



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA  
EL DESARROLLO

TESIS DE GRADO  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES”

MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

“INVESTIGACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO ELECTRÓNICO  
MULTISIM APLICADO A LA DIDÁCTICA DE CIRCUITOS I Y II EN LA  
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO”

REALIZADO POR:

ÓSCAR ALEXIS VILLAMAR LLAUTONG  
JORGE LUIS MELÉNDEZ JIMÉNEZ  
JEAN ALBERTO CASTILLO MÉNDEZ  
LUIS MIGUEL NAVARRO VELIZ  
GALO ANTONIO ARCALLE SABANDO

DIRECTOR:

Ing. EFRAÍN SUÁREZ MURILLO

GUAYAQUIL - ECUADOR

2009 - 2010

621.381 32  
162i



## TESIS DE GRADO

**“Investigación e Implementación del Diseño Electrónico Multisim Aplicado a la Didáctica de Circuitos I y II en la Facultad Técnica para el Desarrollo”**

Presentado a la Facultad Técnica, Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, por

**Oscar Alexis Villamar LLautong  
Jorge Luis Meléndez Jiménez  
Luis Miguel Navarro Veliz**

**Galo Antonio Arcalle Sabando  
Jean Alberto Castillo Méndez**

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar con el título de:

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES  
Mención: Gestión Empresarial en Telecomunicaciones**

**Tribunal de Sustentación**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Efraín Suarez Murillo  
Director de Tesis**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Héctor Cedeño Abad  
Decano de la Facultad Técnica**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Víctor del Valle Ramos  
Coordinador de Escuela**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Pedro Tutiven López  
Director de Carrera**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Héctor Cedeño Abad**

**Profesor Revisor**

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer en primer lugar a dios por habernos dado la oportunidad de culminar nuestra carrera y por lograr cumplir las metas que nos propusimos cuando ingresamos a esta prestigiosa universidad.

Agradecemos a los señores directores de la Facultad Técnica Para el Desarrollo; al Ing. Héctor Cedeño. Ing. Pedro Tutiven, Ing. Víctor Del Valle, Dr. Kleber López, Ing. Marcos Andrade, que nos dieron todo su apoyo para que nuestra tesis se pueda realizar con éxito.

Agradecemos a nuestros profesores por compartir sus conocimientos académicos que fuimos adquiriendo en el transcurso de estos años, también queremos agradecer a nuestro director de tesis Ing. Efraín Suarez que nos dio sus ayuda durante todo el proceso de nuestro tema de implementación.

Agradecemos a nuestros padres por darnos todo su apoyo condicional por habernos inculcado buenos valores y principios.

Muchas gracias a todos.

## PROLOGO

Es para nosotros un gran placer investigar sobre las materias CIRCUITO ELECTRICOS I y II, nuestra motivación fue el de agregar el procedimiento de instalación y uso de la pizarra electrónica QOMO.

Estamos seguros que este método de enseñanza va establecer la diferencia que los alumnos adquieran en menos tiempo de horas dictadas el conocimiento de la materia y realizar prácticas.

La pizarra digital contiene prácticamente todos los componentes, dispositivos e instrumentos de mayor uso en la especialidad electrónica digital. Otra ventaja es que los alumnos pueden cambiar los valores de los componentes con un solo click del mouse.

Los profesores de CIRCUITOS pueden introducir fallas y problemas para que los alumnos adquieran habilidades de análisis y reparación en tiempo real.

## INTRODUCCIÓN

Esta tesis ayuda a visualizar la problemática que vivimos como estudiantes de la Facultad Técnica al ver que otras universidades de alto renombre se desarrollan tecnológicamente en el ámbito de las telecomunicaciones, vimos la necesidad de implementar la PIZARRA INTERACTIVA DIGITAL QOMO GM300, como un complemento para el laboratorio. Este equipo complementado con cualquier herramienta de simulación permite una mejor práctica ayudando a los estudiantes especialmente a los de la materia de CIRCUITOS ELECTRICOS I y II.

Resolver inquietudes para estudios futuros en el análisis de la materia desarrollando e implementando respectivamente circuitos para afianzar conocimientos.

También damos a conocer el nuevo método de enseñanza interactiva mundial implementada ya en Universidades de alto renombre como la U. de Chile, UNAM entre otras no mencionadas.

El docente al exponer el material didáctico obtendrá del estudiantado una mayor atención debido a que esta pizarra permite grabar como se requiera en video o en diapositivas las clases dictadas y poder enviarlas a través de un correo electrónico sin necesidad de que los alumnos tomen apuntes de las clases.

## OBJETIVO GENERAL

- ✓ Investigación e implementación del diseño electrónico Multisim aplicado a la didáctica de circuitos I y circuitos II de la FET, el cual nos permite adquirir conocimientos actualizados mediante el uso de herramientas de última generación y así obtener un mejor conocimiento de la materia y hacer que esta sea mucho más sencilla y fácil de comprender.
  
- ✓ Multisim permitirá al estudiante de telecomunicaciones, entender mejor la teoría con prácticas tutoriadas. Actualizar las prácticas de laboratorio, alcanzando estándares internacionales recomendados por National Instruments. Entender la diferencia entre componentes reales, virtuales, ideales e interactivos. Familiarizarse con la estructura de la base de datos de Multisim

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Fomentar el desarrollo tecnológico en el laboratorio de la institución para que el docente transmita su conocimiento a los estudiantes con tecnología de punta, que basado en el conocimiento teórico adquirido proponga soluciones tecnológicas.
  
- ✓ Previo al análisis de los programas desarrollar e implementar problemas de la materia de circuitos I y II mediante la herramienta Multisim aplicado en la pizarra digital instalado en el laboratorio de la FET estando a disposición de alumnos y profesores.
  
- ✓ Los estudiantes pueden simular fallas. Los profesores de circuitos pueden introducir fallas en los circuitos para que los alumnos adquieran habilidades de análisis y reparación.

## CAPÍTULO 1

### 1.1 ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS DE ESTUDIO DE CIRCUITOS ELECTRICOS I Y II

La electro tecnología es una fuerza impulsadora de los cambios que están ocurriendo en cada disciplina de la ingeniería., la electro tecnología es el área del análisis de circuitos, un conocimiento profundo de este tema proporciona una comprensión de aspectos tales como causa efecto, amplificación y atenuación, retroalimentación, control, estabilidad y oscilación.

#### **1.1.1Objetivo General del análisis del programa de estudio**

La organización y presentación están diseñadas para presentar el material de manera clara y lógica para que el estudiante comprenda los conceptos y técnicas y aplicarlos en situaciones prácticas.

#### **1.1.2Objetivo Específico del análisis del programa de estudio**

La comprensión a fondo por parte de los estudiantes de los conceptos fundamentales del análisis de circuitos, el desarrollo de habilidades en la resolución de circuitos y sus aplicaciones a problemas del mundo real.



## **1.1.3 PROGRAMA DE LA MATERIA ANÁLISIS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**

**1.1.3.1** Introducción

**1.1.3.2** Sistemas de unidades

**1.1.3.3** Carga, corriente, voltaje y potencia

**1.1.3.4** Tipos de circuitos y elementos de circuitos

**1.1.3.5** Ley de Ohm

**1.1.3.6** Leyes de Kirchhoff

**1.1.3.7** Análisis del circuito de un solo lazo

**1.1.3.8** El circuito con un solo par de nodos

**1.1.3.9** Arreglo de fuentes y resistencias

**1.1.3.10** División de voltaje y corriente

## **1.1.4 TÉCNICAS ÚTILES PARA EL ANÁLISIS DE CIRCUITOS**

**1.1.4.1** Introducción

**1.1.4.2** Análisis de nodos

**1.1.4.3** Análisis de mallas

**1.1.4.4** Principio de superposición

**1.1.4.5** Transformación de fuentes

**1.1.4.6** Teoremas de thevenin y Norton

## **1.1.5 INDUCTANCIA Y CAPACITANCIA**

**1.1.5.1** Introducción

**1.1.5.2** El inductor

**1.1.5.3** Relaciones integrales para el inductor

**1.1.5.4** El capacitor

1.1.5.5 Arreglos de inductancias y capacitancias

## **1.1.6 LA FUNCIÓN DE EXCITACIÓN SENOIDAL**

1.1.6.1 Introducción

1.1.6.2 Caracterización de las senoidales

1.1.6.3 Respuesta forzada a las funciones de excitación senoidal

## **1.1.7 EL CONCEPTO DE FASOR**

1.1.7.1 Introducción

1.1.7.2 La función de excitación compleja

1.1.7.3 El fasor

1.1.7.4 Relaciones fasoriales para R, L, y C

1.1.7.5 Impedancia

1.1.7.6 Admitancia

## **1.1.8 LA RESPUESTA EN ESTADO SENOIDAL PERMANENTE**

1.1.8.1 Introducción

1.1.8.2 Análisis de nodos, mallas

1.1.8.3 Superposición, transformaciones de fuentes y el teorema de Thevenin

## **1.1.9 POTENCIA PROMEDIO Y VALORES RMS**

1.1.9.1 Introducción

1.1.9.2 Potencia instantánea

1.1.9.3 Potencia promedio

1.1.9.4 Valores efectivos de la corriente y el voltaje

1.1.9.5 Potencia aparente y factor de potencia

1.1.9.6 Potencia compleja

## **1.1.10 CIRCUITOS POLIFÁSICOS**

1.1.10.1 Introducción

1.1.10.2 Sistemas monofásicos de tres conductores

1.1.10.3 Conexión trifásica Y-Y

1.1.10.4 La conexión delta

## **1.1.11 CIRCUITOS ACOPLADOS MAGNETICAMENTE**

1.1.11.1 Introducción

1.1.11.2 Inductancia mutua

1.1.11.3 Consideraciones de energía

1.1.11.4 El transformador lineal

1.1.11.5 El transformador ideal

## **1.2 PROGRAMA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS II**

### **(TELECOMUNICACIONES)**

#### **1.2.1. CIRCUITOS RL Y RC BASICOS**

1.2.1.1 El circuito RL sin fuente

1.2.1.2 Propiedades de la respuesta exponencial

1.2.1.3 El circuito RC sin fuente

1.2.1.4 La función escalón unitario

1.2.1.5 Accionamiento de circuitos RL

1.2.1.6 Respuesta natural y forzada

1.2.1.7 Accionamiento de circuitos RC

#### **1.2.2 CIRCUITO RLC**

1.2.2.1 Circuito en paralelo sin fuente

1.2.2.2 Circuito RLC en paralelo sobre amortiguado

1.2.2.3 Amortiguamiento critico

1.2.2.4 Circuito RLC en paralelo subamortiguado

1.2.2.5 Circuito RLC en serie sin fuente

1.2.2.6 Respuesta completa del circuito RLC

#### **1.2.3 FRECUENCIA COMPLEJA Y LA TRANSFORMADA DE**

#### **LAPLACE**

1.2.3.1 Frecuencia compleja

1.2.3.2 Función forzada senoidal amortiguada

1.2.3.3 Definición de la transformada de laplace

1.2.3.4 Transformadas de laplace de funciones simples

1.2.3.5 Técnicas de la transformada inversa

1.2.3.6 Teoremas fundamentales para la transformada de Laplace

1.2.3.7 Teoremas del valor inicial y del valor final

#### **1.2.4 ANÁLISIS DE CIRCUITO EN EL DOMINIO S**

1.2.4.1  $Z(s)$  e  $Y(s)$

1.2.4.2 Análisis nodal y de mallas en dominio s

1.2.4.3 Técnicas adicionales de análisis de circuitos

1.2.4.4 Polos, ceros y funciones de transferencia

1.2.4.5 Plano de frecuencia compleja

1.2.4.6 Respuesta natural y el plano s

1.2.4.7 Técnicas para sintetizar la razón de tensión  $H(s)=V_{sal}/V_{ent}$

#### **1.2.5 RESPUESTA EN FRECUENCIA**

1.2.5.1 Resonancia en paralelo

1.2.5.2 Resonancia en serie

1.2.5.3 Otras formas resonantes

#### **1.2.6 REDES DE DOS PUERTOS**

1.2.6.1 Redes de un puerto

1.2.6.2 Parámetros de admitancia

1.2.6.3 Parámetros de impedancia

1.2.6.4 Parámetros híbridos

1.2.6.5 Parámetros de transmisión

## **1.3 PROGRAMA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS II**

### **(ELECTROMECÁNICA)**

#### **1.3.1 ANÁLISIS DE POTENCIA EN CIRCUITOS DE CA**

1.3.1.1 Potencia instantánea

1.3.1.2 Potencia promedio o activa

1.3.1.3 Valores eficaces de corriente y de voltaje

1.3.1.4 Potencia aparente y factor de potencia

1.3.1.5 Potencia compleja

#### **1.4.1 CIRCUITOS POLIFÁSICOS**

1.4.1.1 Sistemas polifásicos

1.4.1.2 Sistemas monofásicos de tres hilos

1.4.1.3 Conexión Y-Y trifásica

1.4.1.4 Conexión delta

#### **1.5.1 ANÁLISIS DE CIRCUITOS ACOPLADOS**

##### **MAGNETICAMENTE**

1.5.1.1 Inductancia mutua

1.5.1.2 Consideraciones energéticas

1.5.1.3 El transformador lineal

1.5.1.4 El transformador ideal

#### **1.6.1 ANÁLISIS TRANSITORIO DE CIRCUITOS RC, RL Y RLC**

1.6.1.1 El circuito RL sin fuente

1.6.1.2 El circuito RC sin fuente

1.6.1.3 La función escalón unitario

1.6.1.4 Accionamiento de circuitos RL

1.6.1.5 Respuesta natural y forzada

1.6.1.6 Accionamiento de circuitos RC

1.6.1.7 Circuitos RLC en paralelo sin fuente

1.6.1.8 Circuito RLC en paralelo sobre amortiguado

1.6.1.9 Circuito RLC en paralelo subamortiguado

## **1.7.1 FRECUENCIA COMPLEJA Y LA TRANSFORMADA DE LAPLACE**

1.7.1.1 Frecuencia compleja

1.7.1.2 Función forzada senoidal amortiguada

1.7.1.3 Definición de la transformada de Laplace

1.7.1.4 Transformada de Laplace de funciones simples

1.7.1.5 Técnicas de la transformada inversa

1.7.1.6 Teoremas fundamentales para la transformada de Laplace

## **1.8.1 ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN EL DOMINIO S**

1.8.1.1  $Z(s)$  e  $Y(s)$

1.8.1.2 Análisis nodal y de mallas en el dominio s

1.8.1.3 Técnicas adicionales de análisis de circuitos

1.8.1.4 Polos ceros y funciones de transferencia

## **1.9.1 REDES GENERALES DE DOS PUERTOS**

1.9.1.1 Parámetros de admitancia

1.9.1.2 Parámetros de impedancia

1.9.1.3 Parámetros híbridos

1.9.1.4 Parámetros de transmisión

## 1.4 BIBLIOGRAFÍA

- FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELECTRICOS por: Charles Alexander-Matthew Sadiku
- ANALISIS DE CIRCUITOS EN INGENIERIA por William H. Hayt, Jr- Jack E Kemmerly

### Textos de Consultas:

- ANALISIS DE CIRCUITOS ELECTRICOS por L. S. Bobrow
- ANALISIS BASICO DE CIRCUITOS EN INGENIERIA por: J. David Irwin

## 1.5 RECOMENDACIONES DEL ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS

Ponemos a consideración de la comisión académica de las carreras las siguientes recomendaciones:

### 1.5.1 CIRCUITOS ELÉCTRICOS I

- ✓ Considerando que el contenido de la asignatura es extenso se sugiere que el capítulo magnéticamente acoplado sea parte del programa de estudio de la materia Circuitos eléctricos II.
- ✓ La revisión de los programas de álgebra en el pre universitario y para la resolución de sistemas de ecuaciones y la resolución de matrices en la materia de álgebra lineal.
- ✓ Analizar la posibilidad de que sea como carga horaria 6horas/semanal.



### 1.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS II

- ✓ Se recomienda que debiera de ser el mismo programa de estudio para todas las carreras de la FET, con las siguientes consideraciones y que la herramienta matemática de la transformada de Laplace sea parte del programa de estudio de Calculo III.
- ✓ Se incorpora el análisis de los diagramas de bode.
- ✓ Análisis de los circuitos RL,RC, y RLC sean directamente con la transformada de la place.

## CAPITULO N° 2

### 2.1 MULTISIM

Multisim provee a los educadores, estudiantes y profesionales con las herramientas para analizar el comportamiento de los circuitos. La plataforma de software intuitiva y fácil de usar combina la captura de esquemáticos y simulación SPICE estándar en la industria en un solo entorno integrado.

Multisim abstrae las complejidades y dificultades de la simulación tradicional basada en sintaxis, así usted no necesita ser un experto en SPICE para simular y analizar circuitos. Multisim está disponible en dos versiones distintas para cumplir las necesidades de la enseñanza de los educadores o las necesidades de diseño de los profesionales.

#### 2.1.1 Multisim para la Enseñanza de Circuitos eléctricos

Multisim hace más fácil impulsar a los estudiantes y reforzar la teoría. Los educadores en todo el mundo están usando las características académicas de Multisim Edición para la Educación para impulsar la enseñanza y guiar a los estudiantes en la exploración de los conceptos de circuitos.

Al usar los experimentos “qué pasa si... (what-if)” y los instrumentos guiados por simulación para visualizar el comportamiento de los circuitos, los estudiantes ganan intuición y un entendimiento más complejo de los conceptos de circuitos.

### **2.1.2 Multisim Profesional para Diseño de Circuitos y Generación de Prototipos**

Los ingenieros, investigadores y expertos utilizan el entorno Multisim profesional para captura de esquemáticos, simulación SPICE y diseño de circuitos. Sin necesidad de tener experiencia en SPICE, los ingenieros pueden usar la simulación para reducir con anticipación las iteraciones de prototipos durante el flujo de diseño.

Multisim se puede usar para identificar errores, validar el comportamiento del diseño y generar prototipos más rápido. Entonces los esquemáticos pueden ser transferidos al diseño NI Ultiboard para generar prototipos de tarjetas de circuito impreso (PCBs) terminadas.

## **2.2 Visión General**

Multisim incluye una de las mayores librerías de componentes de la industria con más de 16.000 elementos. Cada elemento se complementa con los números de código de los fabricantes, símbolos para la captura esquemática, huellas para la realización del circuito impreso y parámetros eléctricos.

Las librerías están subdivididas: condensadores, resistencias, CMOS, multiplicadores, TTL, diodos, DMOS, etc., que incluyen todos los tipos de circuitos existentes en el mercado. Todos estos elementos están organizados en una completa base de datos que proporciona una forma sencilla y rápida de concreta de localizar los

componentes. También dispone de una herramienta de simulación para circuitos de alta frecuencia (más de 100 MHz), incluyéndose modernizadores, instrumentos virtuales y analizadores para radiofrecuencia.

Los resultados obtenidos por el programa pueden exportarse a formato gráfico o a formato de tablas incluyendo herramientas de visualización que incluyen editores para variar los tipos de letra, colores, etc.

Incluye, también, herramientas para la síntesis de FPGA/CPLD de la mayor parte de los fabricantes. El módulo de síntesis de Multisim ofrece una gran rapidez de síntesis y es la forma más fácil de transferir el diseño HDL al hardware.

### **2.3 Características Principales de Multisim**

- Captura esquemática avanzada incluyendo un editor de símbolos.
- Simulación tipo SPICE/XPICE/BSPICE.
- Realiza simulación electrónica tanto analógica como digital.
- Integración con LabVIEW y Signal Express de National Instruments
- Incluye un mínimo de 9 instrumentos virtuales.
- Amplia librería de hasta 16.000 modelos.
- Dispone de una herramienta de realización de modelos.

- Realiza simulaciones tipo HDL.
- Cuenta con herramientas de diseño para radiofrecuencia.
- Puede realizar diseños para FPGA/CPLD.

## **2.4 Información del Fabricante**

Electronics Workbench es una empresa canadiense que realiza programas de diseño y simulación electrónica para Windows. Electronics Workbench es una compañía perteneciente a National Instruments.

Entre su conjunto de productos se encuentran simuladores electrónicos, herramientas para PCB y dispositivos lógicos programables.

Electronics Workbench es uno de los fabricantes pioneros en la realización de herramientas EDA sobre PC para electrónica. El producto bandera del fabricante, Multisim, es uno de los simuladores electrónicos más ampliamente utilizados en el mundo con un promedio de 150.000 usuarios, de los cuales, aproximadamente la mitad se encuentran en Estados Unidos y Canadá.

## **2.5 Áreas de Aplicación**

Ingeniería: ingeniería eléctrica y electrónica, comunicaciones, alta frecuencia. Diseño y simulación de circuitos.

## 2.6 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA MULTISIM Y SUS ELEMENTOS

### 2.6.1 Pantalla Principal

La pantalla principal del Multisim Figura 2.1 muestra en su parte superior un menú y una barra de botones, para acceder a algunas funciones sin tener que entrar dentro del menú. Dichas barras se pueden activar o desactivar entrando en "View" y seleccionando "toolbars". Las barras de componentes y de instrumentos se activan desde la barra de herramientas.

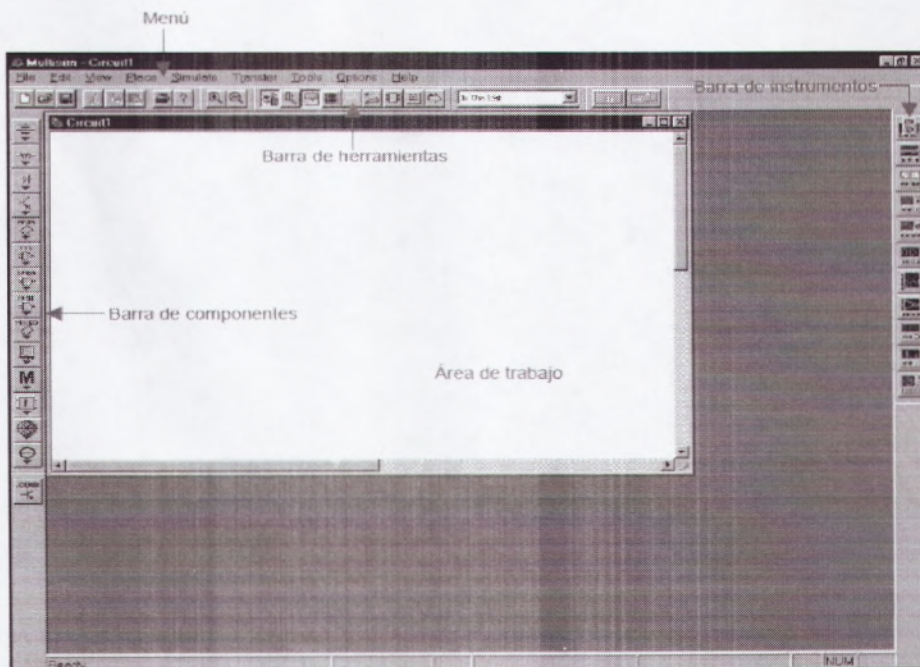


Figura 2.1 Pantalla principal

El programa Multisim posee una gran base de datos de diferentes componentes electrónicos, ofreciéndonos la posibilidad de crear nuevos componentes. Una manera sencilla de localizarlos, es seleccionarlos desde la barra de componentes. Dicha barra está situada por defecto a la izquierda de la pantalla principal, y nos

permite acceder a diferentes paletas donde encontraremos el componente que buscamos. Sino aparece la barra de componentes, se puede activar seleccionando la opción "Component Bars" que forma parte de la función "View" situada en el panel del menú. Ver Figura 2.2.

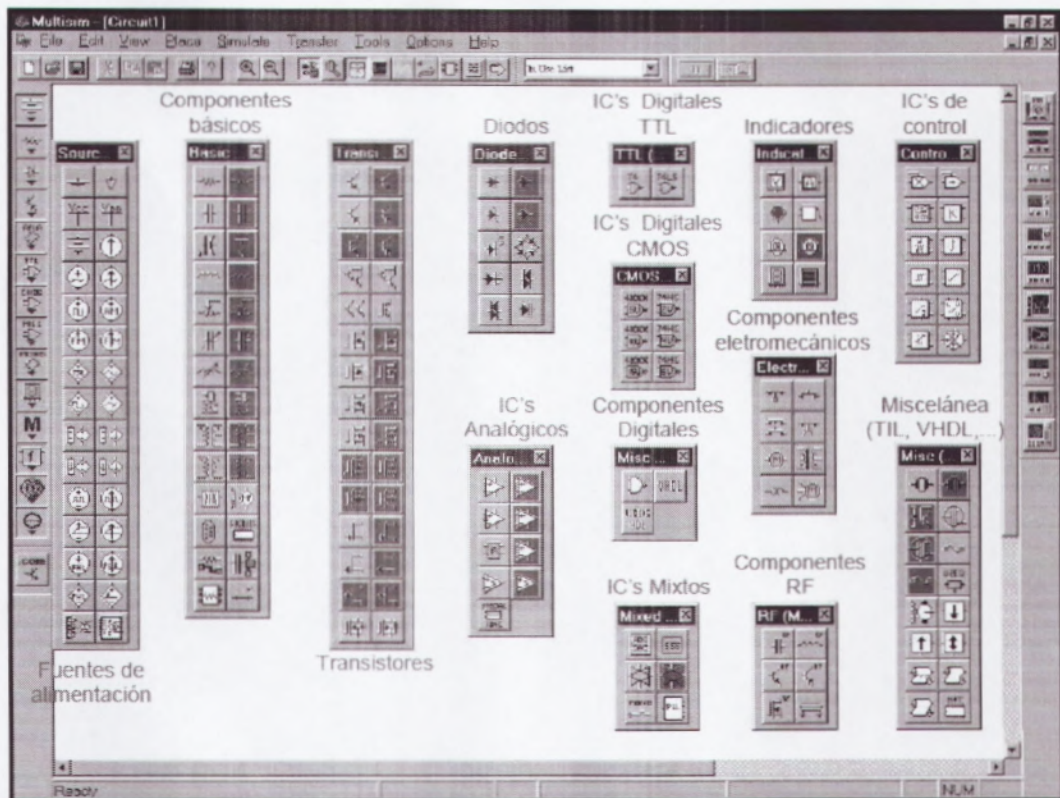


Figura 2.2 Menú de componentes

### 2.6.2 Como Esquematzar Un Circuito

El primer paso para dibujar un circuito es seleccionar los componentes. Una vez se ha seleccionado un componente se pueden cambiar sus características como puede verse en la Figura 2.3.

Después de colocar los componentes se conectan. Para esto hay que hacer "click" con el botón izquierdo del mouse sobre el extremo del componente y arrastrar el mouse hasta el punto al que se quiera unir, Figura 2.4.

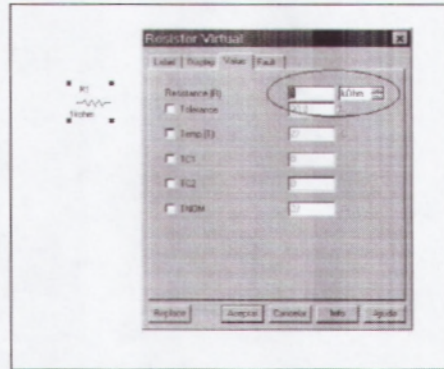


Figura 2.3 Parámetros de la resistencia

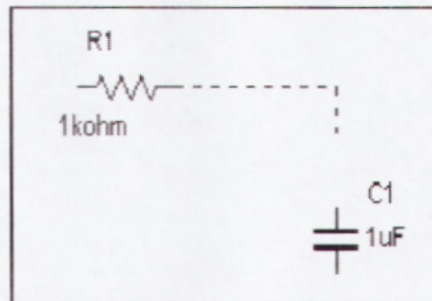


Figura 2.4 Conexión de componentes

## 2.7 MEDIDAS CON EL MULTÍMETRO

### 2.7.1 Medida de Resistencias

Para medir resistencias se tiene que seleccionar el símbolo  $\Omega$  del multímetro y colocar sus puntas entre los extremos del circuito de los que se quiere medir la resistencia, Figura 2.5. Una vez conectado



hay que activar el botón RUN que está en la esquina superior derecha de la pantalla principal del programa.

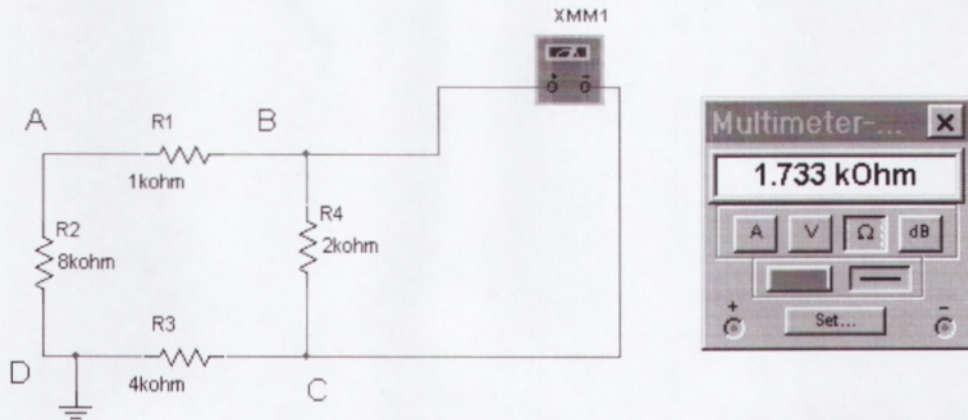


Figura 2.5 Conexión del Multímetro para medir resistencias

Puede observarse que la resistencia es diferente según los terminales del circuito del que se quiera medir la resistencia equivalente. En la Figura 2.6 R1, R2 y R3 están en serie y el equivalente serie está en paralelo con R4 ( $(R1+R2+R3) \parallel R4$ ). En cambio en la Fig. 7 la resistencia equivalente es  $(R1+R4) \parallel (R2+R3)$ .

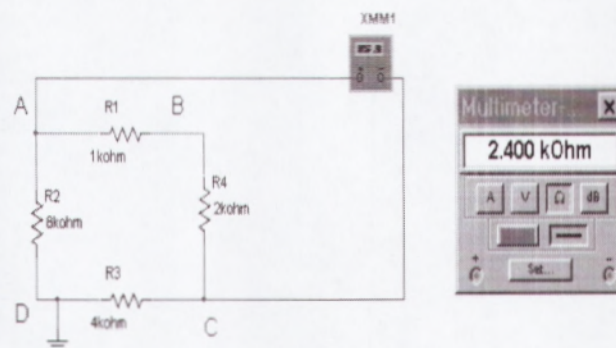


Figura 2.6 Resistencia equivalente entre los terminales A y C.

En el caso de que se quiera medir la resistencia equivalente de un circuito que tenga fuentes de tensión o de intensidad Figura 2.7,

primero se han de desconectar y después conectar el multímetro. Recordamos que desconectar una fuente de tensión equivale a cortocircuitarla y una fuente de intensidad equivale a dejarla en circuito abierto. En la Figura 2.8 se muestra como habría que conectar el multímetro si quisiéramos medir la resistencia thevenin o equivalente del circuito 7 entre los terminales A y B.

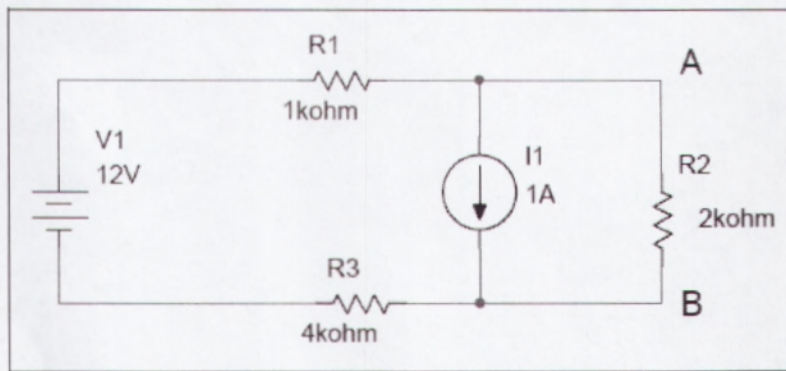


Figura 2.7 Circuito con fuentes de tensión e intensidad

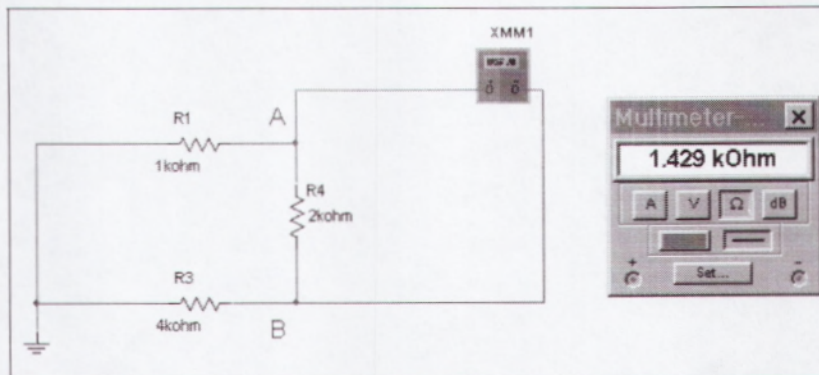


Figura 2.8 Forma de conectar el multímetro para medir la resistencia equivalente del circuito 7

### 2.7.2 Medida de Voltajes

Para medir Voltajes o diferencias de potencial hay que conectar el multímetro entre los nodos correspondientes y seleccionar la opción "V" de voltios. La Figura 2.9 muestra cómo medir la tensión VAB del circuito.

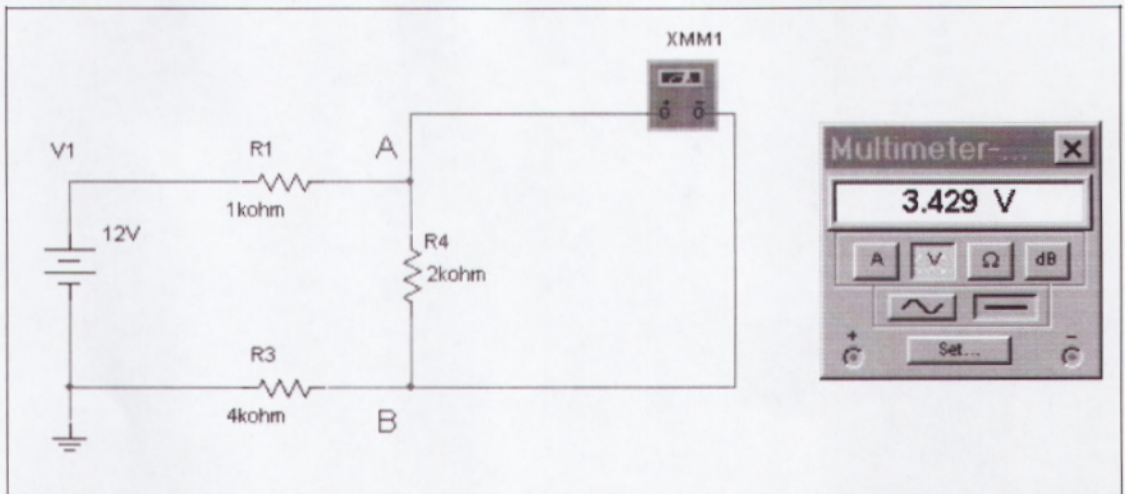


Figura 2.9 Conexión del Multímetro para medir tensiones

### 2.7.3 Medida de Corrientes

Para medir una corriente de una rama de un circuito hay que conectar el multímetro en serie con dicha rama y seleccionar la opción "A" de Amperios. La Figura 2.10 muestra cómo medir la intensidad que pasa por R1 del circuito.

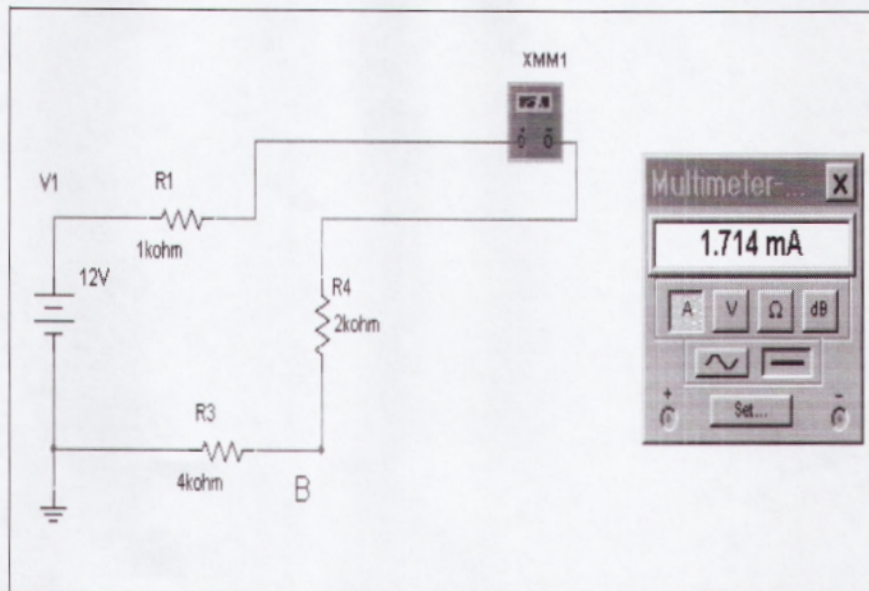


Figura 2.10 Conexión del Multímetro para medir intensidades.

### 2.7.4 Medidas con el osciloscopio

El osciloscopio es un instrumento que sirve para visualizar señales periódicas.

Nos permite entre otras cosas medir amplitudes, frecuencias y desfases entre dos señales., a continuación se muestra como hacerlo.

### 2.7.5 Circuito RC en Alterna

El primer paso será construir el circuito RC de la Figura 2.11. Los elementos que lo forman son:

- Una fuente de tensión alterna de 2 V de pico y una frecuencia de 10 kHz.
- Una resistencia de 10 kΩ.
- Un condensador de 100 nF.

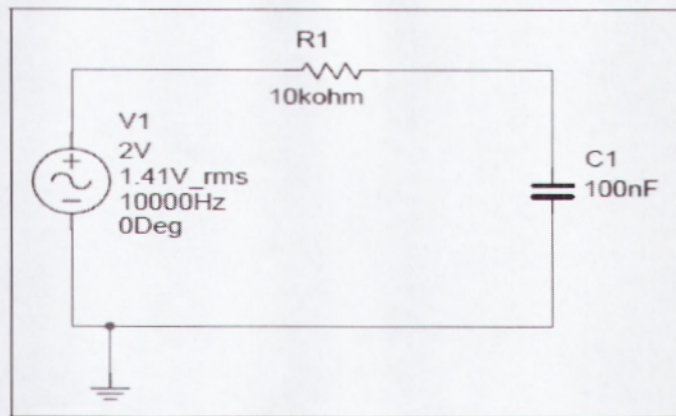


Figura 2.11 Circuito RC

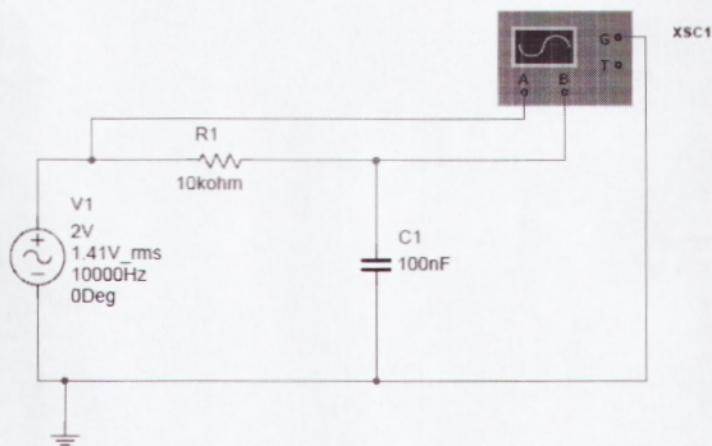


Figura 2.12 Conexión del osciloscopio

Después se seleccionará el osciloscopio que está dentro de la barra de instrumentos y se conectará tal como muestra la Figura 2.12.

El osciloscopio tiene 4 terminales, que son los siguientes:

- A: es la entrada del canal A.
- B: es la entrada del canal B.

- G: Es el terminal de masa del osciloscopio. Este terminal es común para los dos canales. Esto quiere decir que las tensiones que se visualizaran en él son: VAG y VBG.
- T: es una entrada para un trigger exterior. Normalmente no se utiliza.

Para poder ver de colores diferentes las señales de cada canal se tiene que cambiar el color de la conexión del canal B. Para realizar esta operación hay que situarse con el mouse encima del cable del canal B y hacer "click" con el botón derecho, entonces aparecerá el menú que puede verse en la Figura 2.13. Hay que seleccionar la opción "color segment".

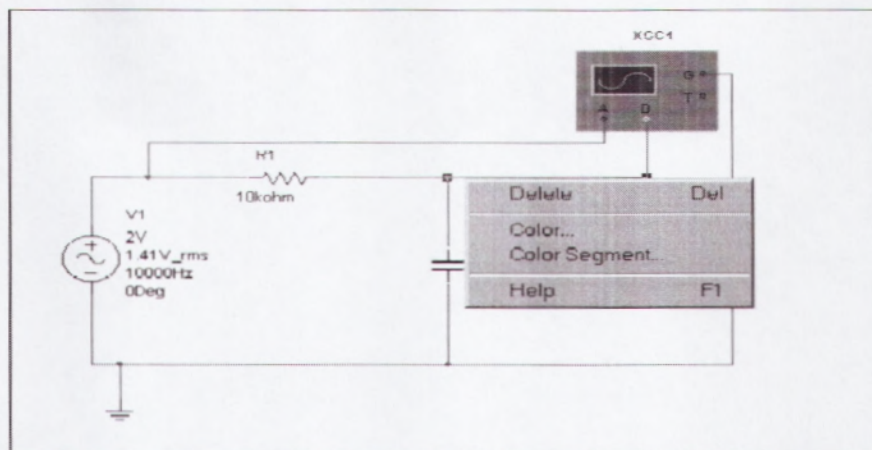


Figura 2.13 Selección del color del canal del osciloscopio

Una vez que se ha montado el circuito se tiene que iniciar la simulación, para lo cual se activará el interruptor RUN que hay en la parte superior derecha de la pantalla principal del programa.

Para ver la pantalla del osciloscopio hay que pulsar dos veces seguidas encima del instrumento y aparecerá una pantalla como la de la Figura 2.14.

En la Figura 2.14 se puede ver en color rojo la señal del canal A y en color azul la del canal B. Se puede cambiar tanto la escala vertical (amplitud) como la escala horizontal (tiempo). Por ejemplo la señal del canal A ocupa 2 cuadros de pico y esta seleccionada una amplitud por cuadro de 1 Voltio, por lo cual su valor de pico será de:  $2 \text{ cuadros} \times 1 \text{ V} = 2 \text{ V}$  de pico. En cambio la señal del canal B tiene un valor de  $1,5 \text{ cuadros} \times 20 \text{ mV} = 30 \text{ mV}$  de pico.

Para medir la frecuencia de una señal se hace de forma indirecta, primero se mide su periodo y después se aplica la fórmula  $F=1/T$ . Para medir un periodo hay que contar los cuadros horizontales que ocupa y multiplicarlos por el valor de la base de tiempos. En el caso de la señal del canal A se puede observar que su periodo (T) ocupa 5 cuadros y que la base de tiempos está seleccionada a  $20 \mu\text{s}$ . por cuadro, por lo cual tenemos que  $T = 5 \text{ cuadros} \times 20 \mu\text{s}/\text{cuadro} = 100 \mu\text{s}$ . la frecuencia (F) será pues de 10 kHz.

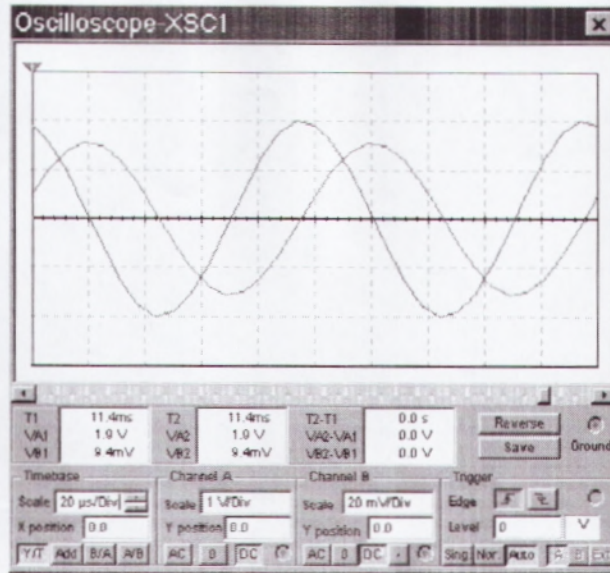


Figura 2.14 Pantalla del osciloscopio

En el caso de querer medir con mayor precisión se pueden utilizar los cursores como muestra la Figura 2.15.

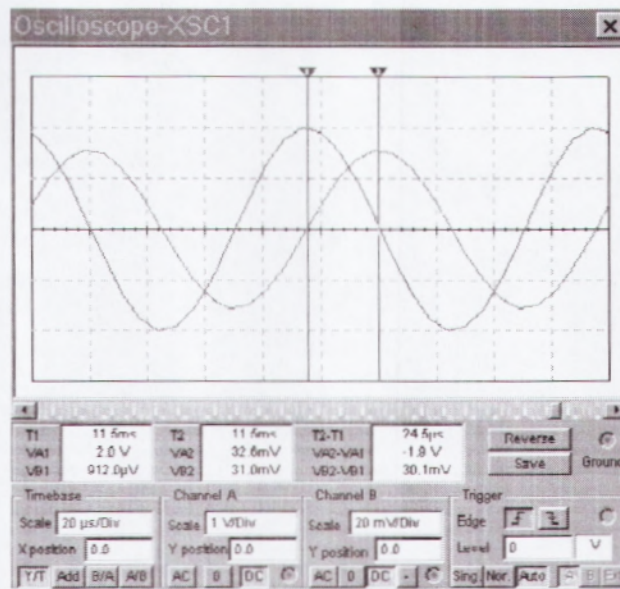


Figura 2.15 Cursores del osciloscopio.

Para medir el ángulo de desfase entre dos señales también hay que hacerlo de forma indirecta. Mediante los cursores se mide el tiempo



de desfase ( $t_r$ ) y después se aplica la siguiente regla de tres para hallar el ángulo de desfase:

$$\text{Si } T \dots\dots\dots 360^\circ$$

$$T_r \dots\dots\dots x$$

$T$  = Periodo del señal.

$T_r$  = tiempo de desfase entre las dos señales

$x$  = ángulo de desfase entre las dos señales.

En la Fig. 15 se puede ver que  $t_r = 24,5 \mu\text{s}$ , y antes se encontró que el periodo era de  $100 \mu\text{s}$ , por lo tanto el ángulo de desfase es de  $88,2^\circ$ .

### 2.7.6 Análisis de Transitorios

En este apartado vamos a estudiar dos casos típicos de transitorio:

- La descarga de un condensador.
- La carga de un condensador

#### 2.7.6.1 Descarga de un Condensador

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Una vez montado el circuito de la Figura 2.16 hay que activar la condición inicial del condensador. Este valor es la tensión que queremos que tenga el condensador en el momento de iniciar la descarga.

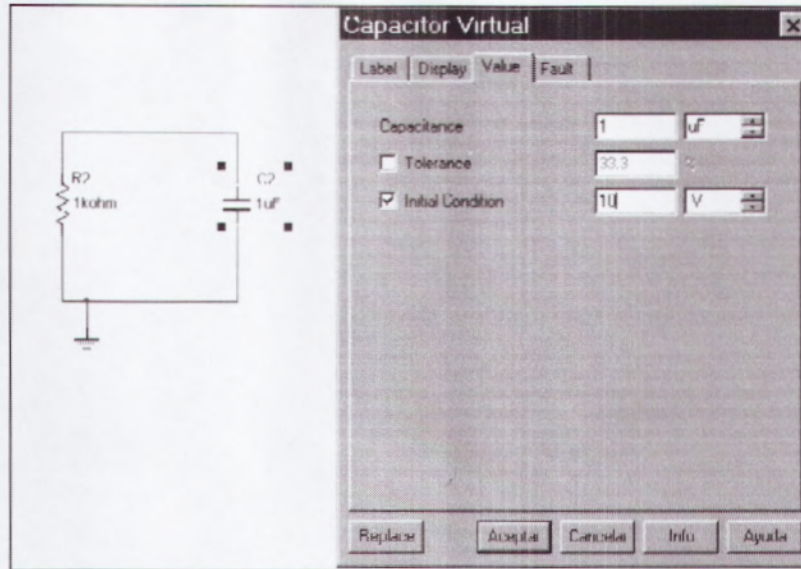


Figura 2.16 Circuito de descarga de un condensador

Seleccionar el menú "Transient Analysis" que está dentro del menú "Simulate", Figura 2.17.

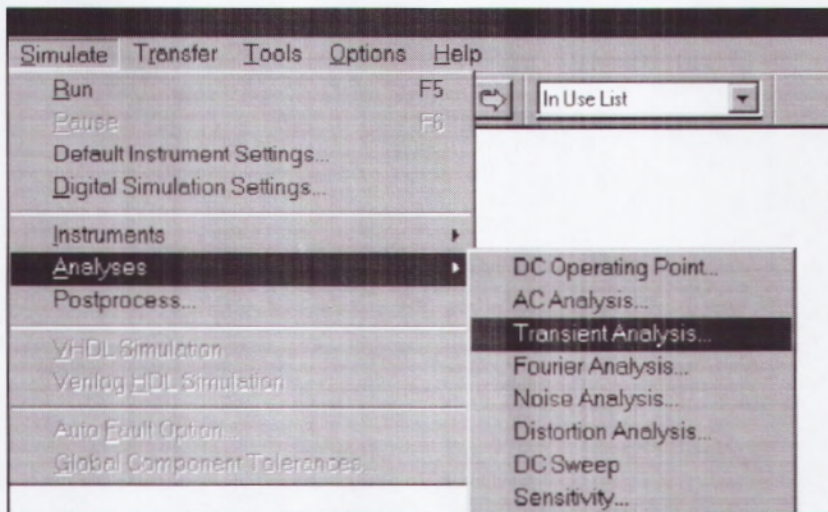


Figura 2.17 Menú de análisis de transitorios

Una vez seleccionado este menú aparecerá una ventana como la de la Figura 2.18. Los parámetros que se tienen que rellenar son:

- "Initial Conditions". Son las condiciones iniciales. Hemos de escoger "user defined" (definidas por el usuario).

- “Start Time”. Indica en que instante de tiempo queremos que empiece la simulación. En nuestro caso al inicio de todo (0 segundos).
- “End time”. Indica hasta que instante queremos simular. En nuestro caso será 0,001 s.
- “Màxim time step settings”. Este apartado se refiere al paso de integración que utilizará el programa para resolver las ecuaciones diferenciales del circuito.

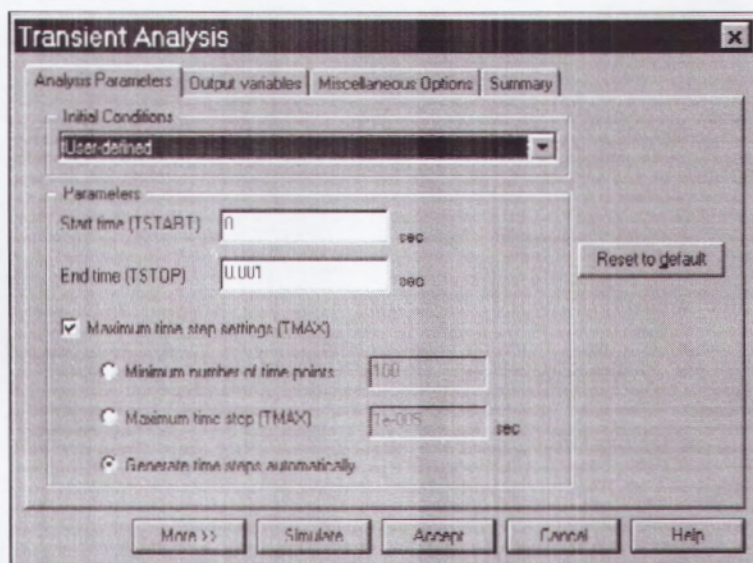


Figura 2.18 Opciones del menú

- El siguiente paso es indicar qué variables queremos simular. Para esto iremos al submenú OUPUT VARIABLES. Ver Figura 2.19.
- Las variables 1, 4 y 5 se refieren a las tensiones de estos nodos. Para saber el numero de un nodo determinado hay que “clicar” con el ratón dos veces encima de él.
- El siguiente paso es empezar la simulación. Para esto hay que hacer “clic” encima de “Simulate”.

- En la Figura 2.20 podemos ver el resultado de la simulación. Activando los cursores se abre una ventana pequeña en que se da información detallada de la señal.

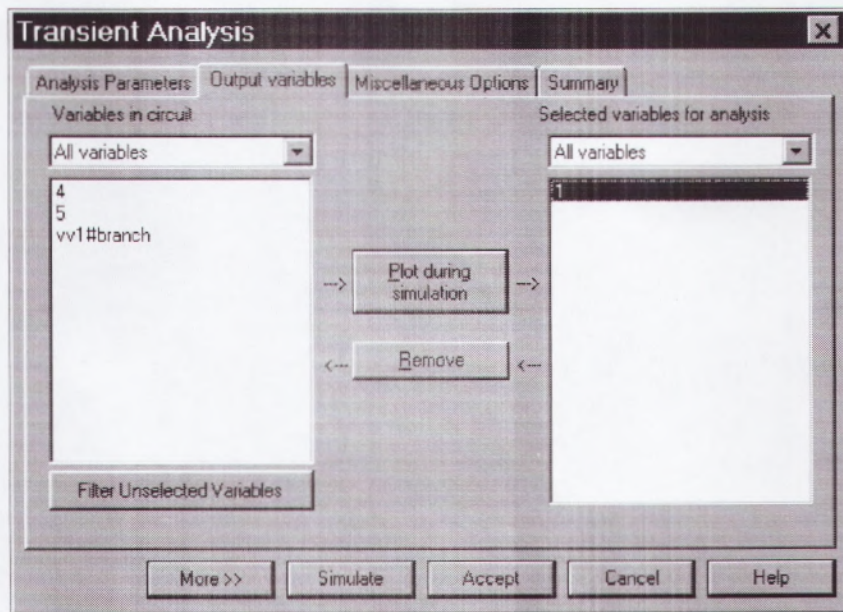


Figura 2.19 Selección de las variables a analizar

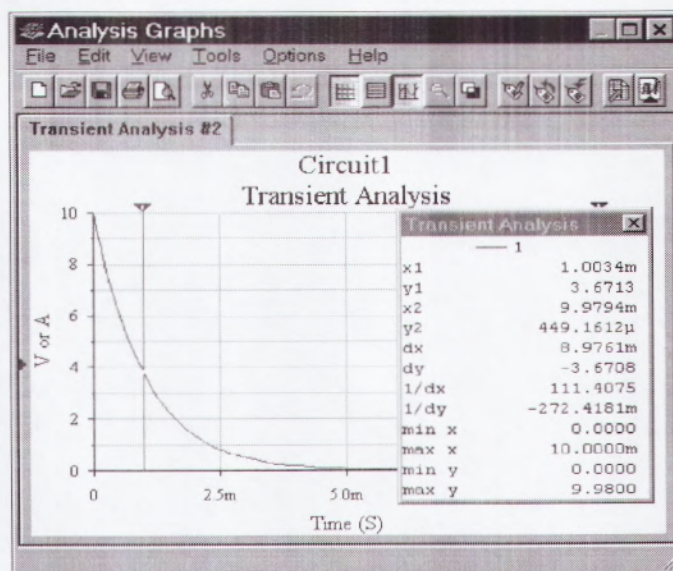


Figura 2.20 Resultado de la simulación

### 2.7.6.2 Carga de un condensador.

Primero se tiene que montar el circuito de la Figura 2.21.

Después se tienen que seguir los pasos del ejemplo anterior cambiando solo la opción "initial conditions". En este caso hay que escoger "set to zero" (Activadas a cero). Con esto indicamos que todas las condiciones iniciales del circuito queremos que sean cero, en nuestro caso la tensión del condensador.

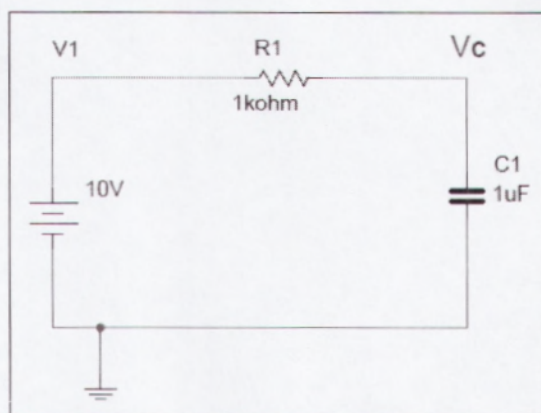


Figura 2.21 Circuito de carga de un condensador

La gráfica que se obtendrá será la que se muestra en la Figura 2.22.

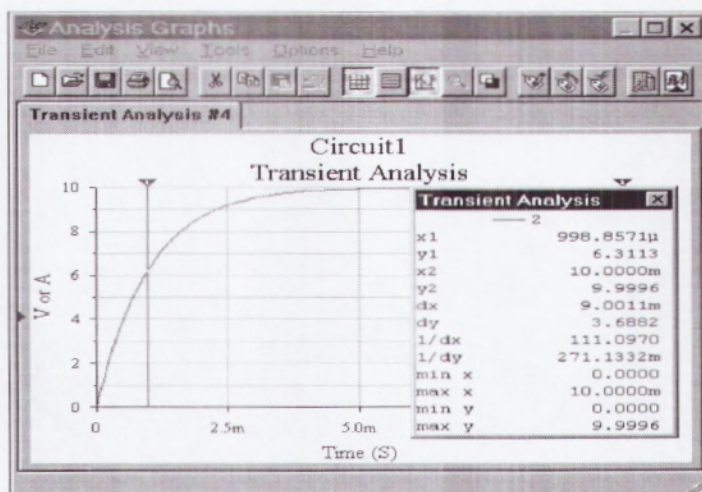


Figura 2.22 Gráfica de la carga de un condensador

## 2.8 ANÁLISIS DE LA RESPUESTA FRECUENCIAL DE UN CIRCUITO

Como ejemplo estudiaremos la repuesta frecuencial de un circuito RLC como el de la Figura 2.23.

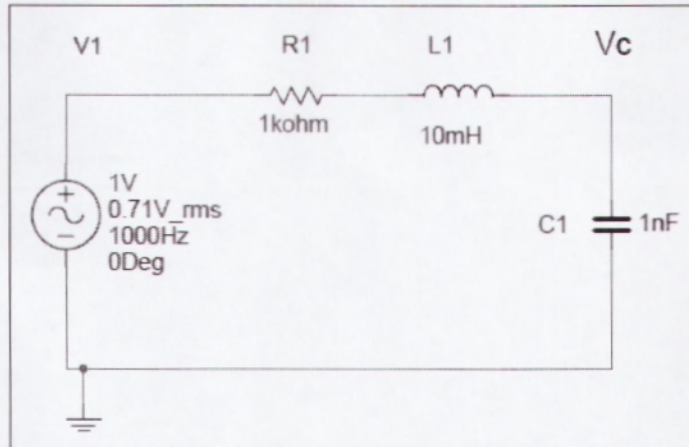


Figura 2.23 Circuito RLC para analizarlo en frecuencia

Lo que se quiere obtener es el diagrama de BODE de la función de transferencia  $V_c/V_1$ . El Multisim 2001 tiene dos formas para conseguirlo:

- Mediante “AC analysis”.
- Mediante el instrumento Bode plotter.

### 2.8.1 Estudio de la respuesta frecuencial con “análisis AC”

Se seguirán los siguientes pasos:

- Primero se montará el circuito de la Figura 2.23.
- Se seleccionará el submenú “AC Análisis”, el cual está dentro del menú “Simulate/Análisis”. La pantalla que saldrá será como la de la Figura 2.24.

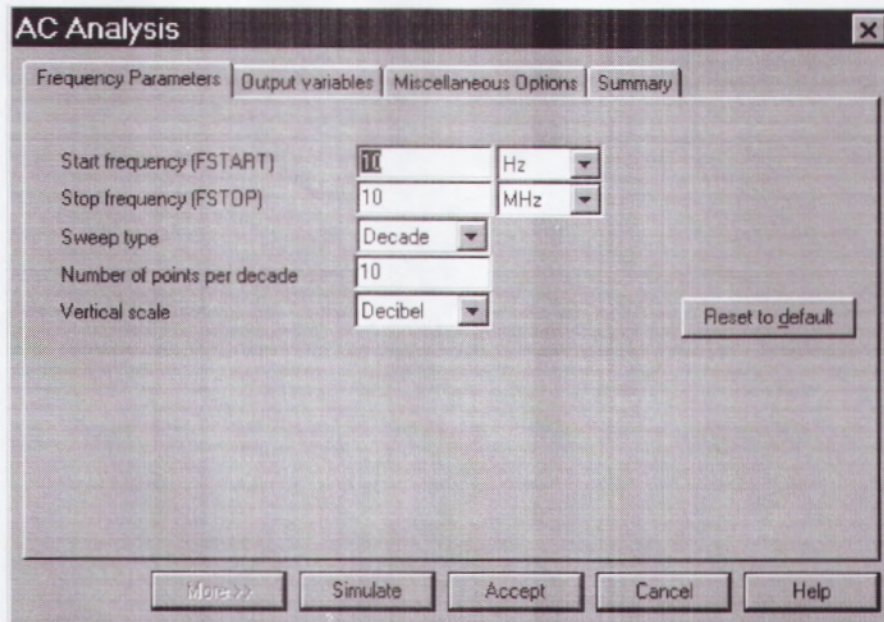


Figura 2.24 Menú de AC Análisis

- En la pantalla del menú se tienen que seleccionar los siguientes parámetros:
- “Start Frequency”: Frecuencia a la que queremos empezar hacer el análisis.
- “Stop Frequency”: Frecuencia final del análisis.
- “Sweep Type” : Tipo de representación del eje horizontal de las frecuencias.
- “Number points per decade”: Resolución con la que queremos realizar el análisis
- “Vertical scale”: Tipo de representación de la ganancia en el eje vertical: dB, lineal etc.
- Cuando ya se han seleccionado los parámetros se tiene que activar “Simulate”, para empezar la simulación. La pantalla que nos aparecerá será como la de la Figura 2.25.

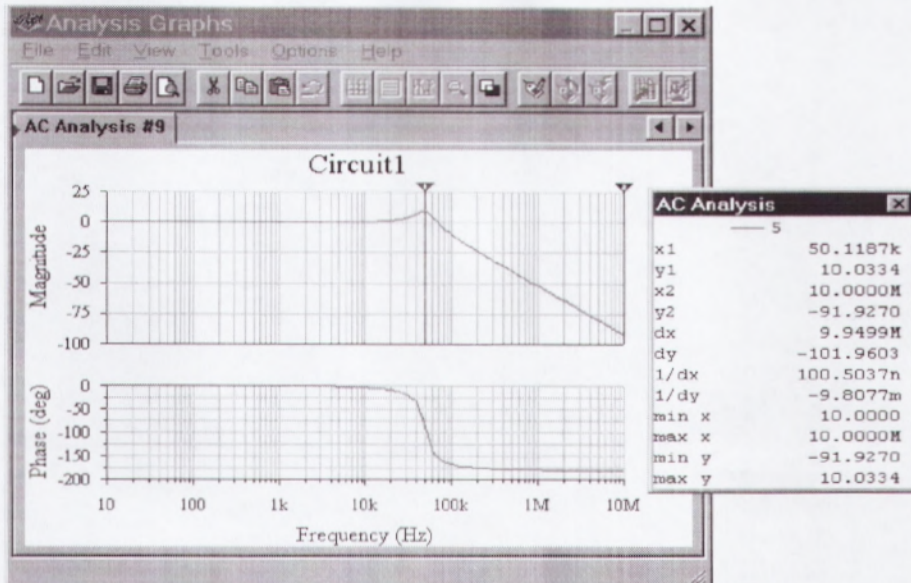


Figura 2.25 Resultado de la simulación con "AC Análisis"

Observando la respuesta frecuencial deducimos que el circuito es un filtro pasa-bajos de 2º orden y que tiene una frecuencia de resonancia de aproximadamente 50 kHz.

### 2.8.2 Estudio de la respuesta frecuencial con "Bode plotter"

El primer paso será conectar el instrumento "Bode plotter" tal como muestra la Figura 2.26.

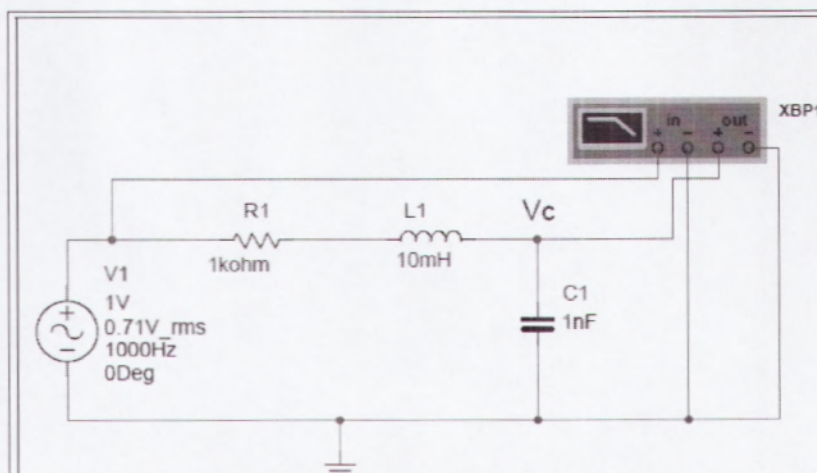


Figura 2.26 Conexión del Bode Plotter a un circuito.



El “bode plotter” tiene dos terminales para la entrada y dos para la salida.

- Después de conectar el instrumento hay que activar el interruptor “RUN” para realizar la simulación.
- Finalmente para ver el resultado se tiene que hacer “clic” dos veces encima del instrumento. La pantalla que saldrá será como la de la Figura 2.27.
- En dicha pantalla se pueden seleccionar los siguientes parámetros:
  - Representar la magnitud o la fase de la respuesta frecuencial.
  - El intervalo de frecuencias a estudiar.
  - El rango de la escala vertical de magnitud o fase.
  - El tipo de escala que se quiere utilizar: lineal o logarítmicas.
  - Se puede desplazar el cursor punto a punto.

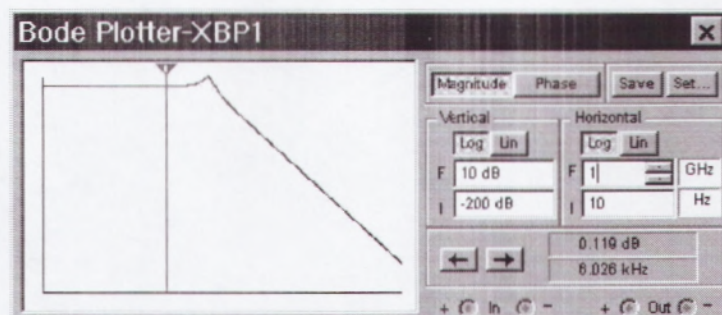


Figura 2.27 Pantalla del Bode Plotter

Se puede comprobar que con los dos métodos se obtiene el mismo resultado.

## 2.9 LABVIEW

En las diapositivas de powerpoint usamos LABVIEW para poder vincular estas a la interfaz del programa, ya que el software de MULTISIM no permite realizar esta función. Una vez vinculados los ejercicios podemos presentar en forma real el ejercicio y cambiar valores mientras se está simulando.

LabVIEW es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y Linux. La versión actual 8.6, publicada en agosto de 2008, cuenta también con soporte para Windows Vista.

Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación embebida. Un lema tradicional de LabVIEW es: "La potencia está en el Software", que con la aparición de los sistemas multinúcleo se ha hecho aún más patente.

Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otro campo. LabVIEW consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante -tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes.

### **2.9.1 Principales usos de Labview**

Es usado principalmente por ingenieros y científicos para tareas como:

- Adquisición de datos y análisis matemático
- Comunicación y control de instrumentos de cualquier fabricante
- Automatización industrial y programación de PACs (Controlador de Automatización Programable)
- Diseño de controladores: simulación, prototipaje rápido, hardware-en-el-ciclo (HIL) y validación
- Diseño embebido de micros y chips
- Control y supervisión de procesos
- Visión artificial y control de movimiento
- Robótica
- Domótica y redes de sensores inalámbricos

- En 2008 el programa fue utilizado para controlar el LHC, el acelerador de partículas más grande construido hasta la fecha.
- Pero también juguetes como el Lego Mindstorms o el WeDo lo utilizan, llevando la programación gráfica a niños de todas las edades.

### **2.9.2 Principales características de Labview**

Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer (programas) relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales.

También es muy rápido hacer programas con LabVIEW y cualquier programador, por experimentado que sea, puede beneficiarse de él. Los programas en LabView son llamados instrumentos virtuales (VIs) Para los amantes de lo complejo, con LabVIEW pueden crearse programas de miles de VIs (equivalente a millones de páginas de código texto) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, proyectos para combinar nuevos VIs con VIs ya creados, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación. El labView

7.0 introduce un nuevo tipo de subVI llamado VIs Expreso (Express VIs).

Estos son VIs interactivos que tienen una configuración de caja de diálogo que permite al usuario personalizar la funcionalidad del VI Expreso. El VIs estándar son VIs modulares y personalizables mediante cableado y funciones que son elementos fundamentales de operación de LabView.

Presenta facilidades para el manejo de:

- Interfaces de comunicaciones:
  - Puerto serie
  - Puerto paralelo
  - GPIB
  - PXI
  - VXI
  - TCP/IP, UDP, DataSocket
  - Irda
  - Bluetooth
  - USB
  - OPC
  
- Capacidad de interactuar con otros lenguajes y aplicaciones:
  - DLL: librerías de funciones
  - .NET

- ActiveX
  - Multisim
  - Matlab / Simulink
  - AutoCAD, SolidWorks, etc
- 
- Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales.
  - Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
  - Adquisición y tratamiento de imágenes.
  - Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior).
  - Tiempo Real estrictamente hablando.
  - Programación de FPGAs para control o validación.
  - Sincronización entre dispositivos.

### **2.9.3 Programación en LABVIEW**

LabVIEW constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para:

Aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.

- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.
- LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC.
- Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación.
- LABVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de Programación.
- LABVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.
- LABVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.

Como se ha dicho es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan,

facilitando su comprensión. Al tener ya pre-diseñados una gran cantidad de bloques, se le facilita al usuario la creación del proyecto, con lo cual en vez de estar una gran cantidad de tiempo en programar un dispositivo/bloque, se le permite invertir mucho menos tiempo y dedicarse un poco más en la interfaz gráfica y la interacción con el usuario final. Cada VI consta de dos partes diferenciadas:

- Panel Frontal: El Panel Frontal es la interfaz con el usuario, la utilizamos para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. Los usuarios podrán observar los datos del programa actualizados en tiempo real (como van fluyendo los datos, un ejemplo sería una calculadora, donde tu le pones las entradas, y te pone el resultado en la salida). En esta interfaz se definen los controles (los usamos como entradas, pueden ser botones, marcadores etc.) e indicadores (los usamos como salidas, pueden ser gráficas).
- Diagrama de Bloques: es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa --. Suele haber una tercera parte icono/conector que son los medios utilizados para conectar un VI con otros VIs.



En el panel frontal, encontraremos todo tipos de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal con controles y indicadores, donde estos elementos serán las entradas y salidas que interactuarán con la terminal del VI. Podemos observar en el diagrama de bloques, todos los valores de los controles e indicadores, como van fluyendo entre ellos cuando se está ejecutando un programa VI.

La Figura 2.28 muestra un Diagrama de Bloques de un programa en el que se genera un array de 100 elementos aleatorios, a continuación se hace la FFT de este array y se muestra en una gráfica:

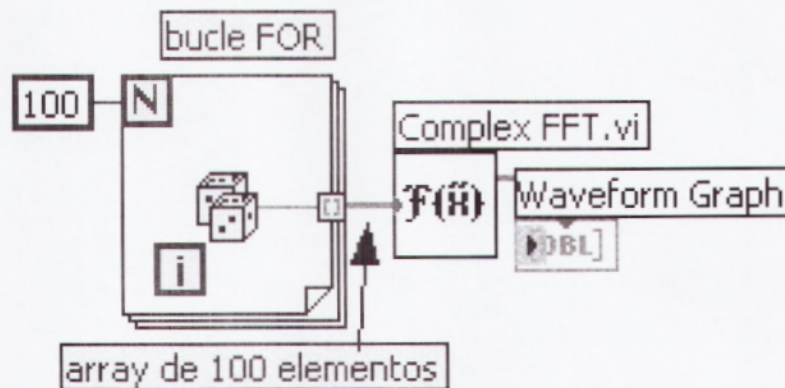


Figura 2.28 Icono de las Lista de Elementos

#### 2.9.4 Otras Alternativas

LabVIEW se puede usar para crear muchos tipos de programas sin estar enfocado a un ámbito en particular.

- Su alter ego es LabWindows/CVI de National Instruments lo cual permite de usar las mismas funcionalidades pero con la programación en lenguaje C y el acceso a las bibliotecas Win32 gracias al SDK de Windows.
- Las mismas funcionalidades de instrumentación, análisis y controles gráficos son también accesibles en Visual Basic, C++ o C# con Visual Studio gracias a Measurement Studio de National Instruments. Así, se puede disfrutar de la programación orientado a objetos y el framework .NET.
- Las otras alternativas van desde lenguajes genéricos como C o Visual Basic pero sin la ayuda de la bibliotecas de funcionalidades de National Instruments, a otras herramientas gráficas como HP-VEE, ahora Agilent-VEE.

#### 2.9.5 Historial

Fue en 1986 que la primera versión de LabVIEW se realiza sobre Macintosh. Se sigue un trabajo incesante para añadir funcionalidades:

- 1986 : LabVIEW 1.0, primera versión en Mac OS

- 1990 : LabVIEW 2.0, máximo aprovechamiento de los resultados
- 1992 : LabVIEW 2.5, primera versión en Windows 3.1 y Solaris
- 1993 : LabVIEW 3.0
- 1994 : LabVIEW 3.0.1, primera versión en Windows NT
- 1994 : LabVIEW 3.1
- 1995 : LabVIEW 3.1.1, integración del Application Builder (creación de archivos ejecutables)
- 1996 : LabVIEW 4.0
- 1997 : LabVIEW 4.1
- 1998 : LabVIEW 5.0, multitarea, contenedores ActiveX, asistente para la adquisición de dato (tarjetas de adquisición DAQ) e asistente para el control de instrumentos
- 1999 : LabVIEW 5.1, primera versión para Linux, primera versión de LabVIEW RT (Real Time)
- 2000 : LabVIEW 6.0, controles gráficos en 3D, referencias de controles
- 2001 : LabVIEW 6.1, mejoramiento y correcciones, primera versión en Palm OS
- 2003 : LabVIEW 7.0, VI Express, primera versión en Windows Mobile 2003
- 2004 : LabVIEW 7.1, traducción en francés, alemán y japonés

- 2005 : LabVIEW 8.0, Project Explorer, XControls, shared variables
- 2005 : LabVIEW 8.1, mejoramiento y correcciones
- 2006 : LabVIEW 8.20, Programación orientada a objetos
- 2007 : LabVIEW 8.5, primera versión del toolkit FPGA y del toolkit Statechart
- 2008 : LabVIEW 8.6, limpieza automática de los diagramas
- 2009 : LabVIEW 2009, MathScript RT, LabVIEW de 64 Bits, Recursividad Nativa, Orientación de Objetos en LabVIEW RT/FPGA, SSL (Seguridad) para Servicios Web, Limpieza Parcial de Diagrama de Bloques, Fácil Acceso a Archivos TDMS desde Microsoft Excel, Nuevos Controles de Visualización de Datos en 2D y 3D, Métricas de Complejidad de Código, Referencias de Datos, Acceso más Rápido a Archivos TDMS, Crear Montajes .NET, Herramientas de Réplica de Sistemas y VIs PDE (ecuación diferencial parcial)

## 2.10 EJERCICIOS TUTORIADOS

### EJERCICIO 1

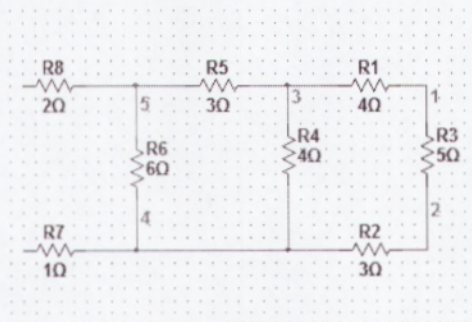


Figura 2.29 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.29 usamos los siguientes elementos:

- Resistencias

Primero lo que hacemos es hallar la resistencia equivalente que está en serie ( $R_2+R_3+R_1$ ) luego hallamos la resistencia equivalente en paralelo entre ( $R_2+R_3+R_1$ ) y  $R_4$ , otra vez realizamos lo que es la resistencia equivalente en serie luego hacemos nuevamente lo que es la resistencia equivalente en paralelo y por último se realiza la resistencia equivalente en serie y de esa forma hallamos la resistencia equivalente total

## EJERCICIO 2 - VOLTAJE Y CORRIENTE

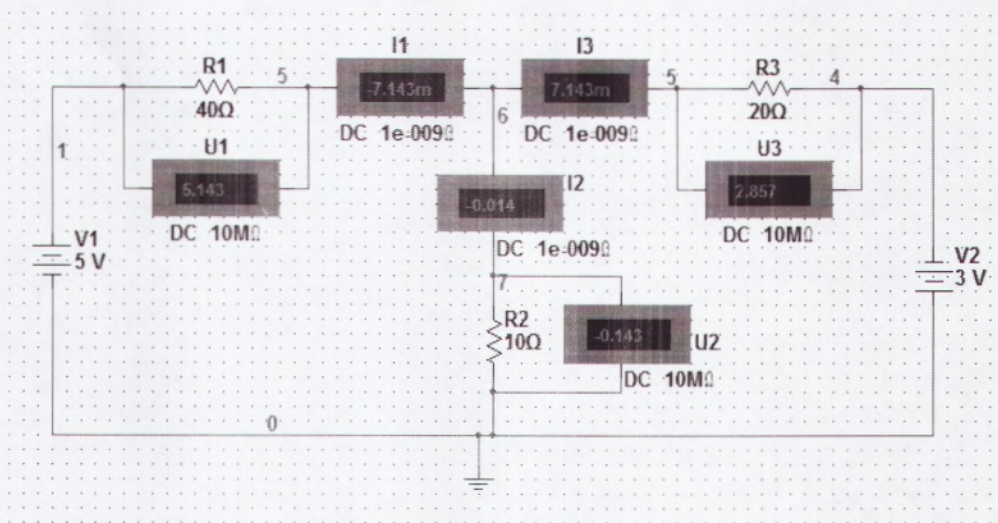


Figura 2.30 Voltaje y Corriente

En la Figura 2.30 podemos observar una malla compleja en la cual usamos los siguientes elementos como son fuentes de poder, resistencias, amperímetros y Multímetro. En este ejercicio realizamos las diferentes mediciones de voltaje (Multímetro) que pasan por las diferentes resistencias que hay en esta malla, y con el

(amperímetro) podemos medir los valores de las corrientes que pasan por cada una de las mallas.

Las corrientes y voltajes son mostradas en los respectivos medidores. Tanto el voltímetro como el amperímetro son encontrados directamente en el menú.

### EJERCICIO 3

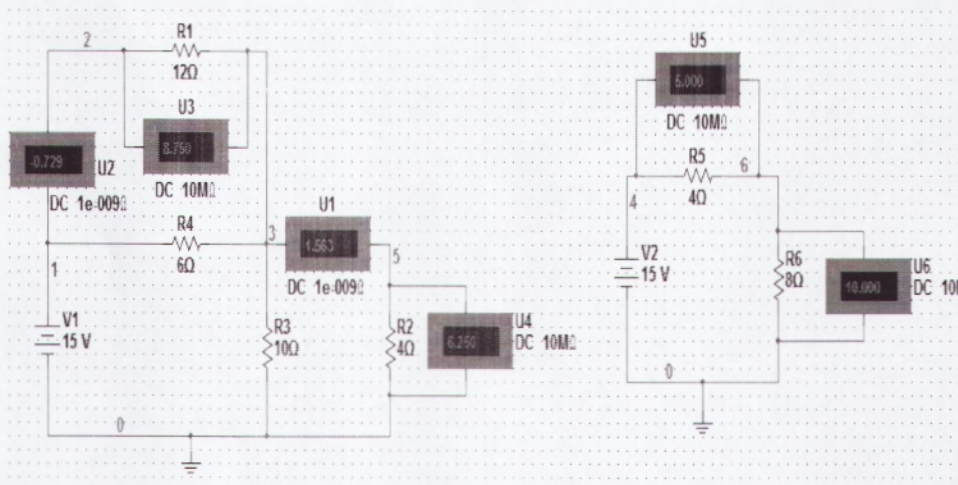


Figura 2.31 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.31 podemos observar que usamos los siguientes elementos como son: fuentes de voltaje, resistencias, amperímetros, multímetro etc. Usamos lo que es el concepto de divisor de voltaje para poder encontrar el voltaje 1y el voltaje 2 una vez que ya los hallamos el voltaje podemos sacar lo que es los diferentes valores de corrientes que pasan en la malla.

### EJERCICIO 4

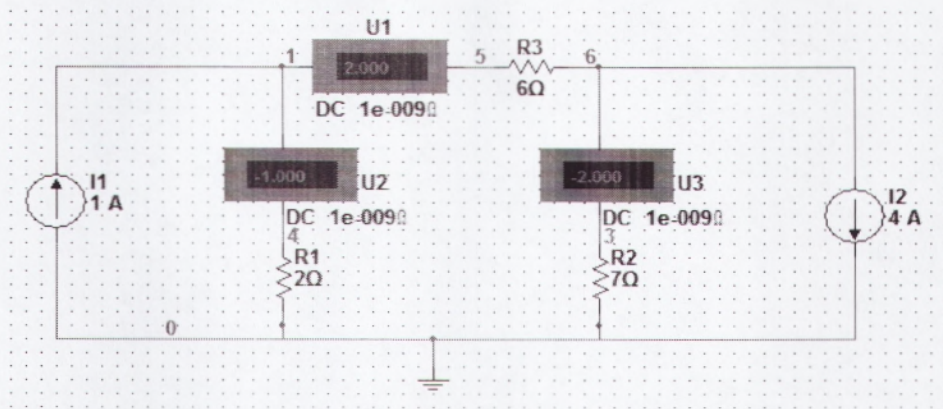


Figura 2.32 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.32 usamos los siguientes elementos como son resistencias amperímetros etc. Para sacar las corrientes usamos las leyes de Kirchhoff (ley de corriente) la corriente que entra es igual a las sumas de las corrientes que salen primero sacamos la corriente en el nodo uno luego en el nodo dos y una vez que obtengamos estos valores ahí podemos encontrar el valor del voltaje que hay en la malla.

## EJERCICIO 5

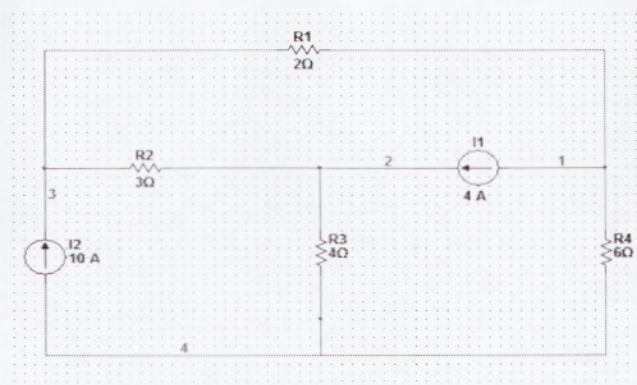


Figura 2.33 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.33 usamos los siguientes elementos que son:

- Resistencias
- Fuentes de corrientes

Este ejercicio lo podemos resolver mediante las leyes de Kirchhoff, usamos lo que es el análisis de nodos para lo que es el nodo 3, 2, 1 lo que debemos hacer es plantear las ecuaciones para cada nodo una vez ya planteada la ecuación lo que hacemos es tratar de hacer que las formulas dependan una de la otra así podemos sacar el voltaje total de la malla.

### EJERCICIO 6

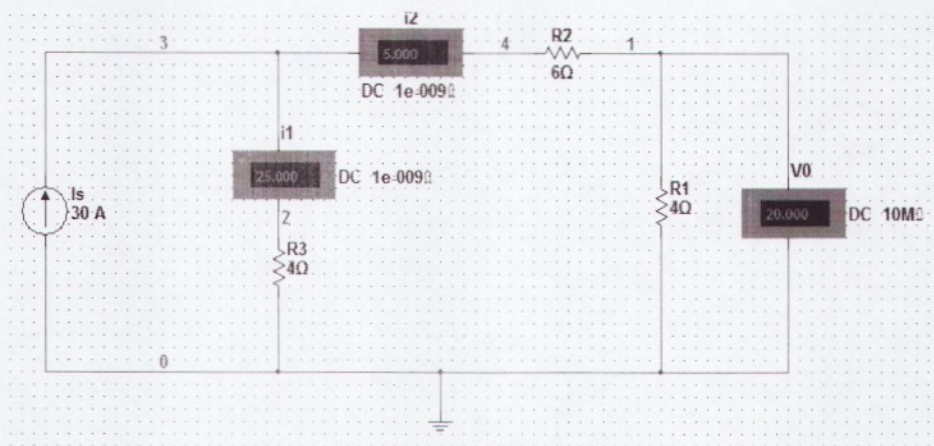


Figura 2.34 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.34 utilizamos los siguientes elementos:

- fuente de corriente
- amperímetro



- resistencias
- medidor de voltaje

Para obtener el valor de las corrientes, usamos la formula de divisor de corriente para poder obtener la corriente y voltaje total de la malla.

### EJERCICIO 7

En este ejercicio de la Figura 2.35 usamos los siguientes elementos:

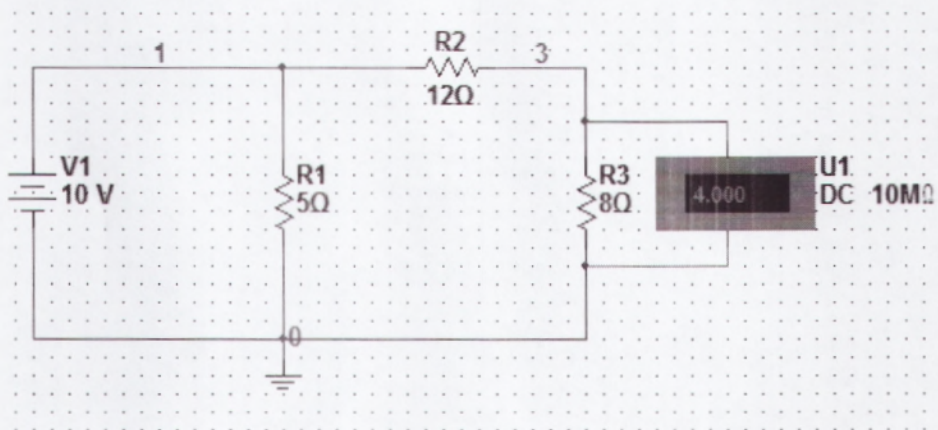


Figura 2.35 Voltaje y Corriente

- Resistencia
- Fuente de poder DC
- Voltímetro

Para poder calcular el  $V_o$  lo primero que debemos hacer es la reducción de resistencias en serie entre  $R_2$  y  $R_3$ . Luego el  $V$  esta en paralelo con las resistencias el voltaje es el mismo, calculamos la corriente en la resistencia  $R_2 + R_3$  una vez obtenida la corriente volvemos a poner las resistencias a su forma original y por medio de

la Ley de Ohm saco el valor de  $V_o$  conociendo el valor de la corriente de  $R_3$  y su resistencia.

### EJERCICIO 8

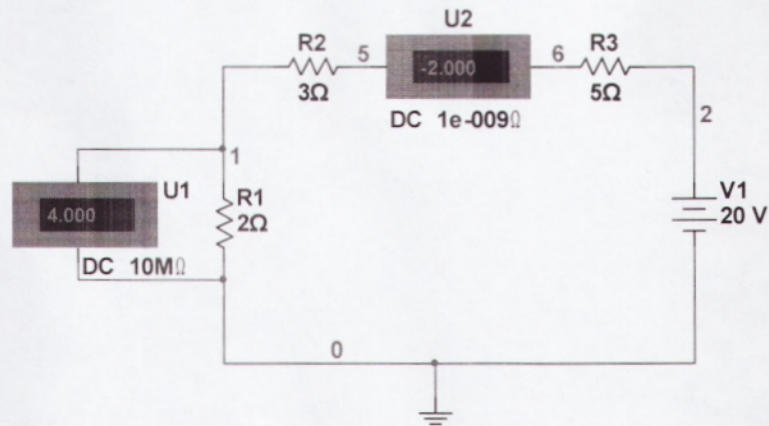


Figura 2.36 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.36 usamos los siguientes elementos:

- Resistencia
- Fuente de poder DC
- Voltímetro

Lo primero que hacemos es transformar la fuente de corriente a fuente de voltaje la misma que quedaría en serie con todas las resistencias del circuito. Aplicando la ley de Kirchhoff obtenemos el valor del voltaje.

## EJERCICIO 9

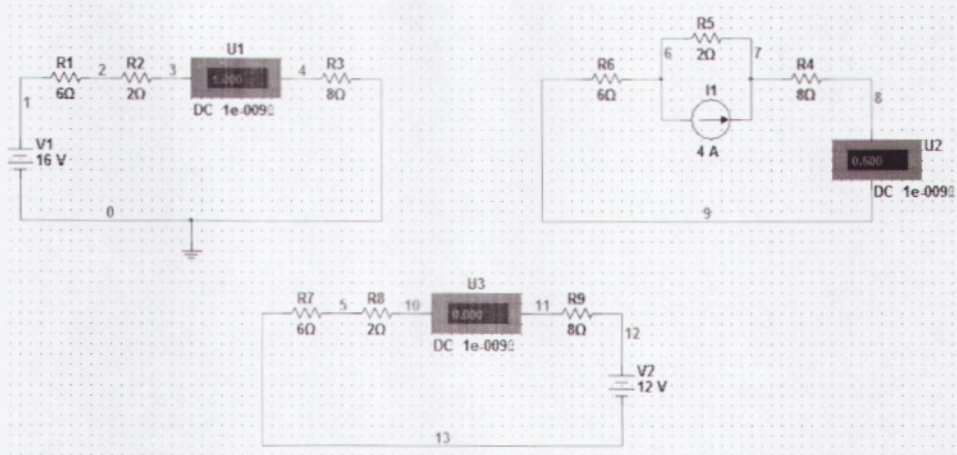


Figura 2.37 Voltaje y Corriente

En estos ejercicios de la Figura 2.37 usamos los siguientes elementos:

- Resistencias
- Voltímetro
- Fuente de voltaje
- Fuente de corriente

Para el primer circuito usamos lo que es un divisor de corriente en el cual consiste en el valor del voltaje (16) dividido para la suma de todas las resistencias (16) con ello obtenemos el valor de la corriente en esta malla (1A).

Para el segundo circuito usamos lo que es un divisor de corriente en el cual consiste en el valor del voltaje (2) dividido para la suma de todas las resistencias (16) y todo esto multiplicado por el valor de la

corriente (4A) con ello obtenemos el valor de la corriente en esta malla (0.5A).

Para el tercer circuito usamos lo que es un divisor de corriente el cual consiste al valor del voltaje (-12) dividido para la suma de todas las resistencias (16) con ello obtenemos el valor de la corriente en esta malla (-0.75A)

### EJERCICIO 10

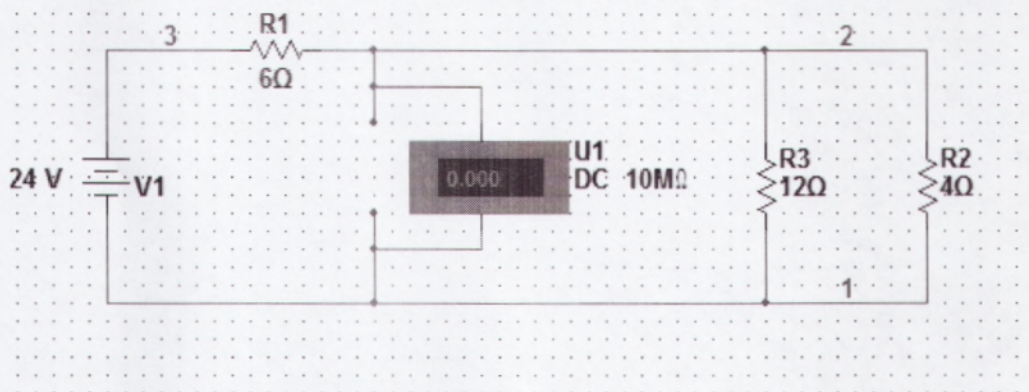


Figura 2.38 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.38 utilizamos los siguientes elementos:

- Fuentes de voltaje
- Resistencias
- Voltímetro

Lo primero que debemos hacer es hallar la resistencia equivalente entre R3 y R2 (3) luego hacemos lo que es un divisor de voltaje que es igual resistencia equivalente (3) dividido para la suma de las

resistencias (6+3) y todo esto lo multiplicamos por el valor del voltaje (24v) de ello obtenemos el voltaje  $V_c$  (8v).

### EJERCICIO 11

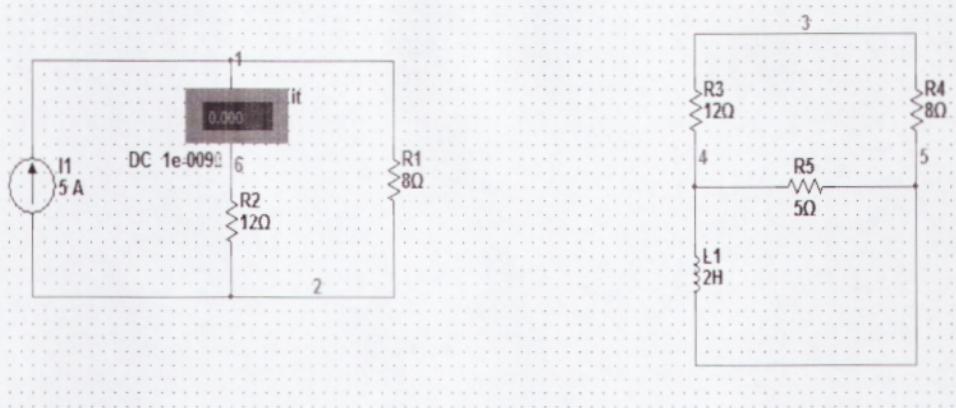


Figura 2.39 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.39 usamos los siguientes elementos:

- Resistencias
- Fuente de corriente
- Voltímetro

En este ejercicio podemos aplicar lo que es divisor de voltaje para poder hallar lo que es el voltaje que pasa por las resistencias en la malla.

## EJERCICIO 12

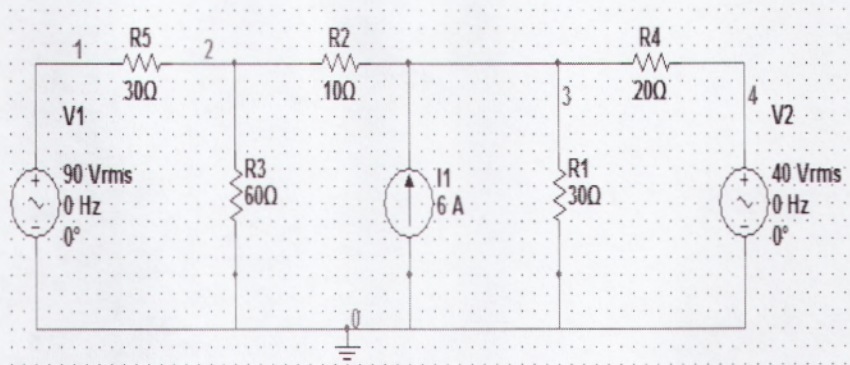


Figura 2.40 – voltaje y corriente

En este ejercicio de la Figura 2.40 usamos los siguientes elementos:

- Resistencia
- Fuente de voltaje
- Fuente de corriente

Para poder hacer este ejercicio debemos fijarnos que podemos aplicar el teorema de superposición para así poder hallar el valor del voltaje total que deseamos conocer.

## EJERCICIO 13

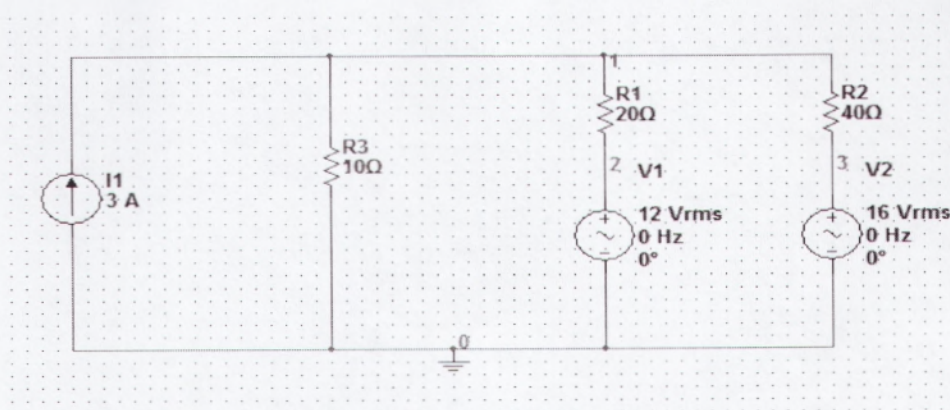


Figura 2.41 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.41 usamos los siguientes elementos que son:

- Resistencias
- Fuentes de corrientes
- Fuentes de voltaje

En este ejercicio lo primero que debemos hacer es hallar la corriente que pasa por las resistencias 20ohm y por la resistencia de 40 ohm luego aplicamos lo que es un divisor de corriente y ahí podemos hallara el valor del voltaje que deseamos saber.

#### EJERCICIO 14

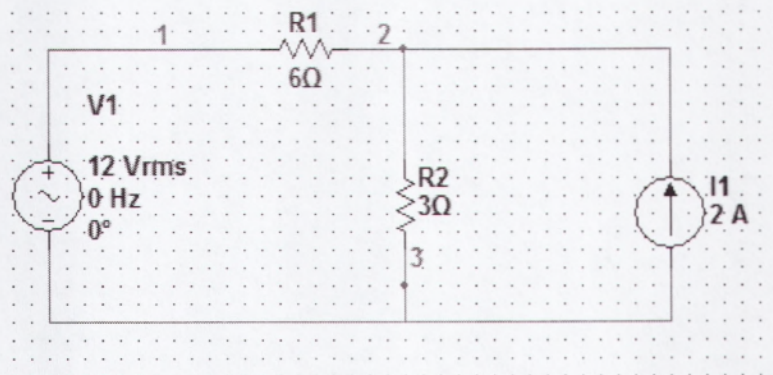


Figura 2.42 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.42 usamos los siguientes elementos como son:

- Fuente de voltaje
- Resistencia
- fuente de corriente

Lo que podemos realizar en este ejercicio es aplicar lo que es un divisor de voltaje de esta forma ahí podremos hallar el valor del voltaje que cruza por la fuente de corriente.

### EJERCICIO 15

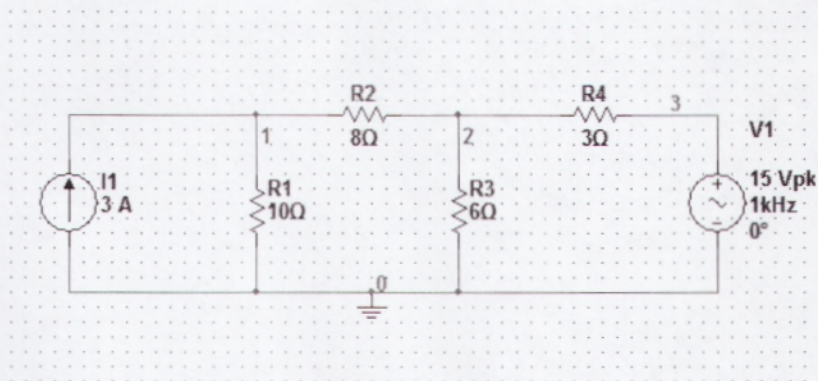


Figura 2.43 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.43 usamos los siguientes elementos que son:

- Fuente de corriente
- Fuente de voltaje
- Resistencias

Para poder realizar este ejercicio aplicamos lo que es divisor de voltaje y de ahí podremos hallar el valor total de voltaje de la malla.



## EJERCICIO 16

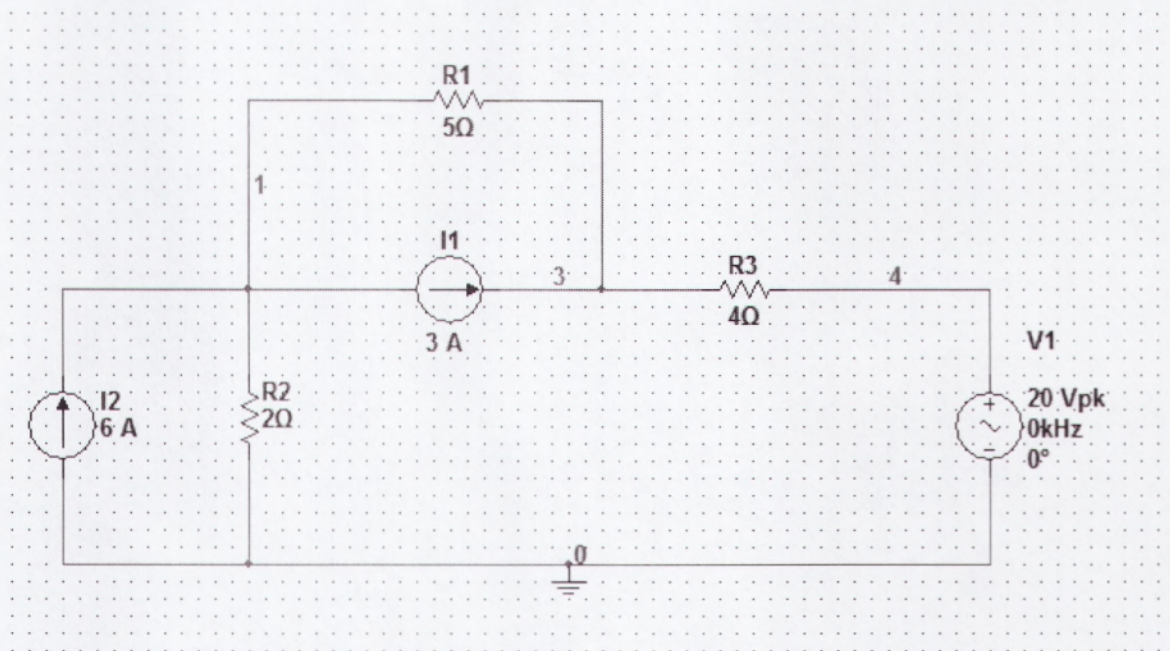


Figura 2.44 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.43 usamos los siguientes elementos:

- Fuentes de corrientes
- Resistencias
- Fuentes de voltaje

Para poder hallar la corriente que pasa por  $R_3$  debemos hacer lo que es un divisor de corriente y ahí nos queda un circuito sencillo en serie y podemos hallar la corriente que circula por la malla.

## EJERCICIO 17

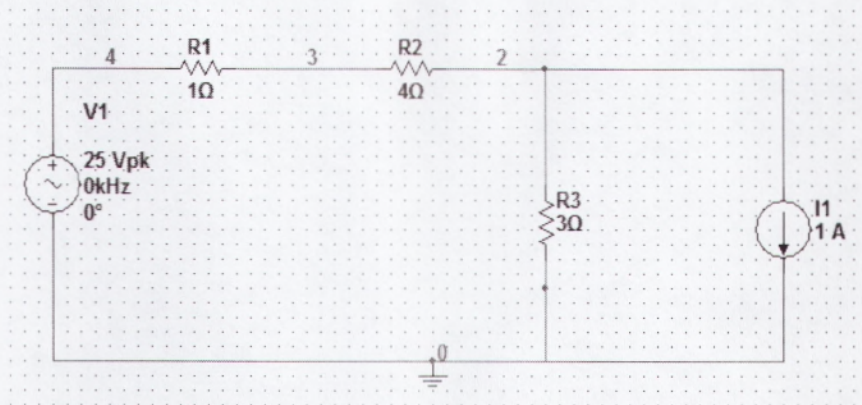


Figura 2.45 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.45 los siguientes elementos:

- Fuentes de voltaje
- Fuentes de corrientes
- Resistencias

En este ejercicio lo que hacemos es aplicar un divisor de voltaje y nos queda una sola malla sencilla ahí podremos sacar lo que es la corriente total de la malla.

## EJERCICIO 18

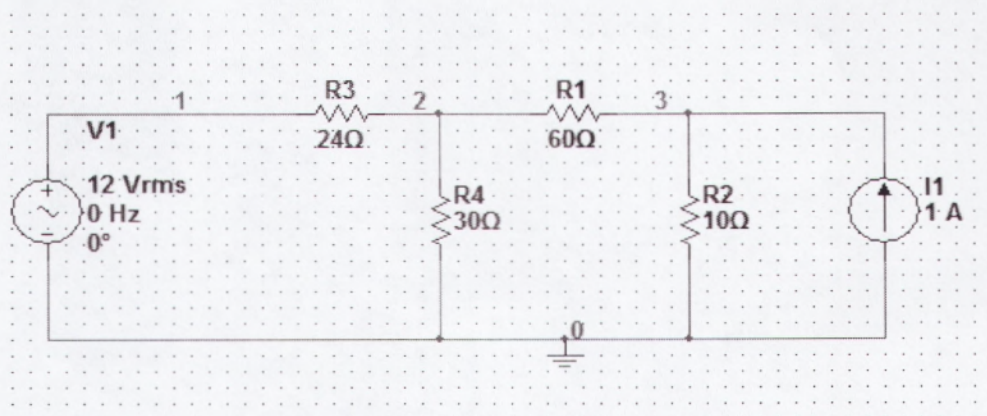


Figura 2.46 Voltaje y Corriente

En este ejercicio de la Figura 2.4 usamos los siguientes elementos:

- Fuentes de voltaje
- Resistencias
- Fuentes de corrientes

En este ejercicio también aplicamos lo que es un divisor de voltaje y nos queda una reducción de mallas sencillas y ahí podemos hallar el valor total de la corriente que circula en esta malla.

## CAPITULO 3

### 3.1 PIZARRA INTERACTIVA DIGITAL

La Pizarra Interactiva Digital es un elemento perfecto para el aula o en todas partes donde haya necesidad de la instrucción interactiva. Con tecnología avanzada infrarroja, esta pizarra es uno de instrumentos de enseñanza más simples y más poderosos disponibles. Los profesores pueden usar sus dedos para escribir o pueden usar las plumas suministradas (marcadores) de diferentes colores. Puede interactuar con cualquier aplicativo instalado en el computador.

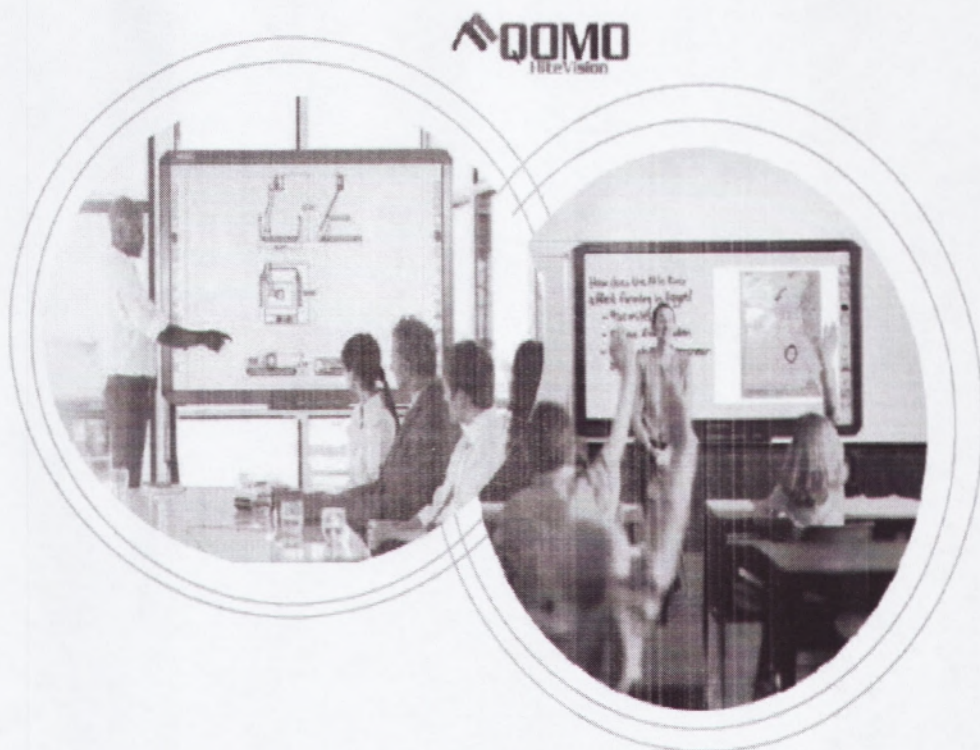


FIGURA 29

### 3.1.1 Características de la Pizarra Digital QOMO

- Usando la tecnología avanzada **Infrarroja**, la pizarra digital interactiva reconoce la pluma o reconocerá su dedo y con exactitud le rastreará en todas partes sobre la pantalla.
- La superficie es duradera, limpia fácilmente y es cubierta para proporcionar el fulgor mínimo.
- Ponga notas sobre cualquier aplicación y grabe su trabajo.
- Seleccione entre tres plumas diferentes con opciones ilimitadas de color.
- Los dedos o marcadores pueden ser usados como mouse para navegar por Internet o usar cualquier otro aplicativo instalado en el computador tales como Autocad, Visio, herramientas gráficas, Adobe Illustrator, etc.
- Se integra fácilmente en una red completa de conferencia
- Apoyos de edición en tiempo real sobre pantalla
- Herramientas gráficas le permiten hacer selección de fondos e introducir gráficas/imágenes personalizadas.
- Crear, corregir y anotar sobre el vídeo de movimiento vivo
- Soporta aplicaciones de terceros.
- Entrenamiento y upgrades gratis vía Web.
- Software en Español.

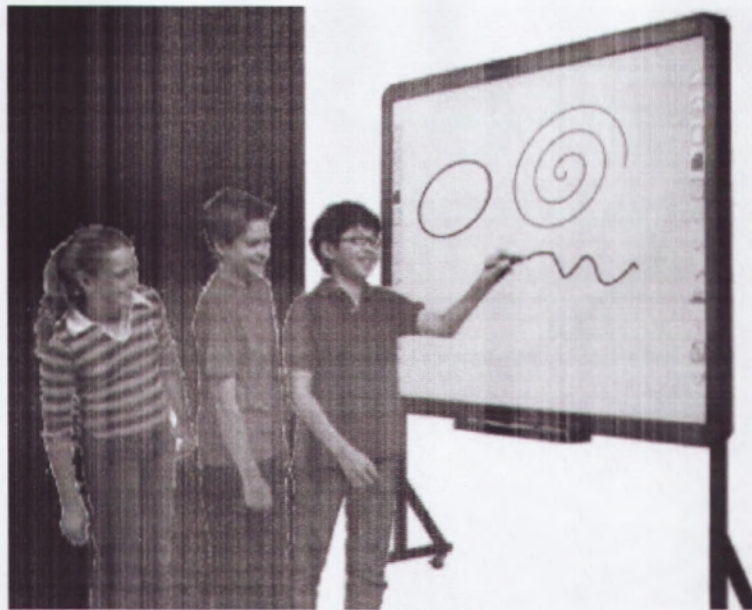


FIGURA 30

### 3.1.2 Especificaciones Técnicas de la Pizarra Interactiva QOMO

Modelo	Pizarra Digital 78 pulgadas QWB200	Pizarra Digital 88 pulgadas QWB300	Pizarra Digital 105 pulgadas Widescreen QWB100WS
Tecnología	Infrarrojo	Infrarrojo	Infrarrojo
Tamaño	78" Diagonal	88" Diagonal	105" Diagonal
Área de Proyección	75" (1139x1520mm)	86" (1741x1303mm)	91" (2013x1139mm)
Área Táctil	80" (1653x1159mm)	88" (1817x1323mm)	96" (2145x1159mm)
Dimensiones	1824x1301x38mm	1988x1465x38mm	2317x1301x38mm
Modo de Escribir	Pluma o Dedo	Pluma o Dedo	Pluma o Dedo
Hot Keys	Sí	Sí	Sí
Resolución	4096x4096	4096x4096	4096x4096
Velocidad de Responder	Primer Punto: 25ms, Continuo: 8ms	Primer Punto: 25ms, Continuo: 8ms	Primer Punto: 25ms, Continuo: 8ms
Velocidad del Cursor	120 pulgadas/S	120 pulgadas/S	120 pulgadas/S
Precisión Coordinada	3mm	3mm	3mm
Consumo de Energía	< 4V	< 4V	< 4V
Cociente de Aspecto	4:03	4:03	16:09
Conexión	USB	USB	USB
Sistema Operativo	Windows 2000/XP/Vista/7 32-bit	Windows 2000/XP/Vista/7 32-bit	Windows 2000/XP/Vista/7 32-bit
Temperatura de Operación	-15° ~ 50°C	-15° ~ 50°C	-15° ~ 50°C
Humedad de Operación	20% ~ 90%	20% ~ 90%	20% ~ 90%
Temperatura de Almacenaje	-20° ~ 55°C	-20° ~ 55°C	-40° ~ 50°C
Humedad de Almacenaje	10% ~ 95%	10% ~ 95%	20% ~ 90%
Dimensiones del Embalaje	2040x1520x200mm	2040x1520x200mm	2522x1500x170mm
Peso Neto	26kg	30kg	30kg
Peso Bruto	34kg	40kg	40kg
Accesorio	Estándar: 3 Plumas Interactivas (rojo, negra, azul), Borrador, Bandeja de Plumas	Estándar: 3 Plumas Interactivas (rojo, negra, azul), Borrador, Bandeja de Plumas	Estándar: 3 Plumas Interactivas (rojo, negra, azul), Borrador, Bandeja de Plumas

TABLA 1

### 3.2 EL APRENDIZAJE HITEBOARD QOMO-Una guía didáctica

#### A. Calibración

Una vez que el Hiteboard está montado y el software está instalado, el siguiente paso es activar el proyector LCD y alinear el puntero de Windows con el lápiz electrónico. Este proceso se conoce como la alineación de calibración. El proceso de calibración, es necesario cada vez que el proyector LCD y el conjunto es Hiteboard en marcha o se mueve y el puntero del lápiz de Windows y electrónicos se han convertido en mal alineados.





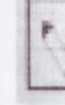
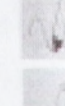
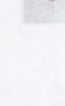
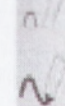

Siga los pasos siguientes para calibrar:

1. Conecte y encienda el proyector LCD y el ordenador.
2. Conecte el cable USB tanto a la tarjeta y la computadora.
3. Asegúrese de que el "moño" icono en la bandeja QOMO dice "conectado".
4. Asegúrese de que la imagen proyectada no se solapa con la "tecla de acceso directo" iconos a ambos lados de la Hiteboard. Hay marcas en la esquina superior izquierda e inferior derecha del tablero para la alineación.
6. Acceda a la utilidad de calibración pulsando la tecla "pajarita" icono.
7. Calibre de Prensa".
8. Haga clic en el centro de los cuatro puntos que aparecen.

## B. Teclas rápidas

Situado a ambos lados de la junta directiva de acceso fácil, simplemente haga clic sobre un icono para activar una tecla de acceso directo.

Son los siguientes:

1. Página anterior 
2. Página siguiente 
3. Nueva página Blanco 
4. Nueva página Negro 
5. Anotar 
6. Thin Line 
7. Mediano Línea 
8. Línea gruesa 
9. Guardar Archivo 



10. Deshacer



11. Goma de borrar



12. Activar Aplicación



### **C. Botón Izquierdo del Mouse**

Use su dedo, un lápiz, o en el tubo y tocar la placa para producir un clic izquierdo del ratón.

### **D. Botón Derecho del Mouse**

Use su dedo, un lápiz, o en el tubo y tocar la placa y mantener durante 3 segundos para producir un clic derecho del ratón.

### **E. Doble Clic**

Use su dedo, un lápiz, o en el tubo y tocar la placa y luego de vuelta fuera del tablero y tocar de nuevo dentro de uno o dos segundos.

### **F. Elegir una Pluma Para Escribir (Anotar)**

Pulse sobre uno de los tres iconos de la pluma en la franja de teclas de acceso directo y escribir.

## **G. Borrar**

Pulse en el icono de goma en la Franja de teclas de acceso directo y luego seguir adelante y borrar su escritura con el dedo, la pluma o la varita.

## **H. De Ahorro de su Escritura**

Abrir el flujo! Obras y escribir en una página en blanco. Pulse el botón de inicio en la barra de herramientas y haga clic en "Guardar como" y usted puede guardar todos sus trabajos. Ello contribuirá a salvar como un archivo de HHT.

### **3.3 LA TABLETA INALÁMBRICA QIT30**

La Tableta inalámbrica QIT30 RF es un gran avance en tecnología interactiva.

Todas las demás tabletas inalámbricas que se venden actualmente usan la tecnología "Blue Tooth" diseñada para teléfonos celulares, impresoras y otros objetos de corto alcance, no los productos interactivos. El diseño exclusivo de la QIT30 resuelve todos esos problemas utilizando la misma tecnología RF de 2.4 GHz que usan los productos de red inalámbricos de largo alcance.

### 3.3.1 Características del Tablet QIT30



Fig. 31 Tablet QIT 30

- Hasta 25 horas de funcionamiento continuo sin cable
- Fácil recarga de batería mediante la computadora por USB
- 16 teclas de macro programables
- Panel indicador de estado LCD incorporado
- Ahorro de energía: encendido/apagado automático del lápiz para prolongar la vida de la batería
- El lápiz usa baterías AAA estándar
- Amplia área de trabajo A5 de alta resolución
- Funciona con todas las cámaras de documentos y aplicaciones firewire
- Instalación rápida y fácil
- Soporta pares múltiples de hasta 30 aparatos
- Teclas intuitivas expresas que controlan el avance/retroceso de páginas
- Exporta notas y anotaciones en varios formatos de archivo

- Usa una batería Nokia™ de teléfono celular de bajo costo no patentada y recargable
- Se pueden conectar hasta 30 tabletas a la vez.

### 3.3.2 Especificaciones Técnicas del Tablet QIT30

Solución	RF inalámbrica de 2.4G
Resolución	2000pi
Velocidad de informe	120 rps
Presión del lápiz	1024 niveles
Llave macro	16( Parte superior del área activa)
Tecla caliente	Avance / retroceso de página, control de volumen
Tipo de LCD	LCD TN
Tamaño de LCD	0.7" x 1.63"(17,7mm x 40,9mm)
Contenido del ícono de LCD	Estado de la batería -- 4 niveles modo carga/conexión /estado de energía/ indicador de ajuste de volumen /indicador de canal
Característica	Par múltiple (1-30 o más)
Tipo de batería	Nokia BL5C de litio-ión recargable
Capacidad de la batería	850Ma
Duración de la batería	25 horas
Fuente de energía	Carga USB / Carga USB más adaptador M3A-020 5V
Requisito del lápiz	1 AAA
Botón de encendido	Botón de energía eléctrica
Consumo de energía	Máx. 50 Ma (Modo funcionamiento)
Dispositivo de seguridad receptor	tipo delgado (se puede almacenar en la tableta)
Sistema operativo	Microsoft Windows 2000/XP/Vista,MacOX 10.2.8 o superior
Área activa	7.8" x 5.9" (19.9cm x 15.0cm)
Tamaño	10.9" x 11.1" x 0.8" (27.8cm x 28.2cm x 2cm)
Peso (incluyendo la batería)	1.22lbs. (612g)

Tabla 2. Especificaciones Técnicas

## **BIBLIOGRAFIA:**

- FUNDAMENTOS DE CIRCUITO ELECTRICO; de Alexander Sadiku.
- MANUAL DE SOFTWARE, de Multisim.
- MANUAL DE SOFTWARE, de Labview.
- GUIA DE USUARIO DE PANTALLA INTERACTIVA, de QOMO

## CONCLUSIONES

- El software Multisim V10.0 permite que el estudiante tenga una mejor formación en el laboratorio de circuito
- Es una herramienta que conjunto a la teoría va a servir de mucho al estudiante a entender el funcionamiento de cada uno de los componentes del circuito y a su vez simular las eventuales fallas que podrían ocasionarse en el procedimiento del ejercicio.
- Una herramienta eficaz y fácil de usar

## RECOMENDACIONES

- Que cada clase teórica que el estudiante reciba vaya conjunta con la práctica sustentada y simulada en el laboratorio de digitales con el software de Multisim V10.0.
- Que los profesor que dan las cátedras de circuitos y de Laboratorio de circuitos tomen consideración el manual de prácticas tutoriadas para que sea un nuevo método de estudio en beneficio para el estudiante.

## INDICE DE FIGURAS

### Descripción del programa multisim y sus elementos

2.1 Figura de barra de herramientas	15
2.2 Figura de Panel de Menú	16
2.3 figura Parametros de resistencia	17
2.4 Figura para dibujar un Circuito	17

### Medidas con el multímetro

Fig. 2.4 Conexión del multímetro para medir resistencias	17
Fig. 2.5 Resistencia equivalente entre los terminales A y C.	18
Fig. 2.7 Forma de conectar el multímetro para medir la resistencia equivalente del circuito 7	19

### Medida de tensiones

Fig. 2.8 Conexión del multímetro para medir tensiones	20
---	----

### Medida de intensidades

Fig. 2.9 Conexión del multímetro para medir intensidades.	20
Fig. 2.10 Circuito RC alterna	21
Fig. 2.11 Conexión del osciloscopio	22
Fig. 2.12 Selección del color del canal del Osciloscopio	23
Fig. 2.13 Pantalla del osciloscopio	24
Fig. 2.14 Cursores del osciloscopio.	25

### Descarga de un condensador

Fig. 2.15 Circuito de descarga de un condensador	26
Fig. 2.16 Menú de análisis de transitorios	27
Fig. 2.17 Opciones del menú	28
Fig. 2.18 Selección de las variables a analizar	29
Fig. 2.19 Resultado de la simulación	29
<b>Carga de un condensador</b>	<b>30</b>
Fig. 21 Circuito de carga de un condensador	30
Fig. 22 Gráfica de la carga de un condensador	30
<b>ANÁLISIS DE LA RESPUESTA FRECUENCIAL DE UN CIRCUITO</b>	
Fig. 2.22 Circuito RLC para analizarlo en frecuencia	31
<b>Estudio de la respuesta frecuencial con "AC análisis"</b>	
Fig. 2.23 Menú de AC Análisis	32
Fig. 2.24 Resultado de la simulación con "AC Análisis"	33
<b>Estudio de la respuesta frecuencial con "Bode plotter"</b>	<b>33</b>
Fig. 2.25 Conexión del Bode Plotter a un circuito.	33
Fig. 2.26 Pantalla del Bode Plotter	34
Fig. 2.27 Icono Lista de Elementos	34
<b>Ejercicio Tutoriados</b>	
Fig. 2.28 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	45
Fig. 2.29 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	46
Fig. 2.30 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	47
Fig. 2.31 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	48
Fig. 2.32 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	48
Fig. 2.33 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	49
Fig. 2.34 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	50
Fig. 2.35 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	51
Fig. 2.36 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	52
Fig. 2.37 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	53
Fig. 2.38 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	54



Fig. 2.39 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	55
Fig. 2.40 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	55
Fig. 2.41 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	56
Fig. 2.42 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	57
Fig. 2.43 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	58
Fig. 2.44 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	59
Fig. 2.45 Ejercicio Tutoriado Voltaje y Corriente	59
Fig. 3.1 Logo pizarra Digital	61
Fig. 3.2 Características Técnicas de la Pizarra Interactiva QOMO	63
Fig. 3.3 Características del Tablet QIT 30	68

## **INDICE DE TABLAS**

3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PIZARRA QOMO	63
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TABLET QIT30	69