



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL.

## TEMA:

"SIMULACIÓN DE CIRCUITOS DE ACOPLAMIENTO CON CARGA RESISTIVA EN CORRIENTE CONTINUA, MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE MULTISIM"

INFORME TÉCNICO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL.

**AUTOR:** Darwin Efrén Macanchí Jiménez.

**DIRECTOR:** Ing. Luis Alberto Yunga Herrera, Mg. Sc.

Loja-Ecuador  
2012

# CERTIFICACIÓN

Ing. Luis Alberto Yunga Herrera, Mg. Sc.

**DOCENTE DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA; Y DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO.**

## **CERTIFICA:**

Que el trabajo de investigación titulado **“SIMULACIÓN DE CIRCUITOS DE ACOPLAMIENTO CON CARGA RESISTIVA EN CORRIENTE CONTINUA, MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE MULTISIM”**, desarrollado por el señor Darwin Efrén Macanchí Jiménez, previo a optar el grado de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial ha sido realizado bajo mi dirección, mismo que cumple con los requisitos de grado exigidos en las Normas de graduación, por lo que autorizo su presentación ante el tribunal de grado.

Loja, marzo del 2012

Ing. Luis Alberto Yunga Herrera, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO.**

# **AUTORÍA**

Todos los conceptos, opiniones, ideas, cálculos y resultados vertidos en el siguiente trabajo de investigación son de absoluta responsabilidad del autor.

**Darwin Efrén Macanchí Jiménez**  
**AUTOR**

# **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado de manera muy especial a mi madre por ser un puntal muy importante para alcanzar mis metas, así como también a mi esposa y mi hijo quienes son el motivo de todo mi esfuerzo.

**Darwin Efrén Macanchí Jiménez**

# **AGRADECIMIENTO**

Extiendo mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, a los docentes de la carrera de Tecnología en Electricidad y Control Industrial por abrirme las puertas del conocimiento, y de esta manera fueron parte en el desarrollo de mi formación profesional.

Así mismo mi agradecimiento muy especial al Ing. Luis Alberto Yunga Herrera por su gran apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo investigativo y a todas las personas que han colaborado para culminar mi formación universitaria.

**AUTOR**

## ÍNDICE GENERAL

| CONTENIDOS                              | PÁG. |
|---|------|
| Portada.....                            | i    |
| Certificación.....                      | ii   |
| Autoría.....                            | iii  |
| Dedicatoria.....                        | iv   |
| Agradecimiento.....                     | v    |
| Índice.....                             | vi   |
| 1. Resumen.....                         | 9    |
| 1. Summary.....                         | 11   |
| 2. Introducción.....                    | 13   |
| 3. Descripción Técnica y Utilidad.....  | 15   |
| 3.1. Ni Multisim 11.0 .....,.....       | 15   |
| 3.2. Computadora.....                   | 16   |
| 4. Materiales.....                      | 17   |
| 4.1. Computadora.....                   | 17   |
| 4.2. Software Multisim.....             | 17   |
| 5. Proceso Metodológico Utilizado ..... | 20   |
| 6. Resultados.....                      | 24   |

|  |    |
|--|----|
| 6.1. Guía experimental de las prácticas propuestas para la simulación en el software Multisim..... | 20 |
| Práctica N°1 Medición de Voltajes, Corrientes y Resistencias.....                                  | 25 |
| Práctica N°2 Ley de Ohm con Fuente de Tensión Variable y Carga Constante.....                      | 28 |
| Práctica N°3 Conexión de Circuito en Serie.....  | 31 |
| Práctica N°4 Circuito Divisor de Voltaje sin Carga.....  | 34 |
| Practica N°5 Conexión de Circuito en Paralelo.....   | 37 |
| Practica N°6 Divisores de Voltaje con Carga.....   | 40 |
| Practica N°7 Conexión de Circuito Serie-Paralelo.....  | 43 |
| Practica N° 8 Circuito Divisor de Corriente con Carga.....   | 47 |
| Practica N° 9 Transferencia Máxima de Potencia.....  | 49 |
| 6.2. Guía experimental de las prácticas propuestas para la simulación en el software Multisim..... | 52 |
| Práctica N°1 Medición de Voltajes, Corrientes y Resistencias.....                                  | 53 |
| Práctica N°2 Ley de Ohm con Fuente de Tensión Variable y Carga Constante.....                      | 60 |
| Práctica N°3 Conexión de Circuito en Serie.....  | 65 |
| Práctica N°4 Circuito Divisor de Voltaje sin Carga.....  | 71 |
| Practica N°5 Conexión de Circuito en Paralelo.....   | 76 |

|  |     |
|--|-----|
| Practica N°6 Divisores de Voltaje con Carga.....           | 81  |
| Practica N°7 Conexión de Circuito Serie-Paralelo.....      | 85  |
| Practica N° 8 Circuito Divisor de Corriente con Carga..... | 95  |
| Practica N° 9 Transferencia Máxima de Potencia.....        | 102 |
| 7. Conclusiones.....                                       | 109 |
| 8. Recomendaciones.....                                    | 110 |
| 9. Bibliografía.....                                       | 111 |
| 10. Anexos.....  | 112 |
| Anexo 1 Proyecto de Trabajo Práctico.....                  | 112 |
| Anexo 2 Simbología.....                                    | 141 |
| Anexo 3 Fotos.....   | 143 |



## **1. RESUMEN.**

El tema elegido para elaborar este trabajo es "SIMULACIÓN DE CIRCUITOS DE ACOPLAMIENTO CON CARGA RESISTIVA EN CORRIENTE CONTINUA, MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE MULTISIM", previo a la obtención del grado de tecnólogo en electricidad y control industrial.

Dicho tema fue elegido y desarrollado siguiendo los parámetros establecidos por la universidad para de esta forma satisfacer las inquietudes del estudiante sobre el manejo de este software muy importante para el buen desempeño profesional.

Para satisfacer todas estas inquietudes me propuse dos objetivos generales: Simular circuitos con cargas resistivas en corriente continua mediante el uso del software Multisim, y, realizar una guía de prácticas acordes a la normativa institucional, en donde se describan los resultados de la simulación.

Dichos objetivos fueron cumplidos al final de este trabajo, y para poder llegar a esta meta propuesta tuve dos métodos como herramienta principal estos son:

El método analítico, porque descomponemos nuestras ideas sobre las simulaciones ¿De qué se trata?, ¿Cómo funcionan?, ¿para qué nos sirven? Todo esto para poder entenderla y explicarla. Y otro método muy importante y muy utilizado es el método experimental por medio del cual se trató de explicar la relación entre causa-efecto es decir por medio de la simulación se demostró el funcionamiento de ciertos circuitos, así también se utilizó la técnica de la observación, esta técnica sirvió de mucho para poder verificar circuitos eléctricos y aplicarlos en las simulaciones con el software Multisim.

Cada práctica está con todos los puntos correspondientes: Tema, Objetivos, Materiales y Equipos, Esquemas, Sistema Categorial, Desarrollo, Preguntas de Control y Bibliografía.

Este trabajo también contiene las respectivas conclusiones basadas en los objetivos generales y de las prácticas que más se destacan, y recomendaciones sobre el uso de este software, y al final de la misma.

## **1. SUMMARY.**

Is the elected topic to elaborate this work? SIMULATION OF CIRCUITS OF JOINING WITH LOAD RESISTIVA IN CONTINUOUS CURRENT, BY MEANS OF THE USE OF THE SOFTWARE MULTISIM", previous to the obtaining of technologist's grade in electricity and industrial control.

This topic was chosen and developed following the parameters settled down by the university for this way to satisfy the student's restlessness on the handling of this very important software for the good acting professional.

To satisfy all these restlessness I intended two general objectives: To simulate circuits with loads resistivas in continuous current mediates you the use of the software Multisim, and, to carry out a guide of in agreement practices to the normative one institutional where the results of the simulation are described.

This objectives were completed at the end of this work, and to be able to arrive to this proposed goal I had two methods like main tool these they are:

The analytic method, because we decompose our idea on the simulations what is it?, How do they work?, for what reason do they serve us? All this to be able to understand it and to explain to it. And another very important and very used method is the experimental method by means of which was to explain the relationship that is to say among cause-effect by means of the simulation the operation of certain circuits it was demonstrated, likewise the technique of the observation, this technique was used it served of a lot to be able to verify electric circuits and to apply them in the simulations with the software Multisim.

Each practice is with all the corresponding points: Fear, Objectives, Materials and Teams, Outlines, System Categorical, Development, Questions of Control and Bibliography.

This work also contains the respective conclusions based on the general objectives and of the practices that more they stand out, and recommendations on the use of this software, and at the end of the same one.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Actualmente, en nuestra vida cotidiana los sistemas informáticos son parte esencial de nuestro progreso y adelanto hacia mejores días, estos sistemas son aplicados en la medicina, en las prácticas militares y en la educación, para tener un mejor conocimiento sobre las materias impartidas por los docentes, es por eso que el campo eléctrico no se puede quedar atrás en la utilización de un software para tener una mejor apreciación de los circuitos eléctricos a instalar.

Este trabajo se lo realizó pensando en la necesidad de satisfacer el interés de los estudiantes por conocer mejor el comportamiento de un circuito con cargas resistivas mediante el uso del software Multisim, esta es una herramienta muy importante para analizar los resultados, y conocer las variaciones de las corrientes y voltajes que inciden en el circuito debido a los diferentes elementos utilizados en la conexión ya sea esta; en serie, paralelo o mixta y cómo actúa un determinado circuito antes de aplicarlo en nuestra vida diaria para así evitar cortocircuitos y pérdidas por conexiones defectuosas.

Para el buen desarrollo de este trabajo de simulaciones de circuitos se adquirió una computadora y de esta forma implementar el taller electrónico, esta compra se la realizó con recursos propios con ayuda de otro compañero de paralelo.

Para la realización de este trabajo práctico se ha efectuado consultas bibliográficas, para tener una mejor ilustración del tema abordado, consta de una guía didáctica de las prácticas, las mismas que han sido elaboradas con los siguientes puntos: Tema, Objetivos, Materiales y Equipos, Esquemas, Sistema Categorical, Desarrollo, Preguntas de control y Bibliografía.

Cada práctica propuesta en la guía está planteada con su tema, sus objetivos que se los cumplirán al final de la misma, se detallan los materiales y equipos utilizados para el desarrollo de la práctica, contiene un sistema categorial acorde al tema

correspondiente y su respectiva bibliografía. Así mismo, se elaboró una guía de prácticas resueltas que a parte de los ítems citados en la guía de las prácticas propuestas contienen desarrollo y preguntas de control, de esta manera se dan por cumplidos los objetivos planteados en el proyecto de este trabajo que señalan:

Simular circuitos con cargas resistivas en corriente continua mediante el uso del software Multisim y realizar una guía de prácticas acordes a la normativa institucional, en donde se describan los resultados de la simulación.

### **3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD**

#### **3.1. EL SOFTWARE MULTISIM**

El simulador Multisim es una de las herramientas más populares a nivel mundial para el diseño y simulación de circuitos eléctricos y electrónicos. Esta herramienta proporciona avanzadas características que permiten ir desde la fase de diseño a la producción utilizando una misma herramienta. Multisim es un simulador interactivo de circuitos eléctricos y electrónicos que permite al usuario diseñar circuitos en poco tiempo.

Combina el diseño de circuitos con la simulación en un ambiente completamente de laboratorio para PC.

Multisim es un simulador eléctrico y electrónico que permite tener una esquemática programación lógica. Incorpora interfaz gráfico y realiza simulación avanzada. Incluye base de datos de componentes.

#### **CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

- Captura esquemática avanzada incluyendo un editor de símbolos.
- Realiza simulación electrónica tanto analógica como digital.
- Integración con LabVIEWSignal 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.

## ÁREAS DE APLICACIÓN

Este software se puede aplicar en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Comunicaciones y Alta Frecuencia.

### 3.2. COMPUTADORA

Características:

Mother Intel dp 67de sock 1155 ddr3-1333 Soport 13/15/17 (bulk).

Memoria 4GbAdata 1333 MHZ/ddr3

Disco Duro 1Tb Samsung/Hitachi 7200 rpm

Tarjeta Video 1GbZogisPciExpGforce Ddr3

Tarjeta de Red TrhndnetPci 10/100/1000 GhipRealtek/Teg-Pcitxr

Monitor 19 HP Compaq LCD W185q

Super Case Power a TX 6246

Procesador Intel Core 15-2500 a 3.30 GHZ MB Sock 1155

Unidad de DVD Writer Samsung SH-222AB 22x Sata

Mouse Genius KB06XE Negro USB



## **4. MATERIALES**

Para el desarrollo del presente trabajo utilizaremos dos herramientas necesarias como son una computadora y el software Multisim instalado que será nuestra segunda herramienta.

### **4.1. La computadora**

Es una de las tecnologías más importantes para un buen desempeño académico y profesional la cual utilizaremos para simular las prácticas que serán propuestas en este trabajo

### **4.2. Software Multisim**

Este programa constituye la herramienta básica para elaborar este trabajo, es la razón por la que debemos conocer este programa para la ejecución de este proyecto.

La parte primordial de este software es la ventana principal del programa a utilizar, como podemos observar en la figura 4.1 en cuyo primer plano se encuentra el área de trabajo que no es más que el lugar principal sobre el que armaremos los circuitos para simularlos, esta ventana se abrirá al momento que iniciemos a trabajar en el programa.

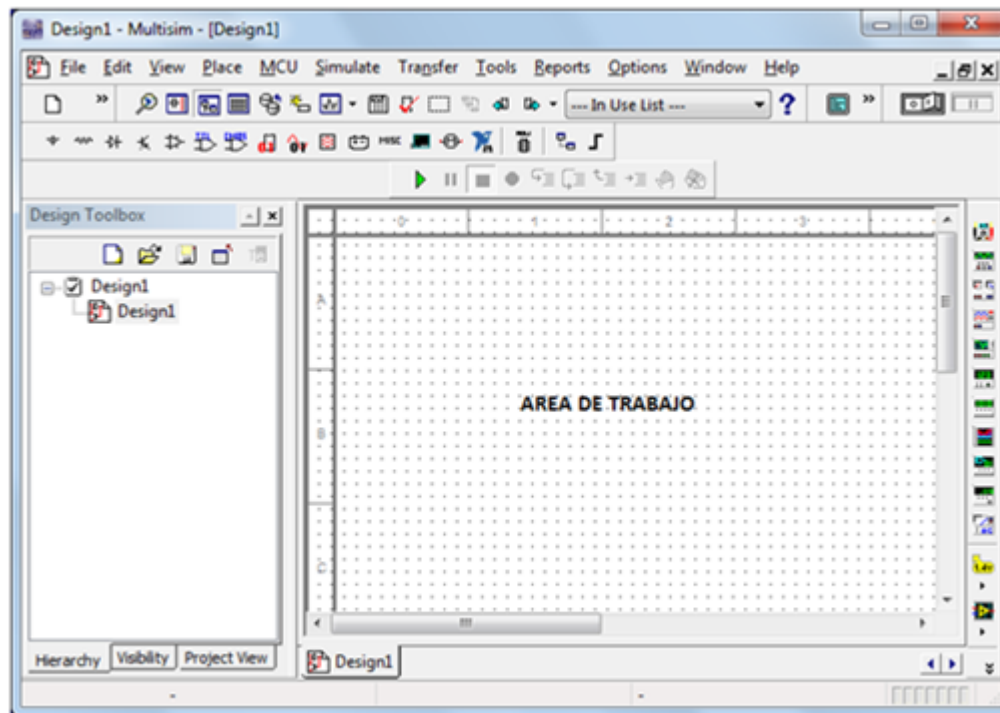


Fig. 4.1 ventana principal del software Multisim

## Barra de Menú

Encontramos las herramientas para abrir, guardar e iniciar nuevos proyectos y obtener ayuda sobre ellos.

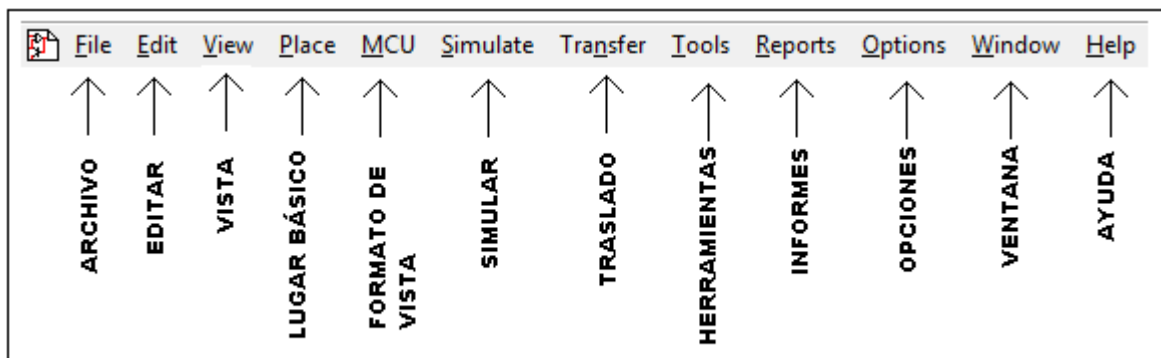


Fig. 4.2. Barra de Menú

## Barra de Herramientas

En ella se encuentran algunos de los iconos de la barra de menú como el de abrir o guardar archivos, imprimir... Además de permitirnos aumentar o disminuir el tamaño del circuito y activarlo entre otros.

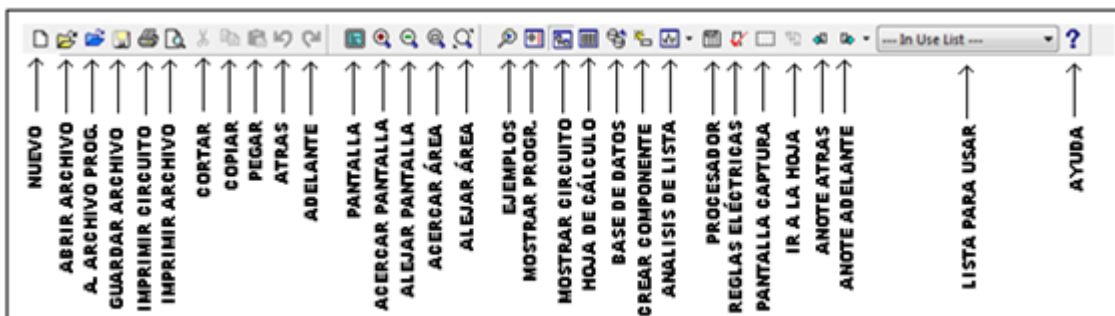


Fig. 4.3. Barra de herramientas

## Barra de Instrumentos

Multisim es un software que provee una variedad de Instrumentación virtual que son enlazados dentro del esquema así como si se conectara un instrumento real al circuito. Así como los instrumentos reales, los instrumentos virtuales son completamente interactivos, por lo tanto puede cambiar su configuración mientras la simulación está corriendo e inmediatamente ver los nuevos resultados.

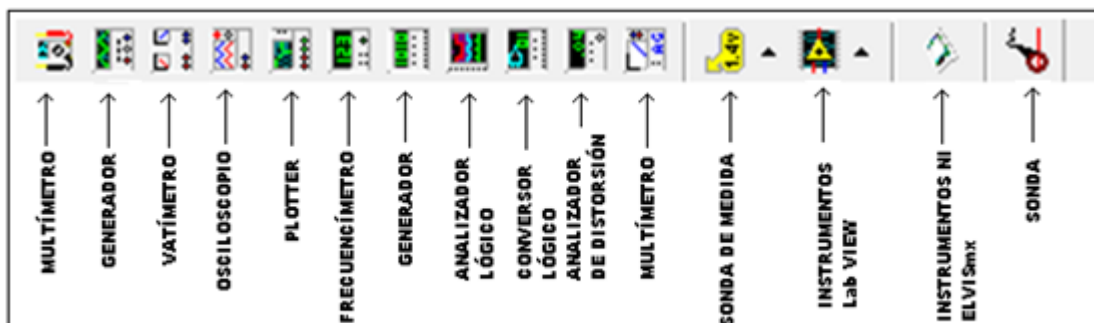


Fig.4.4. Barra de Instrumentos

## 5. PROCESO METODOLÓGICO UTILIZADO

Para efectuar este trabajo utilizamos la metodología siguiente:

A parte de los métodos señalados anteriormente también tendremos que seguir los siguientes pasos:

- Inicio de desarrollo del proyecto
- Elección de los circuitos
- Simulación de los circuitos
- Elaboración del informe final

Para la elaboración del presente trabajo primeramente se seleccionó y clasificó los circuitos de acuerdo a su dificultad empezando desde el más sencillo hasta el más complejo.

Una vez seleccionados todas las prácticas a desarrollar comenzamos con la simulación en el Software Multisim. Para simular un circuito no muy complejo debemos tener en cuenta los elementos a utilizar y de esta forma poderlos ubicar en el programa, como por ejemplo para tener una resistencia debemos buscar en la barra de herramientas el símbolo de la resistencia y si ubicamos el cursor nos debe de salir la siguientes palabras en inglés Place Basic (el lugar básico) aquí se nos abrirá la siguiente ventana que se titula Select a Component:

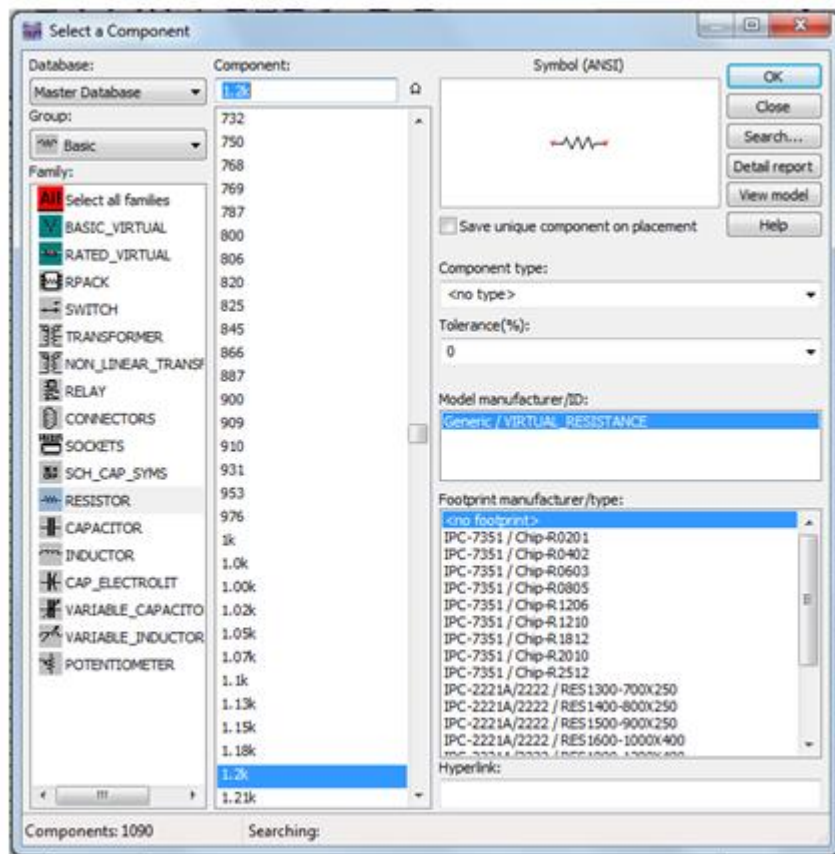


Fig. 5.1. Ventana para seleccionar los componentes

Ya en esta nueva ventana nos ubicamos en la parte inferior izquierda donde dice Family aquí encontramos de manera virtual todos los tipos de materiales eléctricos y electrónicos tales como: resistores, condensadores, bobinas, fuentes de poder, puestas a tierra, transformadores, relés, compuertas lógicas, diodos, leds, microprocesadores, protoboard, Los diferentes tipos de grupos varían de acuerdo al tipo de componente a utilizar, los cuales son los siguientes:

Fuentes, Básicos, Diodos, Transistores, Analógicos, TTL (Transistor, transistor, lógico), CMOS, Digital, Indicadores, Misc, RF y Electromecánica, etc. Todo lo necesario para armar un circuito ya sea este eléctrico o electrónico en nuestro caso necesitamos una resistencia seleccionamos RESISTOR y simultáneamente donde dice Symbol(ANSI) se mostrará el símbolo de la resistencia, en la parte central de la

ventana tenemos una opción Component aquí le podemos dar valor al elemento seleccionado o a su vez lo podemos hacer directamente en el área de trabajo como se lo indicará más adelante una vez ya ubicado el elemento, a continuación seleccionamos OK el resistor se ubicará en el área de trabajo pero en caso de querer ubicar más elementos la ventana Select a Component por defecto se volverá abrir nuevamente caso contrario seleccionamos Close.

Cuando ya lo tenemos en el área de trabajo le damos doble clic izquierdo sobre él, y nos saldrá una ventana de propiedades que esta puede variar de acuerdo al tipo de elemento, aquí podemos dar formato a la capacidad, frecuencia, tolerancia, nombre y muchas otras características.

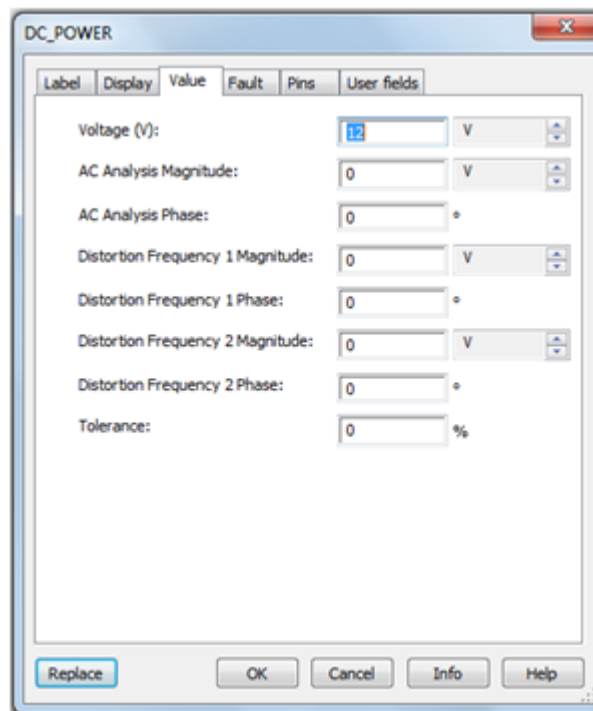


Fig. 5.2. Ventana para dar valor a la fuente de poder

Otro elemento a utilizar es la fuente de poder para esto nos ubicamos en el símbolo de la fuente de poder que dice Place Source (ponga la fuente) seleccionamos, aquí se abrirá una ventana titulada de la misma forma que la ventana anterior Select a Component pero con la diferencia que aquí únicamente encontraremos fuentes de

poder tanto en corriente continua como alterna y siguiendo los mismos pasos para un resistor le podemos dar valores en esta ventana o en el área de trabajo.

Entre los elementos a utilizar esta el multímetro, que está ubicado en la parte derecha de nuestra pantalla el primero de la parte superior lo encontraremos con el nombre de Multimeter este puede cumplir las funciones de voltímetro, amperímetro, óhmetro y también podemos elegir el tipo de corriente alterna o directa estas opciones las podemos encontrar dando doble clic sobre dicho elemento o a su vez clic derecho y elegimos la opción propiedades.



Fig. 5.3. Ventana de propiedades del Multímetro

## 6. RESULTADOS.

### 6.1. GUÍA EXPERIMENTAL DE LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA LA SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE MULTISIM

#### PRÁCTICA Nº 1

##### 1) TEMA:

- MEDICIÓN DE VOLTAJES, CORRIENTES Y RESISTENCIAS

##### 2) OBJETIVOS:

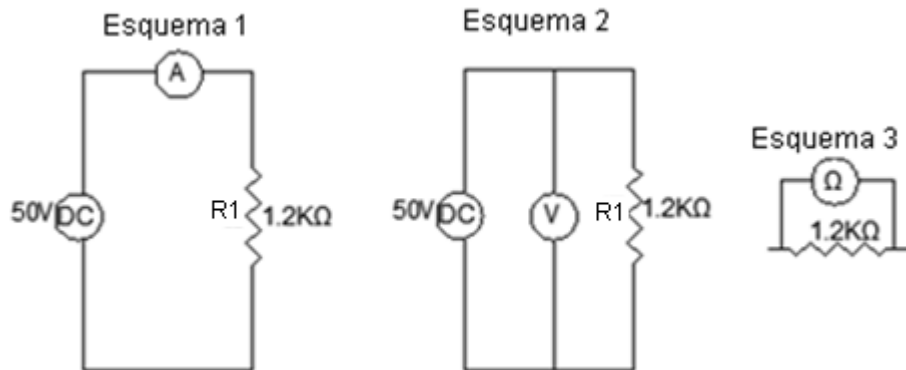
- Habituar a los pasos que se deben seguir para medir cada una de estas 3 magnitudes eléctricas, usando el software Multisim 11.0
- Comprobar la relación existente entre una magnitud medida y su cálculo respectivo.

##### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción        | Característica, valor o serie |
|----------|--------------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora        | Con el software Multisim      |
| 1        | Resistencia        | 1.2 K $\Omega$                |
| 1        | Fuente de poder DC | 50V                           |
| 1        | Multímetro         | DC                            |



#### 4) ESQUEMAS:



#### 5) SISTEMA CATEGORIAL

Consultar sobre voltaje, corriente y resistencia

#### 6) DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Para el desarrollo de la presente práctica armamos el primer esquema en el simulador Multisim, una vez armado le damos valores tanto a la resistencia como a la fuente de poder, en nuestro caso serán 1,2kΩ y 50 voltios respectivamente, posterior a esto procedemos hacer correr la simulación, aquí ya podemos apreciar el valor de la intensidad, este valor lo anotamos en la tabla de medición de corriente en la columna de intensidad medida mientras que en la columna de la intensidad calculada debemos escribir el resultado de los cálculos realizados para de esta forma compararlos con los valores medidos. Luego, usando los mismos elementos a excepción del amperímetro que lo cambiamos por un voltímetro armamos el segundo esquema que es para la medición del voltaje, luego de armar y usando los mismos valores tanto en la resistencia como en el voltaje procedemos hacer correr el circuito, y tomamos el valor del voltaje a este valor lo registramos en la tabla de medición del voltaje en la columna de voltaje medido, esta tabla consta de tres columnas en la primera nos pide voltaje de fuente en la que

pondremos todos los valores de voltaje de fuente con los que trabajaremos para la medición voltajes, mientras que en la tercer columna de voltaje calculado ponemos los valores de los voltajes que calculamos con el valor de la intensidad ya medida anteriormente y la resistencia que utilizamos para simular este circuito. Finalmente armamos el tercer esquema para la medición de la resistencia en este caso utilizaremos solo una resistencia y un óhmetro luego le damos valor y procedemos hacer correr el circuito y tomamos los valores para anotarlos en la tabla de medición de la resistencia en la columna de resistencia medida.

| <b>Tabla para la medición de corriente</b> |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>Intensidad medida (mA)</b>              | <b>Intensidad calculada (mA)</b> |
|  |                                  |
|  |                                  |

| <b>Tabla para la medición del voltaje</b> |                       |                          |
|---|-----------------------|--------------------------|
| <b>Voltaje de fuente</b>                  | <b>Voltaje medido</b> | <b>Voltaje calculado</b> |
| 50  |                       |                          |
| 10  |                       |                          |

| <b>Tabla para la medición de la resistencia</b> |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Resistencia medida</b>                       | <b>Resistencia calculada</b> |
|   |                              |
|   |                              |

## **7) PREGUNTAS DE CONTROL**

- ❖ De acuerdo al código de colores para la resistencia eléctrica ¿Cuál es el significado y valor de cada banda de acuerdo al lugar en el que está ubicada, para una resistencia de  $250\Omega$ ?
- ❖ ¿Cuántos tipos de resistores variables existen?
- ❖ Para medir el voltaje de un circuito al voltímetro se lo debe conectar en serie o paralelo.
- ❖ ¿Para medir la intensidad de un circuito al amperímetro se lo debe conectar en paralelo o en serie?

## **8) BIBLIOGRAFÍA:**

## PRÁCTICA Nº 2

### 1) TEMA:

- LEY DE OHM. CON FUENTE DE TENSIÓN VARIABLE Y CARGA CONSTANTE

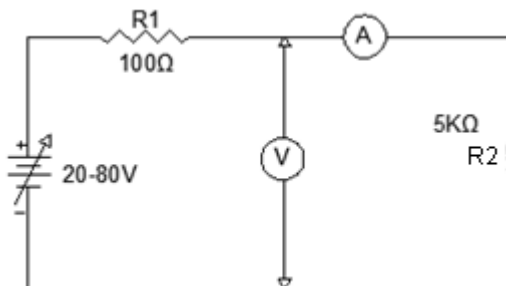
### 2) OBJETIVOS:

- Deducir la relación existente entre el voltaje, corriente y resistencia en un circuito donde se aplique tensión variable y el valor de la carga permanezca constante
- Demostrar con la ayuda del simulador y también matemáticamente dicha relación.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción                 | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora                 | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro                  | DC                            |
| 1        | Fuente de poder variable DC | 20-80                         |
| 1        | Amperímetro                 | DC                            |
| 1        | Resistencia                 | 100Ω                          |

### 4) ESQUEMAS:



## 5) SISTEMA CATEGORIAL

Consultar sobre la ley de Ohm

## 6) DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Realice la implementación del esquema en el simulador Multisim, este circuito tendrá un amperímetro y un voltímetro, y posterior a esto lo hacemos correr para poder observar los valores del voltaje e intensidad.

En la tabla de verificación de la ley de Ohm, en la parte izquierda tenemos el valor del resistor R2 que es 5kΩ en la tercera fila nos pide el voltaje, de fuente con el que vamos a trabajar en este primer esquema, en la cuarta fila nos pide la intensidad medida, es la resultante de este circuito con el voltaje aplicado, en nuestro caso trabajaremos con 20, 40, 60 y 80 voltios, y en la fila que nos pide V/I debemos calcular la resistencia y anotarlas en la tabla, en la parte derecha tenemos la prueba de la fórmula de la ley de Ohm que consiste en utilizar la formula anterior, con la misma resistencia y con el voltaje ya propuesto anteriormente y como ya conocemos el valor de intensidad calculada ahora solo nos falta la intensidad medida que la obtendremos por medio de la simulación de esta manera podemos comprobar la relación existente entre una magnitud medida y una magnitud calculada, por medio de la fórmula de la ley de ohm.

| Tabla de verificación de la ley de ohm |             |      |    |    |    |                   |                      |    |    |    |    |
|--|-------------|------|----|----|----|-------------------|----------------------|----|----|----|----|
| R                                      |             | 5 kΩ |    |    |    | Fórmula           | Prueba de la fórmula |    |    |    |    |
| V (v)                                  |             | 20   | 40 | 60 | 80 | $R = \frac{v}{I}$ | v                    | 20 | 40 | 60 | 80 |
| Medida                                 | I<br>(mA)   |      |    |    |    |                   | I<br>calculada       |    |    |    |    |
| Calculada                              | V/I<br>(KΩ) |      |    |    |    |                   |                      |    |    |    |    |

## **7) PREGUNTAS DE CONTROL**

- ❖ ¿Qué sucede en un circuito si el voltaje permanece constante y la resistencia aumenta?
- ❖ El voltaje es directamente proporcional a.....
- ❖ ¿Cuál es la relación existente entre el voltaje, resistencia e intensidad?

## **8) BIBLIOGRAFÍA:**

## PRÁCTICA Nº 3

### 1) TEMA:

- CONEXIÓN DE CIRCUITO EN SERIE

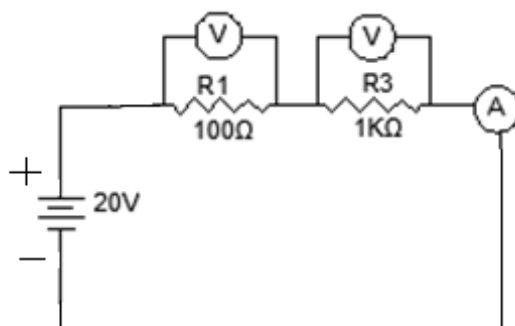
### 2) OBJETIVOS:

- Verificar el comportamiento de voltaje y corriente en un circuito en serie.
- Mejorar nuestros conocimientos sobre estas relaciones usando varias combinaciones de resistencias conectadas en serie.

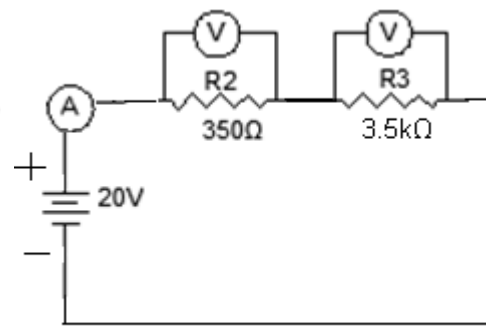
### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 1        | Amperímetro     | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 20V                      |
| 1        | Resistencia     | 100 $\Omega$                  |
| 1        | Resistencia     | 1K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia     | 3.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 350 $\Omega$                  |
| 1        | Resistencia     | 4K $\Omega$                   |
| 2        | Resistencia     | 5K $\Omega$                   |

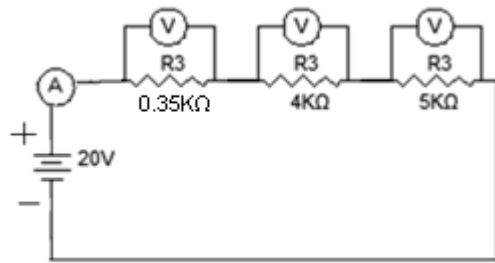
### 4) ESQUEMAS:



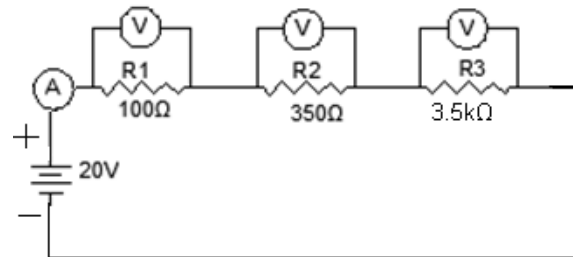
ESQUEMA 1. COMBINACION A



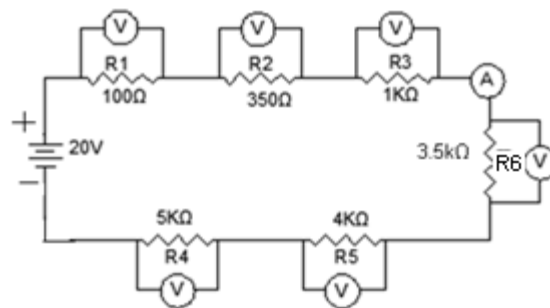
ESQUEMA 2. COMBINACION B.



ESQUEMA 3. COMBINACION C.



ESQUEMA 4. COMBINACION D.



ESQUEMA 5. COMBINACION E

## 5) SISTEMA CATEGORIAL:

Consulte las variaciones del voltaje en un circuito en serie

## 6) DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Para el desarrollo de la presente práctica utilizaremos combinaciones de resistencias conectadas en serie del circuito ya propuesto, en la siguiente tabla tenemos las combinaciones A, B, C, D, y E, así como también tenemos una columna de valor de la resistencia total, en esta columna anotaremos la resistencia total calculada matemáticamente de cada combinación, y en la columna de valor medido pondremos los valores medidos en la simulación, luego de armar cada combinación en el simulador, también tenemos la columna del voltaje aplicado que será el mismo en todas las combinaciones y finalmente la intensidad medida que será diferente en cada combinación.



| Combinaciones. | Valor nominal del resistor K $\Omega$ |      |    |     |    |    | RT                 |                 | V.<br>Aplicado<br>(v) | I.<br>Medida<br>(mA) |
|----------------|---------------------------------------|------|----|-----|----|----|--------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
|                | R1                                    | R2   | R3 | R4  | R5 | R6 | Valor<br>Calculado | Valor<br>Medido |                       |                      |
| <b>A</b>       | 0.1                                   |      | 1  |     |    |    |                    |                 |                       |                      |
| <b>B</b>       |                                       | 0.35 |    | 3.5 |    |    |                    |                 |                       |                      |
| <b>C</b>       |                                       | 0.35 |    |     | 4  | 5  |                    |                 |                       |                      |
| <b>D</b>       | 0.1                                   | 0.35 |    | 3.5 |    |    |                    |                 |                       |                      |
| <b>E</b>       | 0.1                                   | 0.35 | 1  | 3.5 | 4  | 5  |                    |                 |                       |                      |

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ El comportamiento de la intensidad de corriente en un circuito serie es.....en todas las cargas.
- ❖ ¿Cuál es el comportamiento del voltaje de este circuito?
- ❖ Explique la fórmula para calcular la resistencia en un circuito en serie.
- ❖ En un circuito en serie, la resistencia total es mayor o menor que las resistencias conectadas en el circuito.
- ❖ ¿Qué se puede determinar al haber utilizado varias combinaciones de resistencias?

## 8) BIBLIOGRAFÍA:

## PRÁCTICA Nº 4

### 1) TEMA:

CIRCUITO DIVISOR DE VOLTAJE SIN CARGA

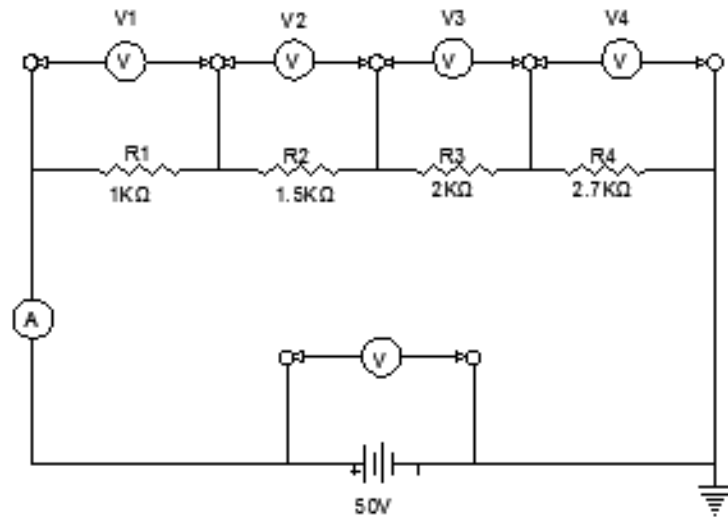
### 2) OBJETIVOS:

- Verificar el funcionamiento de un divisor de voltaje y su relación con un circuito en serie.
- Observar la simulación y comprobar los valores con cálculos matemáticos.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 5        | Voltímetros     | DC                            |
| 1        | Amperímetro     | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 50V                      |
| 1        | Resistencia     | 1K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia     | 1.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 2K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia     | 2.7K $\Omega$                 |

#### 4) ESQUEMA:



#### 5) SISTEMA CATEGORIAL:

Consultar sobre un divisor de voltaje sin carga, sus características y funcionamiento.

#### 6) DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

Luego de armar el esquema ya presentado anteriormente, procedemos hacer correr el circuito para posterior a esto tomar los valores de V1, V2, V3 Y V4 y los registramos en la tabla en la columna de Voltajes Salida en la columna de Voltaje Calculado, debemos poner los resultados de los cálculos de cada voltaje de salida con su respectiva resistencia y su intensidad que por ser un circuito conectado en serie será la misma en todas las cargas ya medida en la simulación.

También en la misma tabla tenemos la columna de Voltaje de la Fuente aquí anotaremos el voltaje aplicado y en la columna de Intensidad anotamos la I medida y en la columna de resistencia ponemos cada una de las resistencias utilizadas en este circuito.

| Voltaje de Fuente     | Intensidad | Voltaje s. (V) |  | R (KΩ) |  | Voltaje Calculado        |
|-----------------------|------------|----------------|--|--------|--|--------------------------|
|                       |            | V1             |  | R1     |  |                          |
|                       |            | V2             |  | R2     |  |                          |
|                       |            | V3             |  | R3     |  |                          |
|                       |            | V4             |  | R4     |  |                          |
| Voltaje Salida Total: |            |                |  | RT =   |  | Voltaje Calculado Total: |

### 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ ¿Con que tipo de circuito se relaciona un divisor de voltaje sin carga?
- ❖ Para hacer un divisor de voltaje. ¿Qué se debe considerar?

### 8) BIBLIOGRAFÍA:

## PRÁCTICA Nº 5

### 1) TEMA:

CONEXIÓN DE CIRCUITO EN PARALELO

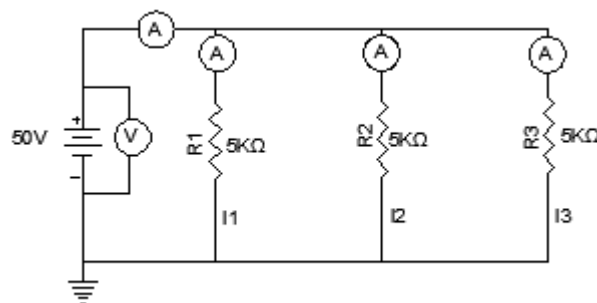
### 2) OBJETIVOS:

- Comprobar las diferentes variaciones de intensidad y resistencia en un circuito en paralelo.
- Comparar los resultados obtenidos en la simulación con los conseguidos matemáticamente.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 4        | Amperímetros    | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 50V                      |
| 1        | Resistencia     | 3.3K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 2.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 1.5K $\Omega$                 |

### 4) ESQUEMA:



## 5) SISTEMA CATEGORIAL:

Consultar sobre el comportamiento de la intensidad, voltaje y resistencia en un circuito en paralelo

## 6) DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Armamos el esquema propuesto conectando en cada resistencia un amperímetro, hacemos correr la simulación, para luego tomar las mediciones de cada amperímetro y anotarlas en la tabla de intensidad medida. También debemos registrar la intensidad total medida en la simulación.

En la tabla de intensidad debemos anotar la intensidad calculada de cada resistencia con el voltaje aplicado, para luego calcular la resistencia total.

| Tabla de Registro de Intensidad Medida en mA |                        |  |                       |  |               |
|--|------------------------|--|-----------------------|--|---------------|
| Voltaje                                      | Resistencias $k\Omega$ |  | Intensidades por rama |  | I Total<br>mA |
|  | R1                     |  | I1                    |  |               |
|  | R2                     |  | I2                    |  |               |
|  | R3                     |  | I3                    |  |               |

| Tabla de Registro de Intensidad Calculada en mA |                        |  |                       |  |               |
|---|------------------------|--|-----------------------|--|---------------|
| Voltaje   | Resistencias $k\Omega$ |  | Intensidades por rama |  | I Total<br>mA |
|   | R1                     |  | I1                    |  |               |
|   | R2                     |  | I2                    |  |               |
|   | R3                     |  | I3                    |  |               |

## **7) PREGUNTAS DE CONTROL:**

- ❖ ¿La intensidad de corriente en un circuito en paralelo es igual en todas las cargas?
- ❖ Cuando en un circuito en paralelo, sus trayectorias están cerradas. ¿La corriente de línea es máxima o mínima?
- ❖ Describa la fórmula para calcular la resistencia total en un circuito en paralelo.
- ❖ En un circuito con resistencias conectadas en paralelo ¿El valor de la resistencia equivalente calculada es mayor o menor que las resistencias conectadas al circuito?

## **8) BIBLIOGRAFÍA:**

## PRÁCTICA N° 6

### 1) TEMA:

DIVISORES DE VOLTAJE CON CARGA

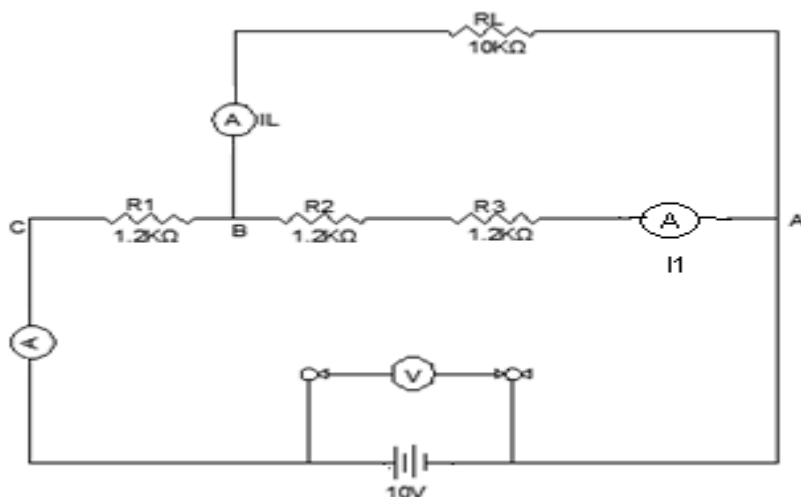
### 2) OBJETIVOS:

- Estudiar el funcionamiento de un divisor de voltaje con carga y establecer diferencias con el divisor de voltaje sin carga.
- Establecer relaciones con un circuito en paralelo.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 3        | Amperímetros    | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 10V                      |
| 3        | Resistencia     | 1.2K $\Omega$                 |
| 1        | Potenciómetro   | 10 K $\Omega$                 |

### 4) ESQUEMA:





## 5) SISTEMA CATEGORIAL:

Consultar sobre un divisor de voltaje con carga.

## 6) DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

Primeramente armamos el circuito en el simulador, regulamos la fuente de poder en 10V y las tres resistencias les damos valor de 1.2K $\Omega$ , mientras que la resistencia de carga es de 20K $\Omega$ .

Una vez armado dicho esquema hacemos correr el circuito, medimos en primer lugar la  $I_L$  o intensidad drenadora y la registramos en la tabla, luego medimos los voltajes  $V_{BD}$  y el voltaje  $V_{CD}$  y los registramos en la tabla cada uno en su respectiva columna.

Luego medimos la resistencia de carga del potenciómetro entre los puntos D y E y lo registramos en la columna de  $R_C$ , todos estos pasos para llenar la tabla en la columna de valores medidos los seguimos para la resistencia de carga a 10K $\Omega$  y también hacemos lo mismo para una resistencia de carga 20K $\Omega$  y registramos los valores en la tabla.

| Divisor de Voltaje con Carga |       |             |               |               |                   |                    |               |               |                   |
|------------------------------|-------|-------------|---------------|---------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------------|
| Valores Medidos              |       |             |               |               |                   | Valores Calculados |               |               |                   |
| $V_o$<br>V                   | $I_C$ | $I_L$ drena | $V_{BD}$<br>V | $V_{CD}$<br>V | $R_C$<br>$\Omega$ | I drena            | $V_{BD}$<br>V | $V_{CD}$<br>V | $R_C$<br>$\Omega$ |
|                              |       |             |               |               |                   |                    |               |               |                   |
|                              |       |             |               |               |                   |                    |               |               |                   |

## **7) PREGUNTAS DE CONTROL:**

- ❖ ¿Un divisor de voltaje con carga es un circuito conectado en serie, paralelo o mixto?
- ❖ En un divisor de voltaje sin carga la tensión y la corriente se pueden afectar al aplicar una carga RL. Falso/verdadero.
- ❖ ¿En que se utiliza un divisor de voltaje?

## **8) BIBLIOGRAFÍA:**

## PRÁCTICA No 7

### 1) TEMA:

CONEXIÓN DE CIRCUITO SERIE-PARALELO

### 2) OBJETIVOS:

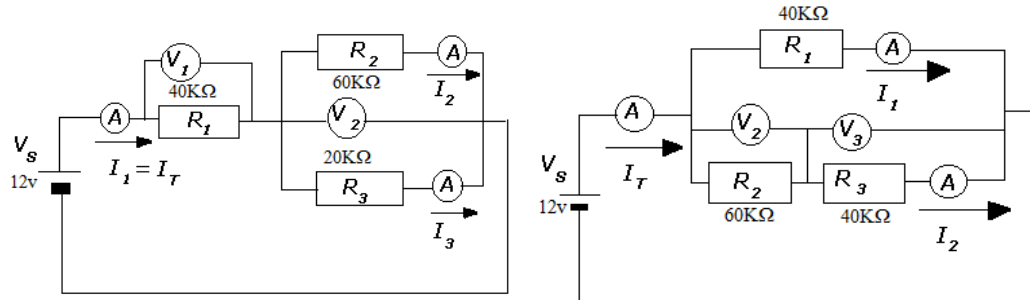
- Verificar los diferentes cambios de las intensidades de corrientes y tensiones en un circuito mixto.
- Medir la resistencia total utilizando el simulador y comprobar si existe relación con los cálculos matemáticos.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 3        | Amperímetros    | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 10V                      |
| 1        | Resistencia     | 820 $\Omega$                  |
| 1        | Potenciómetro   | 1K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia     | 2.2K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 3.3K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 4.7K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 0.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 0.2K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 1.2K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 5.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 10K $\Omega$                  |

#### 4) ESQUEMAS:

Para esta práctica se eligió dos tipos de circuitos que a continuación se presentan:



#### 5) SISTEMA CATEGORIAL:

Consultar sobre sus características generales, y el comportamiento de la intensidad y el voltaje.

#### 6) DESARROLLO:

Para el desarrollo de esta práctica, en los dos esquemas propuestos anteriormente que son mixtos pero con la diferencia que el primero es con una resistencia en serie con dos resistencias que están en paralelo y el segundo tiene una resistencia en paralelo con dos resistencias que están en serie, y a lo que se dará mayor importancia será a la forma de cómo simplificar un conjunto de resistencias a su resistencia equivalente en un circuito mixto y los resultados respectivos de los valores medidos y calculados de las resistencias, intensidades y voltajes los registraremos cada magnitud en su tabla respectiva. Estos valores los calcularemos con el circuito aún sin resolver para poder verificar los comportamientos de cada magnitud dependiendo de su lugar de ubicación dentro del circuito.

| Valores Nominales del Esquema 1 |    |    |    |
|---------------------------------|----|----|----|
| Resistor                        | R1 | R2 | R3 |
| Valor Nominal $K\Omega$         |    |    |    |
| Valor Medido $K\Omega$          |    |    |    |

| Valores Nominales del Esquema 2 |    |    |    |
|---------------------------------|----|----|----|
| Resistor                        | R1 | R2 | R3 |
| Valor Nominal $K\Omega$         |    |    |    |
| Valor Medido $K\Omega$          |    |    |    |

| Tabla de Intensidades |                      |       |       |                         |       |       |
|-----------------------|----------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
| # De esquema          | Valores Medidos (mA) |       |       | Valores Calculados (mA) |       |       |
| Primero               | $I_T$                | $I_2$ | $I_3$ | $I_T$                   | $I_2$ | $I_3$ |
|                       |                      |       |       |                         |       |       |
| Segundo               | $I_T$                | $I_1$ | $I_2$ | $I_T$                   | $I_1$ | $I_2$ |
|                       |                      |       |       |                         |       |       |

| Tabla de tensiones |                     |       |       |                        |       |       |
|--------------------|---------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|
| # De Esquema       | Valores Medidos (v) |       |       | Valores Calculados (v) |       |       |
| Primero            | $V_T$               | $V_1$ | $V_2$ | $V_T$                  | $V_1$ | $V_2$ |
|                    |                     |       |       |                        |       |       |
| Segundo            | $V_T$               | $V_2$ | $V_3$ | $V_T$                  | $V_2$ | $V_3$ |
|                    |                     |       |       |                        |       |       |

## **7) PREGUNTAS DE CONTROL:**

- ❖ ¿Cual es la configuración de un circuito mixto?
- ❖ ¿Las corrientes y los voltajes son constantes en un circuito mixto?  
Falso /Verdadero.

## **8) BIBLIOGRAFÍA:**

## PRÁCTICA Nº 8

### 1) TEMA:

CIRCUITO DIVISOR DE CORRIENTE CON CARGA

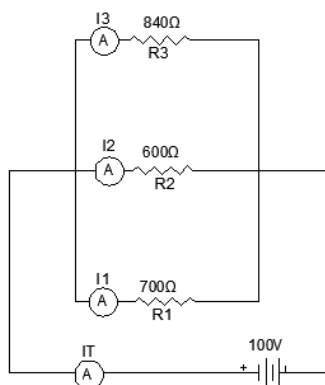
### 2) OBJETIVOS:

- Diseñar un circuito divisor de corriente.
- Relacionarse con las leyes de Kirchhoff y aplicarlas en dicho circuito

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 3        | Amperímetros    | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC 100V                       |
| 1        | Resistencia     | 820Ω                          |
| 1        | Potenciómetro   | 1K Ω                          |
| 1        | Resistencia     | 2.2K Ω                        |
| 1        | Resistencia     | 3.3K Ω                        |

### 4) ESQUEMAS:



## **5) SISTEMA CATEGORIAL:**

Consultar sobre las leyes de Kirchhoff aplicada a corrientes

## **6) DESARROLLO:**

Como uno de nuestros objetivos en esta práctica es diseñar circuitos divisores de corriente con carga, aquí se dará las instrucciones necesarias para elaborar un circuito de este tipo de acuerdo a nuestra necesidad.

En primer lugar elegimos los datos con los que vamos a trabajar estos pueden ser: voltaje de alimentación, las intensidades de salida dependiendo de las cargas y también la resistencia, con estos datos ya podemos trabajar nuestro circuito divisor de voltaje con carga.

Luego calculamos  $V_1$  utilizando la  $I_1$  y  $R_1$  que son datos ya conocidos, una vez encontrado  $V_1$ , con este dato conjuntamente con  $I_2$  calculamos  $R_2$ , para calcular la  $R_3$  utilizamos  $V_1$  con  $I_3$ , para calcular  $R_4$  calculamos la  $I_T$  sumamos las tres intensidades, para obtener  $V_{CD}$  al voltaje de alimentación le restamos  $V_1$  y con esto ya tenemos  $R_4$ , con todos estos datos obtenidos podemos proceder a armar nuestro circuito.

## **7) PREGUNTAS DE CONTROL:**

- ❖ ¿Para qué se utiliza un divisor de corriente con carga?
- ❖ ¿Qué tipo de circuito es un divisor de corriente?

## **8) BIBLIOGRAFÍA:**



## PRÁCTICA Nº 9

### 1) TEMA:

TRANSFERENCIA MÁXIMA DE POTENCIA

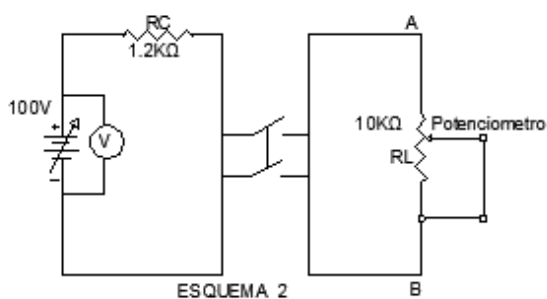
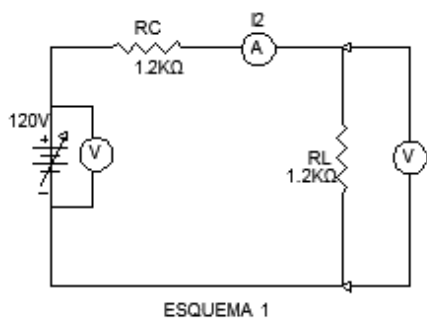
### 2) OBJETIVOS:

- Explicar para que se utiliza un circuito de esta clase.
- Realizar los cálculos respectivos y la simulación.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción              | Característica, valor o serie |
|----------|--------------------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora              | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro               | DC                            |
| 1        | Amperímetro              | DC                            |
| 1        | Fuente de poder variable | DC 120V                       |
| 1        | Resistencia              | 820Ω                          |
| 1        | Potenciómetro            | 1K Ω                          |
| 1        | Resistencia              | 2.2K Ω                        |
| 1        | Resistencia              | 3.3K Ω                        |
| 1        | Resistencia              | 10K Ω                         |

### 4) ESQUEMAS:



## 5) SISTEMA CATEGORIAL:

Consultar sobre el teorema de máxima potencia.

## 6) DESARROLLO:

Armamos el esquema número 1 en el simulador y posterior a esto les damos valores a todos sus elementos en nuestro caso la fuente de poder medirá 120V, la resistencia  $R_C$  y  $R_L$  miden  $1.2K\Omega$ , luego hacemos correr la simulación y posterior a esto con un voltímetro conectado en  $R_L$  medimos  $V_L$  y lo registramos en la tabla de medición de potencia de la misma manera hacemos con  $I_L$ , en la misma tabla debemos registrar los valores de  $R_C$ ,  $R_L$ , y el voltaje de entrada, en el inciso de fórmula de potencia calculamos  $P_s$  de acuerdo a los siguientes casos:

- a) Calcule  $P_s$  con  $V_L$  e  $I_L$
- b) Calcule  $P_s$  con  $V_L$  y  $R_L$
- c) Calcule  $P_s$  con  $I_L$  y  $R_L$

Todos estos resultados los vamos a registrar en la tabla.

Para trabajar con el segundo circuito una vez ya armado en el simulador y con los valores de acuerdo al esquema, la fuente de poder será de 100V, registramos este valor en la tabla de transferencia de máxima potencia, también medimos  $R_C$  y su valor lo registramos en toda la columna de  $R_C$  para la columna de  $R_L$  medimos el potenciómetro empezando desde una resistencia baja para ir subiendo de valor en nuestro caso empezaremos desde  $0.01K\Omega$  hasta los  $10K\Omega$  conjuntamente con esto vamos midiendo  $V_L$  y registramos en la columna de  $V_L$  la columna de la suma registramos el resultado  $R_C$  más  $R_L$  esto al igual que  $V_L$  ira variando según  $R_L$  aumente de valor.

Tenemos dos columnas una para calcular  $P_s$  otra para  $P_T$  ya con los valores de  $V_L$ ,  $V_{Out}$ ,  $R_C$ , y  $R_L$  tenemos que calcular las potencias de acuerdo a cada formula y el valor de voltajes y cargas en cada renglón.

| Medición de Potencia         |           |            |                     |                     |
|------------------------------|-----------|------------|---------------------|---------------------|
| V Ouput (v)                  | $V_L$ (v) | $I_L$ (mA) | $R_C$ (K $\Omega$ ) | $R_L$ (K $\Omega$ ) |
|                              |           |            |                     |                     |
| Fórmula de la potencia       |           |            | Potencia, W         |                     |
| a) $P_S = V_{Lx} \times I_L$ |           |            |                     |                     |
| b) $P_S = \frac{V^2}{R_L}$   |           |            |                     |                     |
| c) $P_S = I_L^2 \times R_L$  |           |            |                     |                     |
| d) $P_T = \frac{V_T^2}{R_T}$ |           |            |                     |                     |

| Datos Para Determinar la Máxima Potencia en RL |                        |                              |              |                                   |                                     |
|--|------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| $R_C$<br>(K $\Omega$ )                         | $R_L$<br>(K $\Omega$ ) | $R_C + R_L$<br>(K $\Omega$ ) | $V_L$<br>(v) | $P_S = \frac{V_L^2}{R_L}$<br>(mW) | $P_T = \frac{V_{Oup}^2}{R_C + R_L}$ |
|  |                        |                              |              |                                   |                                     |
|  |                        |                              |              |                                   |                                     |
|  |                        |                              |              |                                   |                                     |
|  |                        |                              |              |                                   |                                     |

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ ¿Cuándo se da la transferencia máxima de potencia?
- ❖ Explique la relación entre resistencia de carga y transferencia de potencia entre una fuente de CD y una carga.
- ❖ ¿Cómo varía la potencia que se suministra a la carga, PS, con la resistencia de la carga, RL?

## 8) BIBLIOGRAFÍA:

## 6.2. GUÍA EXPERIMENTAL CON RESULTADOS DE LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA LA SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE MULTISIM

### PRÁCTICA Nº 1

#### 1) TEMA:

- MEDICIÓN DE VOLTAJES, CORRIENTES Y RESISTENCIAS

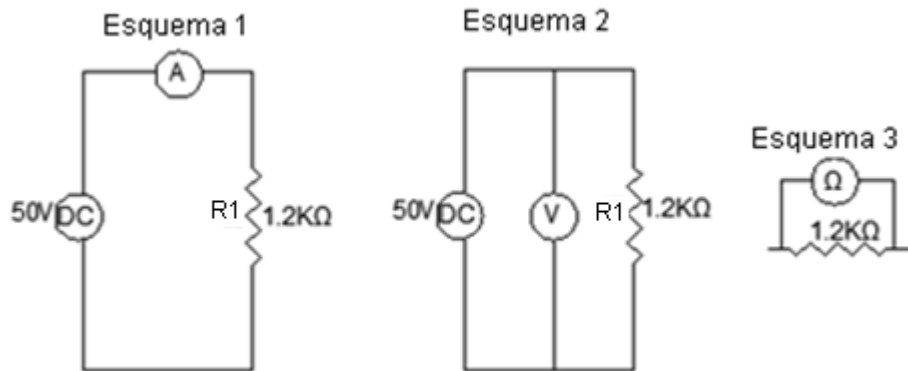
#### 2) OBJETIVOS:

- Habituar a los pasos que se deben seguir para medir cada una de estas 3 magnitudes eléctricas, usando el software Multisim 11.0
- Comprobar la relación existente entre una magnitud medida y su cálculo respectivo.

#### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción        | Característica, valor o serie |
|----------|--------------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora        | Con el software Multisim      |
| 1        | Resistencia        | 1.2 K $\Omega$                |
| 1        | Fuente de poder DC | 50V                           |
| 1        | Multímetro         | DC                            |

#### 4) ESQUEMAS:



#### 5) SISTEMA CATEGORIAL:

##### Medición de la intensidad.

Siempre que se desee medir la intensidad tenemos que conectar el amperímetro en serie con el circuito.

La corriente es proporcional al voltaje, que puede medirse si el multímetro se calibra para ello.

La unidad que se utiliza para medir la intensidad es el amperio (A) y sus submúltiplos que son el mA y el uA.

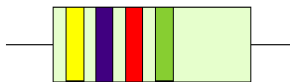
##### Medición del voltaje

El instrumento utilizado para medir la diferencia de potencial (el voltaje) es un voltímetro que cuenta con una gran resistencia unida a la bobina. Cuando se conecta un medidor de este tipo a una batería o a dos puntos de un circuito eléctrico con diferentes potenciales pasa una cantidad reducida de corriente (limitada por la resistencia en serie) a través del medidor. Cuando se usa el tipo adecuado de resistencias en serie un galvanómetro sirve para medir niveles muy distintos de voltajes. El instrumento más preciso para medir el voltaje, la resistencia o la corriente

continua es el potenciómetro, que indica una fuerza electromotriz no valorada al compararla con un valor conocido.

### **Medición de Resistencias**

Para medir las resistencias se debe conectar un óhmetro en los extremos de la resistencia para poder conocer el valor óhmico, también podemos conocer este valor por medio del código de colores. El sistema para usar este código de colores es el siguiente: La primera banda de la resistencia indica el primer dígito significativo, la segunda banda indica el segundo dígito significativo, la tercera banda indica el número de ceros que se deben añadir a los dos dígitos anteriores para saber el valor de la resistencia, en la cuarta banda se indica el rango de tolerancia entre el cual puede oscilar el valor real de la resistencia. Ejemplo:



Primer dígito: Amarillo = 4

Segundo dígito: Violeta = 7

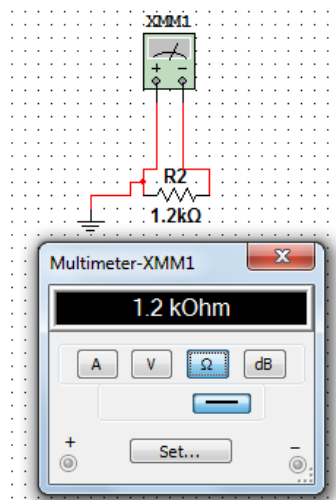
Multiplicador: Rojo = 2 ceros

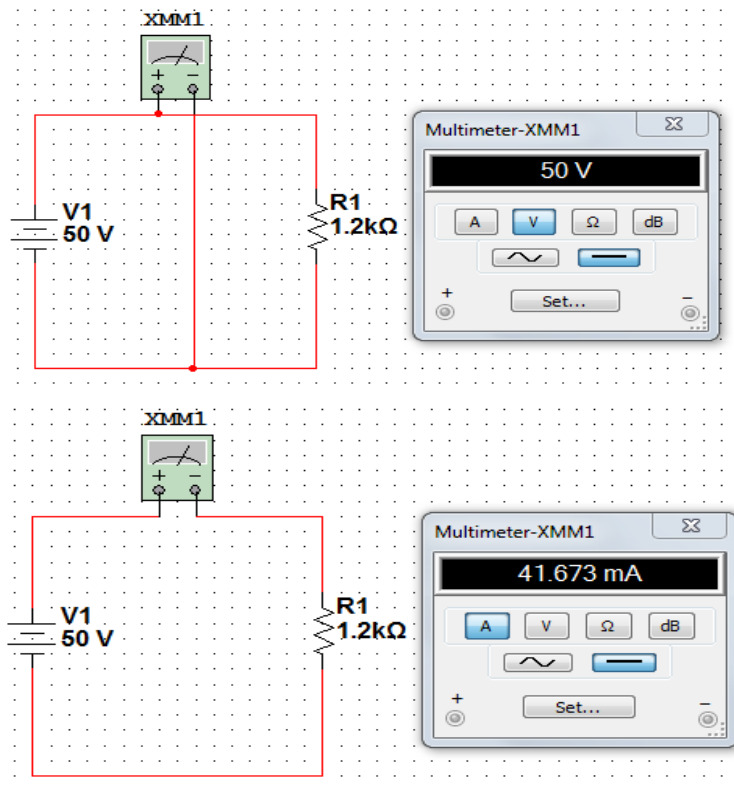
Tolerancia: Dorado = 5 %

Valor de la resistencia:  $4700\Omega$  con un 5 % de tolerancia

| Colores   | 1ª Cifra | 2ª Cifra | Multiplicador    | Tolerancia  |
|-----------|----------|----------|------------------|-------------|
| Negro     |          | 0        | 0                |             |
| Marrón    | 1        | 1        | $\times 10$      | $\pm 1\%$   |
| Rojo      | 2        | 2        | $\times 10^2$    | $\pm 2\%$   |
| Naranja   | 3        | 3        | $\times 10^3$    |             |
| Amarillo  | 4        | 4        | $\times 10^4$    |             |
| Verde     | 5        | 5        | $\times 10^5$    | $\pm 0.5\%$ |
| Azul      | 6        | 6        | $\times 10^6$    |             |
| Violeta   | 7        | 7        | $\times 10^7$    |             |
| Gris      | 8        | 8        | $\times 10^8$    |             |
| Blanco    | 9        | 9        | $\times 10^9$    |             |
| Oro       |          |          | $\times 10^{-1}$ | $\pm 5\%$   |
| Plata     |          |          | $\times 10^{-2}$ | $\pm 10\%$  |
| Sin color |          |          |                  | $\pm 20\%$  |

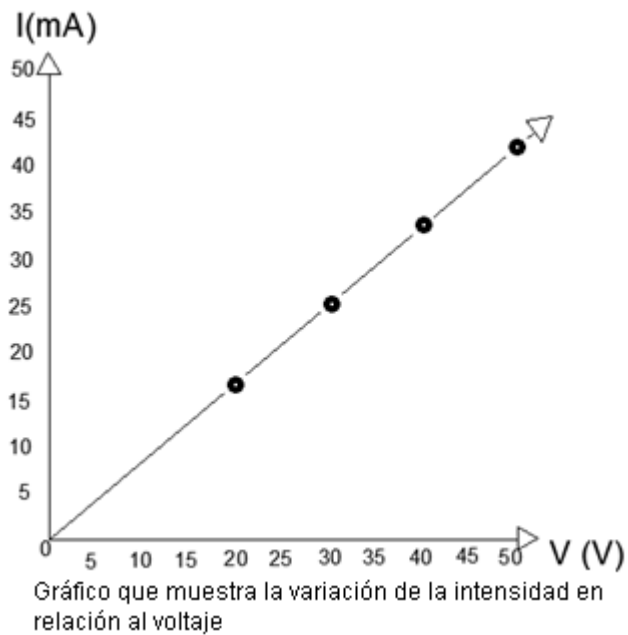
## 6) DESARROLLO:





| Tabla Para la Medición de Corriente |                          |              |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------|
| CORRIENTE MEDIDA (mA)               | CORRIENTE CALCULADA (mA) | VOLTAJE APL. |
| 0                                   | 0                        | 0V           |
| 41.673                              | 41.6                     | 50V          |
| 33.339                              | 33.3                     | 40V          |
| 25.004                              | 25                       | 30V          |
| 16.69                               | 16.6                     | 20V          |





| Tabla para la Medición del Voltaje |                |                   |
|------------------------------------|----------------|-------------------|
| Voltaje de fuente                  | Voltaje medido | Voltaje calculado |
| 0                                  | 0              | 0                 |
| 50                                 | 50             | 50.0076v          |
| 40                                 | 40             | 40.0068v          |
| 30                                 | 30             | 30.0048v          |
| 20                                 | 20             | 20.0028v          |

| Tabla para la Medición de Resistencia |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Resistencia Medida                    | Resistencia Calculada |
| 1.2K $\Omega$                         | 1201.9 $\Omega$       |
| 100 $\Omega$                          | 100 $\Omega$          |
| 3.5K $\Omega$                         | 3498 $\Omega$         |
| 5K $\Omega$                           | 5000 $\Omega$         |

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ De acuerdo al código de colores para la resistencia eléctrica ¿Cuál es el significado y valor de cada banda de acuerdo al lugar en el que está ubicada, para una resistencia de  $250\Omega$ ?

| VALOR  | COLOR | EQUIVALENTE                 |
|--|-------|-----------------------------|
| 2  |       | Primera cifra significativa |
| 5  |       | Segunda cifra significativa |
| 10   |       | Multiplicador               |
| 10   |       | Tolerancia porcentual       |
| TOTAL: $25 \times 10 = 250\Omega$ con el 10% de tolerancia |       |                             |

- ❖ ¿Cuántos tipos de resistores variables existen?

El Reóstato y el Potenciómetro

El reóstato es un resistor variable de dos terminales

El potenciómetro es un resistor variable de tres terminales.

- ❖ Para medir el voltaje de un circuito al voltímetro se lo debe conectar en serie o paralelo.

Se lo conecta en paralelo

- ❖ ¿Para medir la intensidad de un circuito al amperímetro se lo debe conectar en paralelo o en serie?

Se lo conecta en serie.

## **8) BIBLIOGRAFIA:**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## PRÁCTICA Nº 2

### 1) TEMA:

- LEY DE OHM CON FUENTE DE TENSIÓN VARIABLE Y CARGA CONSTANTE

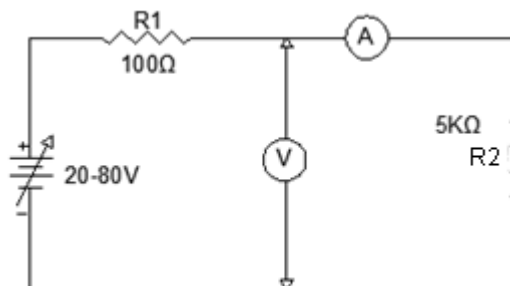
### 2) OBJETIVOS:

- Deducir la relación existente entre el voltaje, corriente y resistencia en un circuito donde se aplique tensión variable y el valor de la carga permanezca constante.
- Demostrar con la ayuda del simulador y también matemáticamente dicha relación.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción                 | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora                 | Con el software Multisim      |
| 1        | Fuente de poder variable DC | 20-80                         |
| 1        | Voltímetro                  | DC                            |
| 1        | Amperímetro                 | DC                            |
| 1        | Resistencia                 | 100Ω                          |
| 1        | Potenciómetro               | 5K Ω                          |

### 4) ESQUEMAS:



## 5) SISTEMA CATEGORIAL:

### Ley de Ohm

La ley de Ohm nos dice que la resistencia que un material opone al paso de la corriente eléctrica, es directamente proporcional a la tensión aplicada, e inversamente proporcional a la intensidad que lo atraviesa.

$$R = \frac{V}{I}$$

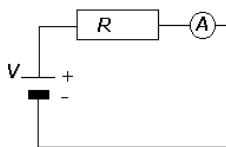
Donde R = Resistencia en  $\Omega$ , V = voltaje en V, I = intensidad en A.

Esta ley tiene el nombre del físico alemán Georg Ohm, que en un tratado publicado en 1827, halló valores de tensión y corriente que pasaba a través de unos circuitos eléctricos simples que contenían una gran cantidad de cables. Él presentó una ecuación un poco más compleja que la mencionada anteriormente para explicar sus resultados experimentales. La ecuación de arriba es la forma moderna de la ley de Ohm.

Esta ley se cumple para circuitos y tramos de circuitos pasivos que, o bien no tienen cargas inductivas ni capacitivas (únicamente tiene cargas resistivas).

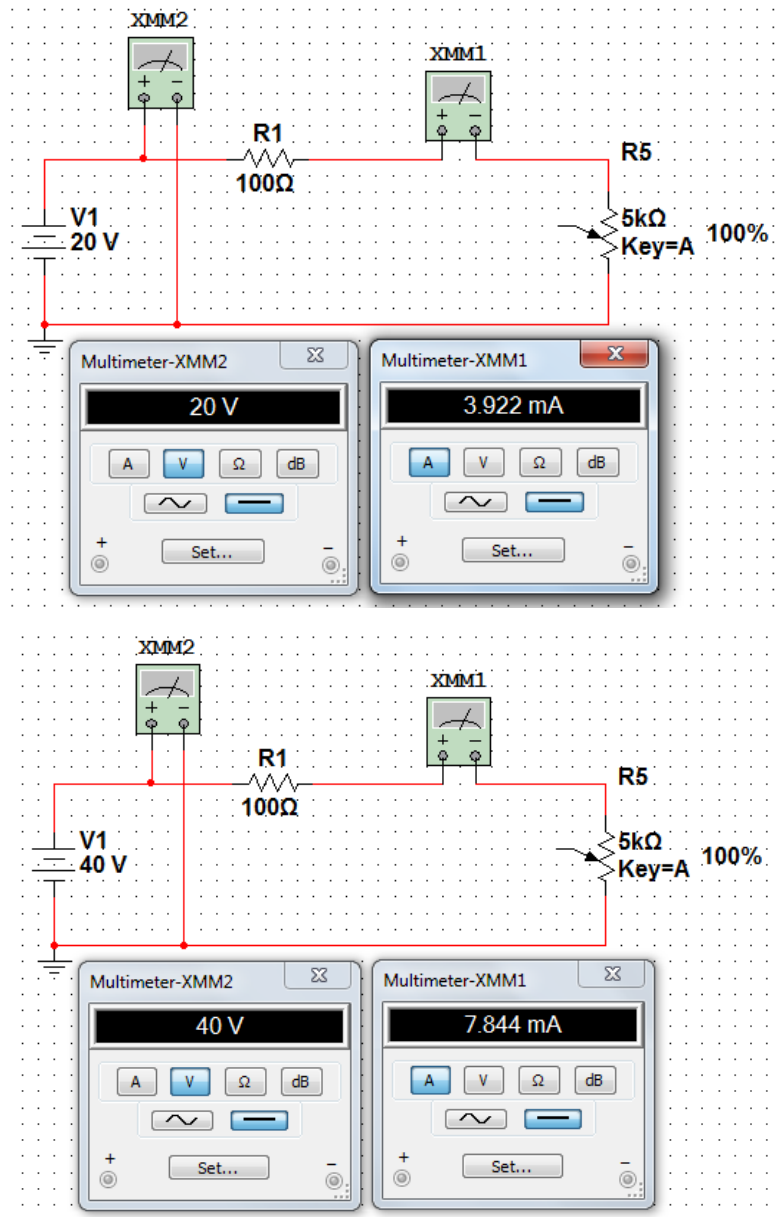
### Aplicación

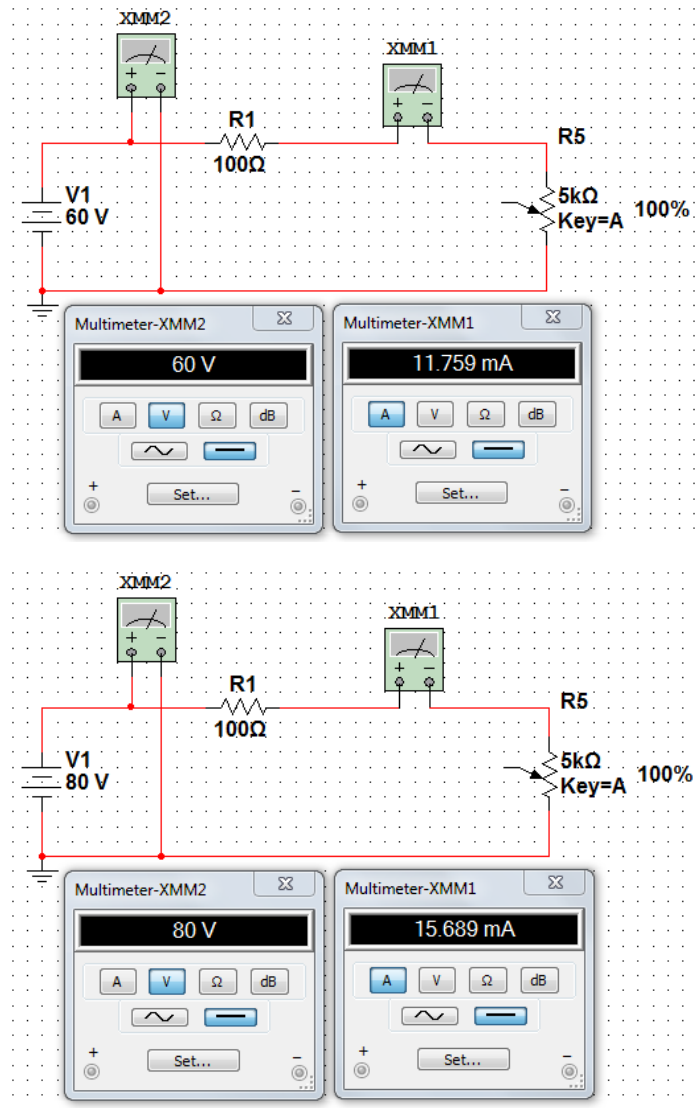
En el siguiente circuito, R = 10 K $\Omega$ , V = 12 V, calcula el valor de I.



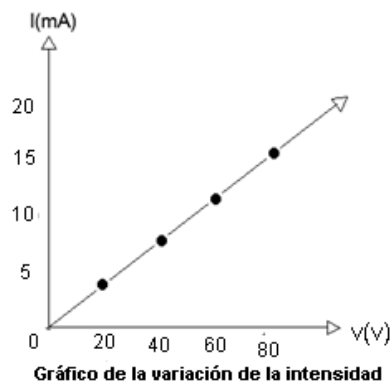
Solución: Aplicando la Ley de Ohm,  $I = V/R = 12 \text{ V}/10 \text{ K}\Omega = 1.2 \text{ mA}$ .

## 6) DESARROLLO:





|           |        | Tabla de Verificación de la Ley de Ohm |      |      |       |       |                   |                      |     |     |      |      |
|-----------|--------|--|------|------|-------|-------|-------------------|----------------------|-----|-----|------|------|
| R         |        | 5 KΩ                                   |      |      |       |       | Formula           | Prueba de la Formula |     |     |      |      |
| V (v)     |        | 0                                      | 20   | 40   | 60    | 80    | $R = \frac{v}{I}$ | v                    | 20  | 40  | 60   | 80   |
| Medida    | I (mA) | 0                                      | 3.92 | 7.84 | 11.75 | 15.68 |                   | I                    | 3.8 | 7.6 | 11.7 | 15.6 |
| Calculada | V/I    | 0                                      | 5.09 | 5.09 | 5.10  | 5.09  |                   | calculada            |     |     |      |      |



## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ ¿Qué sucede en un circuito si el voltaje permanece constante y la resistencia aumenta?

La intensidad disminuye.

- ❖ El voltaje es directamente proporcional a.....

*La resistencia.*

- ❖ ¿Cuál es la relación existente entre el voltaje, resistencia e intensidad?

Las tres magnitudes voltaje, resistencia e intensidad están relacionadas con la ley de Ohm.

## 8) BIBLIOGRAFÍA:

### Libros:

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.



## PRÁCTICA Nº 3

### 1) TEMA:

CONEXIÓN DE CIRCUITO EN SERIE

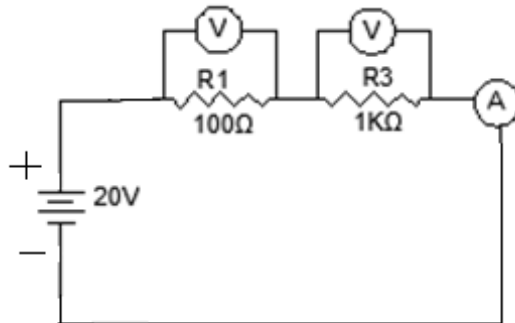
### 2) OBJETIVOS:

- Verificar el comportamiento de voltaje y corriente en un circuito en serie.
- Mejorar nuestros conocimientos sobre estas relaciones usando varias combinaciones de resistencias conectadas en serie.

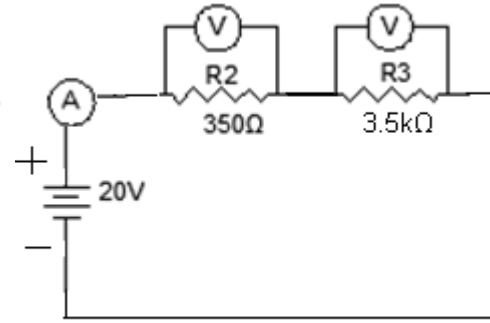
### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 1        | Amperímetro     | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 20V                      |
| 1        | Resistencia     | 100Ω                          |
| 1        | Resistencia     | 1KΩ                           |
| 1        | Resistencia     | 3.5KΩ                         |
| 1        | Resistencia     | 350Ω                          |
| 1        | Resistencia     | 4KΩ                           |
| 2        | Resistencia     | 5KΩ                           |

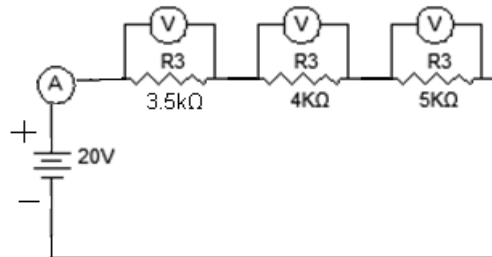
#### 4) ESQUEMAS:



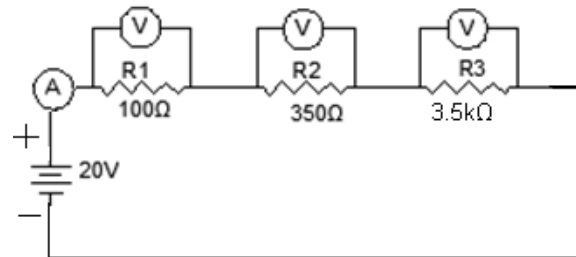
ESQUEMA 1. COMBINACION A



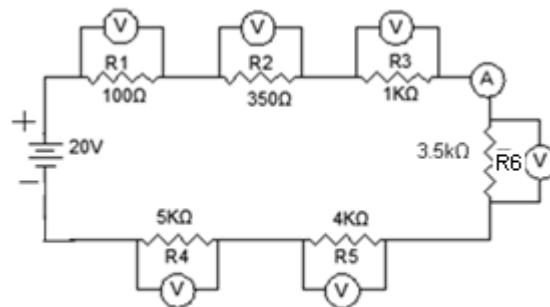
ESQUEMA 2. COMBINACION B.



ESQUEMA 3. COMBINACION C.



ESQUEMA 4. COMBINACION D.



ESQUEMA 5. COMBINACION E

#### 5) SISTEMA CATEGORIAL:

##### CIRCUITO EN SERIE

Un circuito en serie es una configuración de conexión en la que los bornes o terminales de los dispositivos (generadores, resistencias, condensadores,

interruptores, entre otros.) se conectan secuencialmente. La terminal de salida de un dispositivo se conecta a la terminal de entrada del dispositivo siguiente.

En función de los dispositivos conectados en serie, el valor total o equivalente se obtiene con las siguientes expresiones:

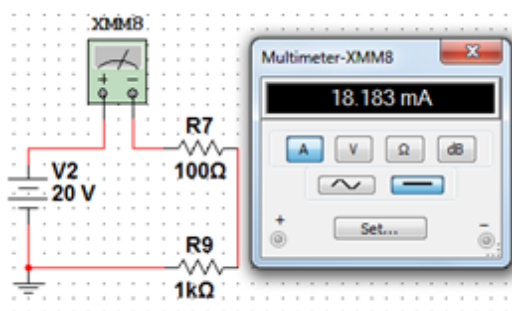
Características de un circuito en serie:

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_n$$

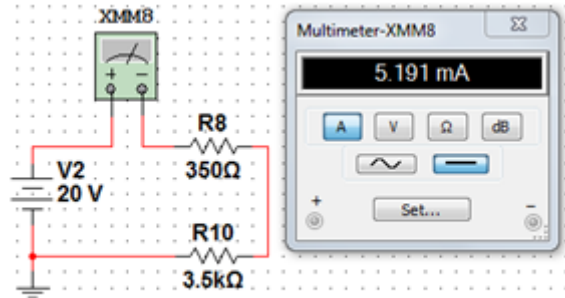
$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

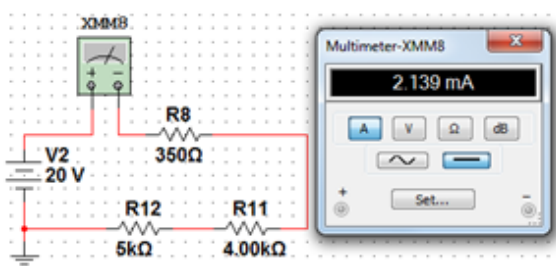
## 6) DESARROLLO:



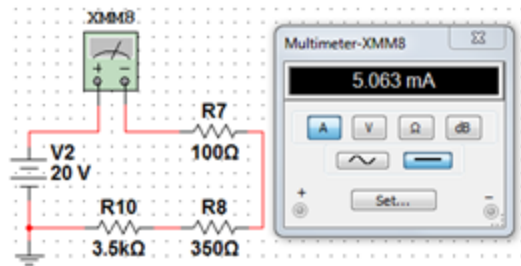
Combinacion A



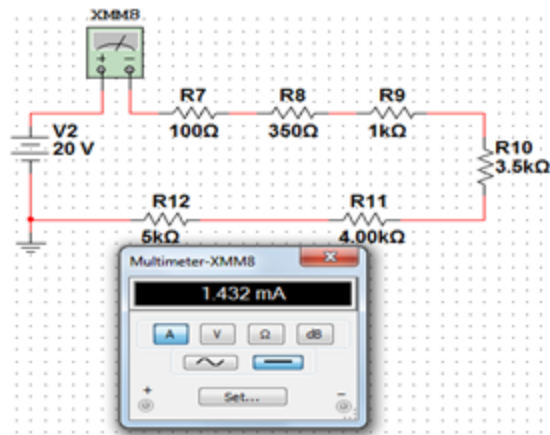
Combinacion B



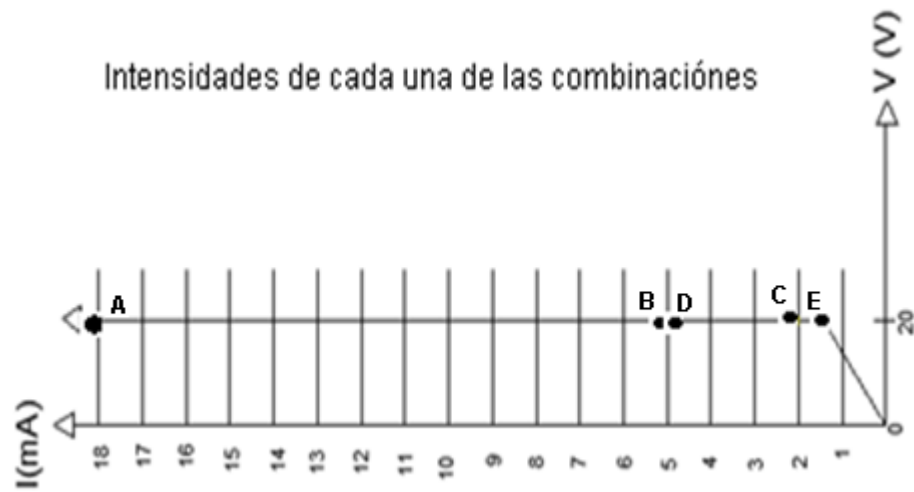
Combinacion C



Combinacion D



Combinacion E



| Combinación | Valor Nominal del Resistor KΩ |      |    |     |    |    | RT               |              | V. Aplicado (v) | I. Medida (mA) |
|-------------|-------------------------------|------|----|-----|----|----|------------------|--------------|-----------------|----------------|
|             | R1                            | R2   | R3 | R4  | R5 | R6 | Valor Calculado. | Valor Medido |                 |                |
| <b>A</b>    | 0.1                           |      | 1  |     |    |    | 1100             | 1100         | 20              | 18.183         |
| <b>B</b>    |                               | 0.35 |    | 3.5 |    |    | 3850             | 3850         | 20              | 5.191          |
| <b>C</b>    |                               | 0.35 |    |     | 4  | 5  | 9350             | 9350         | 20              | 2.139          |
| <b>D</b>    | 0.1                           | 0.35 |    | 3.5 |    |    | 3950             | 3950         | 20              | 5.063          |
| <b>E</b>    | 0.1                           | 0.35 | 1  | 3.5 | 4  | 5  | 13950            | 13950        | 20              | 1.432          |

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ El comportamiento de la intensidad de corriente en un circuito es *igual* en todas las cargas.
- ❖ ¿Cuál es el comportamiento del voltaje de este circuito?  
El voltaje se divide en todas las cargas de acuerdo al valor de cada resistencia.
- ❖ Explique la fórmula para calcular la resistencia en un circuito en serie.  
La fórmula para calcular la resistencia en un circuito conectado en serie es la siguiente  $RT = R1 + R2 + R3 + \dots + Rn$ , todas las resistencias se suman para poder conocer la resistencia total.
- ❖ En un circuito en serie, la resistencia total es mayor o menor que las demás resistencias conectadas en el circuito.  
La resistencia total es mayor que todas las demás conectadas en serie.

- ❖ ¿Qué se puede determinar al haber utilizado varias combinaciones de resistencias?

Se pudo determinar que entre menor sea la resistencia mayor será la intensidad.

## **8) BIBLIOGRAFIA:**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## PRÁCTICA Nº 4

### 1) TEMA:

CIRCUITO DIVISOR DE VOLTAJE SIN CARGA

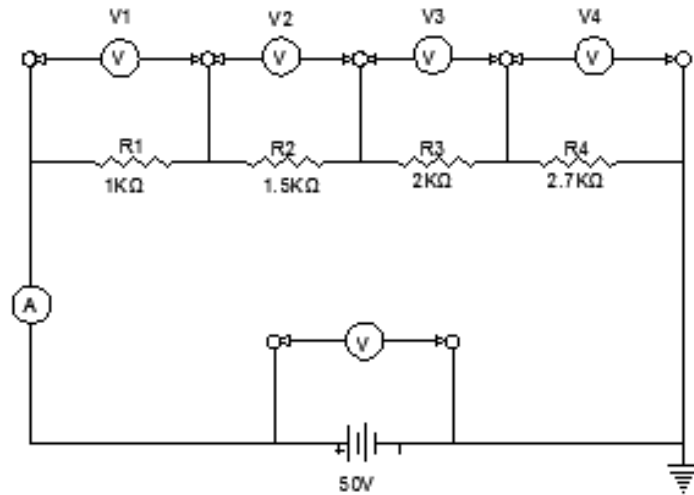
### 2) OBJETIVOS:

- Verificar el funcionamiento de un divisor de voltaje y su relación con un circuito en serie.
- Observar la simulación y comprobar los valores con cálculos matemáticos.

### 3) MATERIALES:

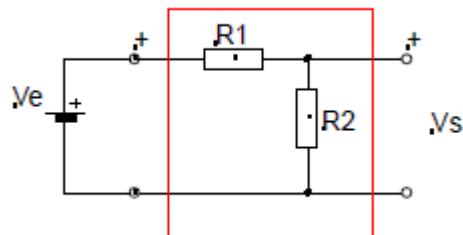
| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 5        | Voltímetros     | DC                            |
| 1        | Amperímetro     | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 50V                      |
| 1        | Resistencia     | 1K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia     | 1.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 2K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia     | 2.7K $\Omega$                 |

#### 4) ESQUEMAS:



#### 5) SISTEMA CATEGORIAL:

¿Cómo funciona un divisor de voltaje?



Los dos resistores forman, como ves, un circuito serie cuya resistencia equivalente es:

$$R_T = R_1 + R_2$$

La intensidad de corriente que circulará por ese circuito será:

$$I = \frac{V_E}{R_T} \quad I = \frac{V_1}{(R_1 + R_2)}$$

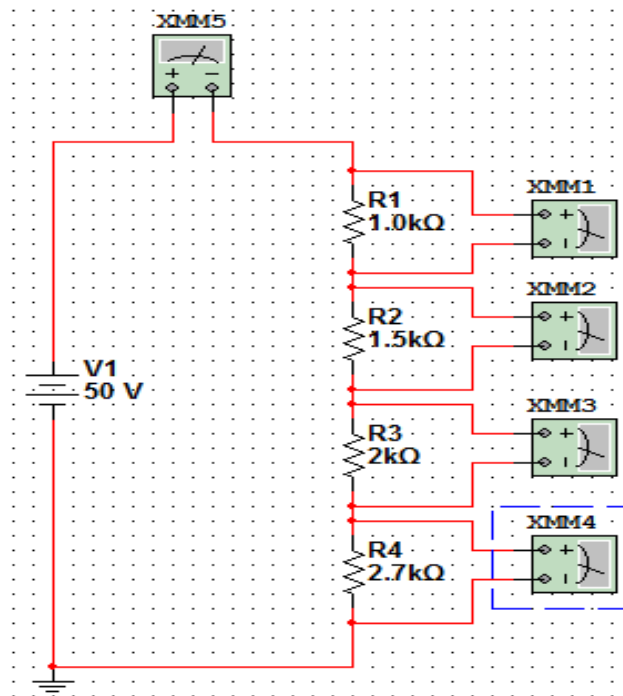
La tensión en la salida, Vs es la tensión que cae en R2:

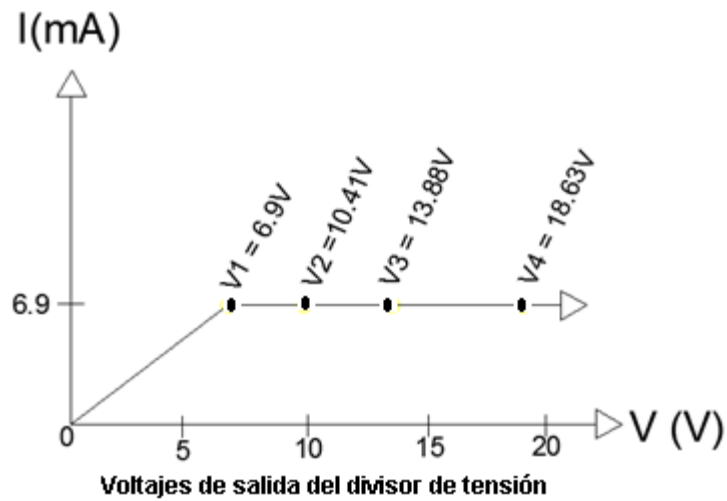
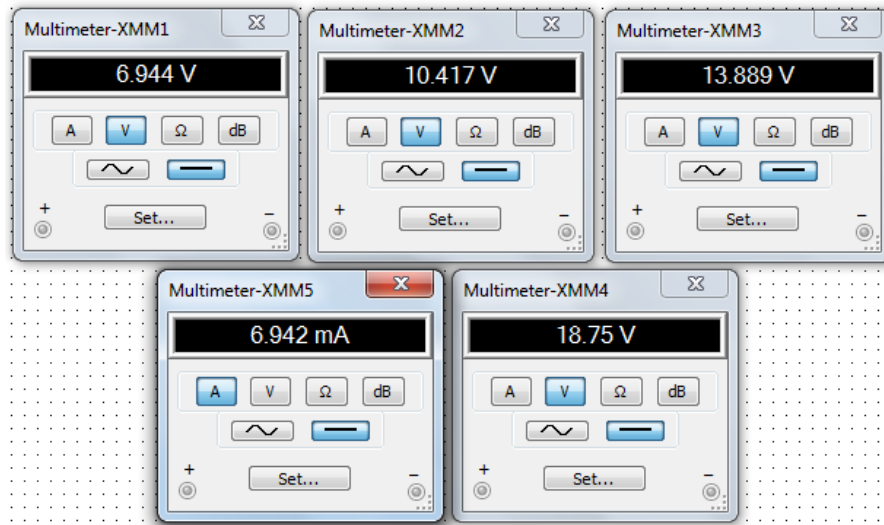


$$V_s = I * R_2 \quad V_s = \frac{V_E \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}$$

El divisor de voltaje es un circuito sencillo que tiene mucha relación con un circuito serie, la única diferencia es que en este circuito tendremos muchas salidas como necesitemos pero siempre debemos tener en cuenta que los voltajes de salida siempre serán menores que el voltaje de entrada y entre todos los voltajes sumados nos darán el voltaje de entrada.

## 6) DESARROLLO:





| Voltaje de Fuente           | Intensidad | Voltaje Salida (v) |        | R (KΩ)   |                                 | Voltaje Calculado |
|-----------------------------|------------|--------------------|--------|----------|---------------------------------|-------------------|
| 50V                         | 6.942 mA   | V1                 | 6.944  | R1       | 1                               | 6.9V              |
|                             |            | V2                 | 10.417 | R2       | 1.5                             | 10.35V            |
|                             |            | V3                 | 13.889 | R3       | 2                               | 13.8V             |
|                             |            | V4                 | 18.75  | R4       | 2.7                             | 18.63V            |
| Voltaje Salida Total: 49.9v |            |                    |        | RT = 7.2 | Voltaje Calculado Total: 49.68v |                   |

## **7) PREGUNTAS DE CONTROL:**

- ❖ ¿Con que tipo de circuito se relaciona un divisor de voltaje sin carga?

Por su tipo de conexión se relaciona con un circuito en serie.

- ❖ Para hacer un divisor de voltaje. ¿Qué se debe considerar?

Se debe considerar los voltajes de salida y la intensidad a la cual deseemos trabajar para de esta manera calcular las resistencias respectivas.

## **8) BIBLIOGRAFÍA:**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## PRÁCTICA Nº 5

### 1) TEMA:

CONEXIÓN DE CIRCUITO EN PARALELO

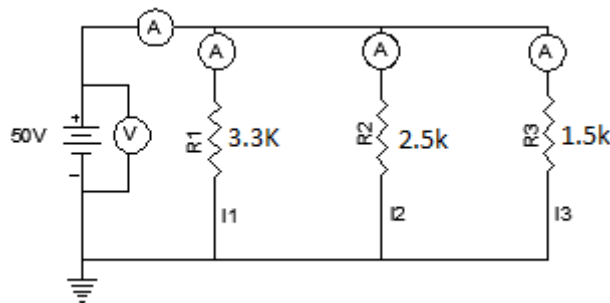
### 2) OBJETIVOS:

- Comprobar las diferentes variaciones de intensidad y resistencia en un circuito en paralelo.
- Comparar los resultados obtenidos en la simulación con los conseguidos matemáticamente.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 4        | Amperímetros    | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 50V                      |
| 1        | Resistencia     | 3.3K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 2.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 1.5K $\Omega$                 |

### 4) ESQUEMAS:



## 5) SISTEMA CATEGORIAL:

En un circuito de resistencias en paralelo podemos considerar las siguientes propiedades o características:

- La tensión es la misma en todos los puntos del circuito.
- A cada uno de los caminos que puede seguir la corriente eléctrica se le denomina "*rama*".
- La suma de las intensidades de rama es la intensidad total del circuito, coincide con la que sale de la pila.

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots = \sum I_i$$

Donde  $I_T$  es la intensidad total e  $I_i$  son las intensidades de rama.

- La inversa de la resistencia equivalente del circuito paralelo es igual a la suma de las inversas de las resistencias.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots = \sum \frac{1}{R_i}$$

Despejando en la expresión anterior obtenemos:

$$R_p = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots} = \frac{1}{\sum \frac{1}{R_i}}$$

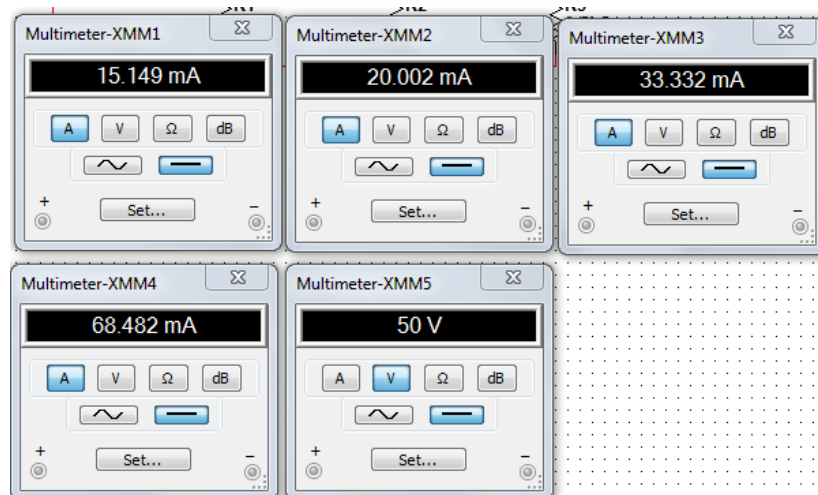
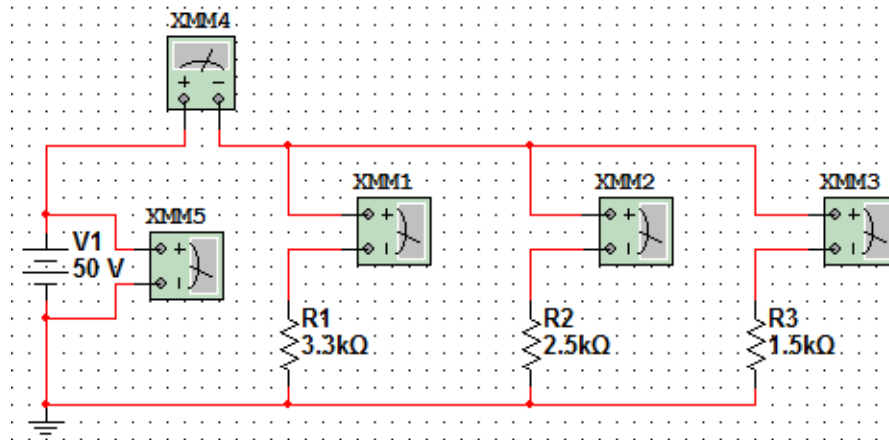
Si particularizamos para el caso de tener sólo dos resistencias:

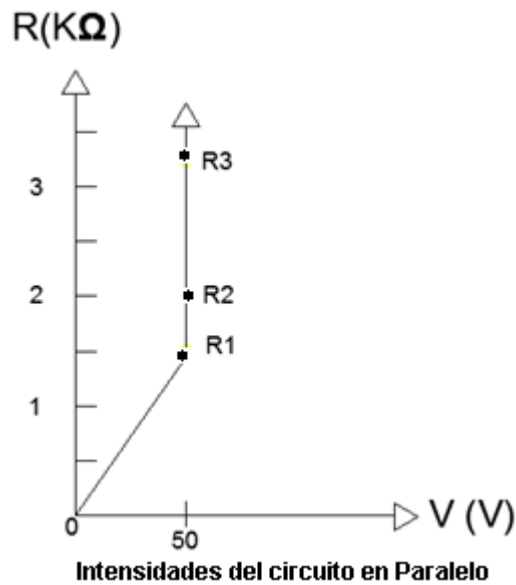
$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

- La resistencia equivalente es menor que la menor de las resistencias del circuito.
- Las intensidades de rama las calculamos con la Ley de Ohm.

$$I_i = \frac{V_s}{R_i}$$

## 6) DESARROLLO:





| Tabla de Registro de Intensidad Medida en mA |                 |     |                            |        |            |
|--|-----------------|-----|----------------------------|--------|------------|
| Voltaje                                      | Resistencias kΩ |     | Intensidades por Rama (ma) |        | I Total mA |
| 50V  | R1              | 3.3 | I1                         | 15.149 | 68.482     |
|  | R2              | 2.5 | I2                         | 20.002 |            |
|  | R3              | 1.5 | I3                         | 33.332 |            |

| Tabla de Registro de Intensidad Calculada en mA |                 |     |                       |         |            |
|---|-----------------|-----|-----------------------|---------|------------|
| Voltaje   | Resistencias kΩ |     | Intensidades por Rama |         | I Total mA |
| 50V   | R1              | 3.3 | I1                    | 15.15 A | 68.45      |
|   | R2              | 2.5 | I2                    | 20 A    |            |
|   | R3              | 1.5 | I3                    | 33.3 A  |            |

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ ¿La intensidad de corriente en un circuito en paralelo es igual en todas las cargas?

No, la corriente se divide en las diferentes ramas que componen el circuito.

- ❖ Cuando en un circuito en paralelo, sus trayectorias están cerradas. ¿La corriente de línea es máxima o mínima?

La corriente de línea es máxima.

- ❖ Describa la fórmula para calcular la resistencia total en un circuito en paralelo.  
Para calcular la resistencia de un circuito en paralelo se debe sacar la inversa de las sumatorias de cada resistencia individual.

$$R_p = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots} = \frac{1}{\sum \frac{1}{R_i}}$$

- ❖ En un circuito con resistencias conectadas en paralelo ¿El valor de la resistencia equivalente calculada es mayor o menor que las resistencias conectadas al circuito?

La resistencia total debe ser mas baja que la menor resistencia del circuito.

## 8) BIBLIOGRAFIA:

### Libros:

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.



## PRÁCTICA N° 6

### 1) TEMA:

DIVISORES DE VOLTAJE CON CARGA

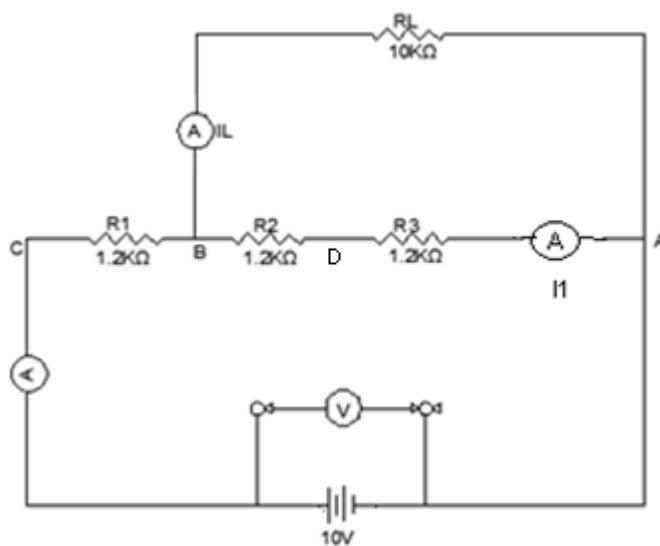
### 2) OBJETIVOS:

- Estudiar el funcionamiento de un divisor de voltaje con carga y establecer diferencias con el divisor de voltaje sin carga.
- Establecer relaciones con un circuito en paralelo.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 3        | Amperímetros    | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 10V                      |
| 3        | Resistencia     | 1.2K $\Omega$                 |
| 1        | Potenciómetro   | 10 K $\Omega$                 |

### 4) ESQUEMA:



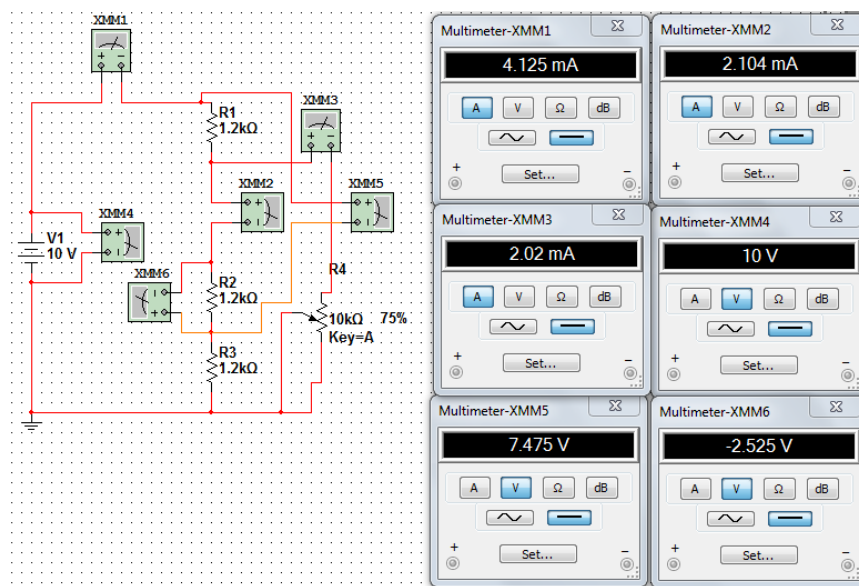
## 5) SISTEMA CATEGORIAL:

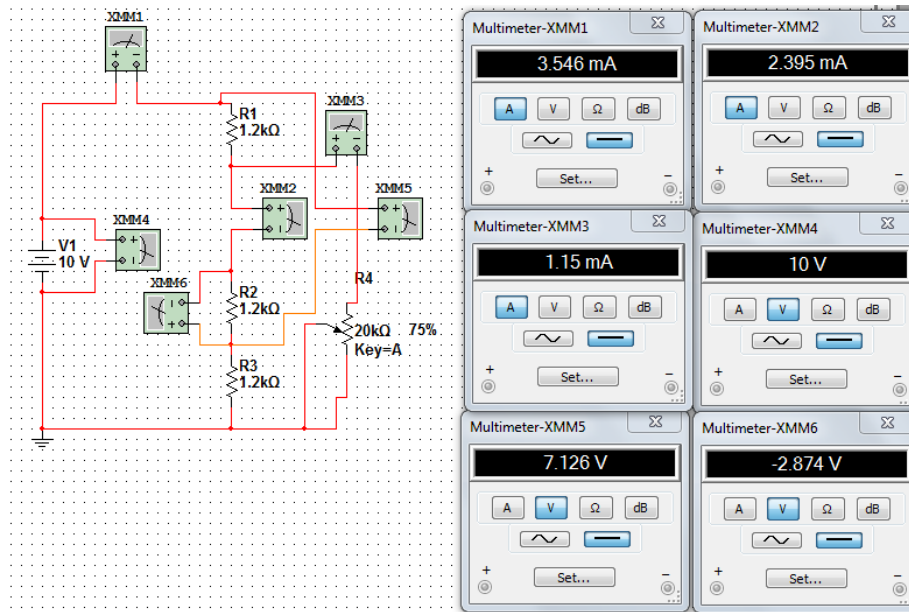
El divisor de tensión es un circuito de múltiples aplicaciones sobre todo en electrónica. Consiste de una serie de elementos pasivos (resistencias, condensadores o bobinas) cuya función es tomar una muestra de la tensión de entrada  $V_o$  y atenuarla a la salida, tal que  $V_L$  siempre será menor que  $V_o$ . La tensión de salida  $V_L$  puede utilizarse para poner un voltaje de referencia en un amplificador.

En general,  $V_L$  servirá para alimentar otras etapas del circuito en el cual este dispositivo está insertado. Cualquiera que sea la aplicación, siempre se va a tener una resistencia de carga  $R_L$  conectada en paralelo a  $R_2$ .

Si la resistencia de carga  $R_L$  está desconectada, se dice que la salida está **en vacío**, lo cual significa que  $R_L = \infty \Omega$ . Si por el contrario, la salida se encuentra cortocircuitada  $R_L = 0 \Omega$ , entonces se dice que la salida está **en corto**. Note que una salida en corto implica que la tensión de salida es nula, es decir  $V_L = 0 \text{ V}$ , y la corriente entregada en ese caso será máxima  $I_{\text{máx}}$ .

## 6) DESARROLLO:





| Divisor de Voltaje con Carga |            |               |                       |               |               |            |                       |               |               |            |
|------------------------------|------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|------------|-----------------------|---------------|---------------|------------|
| Valores Medidos              |            |               |                       |               |               |            | Valores Calculados    |               |               |            |
| Cap. (KΩ)                    | $V_o$<br>V | $I_C$<br>(mA) | $I$ (mA)<br>Drenadora | $V_{BD}$<br>V | $V_{CD}$<br>V | $R_C$<br>Ω | $I$ (mA)<br>Drenadora | $V_{BD}$<br>V | $V_{CD}$<br>V | $R_C$<br>Ω |
| 10                           | 10         | 2.0           | 2.1                   | 2.52          | 7.47          | 500        | 2.1                   | 2.5           | 5             | 500        |
| 20                           | 10         | 1.15          | 2.3                   | 2.87          | 7.12          | 0.001      | 5.1                   | 6.2           | 12.2          | 0.001      |

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ ¿Un divisor de voltaje con carga es un circuito conectado en serie, paralelo o mixto?

Es un circuito mixto.

- ❖ En un divisor de voltaje la tensión y la corriente se pueden afectar al aplicar una carga RL. Falso/Verdadero.

Verdadero.

❖ ¿En que se utiliza un divisor de voltaje?

Se utiliza en electrónica y en redes divisoras de corriente.

## **8) BIBLIOGRAFIA:**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## PRÁCTICA Nº 7

### 1) TEMA:

CONEXIÓN DE UN CIRCUITO SERIE – PARALELO

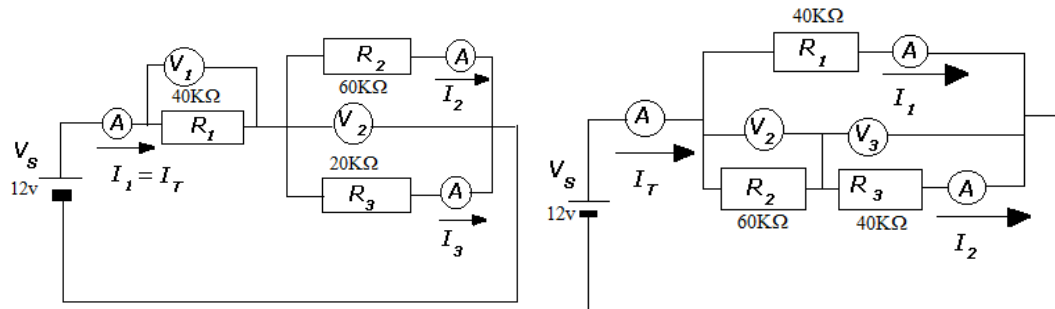
### 2) OBJETIVOS:

- Verificar los diferentes cambios de las intensidades de corrientes y tensiones en un circuito mixto.
- Medir la resistencia total utilizando el simulador y comprobar si existe relación con los cálculos matemáticos.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 3        | Amperímetros    | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC - 10V                      |
| 1        | Resistencia     | 820 $\Omega$                  |
| 1        | Potenciómetro   | 1K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia     | 2.2K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 3.3K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 4.7K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 0.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 0.2K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 1.2K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 5.5K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 10K $\Omega$                  |

#### 4) ESQUEMAS:



#### 5) SISTEMA CATEGORIAL:

##### - Características generales

En un circuito mixto podemos considerar las siguientes propiedades o características:

- A la parte serie del circuito, se le aplica lo estudiado para los circuitos series.
- A la parte paralelo del circuito, se le aplica lo estudiado para los circuitos en paralelo.
- A la resistencia equivalente del circuito mixto la llamamos **Req**.

##### - Simplificación del circuito

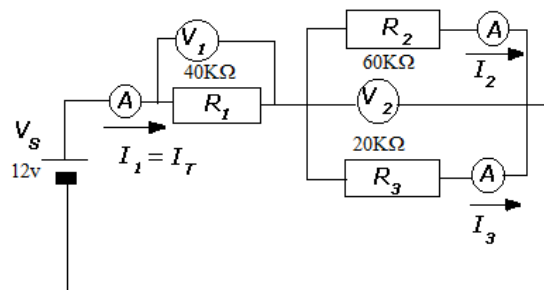
Vamos a considerar dos tipos de circuitos mixtos: a) un circuito de dos resistencias en paralelo, conectado en serie con otra resistencia. b) un circuito de dos resistencias en serie conectado, en paralelo con otra resistencia estos circuitos los utilizaremos para la simulación de esta práctica.

Veamos ahora como solucionamos ambos casos ya propuestos anteriormente:

## 6) DESARROLLO:

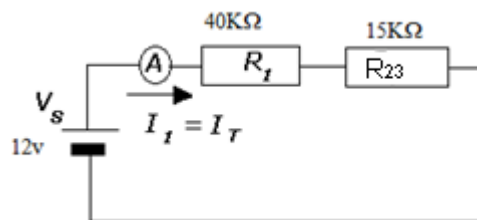
### a. Veamos este primer tipo:

En este caso tenemos que calcular  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $I_T$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $R_{23}$  y  $R_{eq}$ .



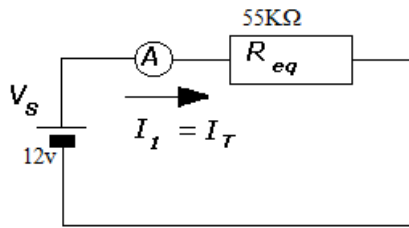
Comenzamos calculando  $R_{23}$ , para eso simplificaremos las dos resistencias que se encuentran en paralelo ( $R_2$  y  $R_3$ ):

$$R_{23} = (R_2 \cdot R_3) / (R_2 + R_3) = 60 \cdot 20 / (60 + 20) = 120 / 80 = 15 \text{ K}\Omega.$$



Y por último simplificamos las dos resistencias que nos quedan, calculamos  $R_{eq}$ :

$$R_{eq} = R_1 + R_{23} = 40 + 15 = 55 \text{ K}\Omega.$$



Ahora podemos calcular  $I_T$ :

$$I_T = V_s / R_{eq} = 12 \text{ v} / 55 \text{ K}\Omega = 0,218 \text{ mA}.$$

Una vez que conocemos esta intensidad, podemos calcular las caídas de tensión  $V_1$  y  $V_2$ :

$$V_1 = I_T \cdot R_1 = 0,218 \text{ mA} \cdot 40 \text{ K}\Omega = 8,72 \text{ v}.$$

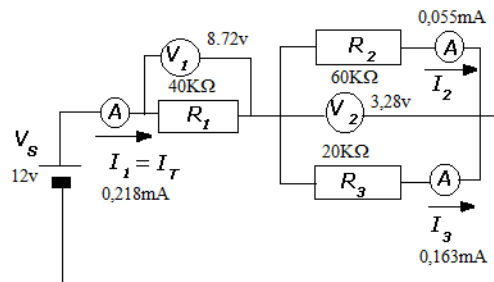
$$V_2 = I_T \cdot R_{23} = 0,218 \cdot 15 \text{ K}\Omega = 3,28 \text{ v}.$$

Por último, el valor de  $V_2$  nos sirve para calcular  $I_2$  e  $I_3$ :

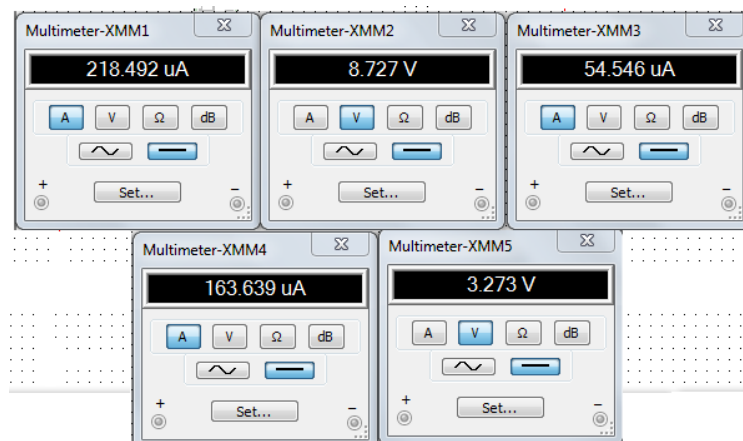
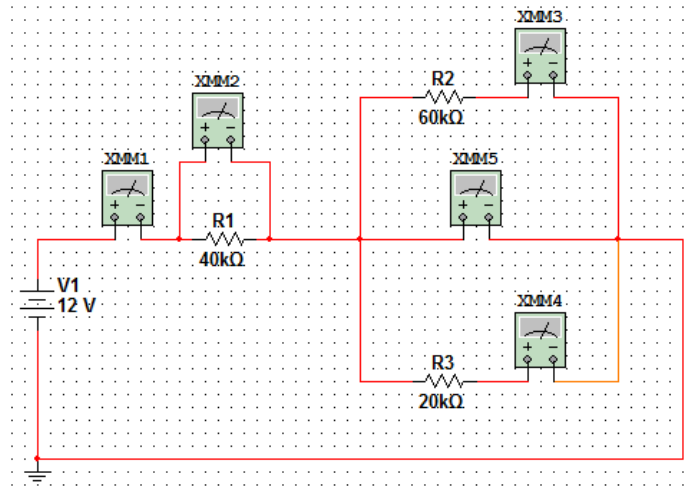
$$I_2 = V_2 / R_2 = 3,28 \text{ V} / 60 \text{ K}\Omega = 0,055 \text{ mA}.$$

$$I_3 = I_T - I_2 = 0,218 - 0,055 = 0,163 \text{ mA}.$$

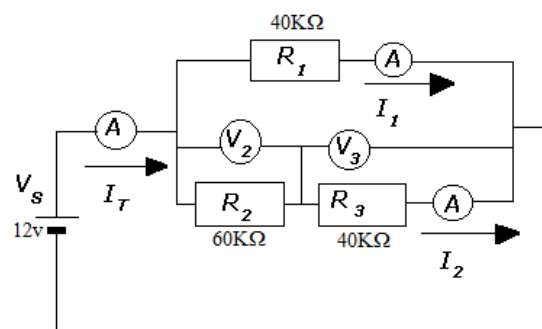
Esquema ya resuelto





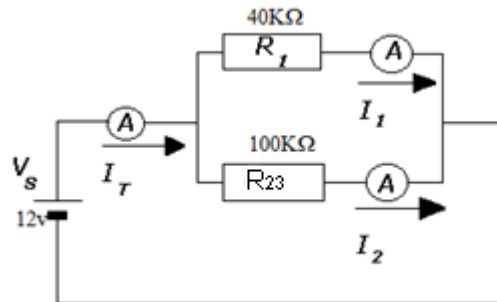


**b) Veamos el segundo tipo:**



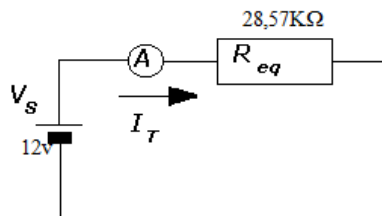
En este caso lo primero que tenemos que hacer es simplificar las dos resistencias en serie ( $R_2$  y  $R_3$ ), es decir vamos a calcular  $R_{23}$ :

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 60 + 40 = 100 \text{ K}\Omega.$$



Y a continuación resolver el paralelo, calculamos  $R_{eq}$ :

$$R_{eq} = (R_1 \cdot R_{23}) / (R_1 + R_{23}) = 40 \cdot 100 / (40 + 100) = 4000 / 140 = 28,57 \text{ K}\Omega.$$



#### - Ejemplo de cálculo

En este caso hay que calcular:  $I_T$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $R_{23}$  y  $R_{eq}$ :

Dado que en un circuito paralelo, la tensión es la misma en todos sus componentes, podemos calcular  $I_1$  e  $I_2$ :

$$I_1 = V_s / R_1 = 12 \text{ v} / 40 \text{ K}\Omega = 0,30 \text{ mA}.$$

$$I_2 = V_s / R_{23} = 12 \text{ v} / 100 \text{ K}\Omega = 0,12 \text{ mA}.$$

Ahora podemos calcular  $I_T$  como la suma de las dos anteriores:

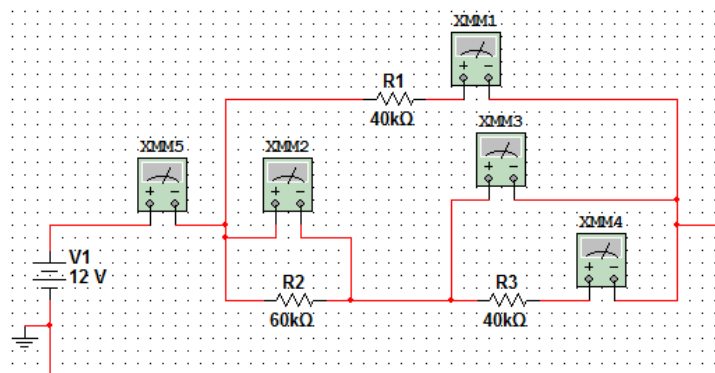
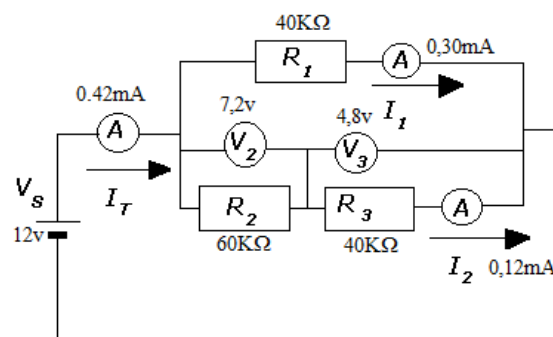
$$I_T = I_1 + I_2 = 0,30 + 0,12 = 0,42 \text{ mA.}$$

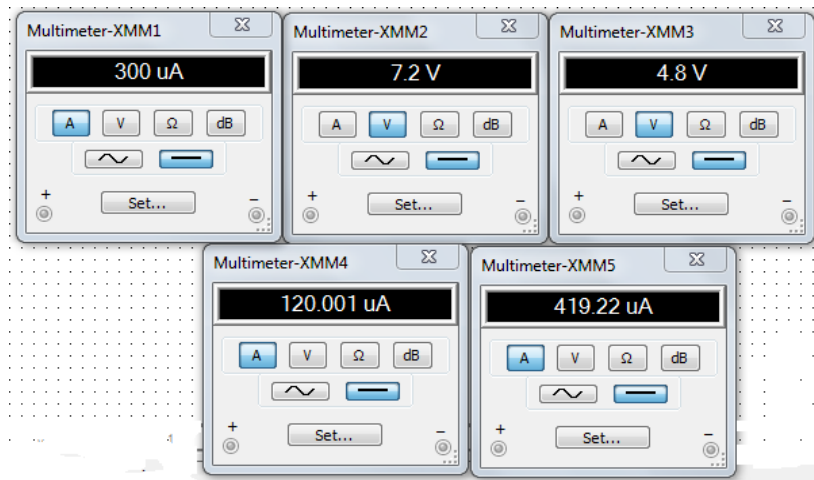
Y ya sólo nos queda calcular  $V_2$  y  $V_3$ :

$$V_2 = I_2 \cdot R_2 = 0,12 \text{ mA} \cdot 60 \text{ K}\Omega = 7,2 \text{ v.}$$

$$V_3 = V_S - V_2 = 12 - 7,2 = 4,8 \text{ v.}$$

Esquema con sus respectivos valores:





#### Valores Nominales del Esquema 1

| Resistor                | R1 | R2 | R3 |
|-------------------------|----|----|----|
| Valor Nominal $K\Omega$ | 40 | 60 | 20 |
| Valor Medido $K\Omega$  | 40 | 60 | 20 |

#### Valores Nominales del Esquema 2

| Resistor                | R1 | R2 | R3 |
|-------------------------|----|----|----|
| Valor Nominal $K\Omega$ | 40 | 60 | 40 |
| Valor Medido $K\Omega$  | 40 | 60 | 40 |

#### Tabla de Intensidades

| # De Esquema | Valores Medidos (mA) |        |       | Valores Calculados (mA) |       |       |
|--------------|----------------------|--------|-------|-------------------------|-------|-------|
| Primero      | $I_T$                | $I_2$  | $I_3$ | $I_T$                   | $I_2$ | $I_3$ |
|              | 0,218                | 0,0545 | 0,163 | 0,218                   | 0,055 | 0,163 |
| Segundo      | $I_T$                | $I_1$  | $I_2$ | $I_T$                   | $I_1$ | $I_2$ |
|              | 0,419                | 0,3    | 0,12  | 0,42                    | 0,30  | 0,12  |

| Tabla de Tensiones |                     |       |       |                        |       |       |
|--------------------|---------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|
| # De Esquema       | Valores Medidos (v) |       |       | Valores Calculados (v) |       |       |
| Primero            | $V_T$               | $V_1$ | $V_2$ | $V_T$                  | $V_1$ | $V_2$ |
|                    | 12                  | 8,72  | 3,27  | 12                     | 8,72  | 3,28  |
| Segundo            | $V_T$               | $V_2$ | $V_3$ | $V_T$                  | $V_2$ | $V_3$ |
|                    | 12                  | 7,2   | 4,8   | 12                     | 7,2   | 4,8   |

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

- ❖ ¿Cual es la configuración de un circuito mixto?

Un circuito mixto esta formado por circuitos en paralelo y circuitos en serie conectados entre si.

- ❖ ¿Las corrientes y los voltajes son constantes en un circuito mixto?

Verdadero/Falso

Falso

## **8) BIBLIOGRAFIA:**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## PRÁCTICA No 8

### 1) TEMA:

CIRCUITO DIVISOR DE CORRIENTE CON CARGA

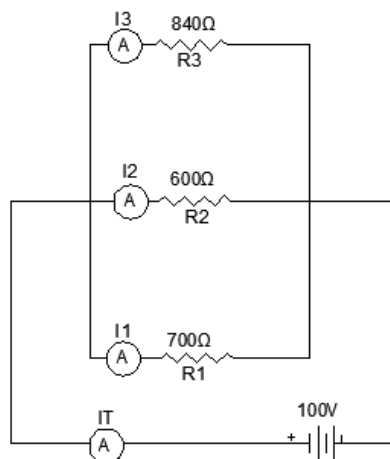
### 2) OBJETIVOS:

- Diseñar un circuito divisor de corriente.
- Relacionarse con las leyes de Kirchhoff y aplicarlas en dicho circuito

### 3) MATERIALES:

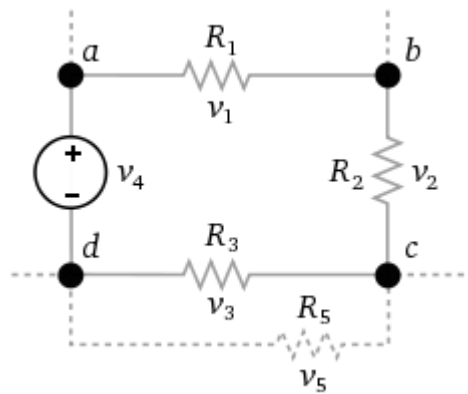
| Cantidad | Descripción     | Característica, valor o serie |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora     | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro      | DC                            |
| 3        | Amperímetros    | DC                            |
| 1        | Fuente de poder | DC 100V                       |
| 1        | Resistencia     | 820 $\Omega$                  |
| 1        | Potenciómetro   | 1K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia     | 2.2K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia     | 3.3K $\Omega$                 |

### 4) ESQUEMAS:



## 5) SISTEMA CATEGORIAL:

Ley de tensiones de Kirchhoff



Ley de tensiones de Kirchhoff, en este caso  $v_4 = v_1 + v_2 + v_3$ . No se tiene en cuenta a  $v_5$  porque no hace parte de la malla que estamos analizando.

Esta ley es llamada también Segunda ley de Kirchhoff, ley de lazos de Kirchhoff o ley de mallas de Kirchhoff y es común que se use la sigla **LVK** para referirse a esta ley.

En toda malla la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada. De forma equivalente, en toda malla la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico es igual a cero.

### Leyes de Kirchhoff

La ley de Ohm se aplica a cualquier parte del circuito tanto como al circuito completo. Puesto que la corriente es la misma en las tres resistencias de la figura 1, la tensión total se divide entre ellas.



La tensión que aparece a través de cada resistencia (la caída de tensión) puede obtenerse de la ley de Ohm.

Ejemplo: Si la tensión a través de  $R_1$  la llamamos  $E_1$ , a través de  $R_2$ ,  $E_2$ , y a través de  $R_3$ ,  $E_3$ , entonces

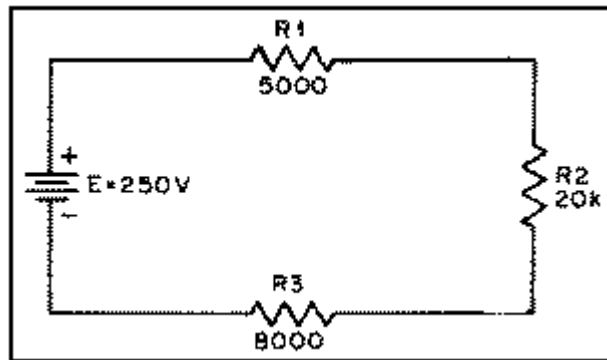


figura1

$$E_1 = I \times R_1 = 0,00758 \times 5000 = 37,9 \text{ V}$$

$$E_2 = I \times R_2 = 0,00758 \times 20.000 = 151,5 \text{ V}$$

$$E_3 = I \times R_3 = 0,00758 \times 8000 = 60,6 \text{ V}$$

La primera ley de Kirchhoff describe con precisión la situación del circuito: La suma de las tensiones en un bucle de corriente cerrado es cero. Las resistencias son sumideros de potencia, mientras que la batería es una fuente de potencia, por lo que la convención de signos descrita anteriormente hace que las caídas de potencial a través de las resistencias sean de signo opuesto a la tensión de la batería. La suma de todas las tensiones da cero. En el caso sencillo de una única fuente de tensión, una sencilla operación algebraica indica que la suma de las caídas de tensión individuales debe ser igual a la tensión aplicada.

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

$$E = 37,9 + 151,5 + 60,6$$

$$E = 250 \text{ V}$$

### Segunda ley de Kirchhoff

Hay otra solución para el problema. Suponga que las tres resistencias del ejemplo anterior se conectan en paralelo como se muestra en la figura 2.

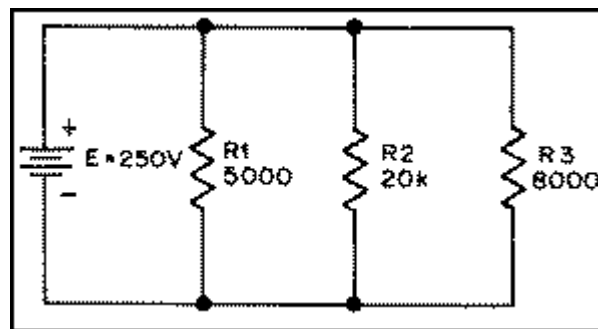


figura2

La misma FEM, 250 V, se aplica a todas las resistencias.

La corriente en cada una puede obtenerse de la ley de Ohm como se muestra más abajo, siendo  $I_1$  la corriente a través de  $R_1$ ,  $I_2$  la corriente a través de  $R_2$ , e  $I_3$  la corriente a través de  $R_3$ .

Por conveniencia, la resistencia se expresará en kilohms, por tanto la corriente estará en miliamperios.

$$I_1 = E / R_1 = 250 / 5 = 50 \text{ mA}$$

$$I_2 = E / R_2 = 250 / 20 = 12,5 \text{ mA}$$

$$I_3 = E / R_3 = 250 / 8 = 31,25 \text{ mA}$$

La corriente total es

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 = 50 + 12,5 + 31,25 = 93,75 \text{ mA}$$

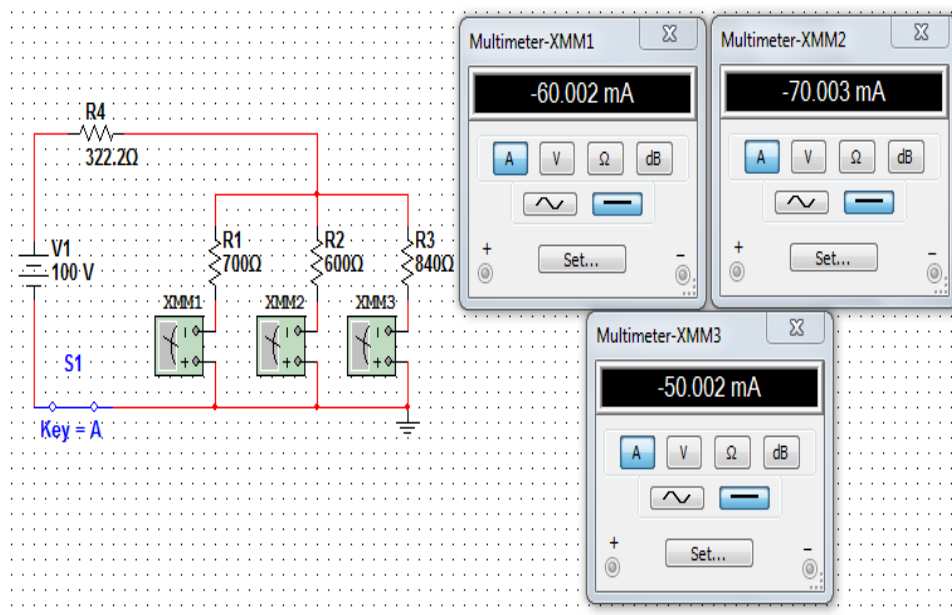
Este ejemplo ilustra la ley de corriente de Kirchhoff.

"La corriente que circula hacia un nodo o punto de derivación es igual a la suma de las corrientes que abandonan el nodo o derivación."

Por tanto, la resistencia total del circuito es

$$R_{\text{total}} = E / I = 250 / 93,75 = 2,667 \text{ K}\Omega$$

## 6) DESARROLLO:



DATOS:

$$V=100V$$

$$I_1=0,06A$$

$$I_2=0,07A$$

$$I_3=0.05A$$

$$R_1=700\Omega$$

SOLUCIÓN:

$$V_1=I_1 \times R_1 \quad V_1= (60mA)(700\Omega) \quad V_1= 42v$$

$$R_2= \frac{V_{AB}}{I_2} \quad R_2= \frac{42v}{70mA} \quad R_2=600\Omega$$

$$R_3= \frac{V_{AB}}{I_3} \quad R_3= \frac{42v}{50mA} \quad R_3=840\Omega$$

$$I_T=I_1+I_2+I_3 \quad I_T=60mA + 70mA + 50mA \quad I_T=180mA$$

$$V_{CD}=V-V_1 \quad V_{CD} = 100V - 42V \quad V_{CD} = 58V$$

$$R_4= \frac{V_{CD}}{I_T} \quad R_4= \frac{58v}{180mA} \quad R_4=322.2\Omega$$

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

❖ ¿Para qué se utiliza un divisor de corriente con carga?

Se utiliza en circuitos electrónicos tales como radios, televisores etc. Que necesitan de una corriente baja de valor estable.

❖ ¿Qué tipo de circuito es un divisor de corriente?

Es un circuito de conexión mixta

## **8) BIBLIOGRAFIA:**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## PRÁCTICA No 9

### 1) TEMA:

TRANSFERENCIA MÁXIMA DE POTENCIA

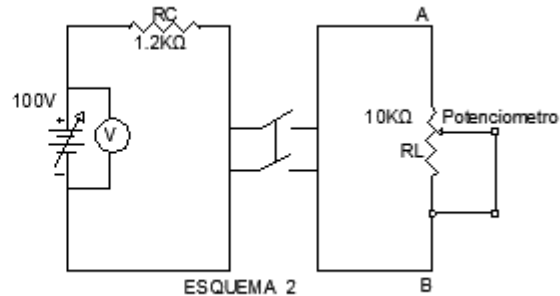
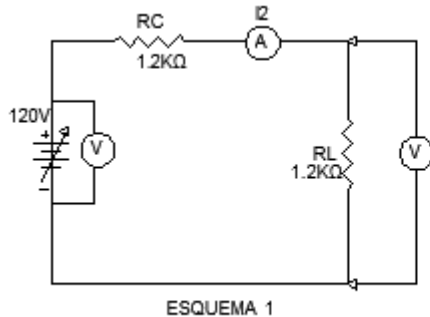
### 2) OBJETIVOS:

- Interpretar para que se utiliza un circuito de esta clase.
- Realizar los cálculos respectivos y la simulación.

### 3) MATERIALES:

| Cantidad | Descripción              | Característica, valor o serie |
|----------|--------------------------|-------------------------------|
| 1        | Computadora              | Con el software Multisim      |
| 1        | Voltímetro               | DC                            |
| 1        | Amperímetro              | DC                            |
| 1        | Fuente de poder variable | DC 120V                       |
| 1        | Resistencia              | 820 $\Omega$                  |
| 1        | Potenciómetro            | 1K $\Omega$                   |
| 1        | Resistencia              | 2.2K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia              | 3.3K $\Omega$                 |
| 1        | Resistencia              | 10K $\Omega$                  |

#### 4) ESQUEMAS:



#### 5) SISTEMA CATEGORIAL:

##### Teorema de máxima potencia

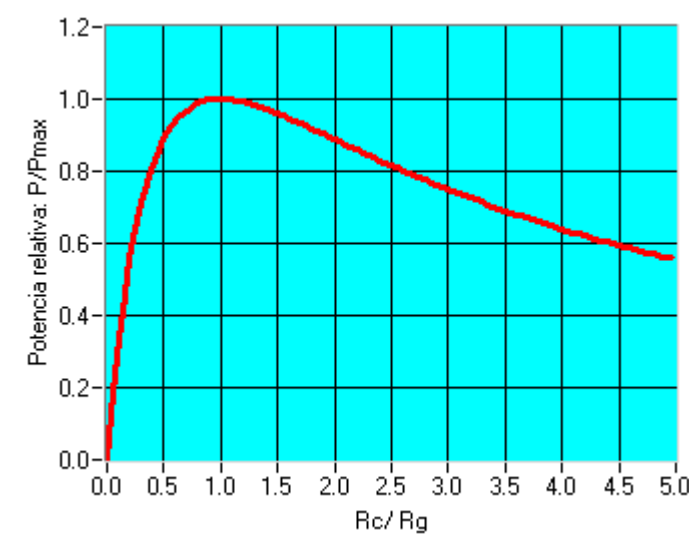
En ingeniería eléctrica, electricidad y electrónica, el **teorema de máxima transferencia de potencia** establece que, dada una fuente, con una resistencia de fuente fijada de antemano, la resistencia de carga que maximiza la transferencia de potencia es aquella con un valor óhmico igual a la resistencia de fuente.

El teorema establece cómo escoger (para maximizar la transferencia de potencia) la resistencia de carga, una vez que la resistencia de fuente ha sido fijada, no lo contrario. No dice cómo escoger la resistencia de fuente, una vez que la resistencia de carga ha sido fijada. Dada una cierta resistencia de carga, la resistencia de fuente que maximiza la transferencia de potencia es siempre cero, independientemente del valor de la resistencia de carga.

##### Maximizando transferencia de potencia versus eficiencia de potencia

El teorema fue originalmente malinterpretado (notablemente por Joule) para sugerir que un sistema que consiste de un motor eléctrico comandado por una batería no podría superar el 50% de eficiencia pues, cuando las impedancias

estuviesen adaptadas, la potencia perdida como calor en la batería sería siempre igual a la potencia entregada al motor. En 1880, Edison (o su colega Francis Robbins Upton) muestra que esta suposición es falsa, al darse cuenta que la máxima eficiencia no es lo mismo que transferencia de máxima potencia. Para alcanzar la máxima eficiencia, la resistencia de la fuente (sea una batería o un dínamo) debería hacerse lo más pequeña posible. Bajo la luz de este nuevo concepto, obtuvieron una eficiencia cercana al 90% y probaron que el motor eléctrico era una alternativa práctica al motor térmico.



Potencia transferida en función de la adaptación. Solo se tiene en cuenta la parte resistiva. Se supone que las reactancias están compensadas.

En esas condiciones la potencia disipada en la carga es máxima y es igual a:

$$P_{\max} = \frac{V^2}{4R_g}$$

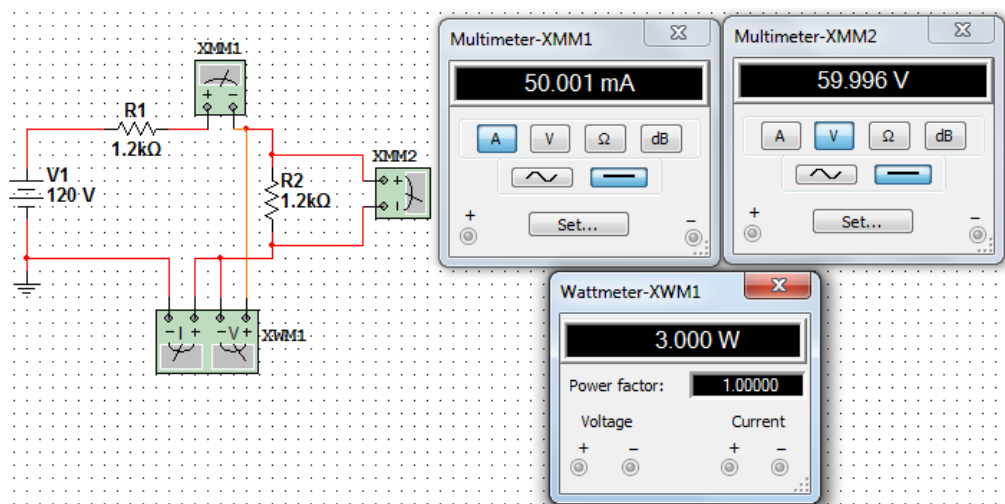


La condición de transferencia de máxima potencia no resulta en eficiencia máxima. Si definimos la eficiencia  $\eta$  como la relación entre la potencia disipada por la carga y la potencia generada por la fuente, se calcula inmediatamente del circuito de arriba que

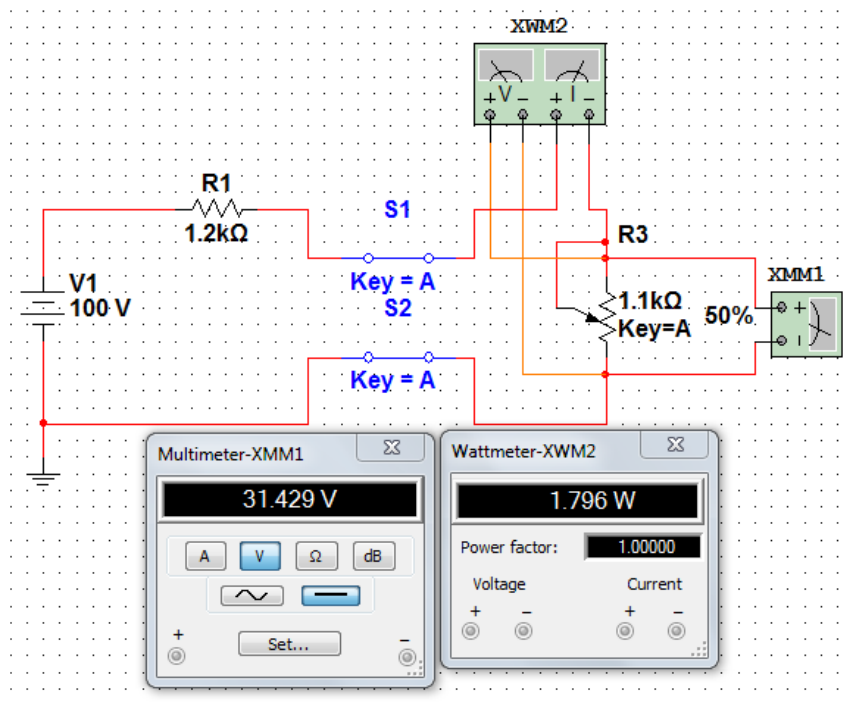
$$\eta = \frac{R_c}{R_c + R_g} = \frac{1}{1 + \frac{R_g}{R_c}}$$

La eficiencia cuando hay adaptación es de solo 50%. Para tener eficiencia máxima, la resistencia de la carga debe ser infinitamente más grande que la resistencia del generador. Por supuesto en ese caso la potencia transferida tiende a cero. Cuando la resistencia de la carga es muy pequeña comparada a la resistencia del generador, tanto la eficiencia como la potencia transferida tienden a cero. En la curva anterior está representada la potencia transferida relativa a la máxima posible (cuando hay adaptación) con respecto al cociente entre la resistencia de carga y la del generador.

## 6) DESARROLLO:



| Medición de Potencia   |           |            |                     |                     |
|--|-----------|------------|---------------------|---------------------|
| V Ouput<br>(v)   | $V_L$ (v) | $I_L$ (mA) | $R_C$ (K $\Omega$ ) | $R_L$ (K $\Omega$ ) |
| 120  | 59.99     | 50         | 1.2                 | 1.2                 |
| Fórmula de la potencia   |           |            | P. Calculada (W)    | P. Medida (W)       |
| e) $P_S = V_{Lx} \times I_L = 59.99 \times 0.05$                 |           |            | 2.99                | 3                   |
| f) $P_S = \frac{V^2}{R_L} = \frac{59.99^2}{1200\Omega}$          |           |            | 2.99                | 3                   |
| g) $P_S = I^2_L \times R_L = 0.05^2 \text{mA} \times 1200\Omega$ |           |            | 3                   | 3                   |
| h) $P_T = \frac{V_T^2}{R_T} = \frac{120^2}{2400\Omega}$          |           |            | 6                   | 6                   |



| Datos para Determinar la Máxima Potencia en $R_L$ |                        |                              |               |                                  |   |
|---|------------------------|------------------------------|---------------|----------------------------------|---|
| $R_C$<br>( $K\Omega$ )                            | $R_L$<br>( $K\Omega$ ) | $R_C + R_L$<br>( $K\Omega$ ) | $V_L$<br>(v)  | $P_L = \frac{V_L^2}{R_L}$<br>(W) | $P_T = \frac{V_{O_{upt}}^2}{R_C + R_L}$ |
| 1.2   | 0.01                   | 1.21                         | 0.414         | 0.17                             | 8.2                                     |
| 1.2   | 0.1                    | 1.3                          | 4             | 0.16                             | 7.6                                     |
| 1.2   | 1.1                    | 2.3                          | 31.429        | 0.899                            | 4.3                                     |
| <b>1.2</b>  | <b>1.5</b>             | <b>2.7</b>                   | <b>38.461</b> | <b>0.98</b>                      | <b>3.7</b>                              |
| 1.2   | 5                      | 6.2                          | 67.567        | 0.91                             | 1.6                                     |
| 1.2   | 7.5                    | 8.7                          | 75.757        | 0.76                             | 1.1                                     |
| 1.2   | 8                      | 9.2                          | 76.923        | 0.73                             | 1                                       |
| 1.2   | 9.5                    | 10.7                         | 79.832        | 0.67                             | 9.3                                     |
| 1.2   | 10                     | 11.2                         | 80.645        | 0.65                             | 8.9                                     |

## 7) PREGUNTAS DE CONTROL:

❖ ¿Cuándo se da la transferencia máxima de potencia?

La transferencia máxima de potencia se da cuando  $R_T = R_L$

❖ Explique la relación entre resistencia de carga y transferencia de potencia entre una fuente de CD y una carga.

La máxima transferencia de potencia a una carga por una fuente de voltaje constante ocurre cuando la resistencia interna de la fuente es igual a la resistencia de la carga.

❖ ¿Cómo varía la potencia que se suministra a la carga,  $P_S$ , con la resistencia de la carga,  $R_L$ ?

La potencia va aumentando conforme aumenta la resistencia  $R_L$ , esto se da hasta que la resistencia  $R_L$  es igual a  $R_C$  y si la resistencia  $R_L$  es mayor a  $R_C$ , el valor de la potencia comienza a bajar.

## **8) BIBLIOGRAFÍA:**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## 7. CONCLUSIONES:

- Los resultados de la simulación y los cálculos matemáticos tienen similitud entre sí, lo que ha permitido contrastar los valores de magnitudes eléctricas llenando las expectativas y de esta forma siendo confiable para ser aplicado en cualquier proyecto.
- La utilización de este software en el Laboratorio de Electrónica permite desarrollar en los alumnos la habilidad de razonar y analizar cada circuito, de manera que pueda aplicar en la vida cotidiana sin la necesidad de laboratorios o equipos de medición que no siempre están al alcance de todos debido a su costo y sobre todo evitar pérdidas lamentables en los equipos, así como también evitar daños en nuestra integridad física.
- Se elaboró una guía de prácticas propuestas y desarrolladas en concordancia a la normativa institucional, para que a los estudiantes y docentes se les facilite el uso de este software, teniendo a disposición una herramienta útil para el buen desempeño académico en el manejo de este simulador como es el Multisim.
- Este software por su facilidad de uso y bajo costo puede ser utilizado en muchas áreas como son la eléctrica y una muy importante es la electrónica en la que se puede representar desde una compuerta lógica hasta armar una calculadora o una alarma, observar todo su funcionamiento tal y como sucede en la vida real.

## **8. RECOMENDACIONES:**

- La simbología del simulador es compleja por lo que es necesario dedicarse por un tiempo prudente para familiarizarnos y usarlo de una manera adecuada.
- Para simular un circuito en el Multisim siempre se le debe conectar a tierra para que el circuito funcione.
- Es necesario antes de poner en funcionamiento el simulador se efectúe los cálculos respectivos para comprobar los resultados.
- Los pasos a seguir para usar este software son sencillos pero muy importantes, no debemos olvidar la manera de como conectar un instrumento de medida de acuerdo a lo que se desee obtener.
- Se recomienda el uso de este simulador en la formación profesional de los estudiantes de las carreras de tecnología e ingeniería, del AEIRNNR.

## **9. BIBLIOGRAFÍA:**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## **10. ANEXOS**

### **ANEXO 1: PROYECTO DE LA TESIS**





# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS  
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y  
CONTROL INDUSTRIAL.**

## **TEMA:**

**“SIMULACIÓN DE CIRCUITOS DE  
ACOPLAMIENTO CON CARGA RESISTIVA EN  
CORRIENTE CONTINUA, MEDIANTE EL USO DEL  
SOFTWARE MULTISIM”**

**Autor: Darwin Efrén Macanchí Jiménez**

**LOJA – ECUADOR**

**2011**

## **I. TEMA:**

“SIMULACIÓN DE CIRCUITOS DE ACOPLAMIENTO CON CARGA RESISTIVA EN CORRIENTE CONTINUA, MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE MULTISIM”

## **II. INTRODUCCIÓN:**

La simulación por computadora ha sido posible gracias al acelerado y progresivo desarrollo del ordenador. Su primer despliegue a gran escala fue en el Proyecto Manhattan, durante la Segunda Guerra Mundial, para recrear una detonación nuclear. Las simulaciones por computadora a veces complementan o incluso sustituyen a los sistemas de modelación para los que no es posible hallar soluciones analíticas de forma cerrada. Existen muchos tipos de simulación por computadora, pero todos ellos comparten una característica común: tratan de generar una muestra de escenarios representativos para un modelo en el que una relación completa de todos los estados posibles de este sería muy costoso o imposible. Los modelos informatizados se emplearon inicialmente como suplemento de otros parámetros, pero más adelante su uso se extendió a otros ámbitos, podemos destacar algunos de ellos: la simulación médica para enseñar procedimientos terapéuticos y de diagnóstico, la simulación en las ciencias naturales para los experimentos basados en técnicas como la espectroscopia que proveen datos detallados sobre el comportamiento de la materia, la simulación en la educación se enfoca en tareas específicas como en el entrenamiento o formación de estudiantes a nivel medio como superior.

Podemos definirla a la simulación como “El proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites

impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema".

Lo que se comprende, los diferentes software de aplicación han facilitado mucho el desenvolvimiento de la vida diaria del ser humano, estos sistemas nos ayudan a poder conocer las diferentes reacciones de la naturaleza eléctrica o el comportamiento de determinados elementos electrónicos.

De ahí que es necesario que los sistemas informáticos sean utilizados en el campo de la educación técnica (electricidad y electrónica) para que la enseñanza-aprendizaje sea más eficiente, por otro lado la reducción de espacios físicos en los centros de educación superior se va haciendo cada vez más evidente debido al incremento de la población estudiantil, sumado a esto, la falta de recursos económicos lo que imposibilita la realización de prácticas reales.

Con la utilización de laboratorios virtuales se podrá adquirir conocimientos más profundos, sobre todo se conseguirá observar el comportamiento y reacción de los circuitos, por otro lado se evitaría realizar cortocircuitos, sobrecargas y quemar elementos, ya que se ha evidenciado que la teoría nos da una comprensión abstracta y no es igual que realizar una práctica en el laboratorio, donde se requiere mucha concentración en lo que se hace.

Es por eso que este tema de estudio se centrará específicamente en la simulación con el software Multisim con sus diferentes funciones para conocer por medio de este, el resultado de diferentes circuitos con cargas resistivas, como por ejemplo: Ley de Ohm, conexiones en serie, paralelo y mixtos, divisores de tensión, divisores de corriente, etc. en corriente continua, además se realizará una guía de prácticas que serán muy útiles para la comprensión de esta temática.

Este software nos permite realizar un sinnúmero de conexiones, estas pueden ser en corriente continua, corriente alterna o incluso armar circuitos electrónicos. si

realizamos la simulación de un circuito en corriente continua podremos visualizar la línea que describe el voltaje a la salida del circuito y mucho mejor si lo hacemos en corriente alterna podremos visualizar de mejor manera la onda senoidal que esta describe al final del circuito con las modificaciones debido a los elementos que componen el circuito y a la instrumentación que trae este simulador, con el software también podremos dar valores a la fuente de poder, resistencias, condensadores y muchos elementos más que nos serán de utilidad para desarrollar las simulaciones.

Para poder desarrollar de una mejor manera este proyecto me he propuesto los siguientes objetivos:

Simular circuitos con cargas resistivas en corriente continua mediante el uso del software Multisim.

Realizar una guía de prácticas acordes a la normativa institucional, en donde se describan los resultados de la simulación.

### **III. DESCRIPCIÓN TÉCNICA.**

#### **3.1. Software Multisim**

El programa de simulación eléctrica y electrónica Multisim puede entenderse como una versión mejorada de su hermano pequeño ElectronicWorkbench. Se Utiliza este programa para circuitos de corriente continua y de corriente alterna. No obstante también se puede utilizar para electrónica analógica y digital.

Multisim es una herramienta para el diseño electrónico. Basado en herramientas de diseño PCB profesionales, fue diseñado pensando en las necesidades de educadores y estudiantes, además de cumplir ampliamente con los requerimientos de los ingenieros y diseñadores a nivel profesional cuenta con todas las características de sus predecesores, nuevas características técnicas como puntas de prueba industriales, intercambio de datos con instrumentos virtuales y "reales", corrector de errores y sugerencias de cambios sobre el circuito

¿Qué hace?

Combina el diseño de circuitos con la simulación en un ambiente completamente de laboratorio para PC.

##### **3.1.1. Características de programa**

Un mejor cableado

Perfiles de simulación

Más y mejores partes comunes.

Incremento de la velocidad de simulación de hasta un 67%.

Osciloscopio TekTronix

BreadBoard en 3D

7000 componentes adicionales con modelos.

Pruebas de medición

Verificador de regulaciones eléctricas.

La preparación para una simulación es tan simple como dibujar un circuito.

Con simulación interactiva (partes interactivas pueden ser cambiadas sobre el vuelo)

Partes animadas como LED's y displays de 7 segmentos.

Cuenta con instrumentos virtuales y análisis y graficación.

### **3.2. Características del computador:**

Mother Intel dp 67 de socket 1155 ddr3-1333 Soport 13/15/17 (bulk).

Memoria 4gb Adata 1333 MHZ/ddr3

Disco Duro 1tb Samsung/Hitachi 7200 rpm

Tarjeta Video 1gb Zogis Pci Exp Gforce Ddr3

Tarjeta de Red Trhndnet Pci 10/100/1000 Ghip Realtek/Teg-Pcitxr

Monitor 19 HP Compaq LCD W185q

Super Case Power a TX 6246

Procesador Intel Core i5-2500 a 3.30 GHZ MB Sock 1155

Unidad de DVD Writer Samsung SH-222AB 22x SATA

Mouse Genius KB06XE Negro USB

#### **IV. METODOLOGÍA.**

El ser humano desde su existencia hasta nuestros días se ha visto en la necesidad de superarse cada vez más de tener siempre el control sobre las demás especies y de aprovechar al máximo los recursos naturales de nuestro planeta, es así, que ha sobresalido en diferentes campos tales como: el campo social, el campo cultural, el campo religioso, y en un campo mucho más específico como es el campo educativo-investigativo, ha sido necesario el considerar algunos pasos que se deben seguir y reglas que se deben respetar, es decir, la metodología no es más que un conjunto de caminos, métodos y técnicas a seguir para poder cumplir con los objetivos propuestos en este proyecto.

Uno de los métodos a seguir es el método analítico, porque tendremos que descomponer nuestra idea sobre las simulaciones ¿De qué se trata?, ¿Cómo funcionan?, ¿para qué nos sirven? Todo esto para poder entenderla y explicarla.

Otro método muy importante y muy utilizado es el método experimental por medio de este método se tratara de explicar la relación entre causa-efecto es decir por medio de la simulación se demostrará el funcionamiento de ciertos circuitos.

Para un mejor desarrollo de este proyecto se utilizará la técnica de la observación, esta técnica servirá de mucho para poder verificar circuitos de nuestro entorno y aplicarlos en las simulaciones con el software Multisim. Pero además de estos métodos y técnicas propuestas, se tendrá que seguir los siguientes pasos para alcanzar los objetivos propuestos:



- Recopilación de Información
- Ordenar la Información
- Realización del proyecto
- Presentación del proyecto
- Cotización de equipos
- Aprobación del proyecto por parte de las autoridades del Área
- Adquisición de equipos
- Inicio de desarrollo del proyecto
- Elección de los circuitos
- Simulación de los circuitos
- Elaboración del informe final
- Revisión del proyecto final

## **V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **5.1 Corriente continua**

La corriente continua o corriente directa (CC en español, en inglés DC, de Direct Current) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la corriente alterna (CA en español, AC en inglés), en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección (es decir, los terminales de mayor y de menor potencial son siempre los mismos). Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante (por ejemplo la suministrada por una batería), es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad.

Su descubrimiento se remonta a la invención de la primera pila por parte del científico italiano Alessandro Volta. No fue sino hasta los trabajos de Thomas Alva Edison sobre la generación de electricidad en las postrimerías del siglo XIX, cuando la corriente continua comenzó a emplearse para la transmisión de la energía eléctrica. Ya en el siglo XX este uso decayó en favor de la corriente alterna (propuesta por el inventor Nikola Tesla, sobre cuyos desarrollos se construyó la primera central hidroeléctrica en las Cataratas del Niágara) por sus menores pérdidas en la transmisión a largas distancias, si bien se conserva en la conexión de redes eléctricas de diferente frecuencia y en la transmisión a través de cables submarinos. También se está extendiendo el uso de generadores de corriente continua mediante células solares -buscando un menor impacto medioambiental del uso de la energía solar frente a las soluciones convencionales (combustible fósil y energía nuclear).

## 5.2. Ley de Ohm

La Ley de Ohm afirma que la corriente que circula por un circuito eléctrico cerrado es directamente proporcional a la tensión(a más tensión, mayor intensidad) e inversamente proporcional a la resistencia siempre y cuando su temperatura se mantenga constante (a más resistencia, menos intensidad).

La ecuación matemática que describe esta relación es:

$$I = \frac{V}{R}$$

Ecuación 1 Para calcular la intensidad aplicando la ley de Ohm.

Donde, I es la corriente que pasa a través del objeto en amperios, V es la diferencia de potencial de las terminales del objeto en voltios, y R es la resistencia que ofrece el circuito al paso de los electrones, en ohmios ( $\Omega$ ).

Esta ley tiene el nombre del físico alemán Georg Ohm, que en un tratado publicado en 1827, halló valores de tensión y corriente que pasaba a través de unos circuitos eléctricos simples que contenían una gran cantidad de cables.

## 5.3 Resistencia eléctrica

La resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de corriente.

Descubierta por Georg Ohm en 1827, la resistencia eléctrica tiene un parecido conceptual a la fricción en la física mecánica. La unidad de la resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el ohmio ( $\Omega$ ). Para su medición en la práctica existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un ohmímetro.

Para una gran cantidad de materiales y condiciones, la resistencia eléctrica depende de la corriente eléctrica que pasa a través de un objeto y de la tensión en los terminales de este. Esto significa que, dada una temperatura y un material, la resistencia es un valor que se mantendrá constante. Además, de acuerdo con la ley de Ohm la resistencia de un material puede definirse como la razón de la tensión y la corriente, así:

$$R = \frac{V}{I}$$

Ecuación 2. Calcular la resistencia mediante la ley de ohm.

Según sea la magnitud de esta medida, los materiales se pueden clasificar en conductores, aislantes y semiconductor. Existen además ciertos materiales en los que, en determinadas condiciones de temperatura, aparece un fenómeno denominado superconductividad, en el que el valor de la resistencia es prácticamente nulo.

### **5.3.1. Comportamientos ideales y reales**

Una resistencia ideal es un elemento pasivo que disipa energía en forma de calor según la ley de Joule. También establece una relación de proporcionalidad entre la intensidad de corriente que la atraviesa y la tensión medible entre sus extremos, relación conocida como ley de Ohm.

### **5.3.2. Comportamiento en corriente continua**

Una resistencia real en corriente continua (CC) se comporta prácticamente de la misma forma que si fuera ideal, esto es, transformando la energía eléctrica en calor por efecto Joule.

### 5.3.3. Resistencia equivalente

Se denomina resistencia equivalente de una asociación respecto de dos puntos A y B, a aquella que conectada la misma diferencia de potencial,  $V_{AB}$ , demanda la misma intensidad,  $I$ . Esto significa que ante las mismas condiciones, la asociación y su resistencia equivalente disipan la misma potencia

### 5.3.4. Asociación de resistencias

A una resistencia eléctrica la podemos asociar en serie, paralelo y mixto dependiendo de la necesidad a satisfacer, pero lo más aconsejable de conectar es en paralelo, por la simple y llana razón de que en una conexión en paralelo la intensidad se reparte todo por igual en todas las cargas, y mucho mejor si se trata de iluminación tendremos un mejor resultado.

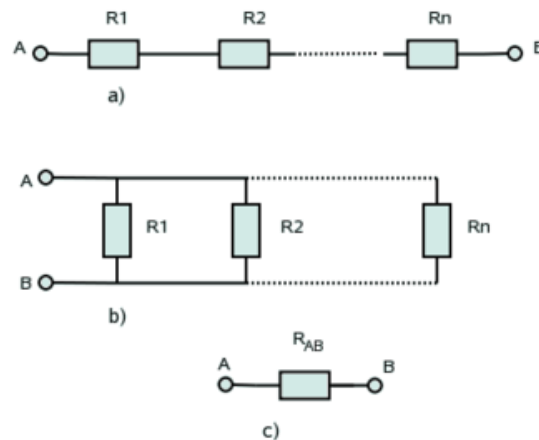


Figura 5.2. Asociaciones generales de resistencias: a) Serie, b) Paralelo y c) Resistencia equivalente.

#### 5.3.4.1 Asociación en serie

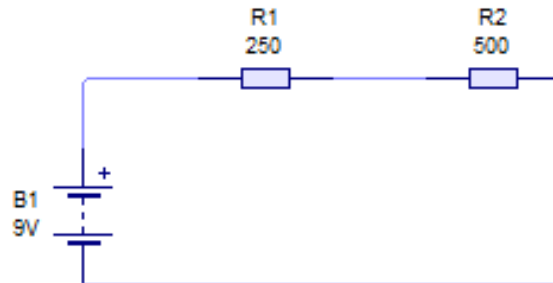


Figura 5.3. Asociación en serie

$$R_1 = 250\Omega, R_2 = 500\Omega$$

Dos o más resistencias se encuentran conectadas en serie cuando al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas ellas son recorridas por la misma corriente.

Como es de conocimiento, que en un circuito en serie las resistencias se suman, tal como lo muestra la siguiente formula:

$$R_T = R_1 + R_2 \text{ Ecuación 3. Muestra cómo se calcula la resistencia en una asociación en serie.}$$

En este ejemplo, aplicando la formula tenemos como resultado una resistencia total de:

$$R_T = R_1 + R_2$$

$$R_T = 250\Omega + 500\Omega$$

$$R_T = 750\Omega.$$

Para calcular la corriente que circula por todas ellas tomamos el voltaje aplicado con la resistencia total.

$I_T = V_T \times R_T$  Ecuación 4. Muestra cómo se calcula la intensidad en una conexión en serie.

Aplicando la fórmula da como resultado:

$$I_T = V_T \times R_T$$

$$I_T = 9v \times 750\Omega$$

$$I_T = 0.012A$$

Como se puede apreciar la resistencia es muy baja por lo tanto la intensidad también es baja.

Si existieran más resistencias la tensión total se dividiría entre todas ellas. El circuito se encuentra sometido a la tensión de la fuente de alimentación  $V=9v$  que provoca la circulación de corriente de una misma intensidad a través de todas las resistencias, por eso en todas ellas se produce una caída de tensión.

Para calcular la caída de tensión en cada resistencia se debe tener en cuenta la segunda ley de Kirchhoff<sup>1</sup>, que dice: “La tensión total es igual a la suma de las diferentes tensiones en serie”.

$V_1 = I \times R_1$  Ecuación 5. Muestra cómo se calcula el voltaje en una conexión en serie.

Desarrollando el ejercicio queda:

$$V_1 = 0.012A \times 250\Omega$$

$$V_1 = 3v$$

$$V_2 = I \times R_2$$

---

<sup>1</sup> Gustav Kirchhoff, físico alemán, 1824-1887

$$V_2 = 0.012A \times 500\Omega$$

$$V_2 = 6v$$

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$V_T = 3v + 6v$$

$$V_T = 9v.$$

En la mayor resistencia se produce la mayor caída de voltaje mientras que en la menor, es la pérdida más baja. En la conexión en serie las diferentes tensiones son directamente proporcionales a sus correspondientes resistencias.

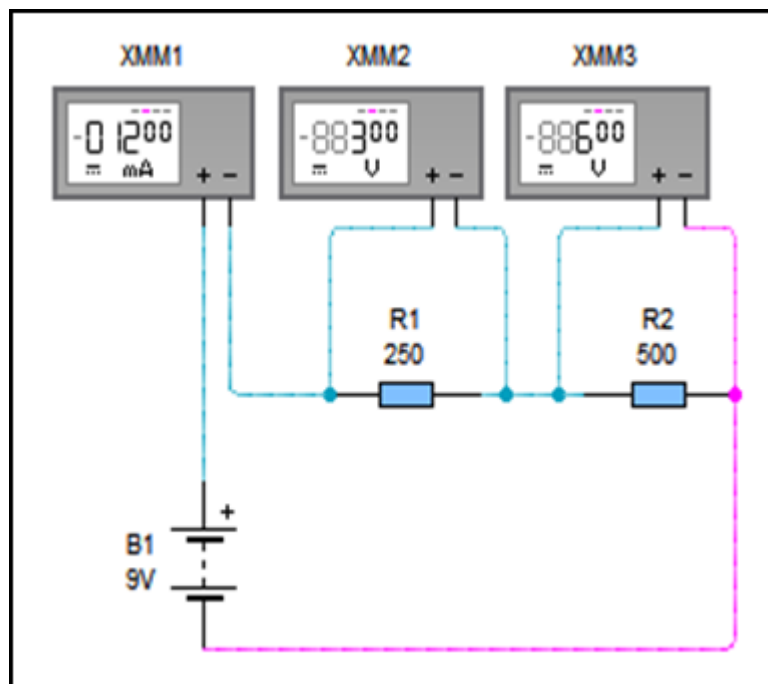


Fig.5.4 figura del circuito con los elementos de medición.



Por lo tanto, la resistencia equivalente a n resistencias montadas en serie es igual a la sumatoria de dichas resistencias.

#### 5.3.4.2 Asociación en paralelo

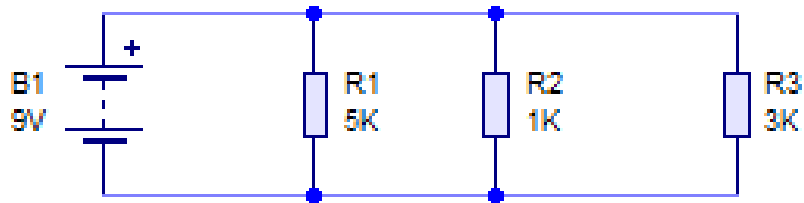


Figura 5.5. Asociacion en Paralelo

Dos o más resistencias se encuentran en paralelo cuando tienen dos terminales comunes en esta forma de instalación se puede conectar y desconectar las cargas a voluntad e independientemente unas de otras. De modo que al aplicar al conjunto una diferencia de potencial,  $U_{AB}$ , todas las resistencias tienen la misma caída de tensión,  $U_{AB}$ .

Para determinar la resistencia equivalente de una asociación en paralelo imaginaremos que en la figura 5.5 las resistencias están conectadas a la misma diferencia de potencial mencionada,  $V_{AB}$ , lo que originará una demanda de corriente eléctrica variable de acuerdo a su resistencia.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

En primer lugar debemos calcular la intensidad que circula por cada resistencia, pero, como sabemos que en una conexión en paralelo el voltaje será igual para todas las resistencias lo único que debemos tener en cuenta es el valor de cada

resistencia, y también podemos usar la primera ley de Kirchhoff que dice “La intensidad total es igual a la suma de las diferentes intensidades”.

|   |  |  |
|---|--|--|
| $I_1 = \frac{V_T}{R_1}$ $I_1 = \frac{9v}{5000\Omega}$ $I_1 = 0.0018A$ | $I_2 = \frac{V_T}{R_1}$ $I_2 = \frac{9v}{1000\Omega}$ $I_2 = 0.009A$ | $I_3 = \frac{V_T}{R_3}$ $I_3 = \frac{9v}{3000\Omega}$ $I_3 = 0.003A$ |
|---|--|--|

Por lo tanto la intensidad total será:

$$I_T = 0.0018A + 0.009A + 0.003A$$

$$I_T = 0.0138A$$

En la conexión en paralelo la intensidad de las corrientes es inversamente proporcional a las resistencias por las que circulan.

Para calcular la resistencia se debe usar la siguiente formula que a continuación detallo.

Sustituyendo en la fórmula de la intensidad por sus valores parciales tenemos que:

$$I_T = \frac{V_T}{R_1} + \frac{V_T}{R_2} + \frac{V_T}{R_3}$$

Sacando factor común a V queda:

$$I_T = V \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Por otro lado, sabemos que para calcular la corriente eléctrica que suministra la fuente al conjunto del circuito, tendremos que tener en cuenta la resistencia equivalente ( $R_T$ ), que es la que produce los mismos efectos que todas las resistencias conectadas en paralelo.

$$I_T = \frac{V_T}{R_T}$$

Comparando las dos últimas expresiones, podemos llegar a la siguiente conclusión:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Despejando la expresión tenemos la formula resultante:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \quad \text{Ecuación 6. Muestra cómo se calcula la resistencia total en una conexión}$$

en paralelo.

Remplazando valores en la fórmula:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{5000\Omega} + \frac{1}{1000\Omega} + \frac{1}{3000\Omega}}$$

$$R_T = \frac{1}{0.0002\Omega + 0.001\Omega + 0.00033\Omega}$$

$$R_T = \frac{1}{0.00153\Omega}$$

Con este resultado nos podemos dar cuenta que la resistencia equivalente será menor que la resistencia más baja del circuito.

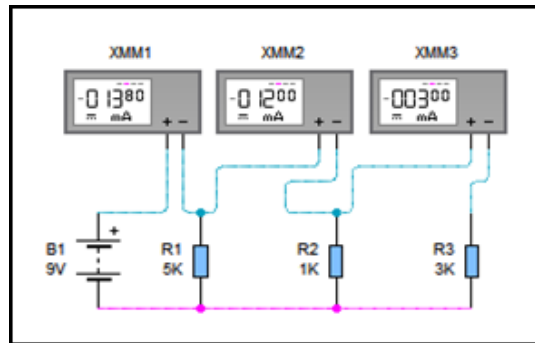


Fig. 5.6. Circuito armado con los elementos de medición.

#### 5.3.4.3. Asociación Mixta

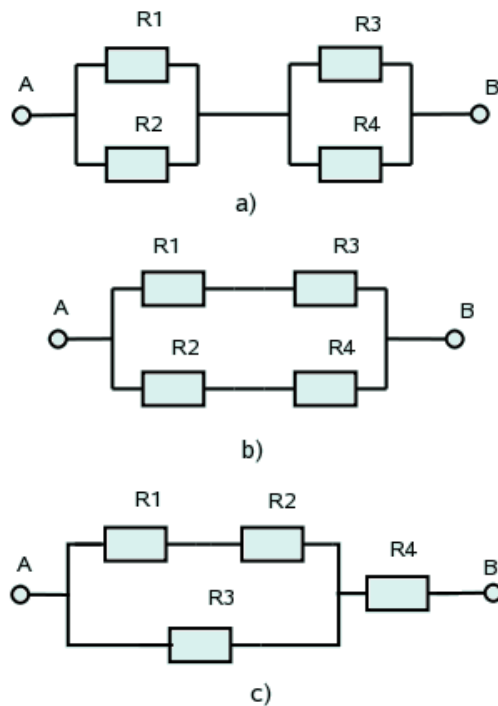


Figura 5.7. Asociaciones mixtas de cuatro resistencias: a) Serie de paralelos, b) Paralelo de series y c) Ejemplo de una de las otras posibles conexiones.

En la figura 5.7 pueden observarse tres ejemplos de asociaciones mixtas con cuatro resistencias. A veces una asociación mixta es necesaria ponerla en modo texto. Para ello se utilizan los símbolos "+" y "/" para designar las asociaciones serie y paralelo respectivamente. Así con  $(R1 + R2)$  se indica que R1 y R2 están en serie mientras que con  $(R1//R2)$  que están en paralelo. De acuerdo con ello, las asociaciones de la figura 5.7 se pondrían del siguiente modo:

a)  $(R1//R2) + (R3//R4)$

b)  $(R1+R3)/(R2+R4)$

c)  $((R1+R2)//R3) + R4$

En una asociación mixta podemos encontrarnos conjuntos de resistencias en serie con conjuntos de resistencias en paralelo. En este tipo de circuito podemos encontrar dos formas de conectar:

#### 5.3.4.4.1. Conexión Mixta, en Serie Ampliada

Este tipo de instalación se da cuando sobresalen las conexiones en serie.

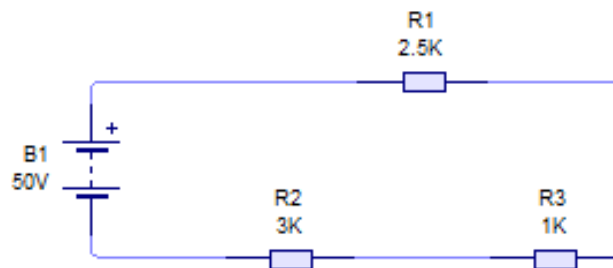


Fig. 5.8. Conexión mixta ampliada.

Para determinar la resistencia equivalente de una asociación mixta se van simplificando las resistencias que están en serie y las que están en paralelo de modo que el conjunto vaya resultando cada vez más sencillo, hasta terminar con un conjunto en serie o en paralelo. Como ejemplo se determinarán las resistencias equivalentes de cada una de las asociaciones de la figura 5.8:

El primer paso será en calcular aquella parte del circuito que se componga de una conexión simple, o sea, de una en serie.

$$R_{23} = R_2 + R_3$$

$$R_{23} = 3000\Omega + 1000\Omega$$

$$R_{23} = 4000\Omega$$

El siguiente paso será graficar el circuito tal y como nos queda:

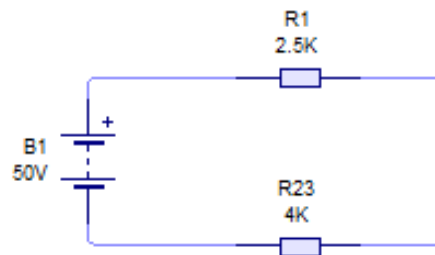


Fig. 5.9. Conexión ya simplificada las resistencias en serie.

Ahora podemos considerar a la conexión mixta como una conexión simple en paralelo.

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}}}$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{2500\Omega} + \frac{1}{4000\Omega}}$$

$$R_T = \frac{1}{0,0004\Omega + 0,00025\Omega}$$

$$R_T = \frac{1}{0,00065\Omega} = 1538.46\Omega$$

#### 5.3.4.4.2. Conexión Mixta, en Paralelo Ampliada.

Esta se da cuando sobresalen las conexiones en paralelo.

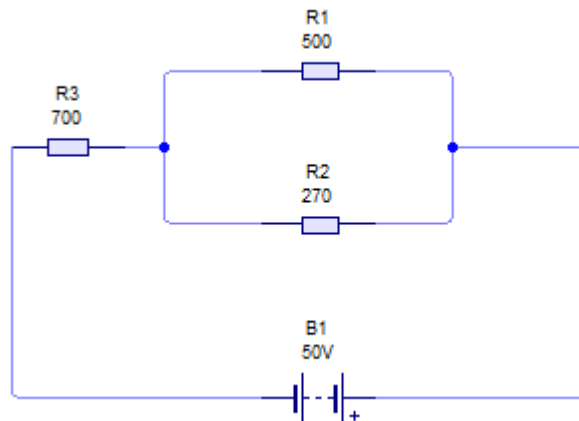


Fig. 5.10. Conexión en paralelo ampliada.

Como podemos observar en la conexión las resistencias 1 y 2 están conectadas en paralelo por lo tanto, primeramente las resolveremos a las dos.

$$R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{500\Omega} + \frac{1}{270\Omega}}$$

$$R_{12} = \frac{1}{0.002 + 0.0037\Omega}$$

$$R_{12} = \frac{1}{0.0057\Omega} = 175.43\Omega$$

Esta resistencia  $R_{12}$  es el resultado de la conexión en paralelo, graficando nos queda:

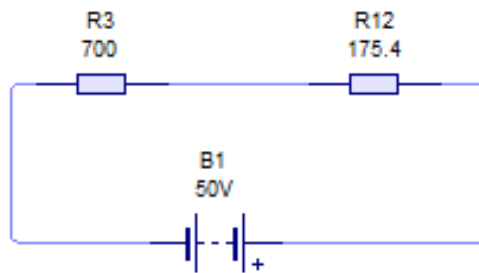


Fig. 5.11. Circuito en serie, ya resuelto la conexión en paralelo.

Posteriormente resolvemos la conexión en serie:

$$R_T = R_3 + R_{12}$$

$$R_T = 700\Omega + 175.4\Omega$$

$$R_T = 875.4\Omega$$



## **VI. BIBLIOGRAFÍA.**

### **Libros:**

ALCALDE SAN MIGUEL, PABLO.2004. ELECTRÓNICA DIGITAL; ELECTROTECNIA. THOMSON EDITORES SPAIN; 1RA EDICIÓN; MADRID ESPAÑA; PARANINFO, S. A.; 329 PÁGINAS.

GARCÍA TRASANCOS, JOSÉ.2004.ELECTROTECNIA-CORRIENTE CONTINUA.THOMSON EDITORES. OCTAVA EDICIÓN. MADRID ESPAÑA. PARANINFO, S. A. 379 PÁGINAS.

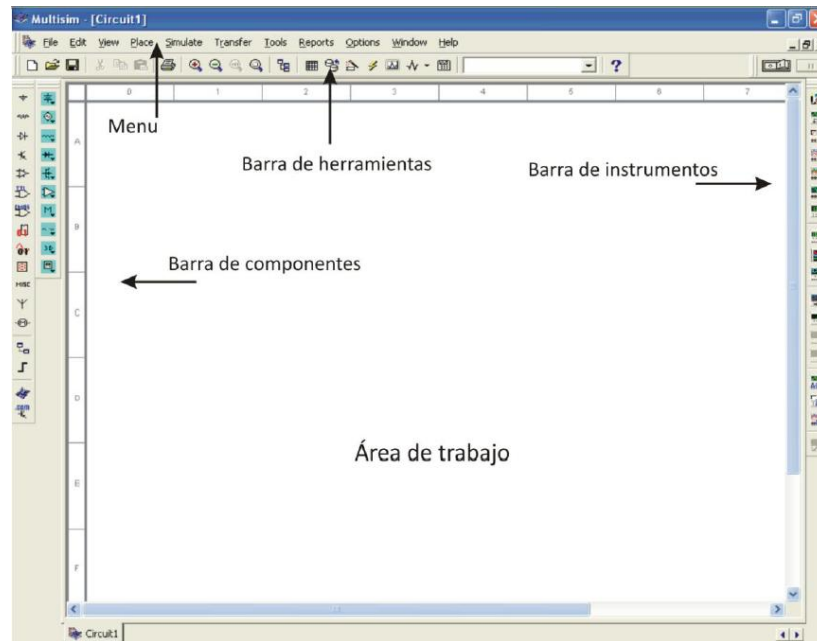
H. HUBSCHER. J. KLAUE, W. PFLUGER. S. APPELT. 1987; ELECTROTECNIA-CURSO ELEMENTAL; EDITORIAL REVERTÉ, S.A.; EDICION ESPECIAL; BARCELONA ESPAÑA; IMPRESO EN INDUSTRIAS GRAFICAS FERRE OLSINA, S.A.; 296 PÁGINAS.

## VII. CRONOGRAMA

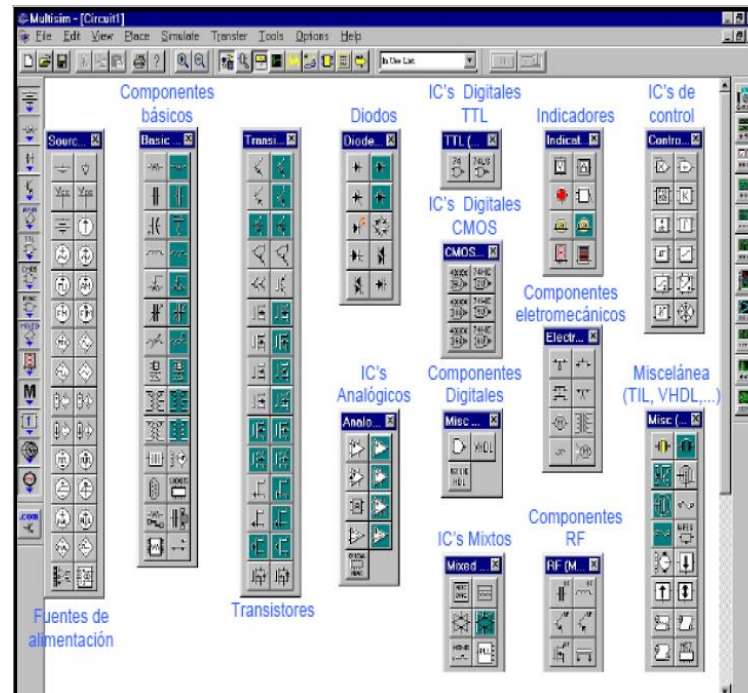
| Año   | 2011  |       |        |            |         |           |           | 2012  |         |       |
|---|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|
| Meses   | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo |
| Recopilación de Información                                   | X     |       |        |            |         |           |           |       |         |       |
| Ordenar la Información  | X     |       |        |            |         |           |           |       |         |       |
| Realización del proyecto                                      | X     |       |        |            |         |           |           |       |         |       |
| Presentación del proyecto                                     |       | X     |        |            |         |           |           |       |         |       |
| Cotización de equipos   |       | X     |        |            |         |           |           |       |         |       |
| Adquisición de equipos  |       | X     |        |            |         |           |           |       |         |       |
| Aprobación del proyecto por parte de las autoridades del Área |       | X     |        |            |         |           |           |       |         |       |
| Inicio de desarrollo del proyecto                             |       |       | X      |            |         |           |           |       |         |       |
| Elección de los circuitos                                     |       |       |        | X          | X       | X         |           |       |         |       |
| Simulación de los circuitos                                   |       |       |        |            |         |           | X         | X     | X       |       |
| Revisión del proyecto final                                   |       |       |        |            |         |           |           |       |         | X     |

## 8. ANEXOS

### 8.1 Anexo 1. Pantalla Principal del Software Multisim


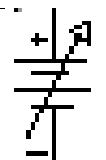

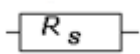
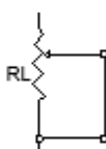

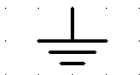
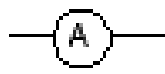



## 8.2 Anexo 2. Componentes Básicos para Trabajar en el Software Multisim

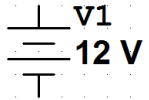
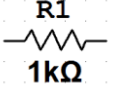
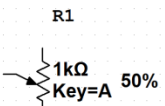
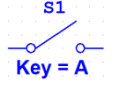




## ANEXO 2: SIMBOLOGÍA

### SIMBOLOGÍAUTILIZADA EN LOS ESQUEMAS PROPUESTOS

| SIMBOLOGÍA  | DETALLE                  |
|---|--------------------------|
|    | FUENTE DE PODER ESTABLE  |
|    | FUENTE DE PODER VARIABLE |
|    | RESISTENCIA              |
|    | RESISTENCIA              |
|   | POTENCIOMETRO            |
|  | SWITCH DOBLE             |
|  | PUESTA A TIERRA          |
|  | AMPERIMETRO              |
|  | VOLTIMETRO               |

## SIMBOLOGÍA DEL SOFTWARE MULTISIM 11.0

| SIMBOLOGÍA  | DETALLE         |
|---|-----------------|
|    | FUENTE DE PODER |
|    | RESISTENCIA     |
|    | POTENCIOMETRO   |
|    | SWITCH          |
|   | PUESTA A TIERRA |
|  | MULTIMETRO      |

### Anexo 3. Fotos

#### Fotos de la Computadora



