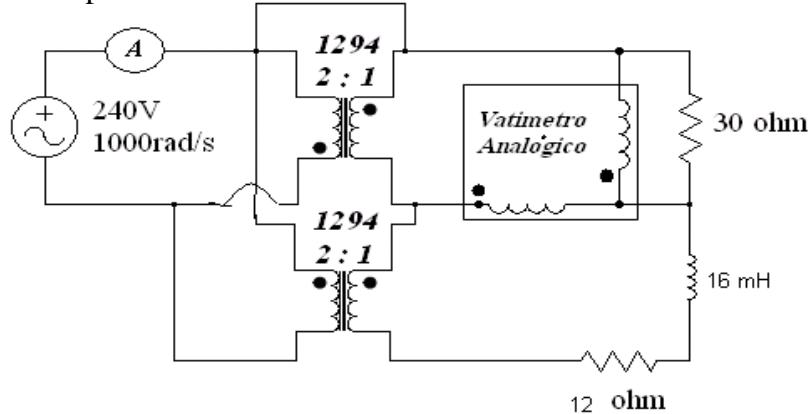
- a) Sustractivas; Transformador Elevador  $L= 50H$
- b) Aditivas ; Transformador Elevador  $L= 100mH$
- c) Aditivas ; Transformador Elevador  $L=50mH$
- d) Aditivas ; Transformador Reductor  $L=50mH$
- e) Sustractivas; Transformador Elevador  $L= 50Mh$

11. ¿Cuáles son las lecturas de los instrumentos mostrados en el siguiente circuito?  
Asuma que la relación de  $N_1/N_2$  y  $N_3/N_4$  es igual a 0.5; muestre desarrollo y justifique la alternativa a seleccionar.



- a)  $A_2 = 4A \quad V = 400V$
- b)  $A_2 = 4A \quad V = 500V$
- c)  $A_2 = 4A \quad V = 500V$
- d)  $A_2 = 5A \quad V = 500V$
- e) No se puede calcular porque falta la polaridad de la fuente

12. En una práctica de laboratorio se trata de medir la potencia y corriente como se ve en el siguiente grafico. ¿Cuál es la lectura aproximada de potencia en el vatímetro digital y del amperímetro? Muestre desarrollo.



### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudiante deberá presentar en la siguiente práctica:

Lección #10: Tema General de la Práctica #10 con sus respectivas preguntas. Además de simular circuito en delta y en estrella y los diferentes circuitos para medir potencia, voltaje y corriente, es decir, un circuito para cada magnitud física.

Pre-práctica #10: Leer ítems de las políticas.

Reporte # 9: Leer ítems de las políticas.



## PRÁCTICA # 10

### “SISTEMAS TRIFÁSICOS Y MEJORAMIENTO DE FACTOR DE POTENCIA”

#### **OBJETIVOS:**

- Medir Corrientes, Voltajes en un Sistema Trifásico.
- Medir potencia en un Sistema Trifásico por el método de los 2 vatímetros.
- Hallar experimentalmente el factor de potencia de una red trifásica.
- Medir potencia en un Sistema Trifásico por el método de los 3 vatímetros.
- Mejorar el factor de potencia de una Red Trifásica.

#### **EQUIPOS Y MATERIALES:**

- Una Fuente Trifásica 208/120 [V], secuencia positiva ABC.
- Una Tarjeta DAQ PCI 6251m o 6024E.
- Un Chasis NI- SCXI 1000.
- Un módulo SCXI 1125.
- Bloque Terminal SCXI 1313.
- Cables tipo banana-banana.
- Un Banco de Resistencias.
- Un Banco de Capacitores.
- Un Banco Inductancias.
- Una Resistencia Shunt (Nacional Instruments).
- Un Multímetro FLUKE de Banco (8010, 8012) y/o Portátil (111).
- Medidor LCR.
- Un vatímetro Analógico Hampden.
- Un vatímetro Digital Extech (Power Analyzer/Datalogger 380801).
- Un vatímetro Virtual basado en Labview

#### **PROCEDIMIENTO**

Mida los voltajes de línea a línea  $V_{LL}$ , voltajes de línea a neutro  $V_{LN}$  de la mesa de trabajo con el multímetro FLUKE de banco (8010, 8012) ó portátil (111) y llene la *Tabla 1*.

**NOTA:** Antes de conectar a la fuente o realizar cualquier medición **llame** al profesor o al ayudante para su respectiva verificación.

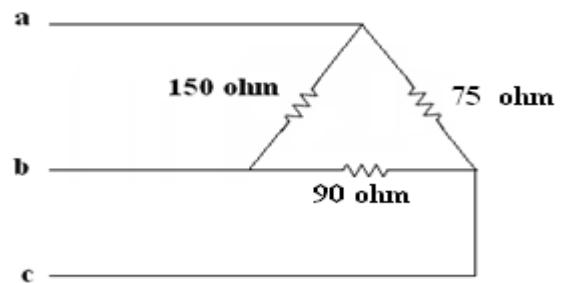
Si tiene el Banco de Inductores marca **HAMPDEN** ríjase a la tabla que se le indicará.

Si tiene el Banco de Inductores marca **TERCO** mida su inductancia por fase con el LCR.

En los Bancos de Capacitancia en cada SWITCH indica el valor que entrega en microfaradios (uF).

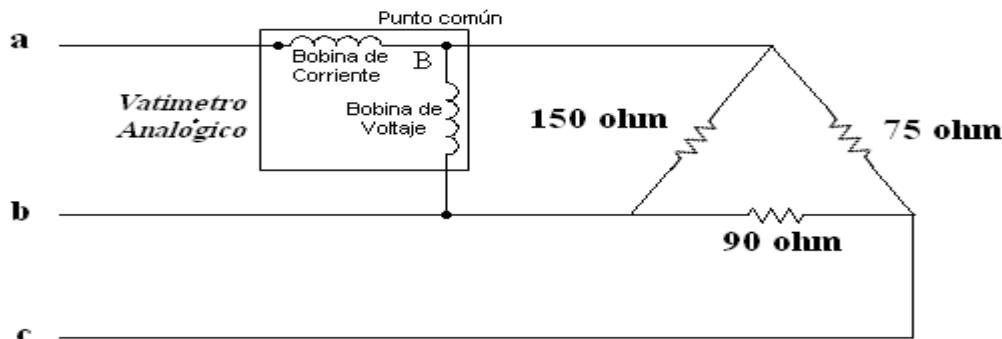
### SISTEMA TRIFASICO DE 3 HILOS “CARGA EN DELTA” DESBALANCEADA:

- 1) Arme el circuito de la siguiente figura.

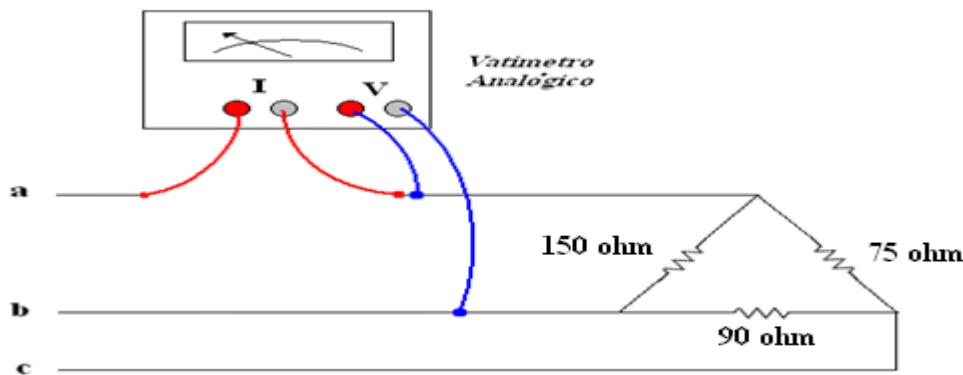


#### Medición con Instrumentos Reales.

- 2) Mida las corrientes de línea y las corrientes de fase, utilizando el multímetro real **Fluke 111**. Llene la *Tabla #2* en la sección correspondiente.
- 3) Compruebe la relación entre las magnitudes de las corrientes de línea y de fase.
- 4) Mida la Potencia Total utilizando el método de los 2 vatímetros, con el **Vatímetro Analógico**. Tome como referencia la fase B tal como se muestra en los siguientes gráficos. Llene la *Tabla 2* en la sección correspondiente.

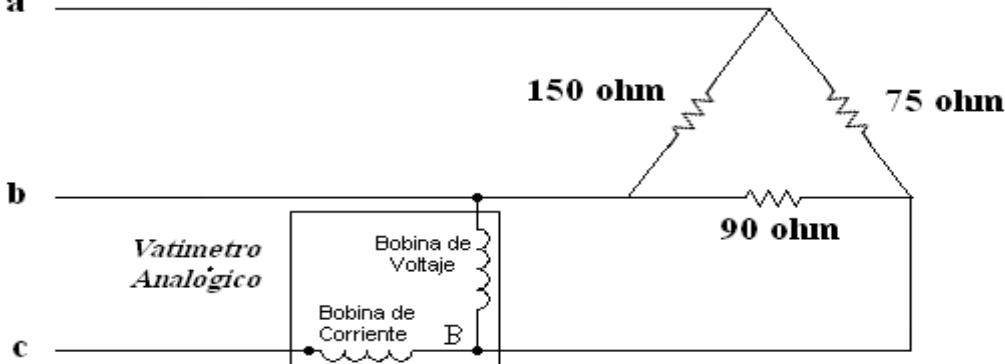


Potencia entre las fases **A-B** con Vatímetro Analógico



Potencia entre las fases **A-B** con Vatímetro Analógico

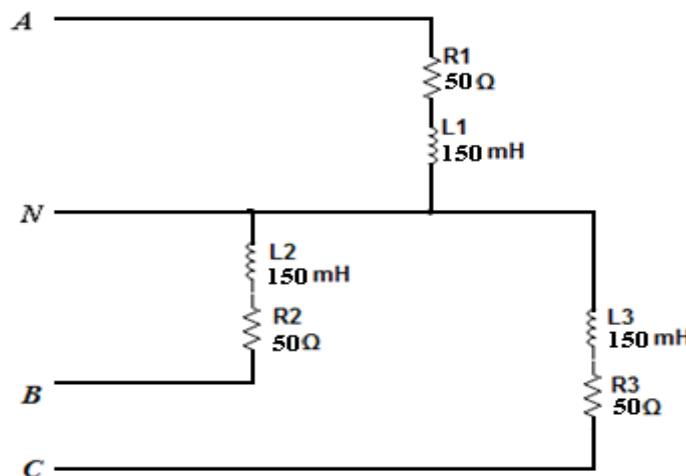
a



Potencia entre las fases **C-B** medida con el Vatímetro Analógico

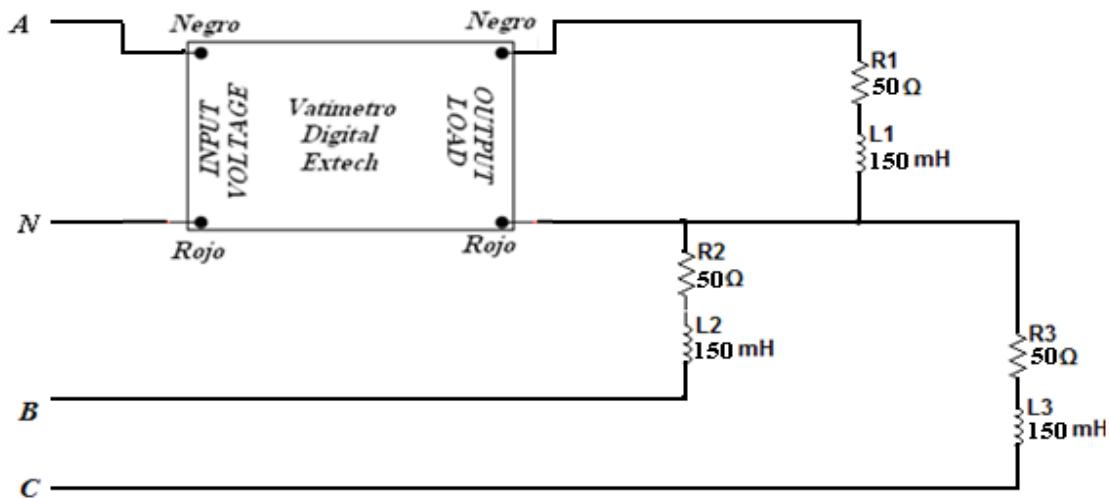
### SISTEMA TRIFASICO DE 4 HILOS BALANCEADOS:

- Arme el siguiente circuito trifásico con una impedancia paralelo por fase de:  $R=50 \text{ ohmios}$   $L=150 \text{ mH}$  balanceado.



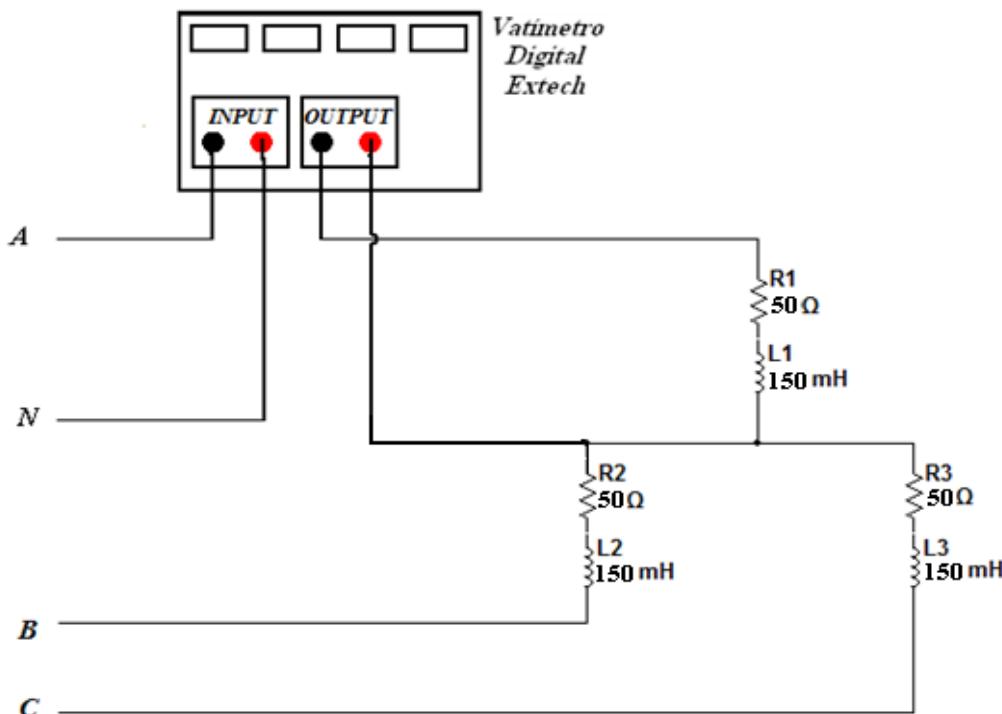
### Medición con Instrumentos Reales.

- Medir las corrientes de línea y la corriente que circula por el neutro, con el multímetro portátil FLUKE 111.
- Medir la Potencia Activa, Aparente, Factor de Potencia en cada fase (**Método de los 3 Vatímetros**), utilizando el Vatímetro Digital.
- Con los valores medidos calcule la Potencia Reactiva por fase y llene la *Tabla 3* en la sección correspondiente.



Potencia en la fase **A** con Vatímetro Digital

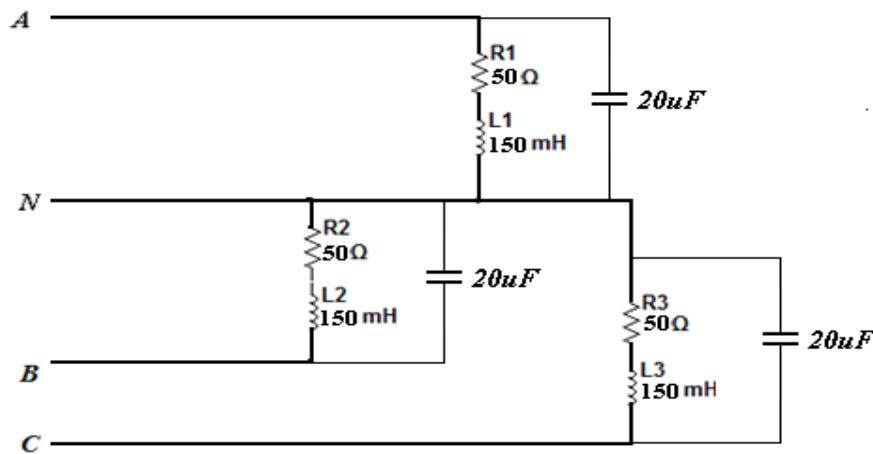
**Nota:** Tener en cuenta que las terminales que ven la corriente en el Vatímetro Digital son las **borneras negras**.



*Conexiones físicas con el Vatímetro Digital*

### MEJORANDO EL FACTOR DE POTENCIA

- 1) En la red anterior utilizada, conecte un capacitor de  $20 \mu F$  en paralelo a cada carga por fase como se muestra en la siguiente Figura.

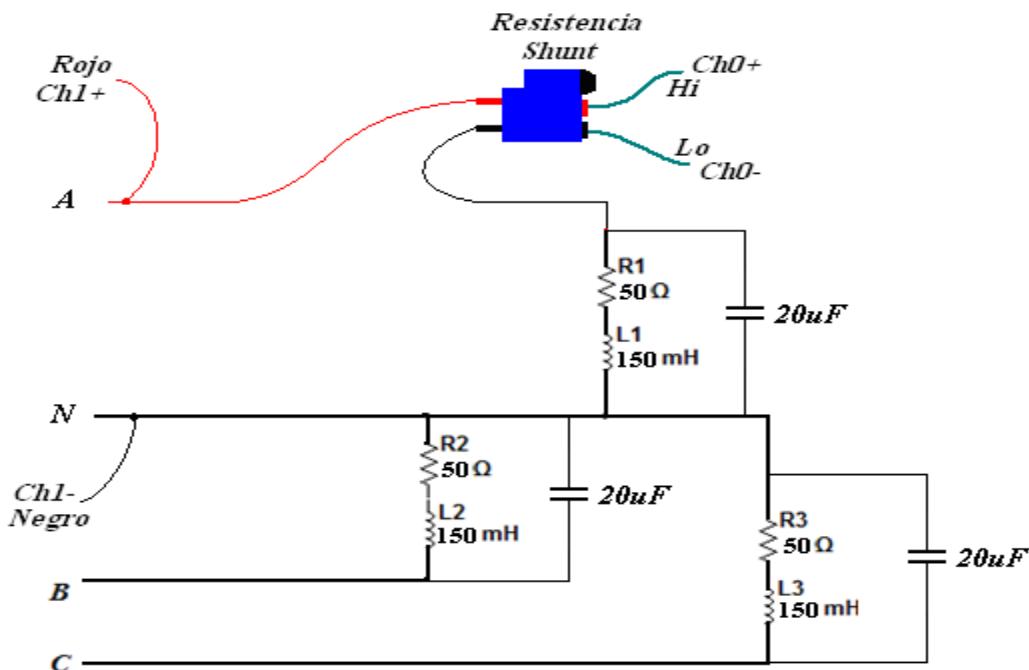


#### Medición con Instrumentación Virtual.

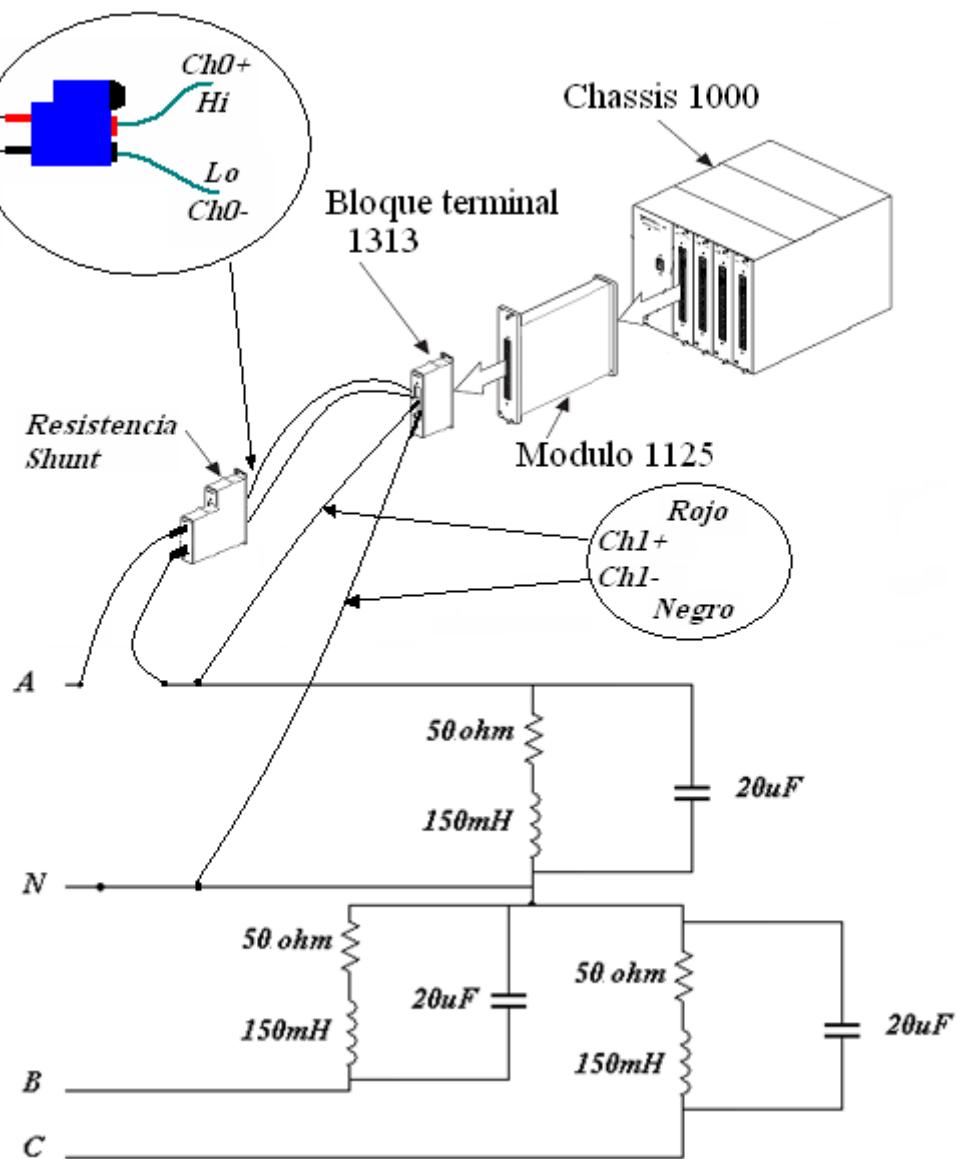
- 2) Utilizando el NI SCXI 1000 y el Programa LabView VIP, mida las Potencias: Activa, Reactiva, Aparente, el Factor de Potencia, Voltajes y Corrientes de Línea. Para lo cual:

Conecte el **Canal 0 y las terminales de la Resistencia Shunt** como si estas fuesen las **Bobinas de Voltaje y Corriente** del Vatímetro Analógico respectivamente y con la misma consideración de polaridad relativa.

Observe en el computador las lecturas. Llene la *Tabla #4*.



Medición de Potencia Activa, Reactiva, Aparente, fp con el NI SCXI en la fase A.



Conexiones físicas para la medición de Potencia Activa, Reactiva, Aparente, fp con el NI SCXI en la fase A.



### **Tabla de Resultados – Práctica # 10**

**Tabla #1**

<b>Voltaje de Línea a Neutro</b>			<b>Voltaje de Línea a Línea</b>		
$V_{an}$	$V_{bn}$	$V_{cn}$	$V_{ab}$	$V_{bc}$	$V_{ca}$

X

**Tabla # 2**

<b>Multímetro Portátil FLUKE 111</b>			<b>Vatímetro Analógico Hampdem</b>		
	$I_a$	$I_b$	$I_c$	$W_{ab}$	$W_{cb}$
<b>Teórico</b>					
<b>Medido</b>					
<b>% Error</b>					
	$I_{ab}$	$I_{bc}$	$I_{ca}$		
<b>Teórico</b>					
<b>Medido</b>					
<b>% Error</b>					

**Tabla # 3**

X

**Vatímetro Digital**

	$I_a$	$I_b$	$I_c$	$I_n$	$W_{an}$	$W_{bn}$	$W_{cn}$	$W_{TOTAL}$
<b>Teórico</b>								
<b>Medido</b>								
<b>% Error</b>								
	$Q_{an}$	$Q_{bn}$	$Q_{cn}$	$Q_{TOTAL}$	$S_{an}$	$S_{bn}$	$S_{cn}$	$S_{TOTAL}$
<b>Teórico</b>								
<b>Medido</b>								
<b>% Error</b>								



Tabla # 4

<b>NI SCXI y LabVIEW VIP</b> <b>Solo <math>I_n</math> con el Fluke 111</b>								
	$I_a$	$I_b$	$I_c$	$I_n$	$W_{an}$	$W_{bn}$	$W_{cn}$	$W_{TOTAL}$
<b>Teórico</b>								
<b>Medido</b>								
<b>%Error</b>								
	$Q_{an}$	$Q_{bn}$	$Q_{cn}$	$Q_{TOTAL}$	$S_{an}$	$S_{bn}$	$S_{cn}$	$S_{TOTAL}$
<b>Teórico</b>								
<b>Medido</b>								
<b>%Error</b>								
	$fP_{an}$	$fP_{bn}$	$fP_{cn}$	$V_{an}$	$V_{bn}$	$V_{cn}$		
<b>Teórico</b>								
<b>Medido</b>								
<b>%Error</b>								
	$ Z_{an}  \angle \theta_{an}$	$ Z_{bn}  \angle \theta_{bn}$	$ Z_{cn}  \angle \theta_{cn}$					
<b>Teórico</b>								
<b>Medido</b>								
<b>%Error</b>								



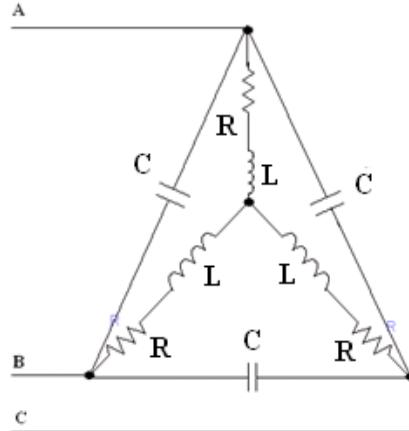
## PREGUNTAS

- 1) ¿Es posible utilizar el método de los 3 vatímetros en una red trifásica conexión delta desbalanceada? Explique con gráfico.
- 2) ¿Cuál es la diferencia entre Tierra y Neutro?
- 3) ¿Qué sucede con la corriente de neutro en un sistema de 4 hilos desbalanceado?
- 4) **Demuestre** que es posible utilizar el método de los 2 vatímetros para hallar la Potencia en un Sistema Trifásico desbalanceado de 3 hilos. Explique su respuesta.
- 5) Mencione al menos tres aplicaciones de los Sistemas Trifásicos
- 6) **Demuestre** la relación de las magnitudes entre los voltajes de Línea-Línea y voltajes de Línea-Neutro

$$\frac{V_{LL}}{V_{LN}} = \sqrt{3}$$

- 7) Encuentre el valor aproximado del capacitor para que el sistema trabaje a un FP= 1

$V_{ab} = 208$   
 $R = 100\text{ohm}$   
 $L = 265.3\text{mH}$



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

*El estudiante deberá presentar en la siguiente práctica:*

**Reporte # 10:** Leer ítems de las políticas. Este reporte será entregado en la semana que el estudiante de preparación para su examen práctico.

## TABLAS PARA LOS BANCOS DE RESISTENCIAS

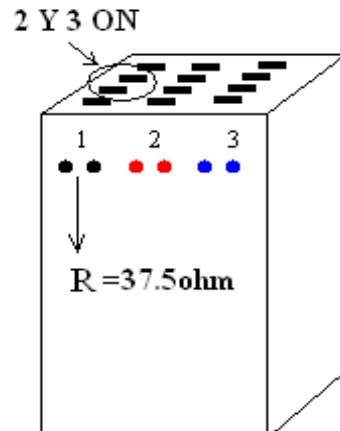
3KW 208/120V AC 3f-4W		
# Inv.: 94873 y 94874		
1	2	3
278Ω	278 Ω	278 Ω
141 Ω	141 Ω	141 Ω
72 Ω	72 Ω	72 Ω
48 Ω	48 Ω	48 Ω
41 Ω	41 Ω	41 Ω

2.2KW 110V 3f		
# Inv.: 9777 y 9776		
1	2	3
222 Ω	222 Ω	222 Ω
149 Ω	149 Ω	149 Ω
75 Ω	75 Ω	75 Ω
76 Ω	76 Ω	76 Ω
34 Ω	34 Ω	34 Ω

3KW 220V - 3f		
# Inv.: 7397		
1	2	3
833 Ω	833 Ω	833 Ω
400 Ω	400 Ω	400 Ω
222 Ω	222 Ω	222 Ω
156 Ω	156 Ω	156 Ω
128 Ω	128 Ω	128 Ω

**NOTA:** Cada banco está dividido en bloques (1, 2 y 3) y cada bloque tienen una sola salida, esta salida es variable dependiendo de los interruptores que estén activados en el respectivo Bloque. Al seleccionar un interruptor el valor de Resistencia indicado estará presente en la salida del bloque, tenga en cuenta que al seleccionar más de un interruptor en la salida se tendrá un valor de resistencia correspondiente al paralelo de los respectivos interruptores seleccionados. Ejemplo:

Si tenemos el Banco de **2.2KW 110V 3f** y seleccionamos en el bloque 1 el interruptor 2 y 3, tendremos en la salida 1 una resistencia aproximada de 37.5ohm.



**TOME EN CUENTA SÓLO LOS VALORES DE LAS TABLAS.**



LOS VALORES MEDIDOS CON EL MULTÍMETRO SUELEN SER ERRONEOS.

### TABLAS PARA LOS BANCOS DE INDUCTORES HAMPDEN



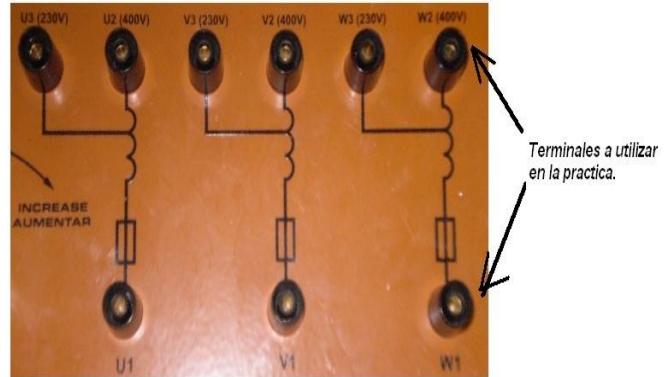
Valores de Inductancia por paso	
PASO	L(Henrios)
Paso 0	9.57876
Paso 1	7.04592
Paso 2	2.94731
Paso 3	1.49150
Paso 4	0.94705
Paso 5	0.63839
Paso 6	0.42903
Paso 7	0.30619
Paso 8	0.23140
Paso 9	0.18012
Paso 10	0.14851

### Banco de Inductor (TERCO)

Conectamos en los terminales y giramos la manivela para que vaya cambiando continuamente el valor de la inductancia. Dependiendo de donde yo conecte mis terminales voy a obtener los valores.



Si conectamos en los terminales:	Tenemos: (aprox.)
W1 - W2	100mH - 300mH
W1 - W3	34mH - 98mH
V1 - V2	84mH - 250mH
V1 - V3	30mH - 94mH
U1 - U2	101mH - 308mH
U1 - U3	34mH - 105mh



## ANEXOS

### PREGUNTAS MODELOS PARA EXAMEN TEORICO

#### Elementos de laboratorio

Después de analizar cada uno de las siguientes preguntas marque correctamente su RESPUESTA; NO SE PERMITEN TACHONES NI EL USO DE CORRECTORES

1.- De las características principales de la estación de trabajo NI Elvis identifique la falsa:

- a) Protección contra cortocircuitos y alta tensión
- b) Fuentes de alimentación variable
- c) Control manual o programático
- d) Generador de funciones
- e) Vatímetro digital de hasta 100 vatios.

2.- La tarjeta de adquisición PCI 6024E tiene un máximo de entrada de:

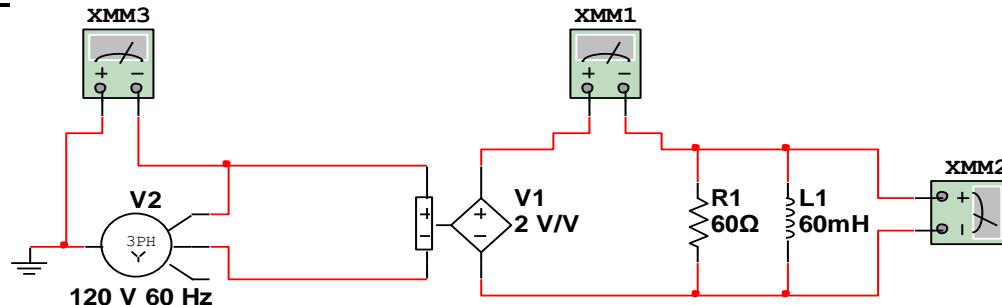
- a) 10 Vrms
- b) 10Vpp
- c) 20Vpp
- d) ninguna

3.- El máximo voltaje que se puede medir con los multímetros digitales fluke 111 en el laboratorio de redes es:

- a) 1750 AC y 750 DC.
- b) 1000 AC y 750 DC.
- c) 600 AC y 600 DC.
- d) 450 AC y 600 DC.
- e) 600 AC y 850 DC.

#### Multisim

4.-

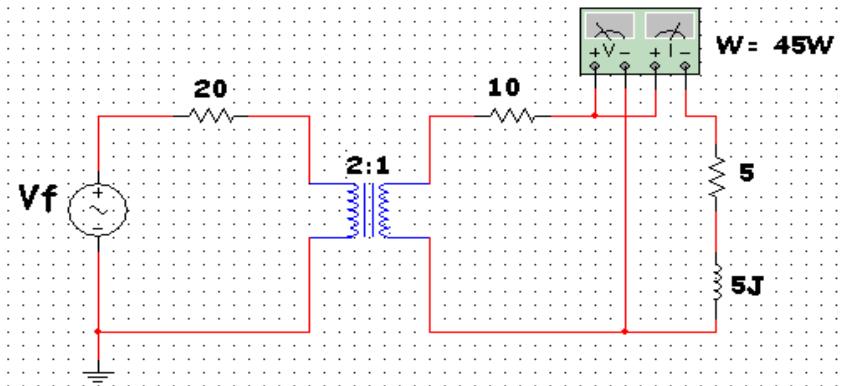


El instrumento XMM1 mide una corriente de 19.64 Arms \_\_\_\_\_ ( )

El instrumento XMM2 mide un voltaje de 240 Vrms \_\_\_\_\_ ( )

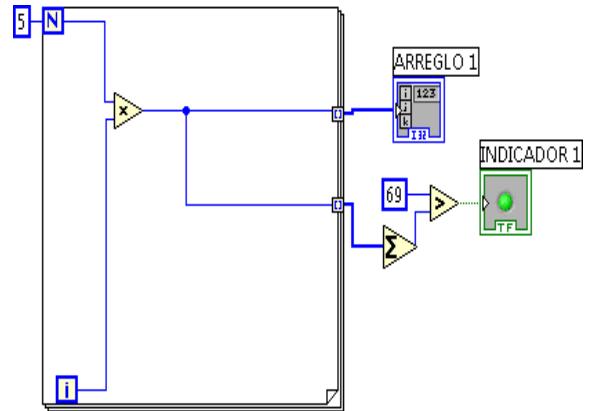
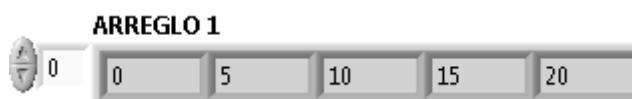
El instrumento XMM3 mide un voltaje de 208 Vrms \_\_\_\_\_ ( )

- 5.- En el siguiente circuito la lectura del vatímetro es de 45W. Determine el valor de la fuente  $V_f$ .



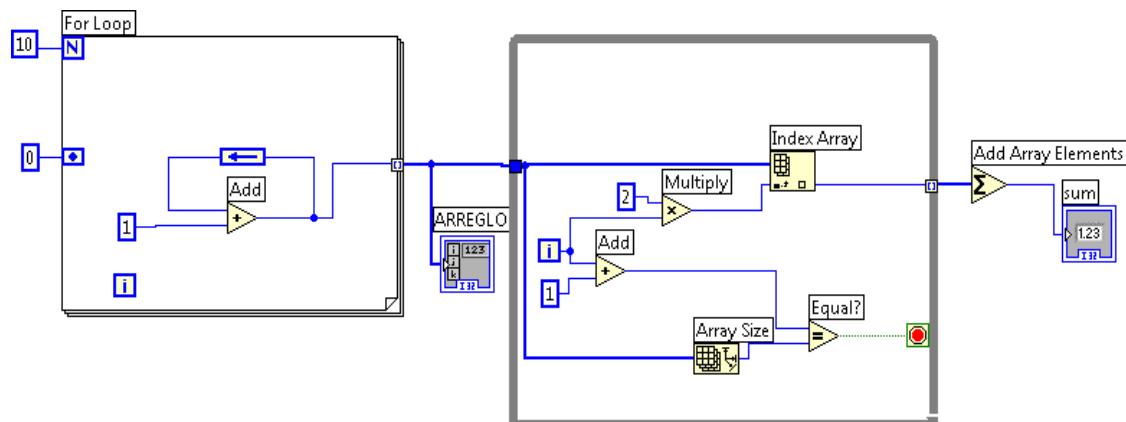
Después de analizar los diagramas de bloques en Labview conteste VERDADERO O FALSO según sea el caso las siguientes preguntas:

- 6.- Los elementos del arreglo son los que se muestran a continuación \_\_\_\_\_ ( )



- 7.- El indicador 1 se prende debido a que la sumatoria de los elementos del arreglo suman 60 \_\_\_\_\_ ( )

- 8.- Despues de analizar el siguiente diagrama de bloques en Labview conteste las siguientes preguntas:

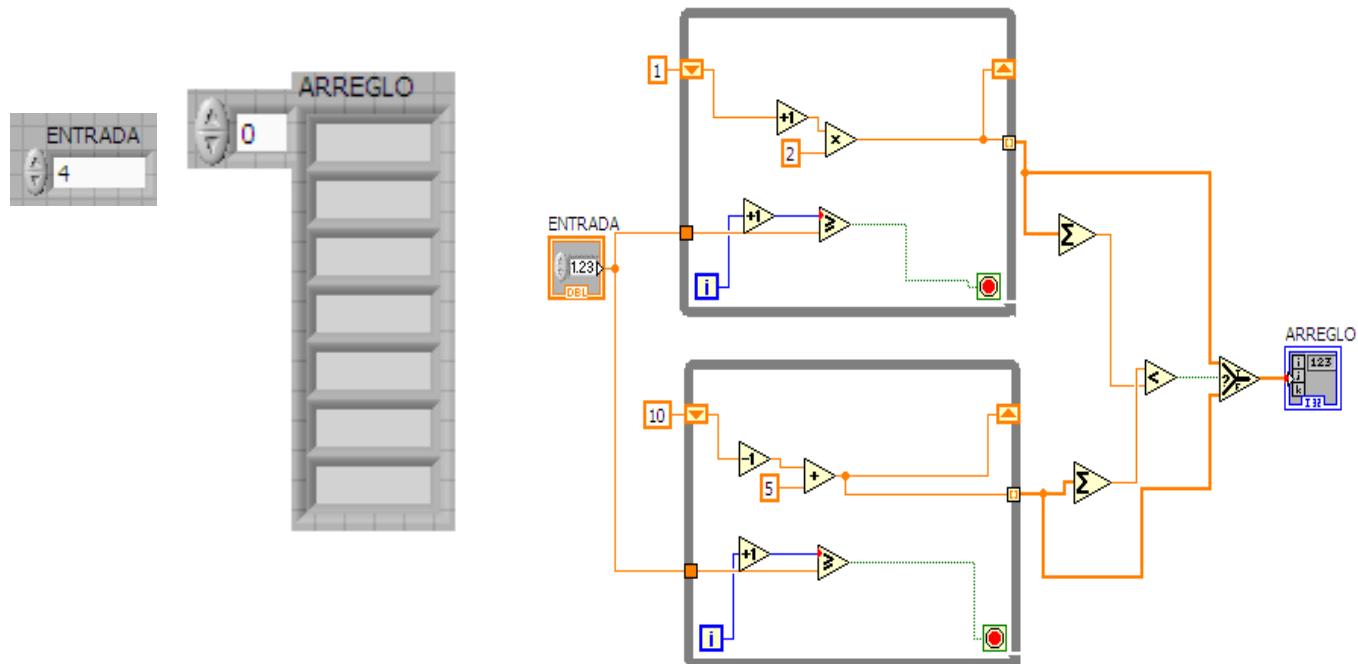


Liste los números que se obtienen en el arreglo. (podrían quedar casilleros en blanco)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Cuál es el valor del indicador SUM \_\_\_\_\_

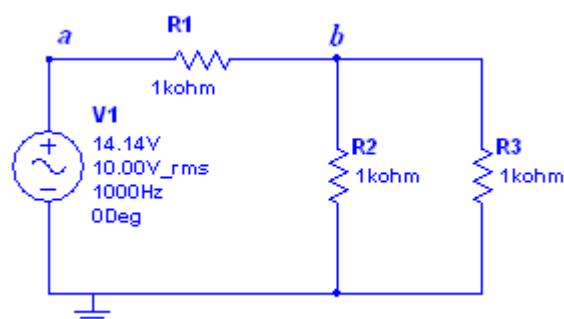
9.- SI LA ENTRADA TIENE UN VALOR DE 4, DETERMINE EL ARREGLO RESULTANTE DADO POR EL SIGUIENTE DIAGRAMA DE BLOQUES



## OSCILOSCOPIO

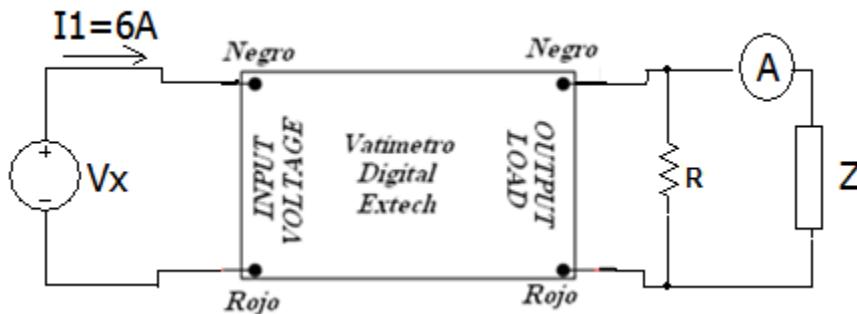
10. Estando el osciloscopio en modo X-Y y conectados los canales CH1 y CH2 en el nodo **a** y en el nodo **b** respectivamente en el siguiente circuito. ¿Cuál sería el número de puntos verticales (Nv) y horizontales (Nh) vistos en la pantalla del osciloscopio? (II termino 2009 - 2010)

- a) Nh=1; Nv=1
- b) Nh=2; Nv=1
- c) Nh=1; Nv=2
- d) Nh=2 ;Nv=2
- e) Ninguna de las anteriores.

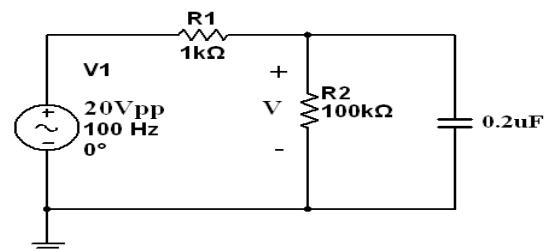


11. Se conecta el amperímetro y el vatímetro digital del laboratorio tal como se muestra en el circuito adjunto se obtienen los siguientes datos: 48W y 4A respectivamente, se sabe que  $Z$  representa una carga resistiva pura en el circuito, entonces el valor de  $R$  será:

- a)  $3\Omega$
- b)  $4\Omega$
- c)  $1.3\Omega$
- d)  $5\Omega$
- e)  $2.5\Omega$



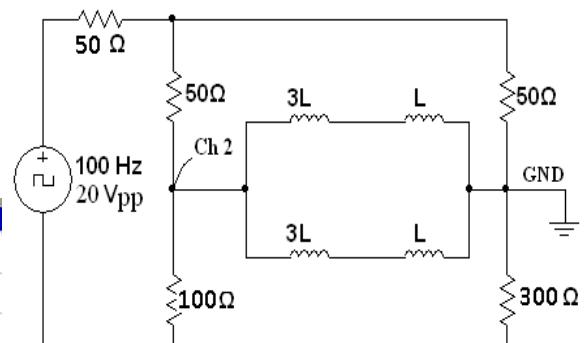
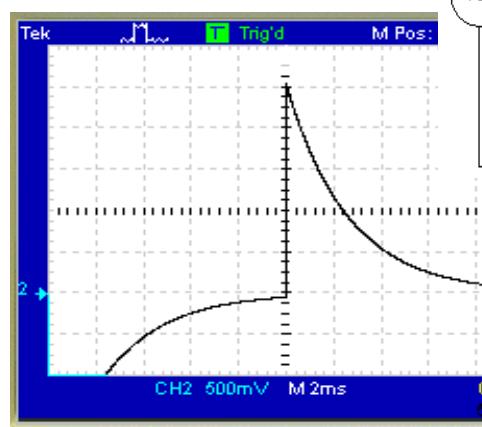
12. Si se desea medir el ángulo de fase entre la corriente de  $L_1$  y el voltaje de  $R_2$ . Cuáles serían las conexiones del osciloscopio del Laboratorio al circuito dado, explique su procedimiento por el método de Lissajous (controles que debe activar en el osciloscopio). Utilice el gráfico para las conexiones. (I termino 2007)



NOTA: Puede cambiar la posición de los elementos sin alterar el principio de la red.

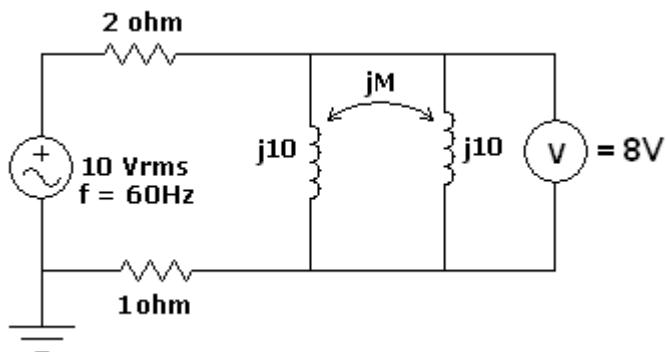
13. Hallar el valor aproximado de la inductancia  $L$  del siguiente circuito si se conoce la forma del voltaje vista en el osciloscopio tal como se muestra a continuación. (I termino 2008).

- a) 108,386 mH
- b) 300,234 mH
- c) 50,456 mH
- d) 39,987 Mh
- e) 535,23 mH

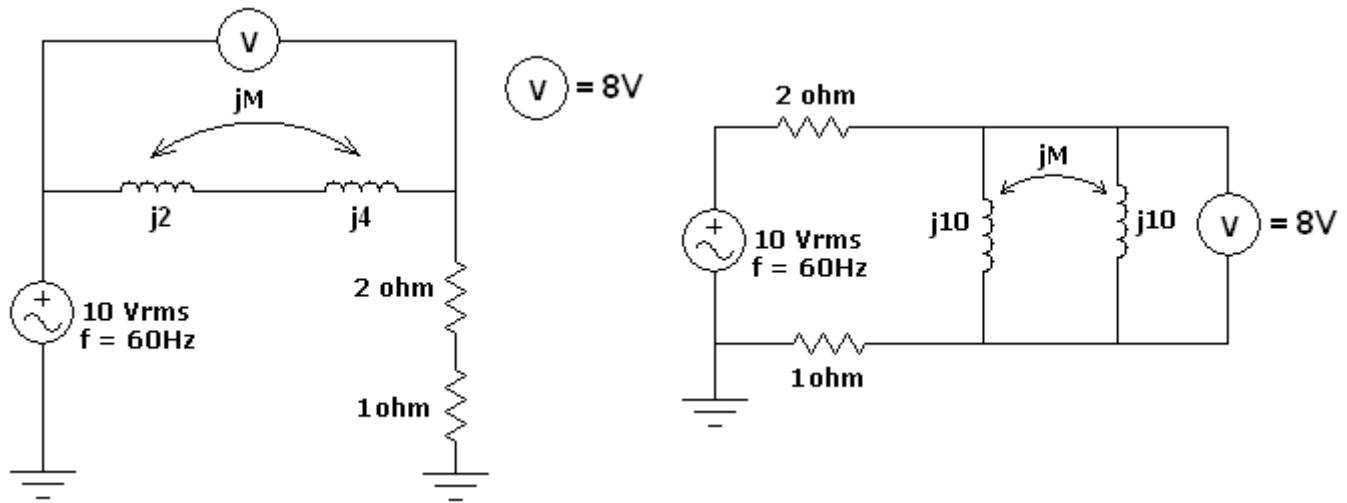


## Autoinducción, Inducción Magnética y polaridad del transformador

14. Para el siguientes circuito acoplados encuentre la marca de polaridad y el valor de la reactancia inductiva mutua  $X_m$ . Asuma el voltaje de la fuente a cero grado

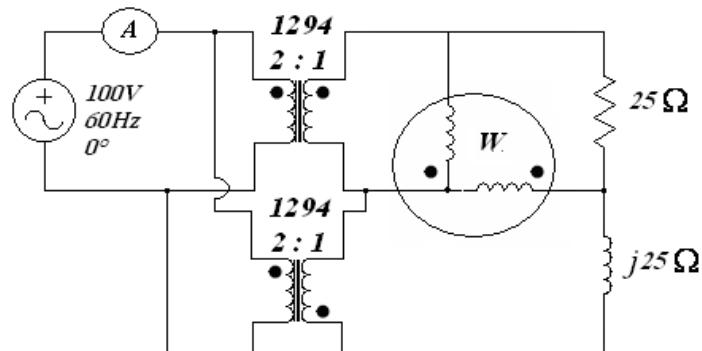


15. Para los siguientes circuitos acoplados encuentre las marcas de polaridad y el valor de la inductancia mutua  $M$ . Asuma el voltaje de la fuente a cero grados

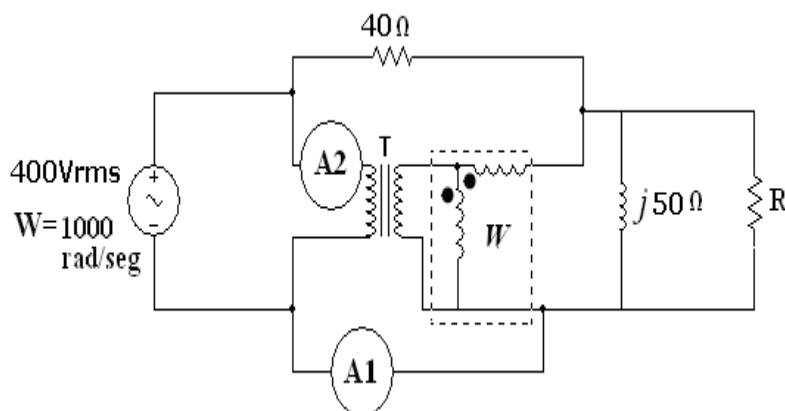


## Transformadores

16. Halle las lecturas de los instrumentos en el siguiente circuito(II termino 2008)



17. Para el siguiente circuito el transformador es reductor y el amperímetro A1 mide 5A.2. Encuentre la lectura de los instrumentos A2 y W

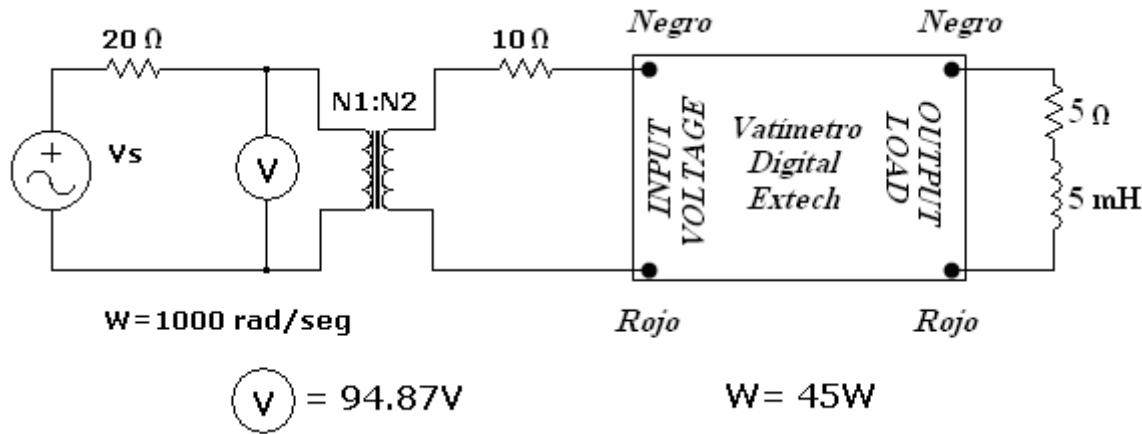


a) Cuando  $R = 25 \text{ ohm}$

b) Cuál es el valor de R para el cual el vatímetro mide 0W.

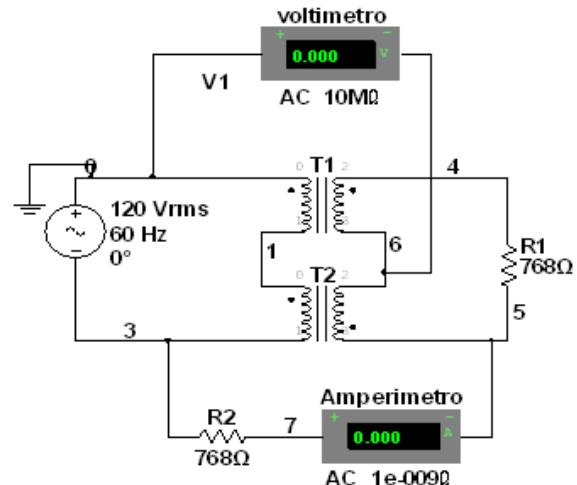
Asuma el voltaje de la fuente a cero grados.

18. Con el siguiente circuito y las lecturas mostradas encuentre la relación del transformador N1/N2 y el voltaje de la fuente Vs



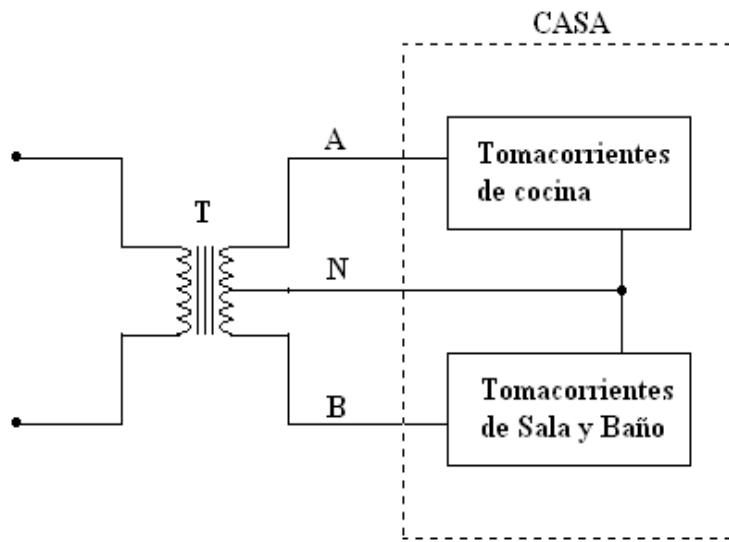
19. Cuál es la lectura de los instrumentos si la relación de vueltas de T1 y T2 es de 5 a 1

- a.- 144V, 0 mA
- b.- 208V, 208mA
- c.- 132V, 0 mA
- d.- 108V, 0 mA
- e.- 108V, 2 mA



## Trifásico

20. se realiza la instalación de una casa la alimentación viene de un transformador con tap central de 13.2KV/220V, la conexión para dos secciones eléctricas de una casa se muestran a continuación en el siguiente grafico.



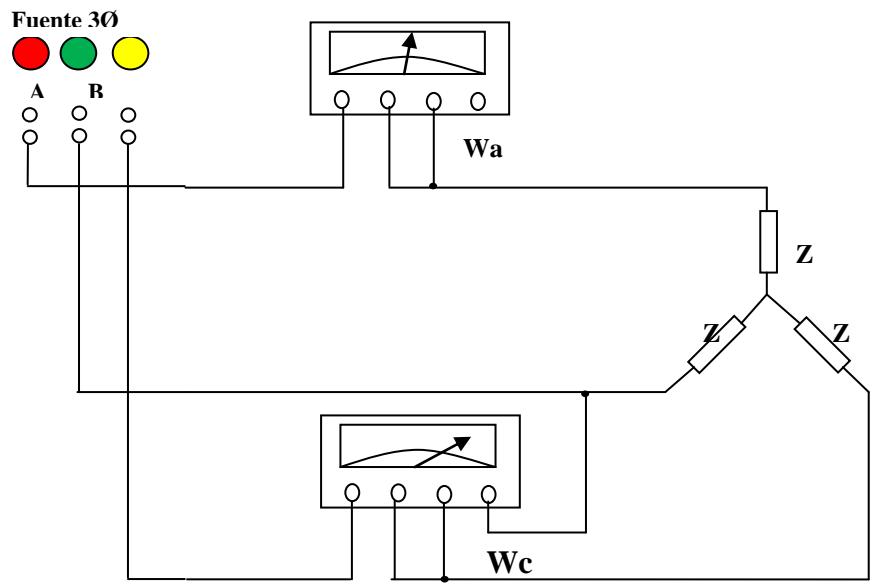
Un electricista realizo la conexión de las dos secciones y coloco el mismo calibre de conductor en las tres líneas A, B y N. Un estudiante de la Espol pregunta al electricista ¿Por qué no se coloca un cable con mayor capacidad de corriente en N si este va a soportar dos circuitos? El electricista no sabe que responder.

¿El electricista se equivoco al realizar la conexión?

Sea cual sea su respuesta justifíquela.

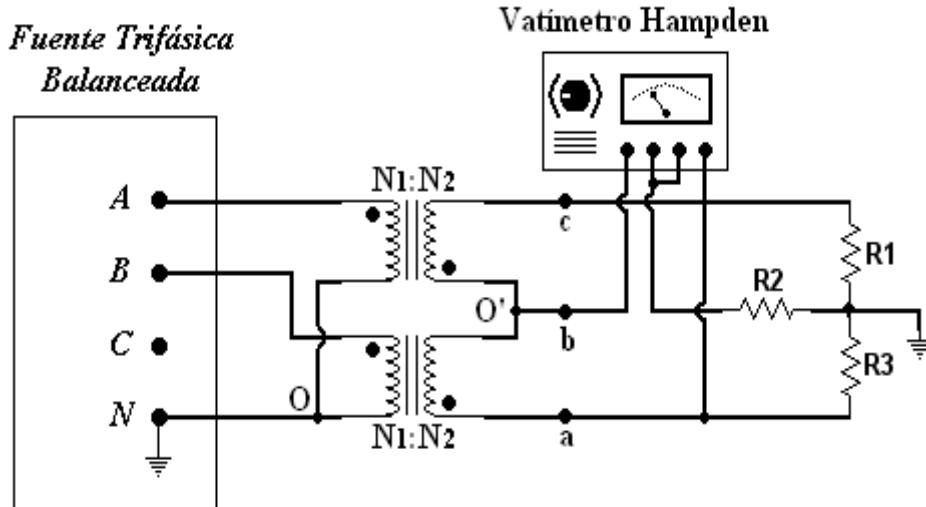
21. En el Laboratorio de Redes se armo el siguiente Circuito Trifásico con carga estrella balanceada. Se aplico el método de los 2 Vatímetros y se obtuvieron los siguientes resultados

**La aguja de Wa marco 19.12 y la aguja de Wc marco 79.014.**  
**Ambos vatímetros están a una escala de 300V/ 4A**  
**Se solicita calcular el valor de  $\rightarrow Z$**



**NOTA:** Si aplica algún método explíquelo.

22. Para el siguiente circuito:

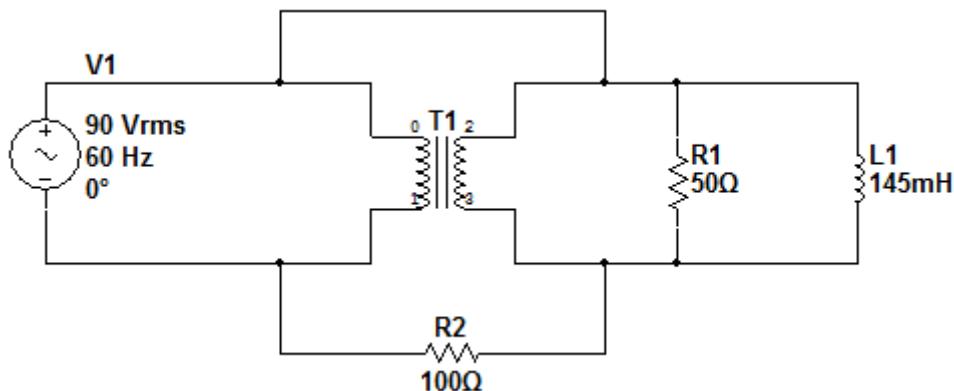


Indique si los siguientes enunciados son verdaderos (V) o falsos (F), para cada caso  
**justifique su respuesta:** (Asuma  $V_{AN} = |V| \angle 0^\circ$ )

- Si la Fuente Trifásica tiene una secuencia de fases positiva, el voltaje secundario de los transformadores (voltaje que recibe la carga) es también de secuencia de fases positiva. ( )
- La potencia leída en el Vatímetro Hampden es  $\frac{3}{2}$  veces la potencia del resistor R2. ( )
- Si se interconectasen los puntos marcados como O-O', la potencia leída por el Vatímetro es cero. ----- ( )
- Si  $R_1=R_2=R_3$ , la potencia total trifásica consumida por la carga es  $\sqrt{3}$  veces la potencia leída por el Vatímetro. ----- ( )

## PREGUNTAS MODELOS PARA EXAMEN PRÁCTICO

1. Dado el siguiente circuito:



Si la potencia en  $R_2$  es 20,25 [w], determine:

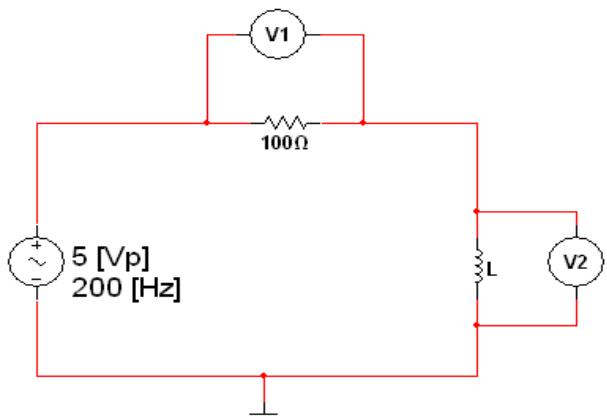
- 1) La relación de transformación y la polaridad de  $T_1$ , además de las conexiones respectivas.
- 2) Mida  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ ,  $FP$  en el primario del transformador, utilizando el vatímetro virtual.
- 3) Determine el valor del capacitor a colocar en paralelo a la fuente para mejorar a  $FP=1$ .

NOTA: Justifique cada literal realizando su respectivo análisis teórico. Realice una tabla de datos con valores teóricos y experimentales.\

2. Para el siguiente circuito:

$$V_1 = V_2 = 2,5[V_{rms}]$$

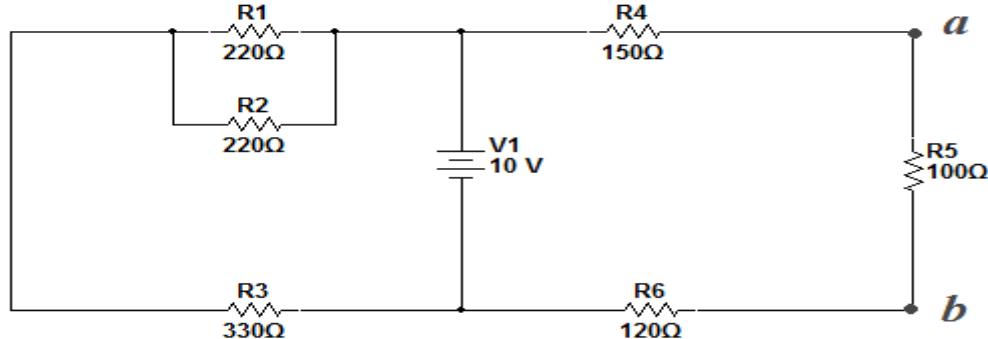
- a) Determine el valor de  $L$  de tal manera que se cumplan las condiciones dadas.
- b) Determine experimentalmente el ángulo de desfase entre  $V_2$  e  $I$ .



	L[mH]	$\Phi_{desfase}$
Experimental		
Teórico		

3. Implemente un circuito trifásico balanceado cuya carga esté conectada en delta; la magnitud de la impedancia por fase debe ser de  $100\Omega$ , el voltaje de línea a línea que ve la carga se debe adelantar  $45^\circ$  a la respectiva corriente entre fases de la delta.
- Determine analíticamente las respectivas corrientes de línea, corrientes de fase, potencia activa y reactiva que consume cada circuito de la delta, así como también los respectivos factores de potencia.
  - Realice las mediciones experimentales de los parámetros indicados en el literal (a) y preséntelos en una tabla.
  - Mejore el factor de potencia a aproximadamente 0.9 en atraso e indique que valor de capacitancia utilizó para cumplir con el requisito.
4. Determine los parámetros M, L, R y K de un par de bobinas acopladas magnéticamente (1295 y 1296). Describa detalladamente el procedimiento a seguir y luego implemente.

5. Dado el siguiente circuito:



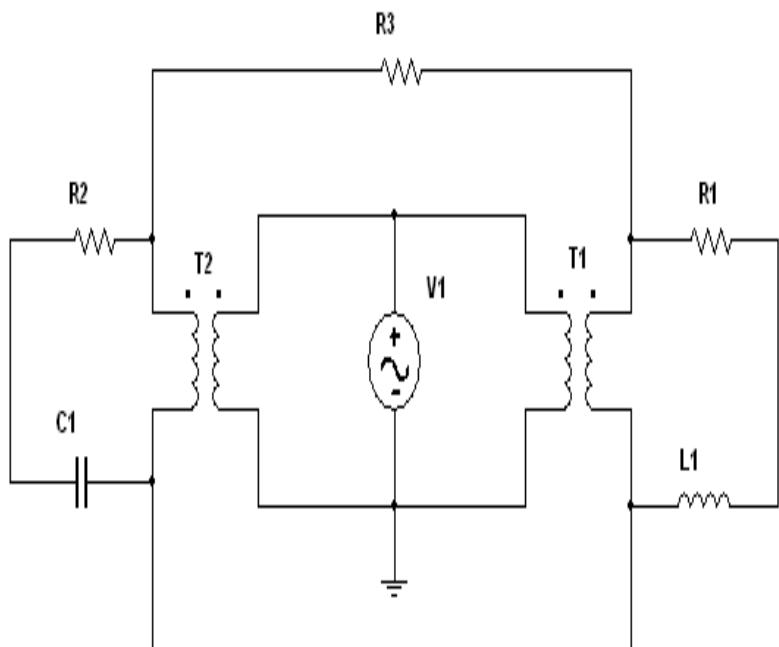
- Mida los voltajes y corrientes en cada elemento utilizando el multímetro de banco FLUKE 8010 u 8012.
- Determine el equivalente Thevenin entre los terminales a y b
- Determine el valor de potencia máxima transferida en los terminales a y b.
- Variando la resistencia colocada en los terminales ab Grafique la curva Potencia VS Resistencia R5 y demuestre el valor obtenido en el ítem anterior.

Nota: Elabore una tabla de datos detallada de las mediciones realizadas

## PREGUNTAS MODELOS PARA EXAMEN SIMULADO

Simule el siguiente circuito  
usando MULTISIM

**V<sub>1</sub>=100Vrms f = 60Hz**  
**T<sub>1</sub>=T<sub>2</sub> Relación**  
**100vueltas/400 vueltas**  
**R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>= 100 ohm**  
**R<sub>3</sub>= 100 ohm**  
**L<sub>1</sub>= 265.25mH**  
**C<sub>1</sub>= 26.525uF**



SE PIDE QUE:

- Compruebe las relaciones de voltajes, corrientes y potencia de cada transformador.
- Encuentre la potencia activa y el factor de potencia en la fuente.
- Muestre gráficamente por algún método la señal de corriente y voltaje al mismo tiempo que circula por la fuente V1.

**NOTA: PARA LOS LITERALES a Y b SE LES SOLICITA QUE HAGAN SU PROPIA TABLA DE DATOS EN FORMA CLARA Y ORDENADA.**  
**PARA EL LITERAL c , DEBERA HACERSE EN OTRO CIRCUITO Y EXPLICAR EL PROCEDIMIENTO, LAS CONEXIONES**



## LABVIEW

Elabore un VI denominado “**Buscador de Números Pares**”, este VI cumplirá con los siguientes requisitos:

- EL usuario generará una matriz cuadrada de números enteros aleatorios entre 13 y 69, introduciendo únicamente la dimensión de la matriz (expresada como el número de filas o de columnas que debe tener dicha matriz).
- Dependiendo de la dimensión de la matriz, esta deberá redimensionarse automáticamente, por ejemplo:
  - Si la dimensión de la matriz es 3, entonces la matriz debe presentarse con 3 filas y 3 columnas.
  - Si la dimensión de la matriz es 5, entonces la matriz debe presentarse con 5 filas y 5 columnas.
- Una vez generada la matriz, el programa debe buscar y extraer todos los números pares e Impares generados y presentarlos en un arreglo unidimensional que también se redimensionara automáticamente, adicional a esto debe presentar un mensaje indicando cuantos números pares encontró en la matriz generada para esto se recomienda utilizar la función de strings: *Concatenate Strings*.

A continuación se presenta el panel frontal con los ejemplos indicados anteriormente:

