



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TEMA:

CONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO 3D, MIDIENDO Y
CALCULANDO: VOLTAJE EN LOS NODOS, CORRIENTE Y POTENCIA EN
RESISTORES

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR:

MORENO LOZANO JOSE GEOVANNY

MACHALA - EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

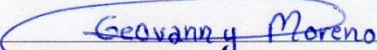
Yo, MORENO LOZANO JOSE GEOVANNY, con C.I. 0705326247, estudiante de la carrera de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación CONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO3D, MIDIENDO Y CALCULANDO: VOLTAJE EN LOS NODOS, CORRIENTE Y POTENCIAENRESISTORES

- Declarobajojuramentoqueeltrabajoaquídescrito es demiautoría; quenoha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda porpartedetercerosdemaneraEXCLUSIVA.

- CedoalaUNIVERSIDADTÉCNICADEMACHALAdeformaNO EXCLUSIVA: conreferenciaalaobraenformatodigitalallosderechosde:
 - a. Incorporarlamencionadaobraalrepositoriodigitalinstitucionalparasu democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial-Compartirlgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano yelReglamentoInstitucional.

 - b. Adecuarlaacualquierformatootecnologíadeusoeninternet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentidodelamisma.

Machala, 24 de noviembre de 2015



MORENO LOZANO JOSE GEOVANNY

C.I. 0705326247

RESUMEN

CONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO 3D, MIDIENDO Y CALCULANDO: VOLTAJE EN LOS NODOS, CORRIENTE Y POTENCIA EN RESISTORES

Nombre: José Geovanny Moreno Lozano
C.I.: 0705326247
Correo Electrónico: joe_geovanny@hotmail.com

El presente trabajo de investigación se centra en el estudio de voltaje, corriente y potencia. El objetivo central fue construir y simular un circuito eléctrico 3D colocando en cada una de sus ramas resistores y tres fuentes de voltaje, utilizando Proteus para diseñar y simular el circuito eléctrico, obteniendo los mismos resultados del circuito real, el simulado y el calculado mediante fórmulas. Construido el circuito 3D se debe conectar las fuentes de voltaje al circuito construido y proceder a realizar las mediciones como son: corrientes en todas las ramas, voltaje en todos los nodos y potencia en todas las resistencias. Ya realizada las mediciones en el circuito 3D, continuamos ahora a realizar los mismo cálculos pero ahora en el circuito simulado, utilizando el simulador Proteus, dando valores simulados por el programa. Por último, se calcula los parámetros antes mencionados, lo cual se lo realiza a mano, empleando fórmulas proporcionadas por las leyes de Kirchhoff y de Ohm, para obtener los resultados, procediendo a comparar los valores reales con los simulados y los calculados manualmente, realizándose el debido análisis. Como conclusión he podido demostrar mediante esta práctica, que en los valores obtenidos hay una gran similitud entre los reales, simulados y calculados por fórmulas, ya que hay mucha aproximación, pero los datos más precisos serían los obtenidos en el circuito real, los cuales están más apegados a la realidad. Esta práctica ha sido muy provechosa, ya que los conocimientos de las Leyes de Kirchhoff y de Ohm fueron llevados a la práctica y se ha observado cómo las leyes se cumplen perfectamente, siempre que las conexiones y mediciones son hechas correctamente. Un aprendizaje muy valioso que se obtuvo de esta práctica, fue construir el circuito eléctrico 3D y simularlo para así comparar valores entre ambos.

Palabras claves: Construir, Simular, Proteus, Leyes, Voltaje, Corriente, Potencia

SUMMARY

CONSTRUCTION AND SIMULATION OF A 3D ELECTRICAL CIRCUIT, MEASURING AND CALCULATING: VOLTAGE NODES, CURRENT AND POWER RESISTORS

Name: José Geovanny Moreno Lozano
C.I.: 0705326247
E-mail: joe_geovanny@hotmail.com

This research focuses on the study of voltage, current and power. The main objective was to build and simulate a 3D electrical circuit placed in each of its branches and three resistors voltage sources, using Proteus to design and simulate the circuit, obtaining the same results in the actual circuit, simulated and calculated using formulae. 3D built circuit is connected to the voltage sources built circuit and proceed with measurements such as: currents in all branches, all nodes voltage and power in all resistors. Since the measurements made in 3D circuit, now we continue to make the same calculations but now in the simulated circuit, using the Proteus simulator, giving values simulated by the program. Finally, the above parameters are calculated, which is what done by hand, using formulae provided by the laws of Kirchhoff and Ohm, to get the results, proceeding to compare the actual values with simulated and calculated manually, performing the proper analysis. In conclusion I could prove by this practice, which in the values obtained there is a great similarity between the real, simulated and calculated by formulae as there are a lot of approach, but the most accurate data would be obtained in the actual circuit, which are more attached to reality. This practice has been very fruitful, since knowledge of KCL and Ohm were put into practice and observed how laws are fully met, provided that the connections and measurements are made correctly. A valuable learning that is obtained from this practice was to build the 3D electrical circuit and thus simulate compare values between them.

Keywords: Build, Simulate, Proteus, Law, Voltage, Current, Power

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	III
SUMMARY	IV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Marco Contextual.....	1
1.2. Problema.....	2
1.3. Objetivo General	2
2. DESARROLLO.....	3
2.1. Marco Teórico	3
2.1.1. Resistencias	3
2.1.2. Circuito Eléctrico.....	3
2.1.3. Simulador Proteus	4
2.1.4. La ley de ohm	4
2.1.5. Segunda ley de Kirchhoff.....	4
2.1.6. Corriente Eléctrica	5
2.1.7. Voltaje.....	5
2.1.8. Potencia.....	5
2.2. Marco Metodológico.....	6
2.2.1. Construcción de circuito 3D.....	6
2.2.2. Utilización del Simulador Proteus	8
2.2.3. Cálculos manuales utilizando fórmulas.....	12
2.3. Resultados	23
3. CONCLUSIONES.....	28
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
5. ANEXOS.	30
5.1. Documentación fotográfica y captura de imágenes	30
6. REPORTE DE SIMILITUD DEL SISTEMA URKUND	37

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Código de colores de resistencias (Robbins A. y Miller W., 2008)	3
Ilustración 2: Cable sólido #14 en formas	6
Ilustración 3: Piezas que conforman el circuito	7
Ilustración 4: Circuito eléctrico 3D terminado.....	7
Ilustración 5: Indicando ubicación del icono ISIS.....	8
Ilustración 6: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) los resistores	8
Ilustración 7: Ilustrando como colocar resistores	9
Ilustración 8: Colocando las ramas que unen los resistores.....	9
Ilustración 9: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) la fuente de voltaje .	10
Ilustración 10: Colocando la fuente en el circuito.....	10
Ilustración 11: Circuito simulado terminado	11
Ilustración 12 Diagrama circuital donde se indica los nodos.....	12
Ilustración 13: Indicando los valores a tomar del supernodo	12
Ilustración 14: Indicando valores a tomar	14
Ilustración 15: Colocación de ecuaciones al sistema.....	19
Ilustración 16: Circuito indicando nodos de R1	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores del Circuito Real	23
Tabla 2: Valores del Circuito Simulado.....	24
Tabla 3: Valores calculados Manualmente	25
Tabla 4: Valores comparativos de Voltaje en los nodos	26
Tabla 5: Valores comparativos de Voltaje en nodos, Potencia y Corriente de todos los resistores	27

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en construir un circuito eléctrico 3D, utilizando los materiales correctos para un óptimo funcionamiento. Para iniciar con las mediciones: corrientes en todas las ramas, voltaje en todos los nodos y potencia en todas las resistencias; se procede a realizar el mismo circuito, en el simulador Proteus, “es un sistema de diseño electrónico basado en la Simulación analógica, digital o mixta de circuitos, que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito, utilizando el módulo ISIS, que es donde se va a diseñar el diagrama del circuito electrónico y, también, desde donde efectuaremos las simulaciones que permite realizar el plano eléctrico de un circuito” (ROSSANO V., 2013), y calcular los parámetros antes mencionados en el circuito real.

Obtenido los resultados del circuito real con los del simulado, se realiza los mismos cálculos, pero esta vez, se emplea fórmulas, para ello se utilizara la Ley de Kirchhoff para encontrar el voltaje en todos los nodos y el voltaje de todas las resistencias utilizadas en esta práctica, además se utilizó la Ley de Ohm para obtener los valores de corriente y potencia. Tabular los resultados, es decir, las mediciones reales, las simuladas y las calculadas, sacando así los correspondientes análisis sobre todos los datos obtenidos.

1.1. Marco Contextual

El proyecto consiste en realizar un circuito eléctrico 3D. Procediendo a desarrollarlo en un simulador, utilizando los mismos elementos del circuito real para que los datos obtenidos en ambos circuitos se relacionen. Para la elaboración del circuito eléctrico 3D, se ha seleccionado debidamente los materiales con la finalidad de garantizar una estructura sólida, y realizar las mediciones correspondientes en el circuito construido. Ya realizado el circuito eléctrico 3D y basándose en éste, se puede elaborar una simulación del mismo. Se utiliza Proteus, porque este programa permite diseñar y simular circuitos eléctricos, facilitando la obtención de datos que se necesitan en la realización de este proyecto. Con los resultados conseguidos, es decir, los datos del circuito real y los del simulado, se realiza los mismos cálculos, pero en esta ocasión se los efectúa a mano, utilizando fórmulas que arrojan tres resultados para la su comparación y análisis.

1.2. Problema

En este proyecto se debe determinar los materiales necesarios para la construcción de un circuito eléctrico 3D y la búsqueda de un software que permita la simulación del mismo, permitiendo calcular en el circuito real con la ayuda de un instrumento de medición: corrientes en las ramas, voltaje en los nodos y potencia en las resistencias, de esta manera se debe hacer lo mismo en el circuito simulado, ya que este debe generarlo mediante las herramientas con las que cuenta dicho programa. Ambos datos se los debe comparar, con los cálculos manualmente en donde se deberá emplear fórmulas, ya que para obtener dichas formulas se debe hacer un análisis del circuito y aplicar las leyes de Kirchhoff y las de Ohm, obteniendo los resultados necesarios en esta práctica y de esta manera comparándolos y determinar cuál de estos cálculos son los más eficaz o eficiente para la realización de un circuito eléctrico o si todos ellos cumplen para la realización de un proyecto.

1.3. Objetivo General

Construir y simular un circuito eléctrico 3D, utilizando alambre de cobre para formar la estructura, colocando en cada una de sus ramas resistores y tres fuentes de voltaje, luego simular el circuito construido utilizando Proteus para su diseño, procediendo a obtener finalmente resultados como: corrientes en las ramas, voltaje en los nodos y potencia en las resistencias, tanto del circuito real (utilizando un instrumento de medición), como en el simulado (generándolo en la simulación del circuito), calculando luego estos mismos parámetros pero de manera manual utilizando fórmulas.

2. DESARROLLO

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Resistencias

En un proceso similar a la fricción, los electrones en movimiento ceden parte de su energía en forma de calor. Estas colisiones representan una oposición al movimiento de la carga llamada resistencia. Cuanto más grande sea la oposición (es decir, entre mayor sea la resistencia) más pequeña será la corriente para un determinado voltaje aplicado. Los componentes de circuito (llamados resistores) están específicamente diseñados para poseer resistencia y se usan en casi todos los circuitos eléctricos y electrónicos. Aunque el resistor es el componente más simple en cualquier circuito, su efecto es muy importante en la determinación de la operación de un circuito. La resistencia se representa con el símbolo R y se mide en unidades llamadas ohms (por Georg Simon Ohm). El símbolo de ohms es la letra griega mayúscula omega (Ω) (ROBBINS A. Y MILLER W., 2008).

.Código de colores de las resistencias

Color	Banda 1 cifra significativa	Banda 2 cifra significativa	Banda 3 multiplicador	Banda 4 tolerancia	Banda 5 confiabilidad
Negro		0	$10^0 = 1$		
Café	1	1	$10^1 = 10$		1%
Rojo	2	2	$10^2 = 100$		0.1%
Naranja	3	3	$10^3 = 1\ 000$		0.01%
Amarillo	4	4	$10^4 = 10\ 000$		0.001%
Verde	5	5	$10^5 = 100\ 000$		
Azul	6	6	$10^6 = 1\ 000\ 000$		
Violeta	7	7	$10^7 = 10\ 000\ 000$		
Gris	8	8			
Blanco	9	9			
Oro			0.1	5%	
Plata			0.01	10%	
Sin color				20%	

Ilustración 1: Código de colores de resistencias (Robbins A. y Miller W., 2008)

2.1.2. Circuito Eléctrico

En ingeniería eléctrica, a menudo interesa comunicar o transferir energía de un punto a otro. Hacerlo requiere una interconexión de dispositivos eléctricos. A tal interconexión se le conoce como circuito eléctrico, y a cada componente del circuito como elemento (CHARLES A. Y MATTHEW S., 2006).

2.1.3. Simulador Proteus

Proteus VSM es un sistema de diseño electrónico basado en la Simulación analógica, digital o mixta de circuitos, que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito. Incluye componentes animados para la visualización de su comportamiento en tiempo real, además de un completo sistema de generación y análisis de señales. También cuenta con un módulo para el diseño de circuitos impresos. El programa cuenta con dos partes o componentes principales. Uno de ellos es el módulo ISIS, que es donde vamos a dibujar los diagramas de los circuitos electrónicos y, también, desde donde efectuaremos las simulaciones (ROSSANO V., 2013).

2.1.4. La ley de ohm

Ohm determina de manera experimental que la corriente en un circuito resistivo es directamente proporcional al voltaje aplicado en inversamente proporcional a su resistencia (ROBBINS A. Y MILLER W., 2008).

Fórmula de Ohm para determinar corriente eléctrica (Amperios)

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

Despejando, se encuentran dos ecuaciones más:

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

Para determinar valores de resistencias (Ohmios)

$$V = I R$$

Para determinar voltaje (Voltios)

2.1.5. Segunda ley de Kirchhoff

Cuando un circuito posee más de una fuente de voltaje y varias resistencias, ya no resulta tan claro como se establece el voltaje por el mismo, en ese caso se aplica la segunda ley de Kirchhoff, que permite resolver el circuito con gran claridad.

En un análisis nodal, se seleccionan las variables en el circuito a ser los voltajes de nodo. El voltaje de los nodos se definen con respecto a un punto común en el circuito. Un nodo se selecciona como el nodo de referencia, y todos los otros voltajes de nodo se definen con respecto a ese nodo. Bastante a menudo, este nodo es aquella a la que están conectadas el mayor número de ramas (IRWIN D. Y NELS M., 2011).

2.1.6. Corriente Eléctrica

Corriente eléctrica es la velocidad de cambio de la carga respecto al tiempo, medida en amperes (A). Si la corriente no cambia con el tiempo, sino que permanece constante, se conoce como corriente directa (cd). Una forma común de corriente que varía con el tiempo es la corriente senoidal o corriente alterna (ca) (CHARLES A. Y MATTHEW S., 2006).

Fórmula:

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

2.1.7. Voltaje

En términos eléctricos, una diferencia de energía potencial eléctrica se define como voltaje. En general, la cantidad de energía necesaria para separar cargas depende del voltaje desarrollado y de la cantidad de carga desplazada. Por definición, el voltaje entre dos puntos es de un volt si requiere un joule de energía para mover un coulomb de carga de un punto a otro. En forma de ecuación, en donde W es la energía en joules, Q es la carga en coulombs y V es el voltaje resultante en volts. Tenga en cuenta que el voltaje se ha definido entre puntos (ROBBINS A. Y MILLER W., 2008).

Fórmula:

$$V = I * R$$

2.1.8. Potencia

Aunque corriente y tensión son las dos variables básicas en un circuito eléctrico, no son suficientes por sí mismas. Para efectos prácticos, se necesita saber cuánta potencia puede manejar un dispositivo eléctrico. Es decir, potencia es la variación respecto del tiempo o absorción de energía, medida en watts (W) (CHARLES A. Y MATTHEW S., 2006).

Fórmula:

$$P = V * I$$

2.2. Marco Metodológico

2.2.1. Construcción de circuito 3D

Para la realización de esta práctica, la cual es la construcción de un circuito eléctrico 3D, se utilizaron los siguientes materiales:

Materiales

- ❖ Cautín
- ❖ Estaño
- ❖ Cable sólido #14
- ❖ 3 baterías de 9 v
- ❖ 3 Porta batería
- ❖ 24 Resistencias
 - ✓ 1 de 1 k
 - ✓ 5 de 5.6 k
 - ✓ 4 de 4.7 k
 - ✓ 8 de 2.2 k
 - ✓ 3 de 3.3 k
 - ✓ 3 de 10 k

Nota: El valor de las resistencias pueden ser a criterio personal, siempre y cuando estas no descarguen con rapidez las baterías y poder colocarlas al azar en el circuito.

Procedimiento

Se procede a utilizar el cable sólido # 14, recortándolo en varios pedazos, dándole la forma que se necesita, así como se aprecia en la *Ilustración 2*.



Ilustración 2: Cable sólido #14 en formas

Se procede a realizar las distintas piezas que conforma el circuito 3D, soldándolo con el estaño para que haya una buena conducción de la energía suministrada por las baterías. A continuación, en la imagen se observan las distintas piezas que se debe realizar con el cable solido # 14, formando así el armazón del circuito como se aprecia en la *Ilustración 3*.

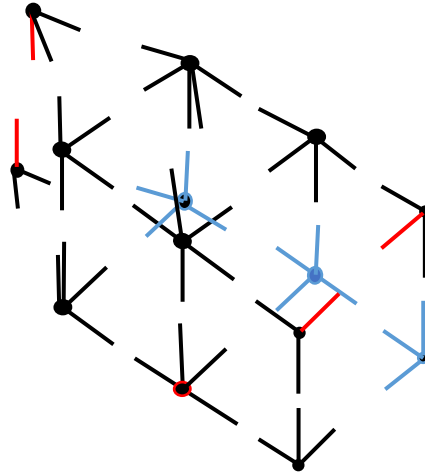


Ilustración 3: Piezas que conforman el circuito

Ya una vez realizadas las piezas del circuito, lo que se procede hacer es, soldar las resistencias en las aberturas del armazón, es decir, en cada rama del circuito, excepto en las ramas en donde van las fuentes de voltaje, quedando el circuito como se muestra en la *Ilustración 4*.

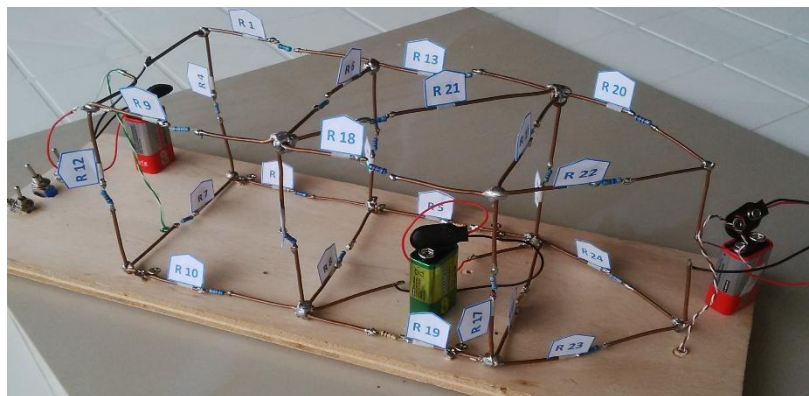


Ilustración 4: Circuito eléctrico 3D terminado

2.2.2. Utilización del Simulador Proteus

Ya realizado el circuito 3D, lo que se procede hacer ahora es, realizar el mismo circuito pero en esta ocasión utilizando el programa Proteus, para diseñar y simular el circuito realizado anteriormente.

Ya instalado en el programa, se procede a ejecutarlo. Aparecerá la siguiente pantalla, la cual se muestra en la imagen, se selecciona la opción ISIS, que es el programa que se va a utilizar para el diseño y simulación del circuito.

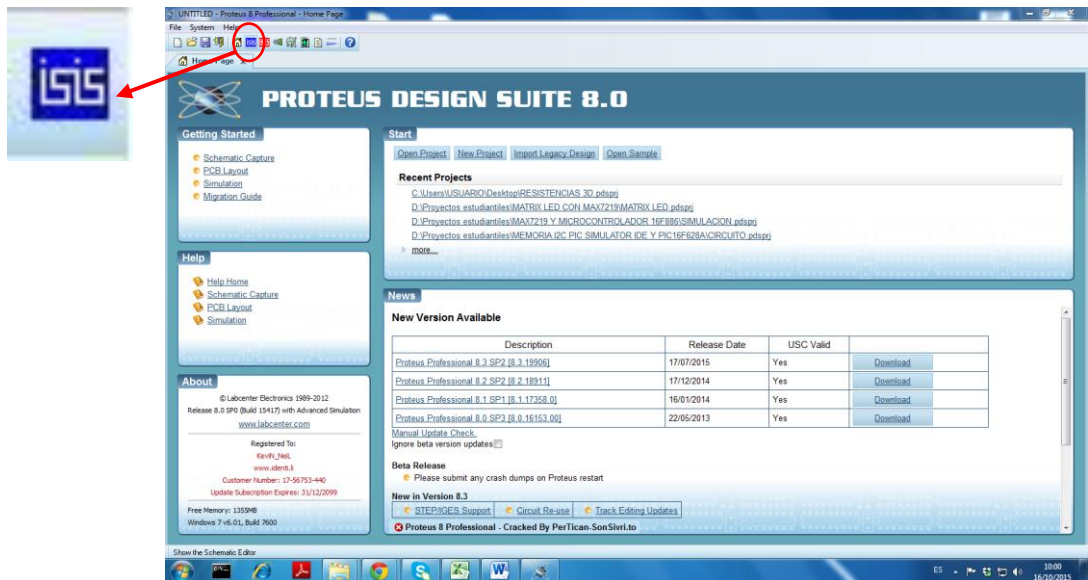


Ilustración 5: Indicando ubicación del icono ISIS

Al seleccionar ISIS, asoma el área donde se va a trabajar con el diseño del circuito, procediendo a la opción DEVICES, se selecciona el icono que tiene una P, como se muestra en la imagen, luego de esto aparecerá una ventana en donde se debe ubicar en la parte que dice Keywords, la palabra **res** y luego clic en OK, de esta forma se dará paso para utilizar las resistencias.

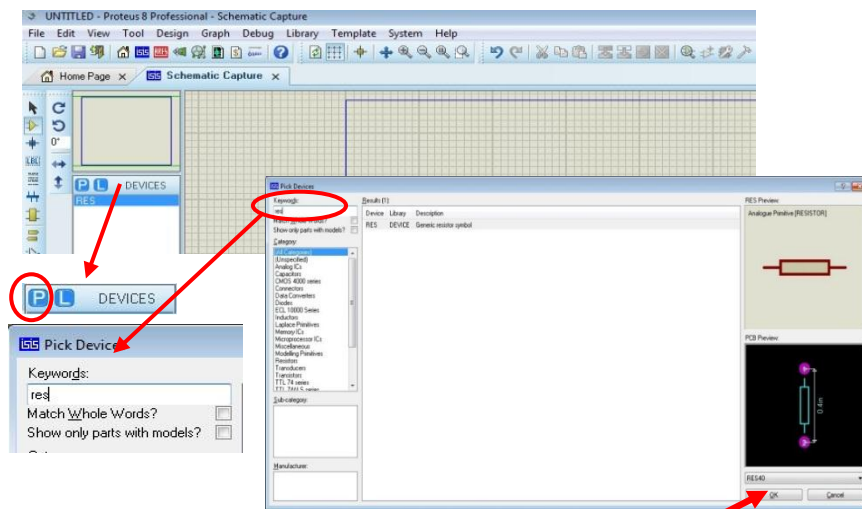


Ilustración 6: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) los resistores

A continuación lo que se hace es colocar las resistencias, para ello, se debe colocar en la opción **RES** que anteriormente se ubicó, haciéndole clic y mover el puntero al área de trabajo, dando doble clic dentro del área y colocar las resistencias que se van a utilizar, con cada doble clic, así como se muestra en la imagen.

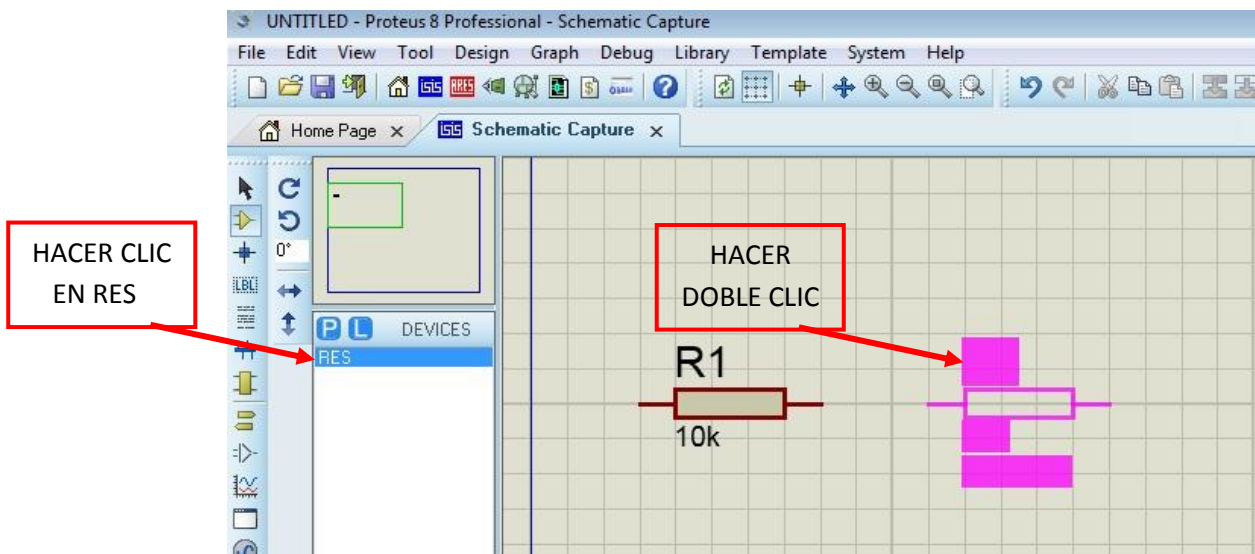


Ilustración 7: Ilustrando como colocar resistores

Para formar el circuito con las resistencias colocadas, se procede a colocar en la punta de cada resistencia con el lápiz que aparece de puntero, se da un clic comenzando con el recorrido, y haciendo un clic en cada quiebre del recorrido, hasta topar la punta de la siguiente resistencia que se quiere unir, como se muestra en la figura.

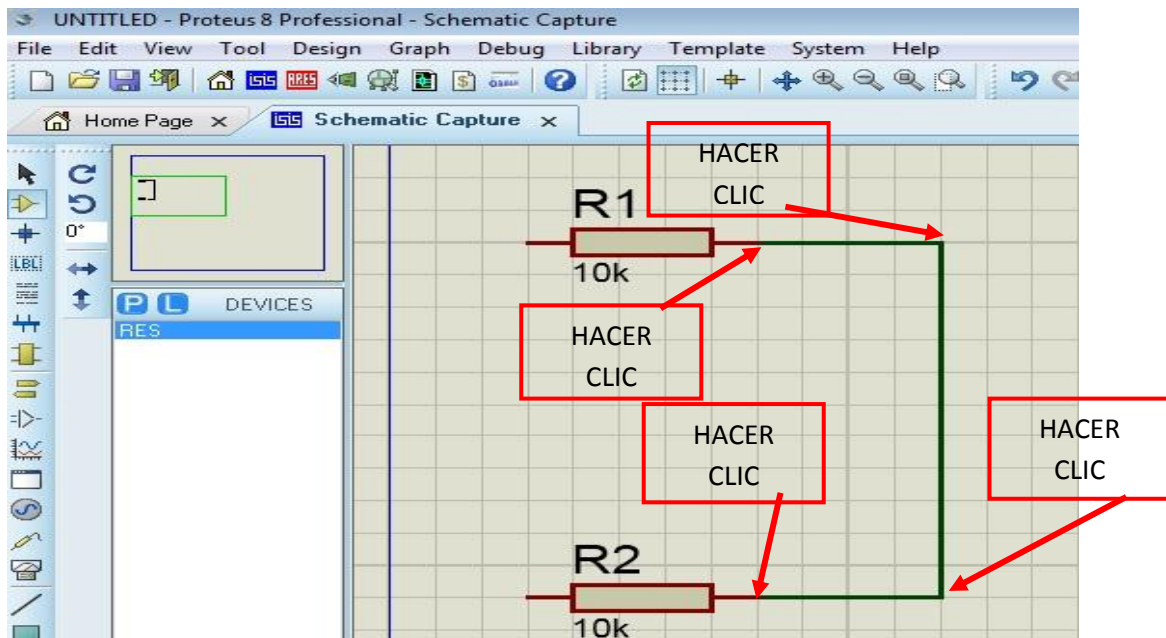


Ilustración 8: Colocando las ramas que unen los resistores

Ya ubicadas y unidas las resistencias, ahora lo que se hace es colocar la fuente de voltaje, para ello se dirige a DIVECES y se da clic en la P, al aparecer la siguiente ventana, se debe ubicar en KEYWORD y poner vsource, que es el de la fuente de voltaje, haciendo un enter y clic en OK, según como se muestra en la siguiente imagen.

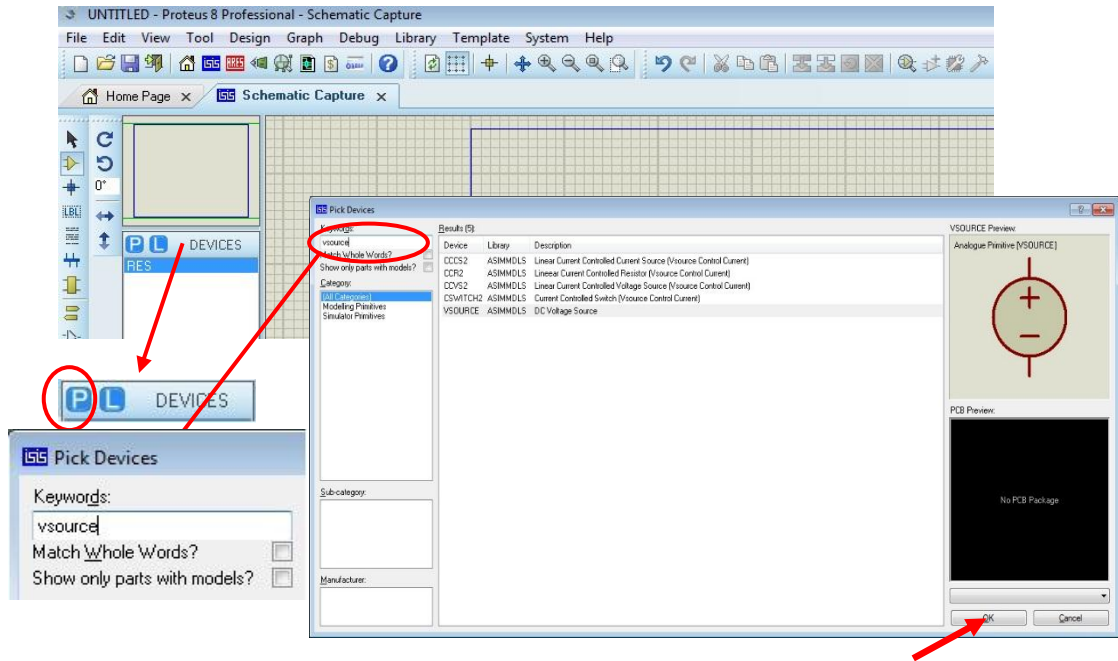


Ilustración 9: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) la fuente de voltaje

Ya realizado el paso anterior, lo que se hace ahora es, realizar los mismos pasos que se hizo al colocar las resistencias, quedando así parte del circuito.

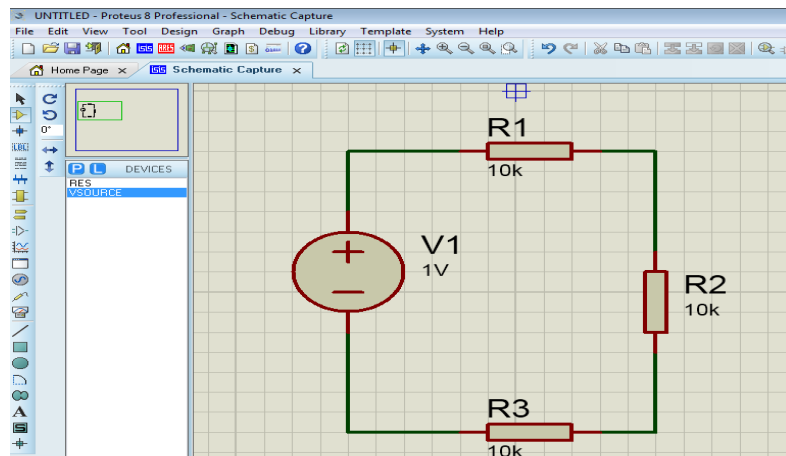


Ilustración 10: Colocando la fuente en el circuito

Así es como se desarrolló el diseño del circuito. A continuación se presenta el esquema gráfico del proyecto finalizado.

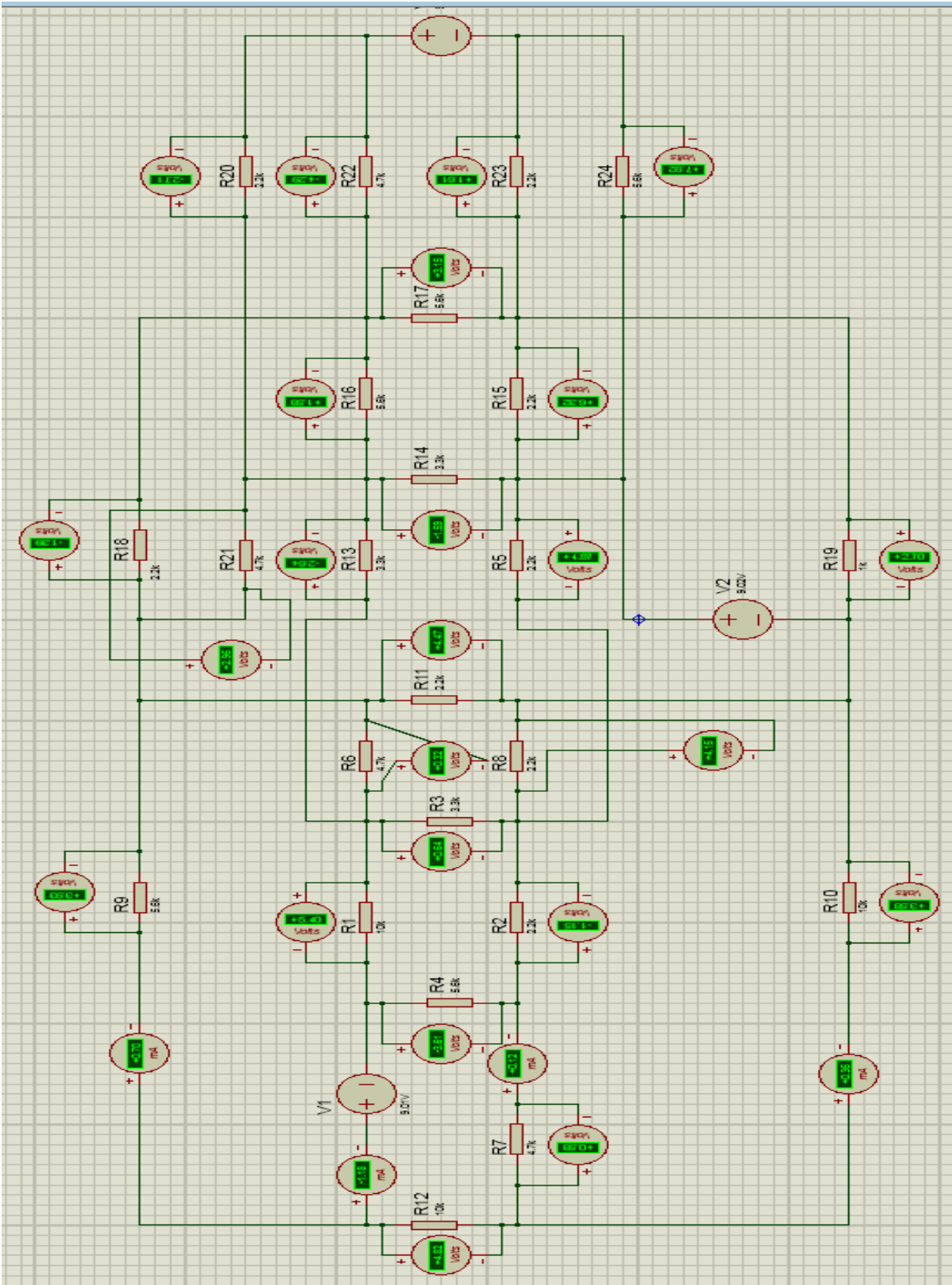


Ilustración 11: Circuito simulado terminado

2.2.3. Cálculos manuales utilizando fórmulas

Cálculo de voltaje en todos los nodos aplicando la Ley de Kirchhoff

Para la realización de estos cálculos, se utiliza la ley de nodos de Kirchhoff, en esta práctica se debe seleccionar un punto de referencia, este punto debe ser aquel en donde allá varias conexiones. En la *Ilustración 12*, se puede apreciar que el punto de referencia que se seleccionó es el nodo 11, otra opción también será el nodo 4.

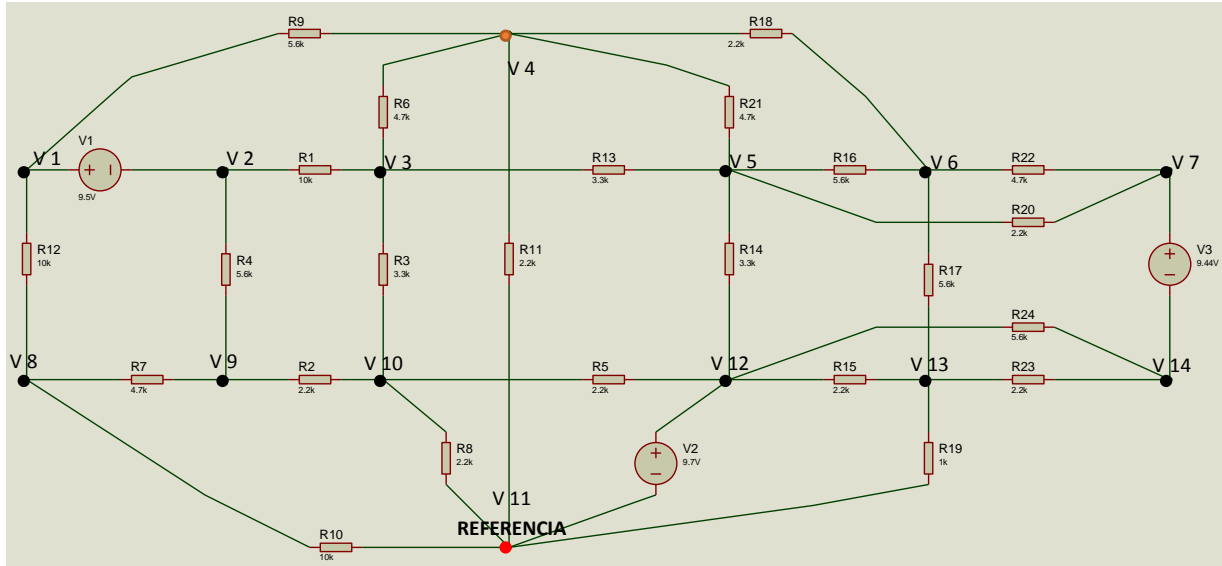


Ilustración 12 Diagrama circuital donde se indica los nodos

Cálculo de Voltaje nodo 1 (V 1):

Para el cálculo de V1 se debe realizar una ecuación donde se toma los voltajes que rodean el nodo que se calculará, sobre el valor de la resistencia, pero como el nodo 1 (V1) está cerca de una fuente de voltaje, este nodo se lo conoce como supernodo, en esta caso se debe tomar también los voltajes que rodean al nodo 2 (V2), de esta manera y con la ayuda de la *Ilustración 13*, realizamos la siguiente ecuación:

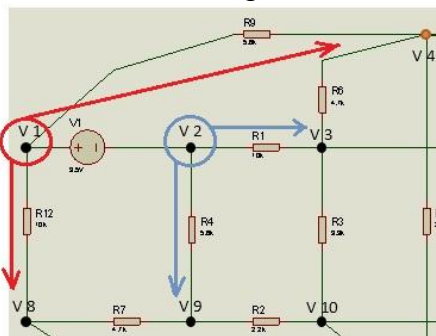


Ilustración 13: Indicando los valores a tomar del supernodo

$$\frac{V1 - V8}{10K} + \frac{V1 - V4}{5.6K} + \frac{V2 - V9}{5.6K} + \frac{V2 - V3}{10K} = 0$$

Aplicando el súper nodo, se debe eliminar el V2, para ello como V1 y V2 están cerca de la fuente de voltaje, estos dos dan el valor del voltaje que se coloca al circuito es decir 9v.

$$V1 - V2 = 9$$

Despejando queda:

$$V2 = V1 - 9$$

Reemplazando finalmente se tiene:

$$\frac{V1-V8}{10K} + \frac{V1-V4}{5.6K} + \frac{V1-9-V9}{5.6K} + \frac{V1-9-V3}{10K} = 0$$

$$\frac{V1}{10K} - \frac{V8}{10K} + \frac{V1}{5.6K} - \frac{V4}{5.6K} + \frac{V1}{5.6K} - \frac{9}{5.6K} - \frac{V9}{5.6K} + \frac{V1}{10K} - \frac{9}{10K} - \frac{V3}{10K} = 0$$

$$V1 \left(\frac{1}{10K} + \frac{1}{5.6K} + \frac{1}{5.6K} + \frac{1}{10K} \right) - \frac{V8}{10K} - \frac{V4}{5.6K} - \frac{V9}{5.6K} - \frac{V3}{10K} = \frac{9}{5.6K} + \frac{9}{10K}$$

MCD $10 * 5.6 = 56$

$$V1(5.6 + 10 + 10 + 5.6) - 5.6V8 - 10V4 - 10V9 - 5.6V3 = 90 + 50.4$$

$$\text{ECUACIÓN 1: } 31.2V_1 - 5.6V_8 - 10V_9 - 5.6V_3 - 10V_4 = 140.4$$

Cálculo de voltaje del nodo 2 (V2):

En este cálculo se debe realizar lo mismo que se realizó en el anterior y así con todos los supernodos, es decir con todos los nodos que estén cerca de una fuente de voltaje, como los nodos 12, 7 y 14, el nodo 11 no se lo calcula ya que es el que estamos tomando como referencia.

$$\frac{V2 - V3}{10K} + \frac{V2 - V9}{5.6K} + \frac{V1 - V4}{5.6K} + \frac{V1 - V8}{10K} = 0$$

Aplicando el súper nodo:

$$V1 - V2 = 9$$

$$V1 = 9 + V2$$

Reemplazando finalmente se tiene:

$$\frac{V2 - V3}{10K} + \frac{V2 - V9}{5.6K} + \frac{9 + V2 - V4}{5.6K} + \frac{9 + V2 - V8}{10K} = 0$$

$$\frac{V2}{10K} - \frac{V3}{10K} + \frac{V2}{5.6K} - \frac{V9}{5.6K} + \frac{9}{5.6K} + \frac{V2}{5.6K} - \frac{V4}{5.6K} + \frac{9}{10K} + \frac{V2}{10K} - \frac{V8}{10K} = 0$$

$$V_2 \left(\frac{1}{10K} + \frac{1}{5.6K} + \frac{1}{5.6K} + \frac{1}{10K} \right) - \frac{V_3}{10K} - \frac{V_9}{5.6K} - \frac{V_4}{5.6K} - \frac{V_8}{10K} = \frac{9}{5.6K} + \frac{9}{10K}$$

$$MCD \quad 10 * 5.6 = 56$$

$$V_2(5.6 + 10 + 10 + 5.6) - 5.6V_8 - 10V_4 - 10V_9 - 5.6V_3 = -90 - 50.4$$

$$\text{ECUACIÓN 2: } 31.2V_2 - 5.6V_3 - 10V_9 - 10V_4 - 5.6V_8 = -140.4$$

Cálculo de nodo 3 (V3):

Para el cálculo del nodo 3 (V3), y como no es un supernodo, se debe tomar los nodos que lo rodean quedando de la siguiente manera:

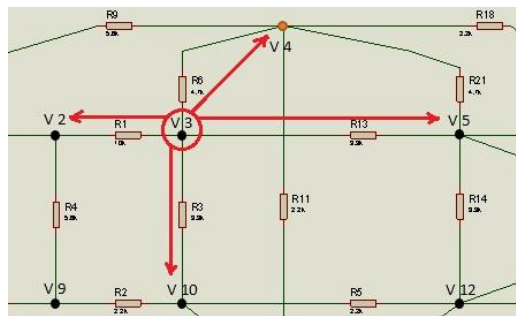


Ilustración 14: Indicando valores a tomar

$$\frac{V_3 - V_2}{10K} + \frac{V_3 - V_4}{4.7K} + \frac{V_3 - V_5}{3.3K} + \frac{V_3 - V_{10}}{3.3K} = 0$$

$$\cancel{\frac{V_3}{10K}} - \frac{V_2}{10K} + \cancel{\frac{V_3}{4.7K}} - \frac{V_4}{4.7K} + \cancel{\frac{V_3}{3.3K}} - \frac{V_5}{3.3K} + \cancel{\frac{V_3}{3.3K}} - \frac{V_{10}}{3.3K} = 0$$

$$V_3 \left(\frac{1}{10K} + \frac{1}{4.7K} + \frac{1}{3.3K} + \frac{1}{3.3K} \right) - \frac{V_2}{10K} - \frac{V_4}{4.7K} - \frac{V_5}{3.3K} - \frac{V_{10}}{3.3K} = 0$$

$$10 * 4.7 * 3.3 = 155.1K$$

$$V_3(15.51 + 33 + 47 + 47) - 15.51V_2 - 33V_4 - 47V_5 - 47V_{10} = 0$$

$$\text{ECUACIÓN 3: } 142.51V_3 - 15.51V_2 - 33V_4 - 47V_5 - 47V_{10} = 0$$

Cálculo de nodo 4 (V4):

Se realiza el mismo proceso realizado en el nodo 3 y así con todos los demás.

$$\frac{V_4 - V_1}{5.6K} + \frac{V_4 - V_3}{4.7K} + \frac{V_4 - V_{11}}{2.2K} + \frac{V_4 - V_5}{4.7K} + \frac{V_4 - V_6}{2.2K} = 0$$

$$\cancel{\frac{V_4}{5.6K}} - \frac{V_1}{5.6K} + \cancel{\frac{V_4}{4.7K}} - \frac{V_3}{4.7K} + \cancel{\frac{V_4}{2.2K}} - \frac{V_{11}}{2.2K} + \cancel{\frac{V_4}{4.7K}} - \frac{V_5}{4.7K} + \cancel{\frac{V_4}{2.2K}} - \frac{V_6}{2.2K} = 0$$

$$V_4 \left(\frac{1}{5.6K} + \frac{1}{4.7K} + \frac{1}{2.2K} + \frac{1}{4.7K} + \frac{1}{2.2K} \right) - \frac{V_1}{5.6K} - \frac{V_3}{4.7K} - \frac{V_{11}}{2.2K} - \frac{V_5}{4.7K} - \frac{V_6}{2.2K} = 0$$

$$5.6 * 4.7 * 2.2 = 57.904K$$

$$V_4(10.34 + 12.32 + 26.32 + 12.32 + 26.32) - 10.34V_1 - 12.32V_3 - 26.32V_{11} - 12.32V_5 - 26.32V_6 = 0$$

$$87.62V_4 - 10.34V_1 - 12.32V_3 - 26.32V_{11} - 12.32V_5 - 26.32V_6 = 0$$

V11 se anula porque es la referencia, entonces:

$$\text{ECUACIÓN 4: } 87.62V_4 - 10.34V_1 - 12.32V_3 - 12.32V_5 - 26.32V_6 = 0$$

Cálculo de nodo 5 (V5):

$$\frac{V_5 - V_4}{4.7K} + \frac{V_5 - V_6}{5.6K} + \frac{V_5 - V_7}{2.2K} + \frac{V_5 - V_{12}}{3.3K} + \frac{V_5 - V_3}{3.3K} = 0$$

$$\cancel{\frac{V_5}{4.7K}} - \frac{V_4}{4.7K} + \cancel{\frac{V_5}{5.6K}} - \frac{V_6}{5.6K} + \cancel{\frac{V_5}{2.2K}} - \frac{V_7}{2.2K} + \cancel{\frac{V_5}{3.3K}} - \frac{V_{12}}{3.3K} + \cancel{\frac{V_5}{3.3K}} - \frac{V_3}{3.3K} = 0$$

$$V_5 \left(\frac{1}{4.7K} + \frac{1}{5.6K} + \frac{1}{2.2K} + \frac{1}{3.3K} + \frac{1}{3.3K} \right) - \frac{V_4}{4.7K} - \frac{V_6}{5.6K} - \frac{V_7}{2.2K} - \frac{V_{12}}{3.3K} - \frac{V_3}{3.3K} = 0$$

$$4.7 * 5.6 * 2.2 * 3.3 = 191.0832K$$

$$V_5(40.656 + 34.122 + 86.856 + 57.904 + 57.904) - 40.656V_4 - 34.122V_6 - 86.856V_7 - 57.904V_{12} - 57.904V_3 = 0$$

$$\text{ECUACIÓN 5: } 277.442V_5 - 40.656V_4 - 34.122V_6 - 86.856V_7 - 57.904V_{12} - 57.904V_3 = 0$$

Cálculo de nodo 6 (V6):

$$\frac{V_6 - V_4}{2.2K} + \frac{V_6 - V_7}{4.7K} + \frac{V_6 - V_{13}}{5.6K} + \frac{V_6 - V_5}{5.6K} = 0$$

$$\cancel{\frac{V_6}{2.2K}} - \frac{V_4}{2.2K} + \cancel{\frac{V_6}{4.7K}} - \frac{V_7}{4.7K} + \cancel{\frac{V_6}{5.6K}} - \frac{V_{13}}{5.6K} + \cancel{\frac{V_6}{5.6K}} - \frac{V_5}{5.6K} = 0$$

$$V_6 \left(\frac{1}{2.2K} + \frac{1}{4.7K} + \frac{1}{5.6K} + \frac{1}{5.6K} \right) - \frac{V_4}{2.2K} - \frac{V_7}{4.7K} - \frac{V_{13}}{5.6K} - \frac{V_5}{5.6K} = 0$$

$$2.2 * 4.7 * 5.6 = 57.904K$$

$$V_6(26.32 + 12.32 + 10.34 + 10.34) - 26.32V_4 - 12.32V_7 - 10.34V_{13} - 10.34V_5 = 0$$

$$\text{ECUACIÓN 6: } 59.32V_6 - 26.32V_4 - 12.32V_7 - 10.34V_{13} - 10.34V_5 = 0$$

Cálculo de nodo 7 (V7):

$$\frac{V7 - V6}{4.7K} + \frac{V7 - V5}{2.2K} + \frac{V14 - V13}{2.2K} + \frac{V14 - V12}{5.6K} = 0$$

Aplicando el súper nodo:

$$V14 = V7 - 9$$

Reemplazando finalmente se tiene:

$$\begin{aligned} & \frac{V7 - V6}{4.7K} + \frac{V7 - V5}{2.2K} + \frac{V7 - 9 - V13}{2.2K} + \frac{V7 - 9 - V12}{5.6K} = 0 \\ & \frac{\cancel{V7}}{4.7K} - \frac{V6}{4.7K} + \frac{\cancel{V7}}{2.2K} - \frac{V5}{2.2K} + \frac{\cancel{V7}}{2.2K} - \frac{\cancel{9}}{2.2K} - \frac{V13}{2.2K} + \frac{\cancel{V7}}{5.6K} - \frac{\cancel{9}}{5.6K} - \frac{V12}{5.6K} = 0 \\ & V7 \left(\frac{1}{4.7K} + \frac{1}{2.2K} + \frac{1}{2.2K} + \frac{1}{5.6K} \right) - \frac{V6}{4.7K} - \frac{V5}{2.2K} - \frac{9}{2.2K} - \frac{V13}{2.2K} - \frac{9}{5.6K} - \frac{V12}{5.6K} = 0 \\ & 4.7 * 2.2 * 5.6 = 57.904K \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V7(12.32 + 26.32 + 26.32 + 10.34) - 12.32V6 - 26.32V5 - 26.32V13 - 10.34V12 \\ = 236.88 + 93.06 \end{aligned}$$

$$\text{ECUACIÓN 7: } 75.3V_7 - 12.32V_6 - 26.32V_5 - 26.32V_{13} - 10.34V_{12} = 329.94$$

Cálculo de nodo 8 (V8):

$$\begin{aligned} & \frac{V8 - V9}{4.7K} + \frac{V8 - V1}{10K} + \frac{V8 - V11}{10K} = 0 \\ & \frac{\cancel{V8}}{4.7K} - \frac{V9}{4.7K} + \frac{\cancel{V8}}{10K} - \frac{V1}{10K} + \frac{\cancel{V8}}{10K} - \frac{V11}{10K} = 0 \\ & V8 \left(\frac{1}{4.7K} + \frac{1}{10K} + \frac{1}{10K} \right) - \frac{V9}{4.7K} - \frac{V1}{10K} - \frac{V11}{10K} = 0 \\ & 4.7 * 10 = 47K \end{aligned}$$

$$V8(10 + 4.7 + 4.7) - 10V9 - 4.7V1 - 4.7V11 = 0$$

$$19.4V_8 - 10V_9 - 4.7V_1 - 4.7V_{11} = 0$$

V11 se anula porque es la referencia, entonces:

$$\text{ECUACIÓN 8: } 19.4V_8 - 10V_9 - 4.7V_1 = 0$$

Cálculo de nodo 9 (V9):

$$\frac{V9 - V8}{4.7K} + \frac{V9 - V2}{5.6K} + \frac{V9 - V10}{2.2K} = 0$$
$$\cancel{\frac{V9}{4.7K}} - \frac{V8}{4.7K} + \cancel{\frac{V9}{5.6K}} - \frac{V2}{5.6K} + \cancel{\frac{V9}{2.2K}} - \frac{V10}{2.2K} = 0$$
$$V9 \left(\frac{1}{4.7K} + \frac{1}{5.6K} + \frac{1}{2.2K} \right) - \frac{V8}{4.7K} - \frac{V2}{5.6K} - \frac{V10}{2.2K} = 0$$
$$4.7 * 5.6 * 2.2 = 57.904K$$

$$V9(12.32 + 10.34 + 26.32) - 12.32V8 + 10.34V2 + 26.32V10 = 0$$

$$\text{ECUACIÓN 9: } 48.98V_9 - 12.32V_8 - 10.34V_2 - 26.32V_{10} = 0$$

Cálculo de nodo 10 (V10):

$$\frac{V10 - V9}{2.2K} + \frac{V10 - V3}{3.3K} + \frac{V10 - V12}{2.2K} + \frac{V10 - V11}{2.2K} = 0$$
$$\cancel{\frac{V10}{2.2K}} - \frac{V9}{2.2K} + \cancel{\frac{V10}{3.3K}} - \frac{V3}{3.3K} + \cancel{\frac{V10}{2.2K}} - \frac{V12}{2.2K} + \cancel{\frac{V10}{2.2K}} - \frac{V11}{2.2K} = 0$$
$$V10 \left(\frac{1}{2.2K} + \frac{1}{3.3K} + \frac{1}{2.2K} + \frac{1}{2.2K} \right) - \frac{V9}{2.2K} - \frac{V3}{3.3K} - \frac{V12}{2.2K} - \frac{V11}{2.2K} = 0$$
$$2.2 * 3.3 = 7.26K$$

$$V10(3.3 + 2.2 + 3.3 + 3.3) - 3.3V9 - 2.2V3 - 3.3V12 - 3.3V11 = 0$$

$$\text{ECUACIÓN 10: } 12.1V_{10} - 3.3V_9 - 2.2V_3 - 3.3V_{12} - 3.3V_{11} = 0$$

Cálculo de nodo 11 (V11):

V11 es la referencia no se requiere cálculo.

Cálculo de nodo 12 (V12):

Debido a que V11 es la referencia el voltaje V12 es igual al voltaje colocado en el circuito:

$$\text{ECUACIÓN 12: } V_{12} = 9$$

Cálculo de nodo 13 (V13):

$$\frac{V13 - V12}{2.2K} + \frac{V13 - V11}{1K} + \frac{V13 - V6}{5.6K} + \frac{V13 - V14}{2.2K} = 0$$

$$\frac{\cancel{V13}}{2.2K} - \frac{V12}{2.2K} + \frac{\cancel{V13}}{1K} - \frac{V11}{1K} + \frac{\cancel{V13}}{5.6K} - \frac{V6}{5.6K} + \frac{\cancel{V13}}{2.2K} - \frac{V14}{2.2K} = 0$$

$$V13 \left(\frac{1}{2.2K} + \frac{1}{1K} + \frac{1}{5.6K} + \frac{1}{2.2K} \right) - \frac{V12}{2.2K} - \frac{V11}{1K} - \frac{V6}{5.6K} - \frac{V14}{2.2K} = 0$$

$$2.2 * 5.6 = 12.32K$$

$$V13(5.6 + 12.32 + 2.2 + 5.6) - 5.6V12 + 12.32V11 + 2.2V6 + 5.6V14 = 0$$

$$25.72V_{13} - 5.6V_{12} - 12.32V_{11} - 2.2V_6 - 5.6V_{14} = 0$$

V11 se anula porque es la referencia, entonces:

$$\text{ECUACIÓN 13: } 25.72V_{13} - 5.6V_{12} - 2.2V_6 - 5.6V_{14} = 0$$

Cálculo de nodo 14 (V14):

$$\frac{V14 - V12}{5.6K} + \frac{V14 - V13}{2.2K} + \frac{V7 - V6}{4.7K} + \frac{V7 - V5}{2.2K} = 0$$

Aplicando el súper nodo:

$$V7 = 9 + V14$$

Reemplazando finalmente se tiene:

$$\frac{V14 - V12}{5.6K} + \frac{V14 - V13}{2.2K} + \frac{9 + V14 - V6}{4.7K} + \frac{9 + V14 - V5}{2.2K} = 0$$

$$\frac{\cancel{V14}}{5.6K} - \frac{V12}{5.6K} + \frac{\cancel{V14}}{2.2K} - \frac{V13}{2.2K} + \frac{\cancel{9}}{4.7K} + \frac{\cancel{V14}}{4.7K} - \frac{V6}{4.7K} + \frac{\cancel{9}}{2.2K} + \frac{\cancel{V14}}{2.2K} - \frac{V5}{2.2K} = 0$$

$$V14 \left(\frac{1}{5.6K} + \frac{1}{2.2K} + \frac{1}{4.7K} + \frac{1}{2.2K} \right) - \frac{V12}{5.6K} - \frac{V13}{2.2K} + \frac{9}{4.7K} - \frac{V6}{4.7K} + \frac{9}{2.2K} - \frac{V5}{2.2K} = 0$$

$$5.6 * 2.2 * 4.7 = 57.904K$$

$$V14(10.34 + 26.32 + 12.32 + 26.32) - 10.34V12 - 26.32V13 - 12.32V6 - 26.32V5 = -110.88 - 236.88$$

$$\text{ECUACIÓN 14: } 75.3V_{14} - 10.34V_{12} - 26.32V_{13} - 12.32V_6 - 26.32V_5 = -347.76$$

Todas las ecuaciones obtenidas

$$31.2V_1 - 5.6V_8 - 10V_9 - 5.6V_3 - 10V_4 = 140.4$$

$$31.2V_2 - 5.6V_3 - 10V_9 - 10V_4 - 5.6V_8 = -140.4$$

$$142.51V_3 - 15.51V_2 - 33V_4 - 47V_5 - 47V_{10} = 0$$

$$87.62V_4 - 10.34V_1 - 12.32V_3 - 12.32V_5 - 26.32V_6 = 0$$

$$277.442V_5 - 40.656V_4 - 34.122V_6 - 86.856V_7 - 57.904V_{12} - 57.904V_3 = 0$$

$$59.32V_6 - 26.32V_4 - 12.32V_7 - 10.34V_{13} - 10.34V_5 = 0$$

$$75.3V_7 - 12.32V_6 - 26.32V_5 - 26.32V_{13} - 10.34V_{12} = 329.94$$

$$19.4V_8 - 10V_9 - 4.7V_1 = 0$$

$$48.98V_9 - 12.32V_8 - 10.34V_2 - 26.32V_{10} = 0$$

$$12.1V_{10} - 3.3V_9 - 2.2V_3 - 3.3V_{12} - 3.3V_{11} = 0$$

$$V_{12} = 9V$$

$$25.72V_{13} - 5.6V_{12} - 2.2V_6 - 5.6V_{14} = 0$$

$$75.3V_{14} - 10.34V_{12} - 26.32V_{13} - 12.32V_6 - 26.32V_5 = -347.76$$

Utilizando MATRIX CALCULATOR para resolver las ecuaciones

Esta página web (<https://matrixcalc.org/es/slu.html>), permite realizar cálculos matemáticos necesarios para la resolución de las ecuaciones, se debe colocar cada una de las ecuaciones como se muestra en la *Ilustración 13*:

Ilustración 15: Colocación de ecuaciones al sistema

Resultados de las ecuaciones:

$V_1 = 8.386V$	$V_6 = 5.838V$	$V_{11} = REFERENCIA$
$V_2 = -0.614V$	$V_7 = 10.106V$	$V_{12} = 9.000V$
$V_3 = 4.7736V$	$V_8 = 3.5746V$	$V_{13} = 2.699V$
$V_4 = 4.4563V$	$V_9 = 2.994V$	$V_{14} = 1.106V$
$V_5 = 7.409V$	$V_{10} = 4.1387V$	

Para verificar si estos resultados son correctos debemos remplazar estos valores en las ecuaciones de cada nodo, dando como resultado una igualdad, por ejemplo:

$$\text{ECUACIÓN 1 : } 31.2V_1 - 5.6V_8 - 10V_9 - 5.6V_3 - 10V_4 = 140.4$$

$$31.2(8.386) - 5.6(3.5746) - 10(2.994) - 5.6(4.7736) - 10(4.4563) = 140.4$$

$$261.6432 - 20.01776 - 29.94 - 26.73216 - 44.563 = 140.4$$

$$140.4 = 140.4$$

Cálculo del voltaje de cada resistencia

Para realizar estos cálculos se deben utilizar los resultados obtenidos del voltaje de cada nodo, ya que para encontrar el valor del voltaje de una resistencia se debe realizar una diferencia entre los nodos que están conectando al resistor, es decir que para encontrar el voltaje de R1 y con la ayuda de la *Ilustración 12*, ya que en esta imagen podemos observar los voltajes de nodo que la conectan, se realiza las siguiente fórmula:

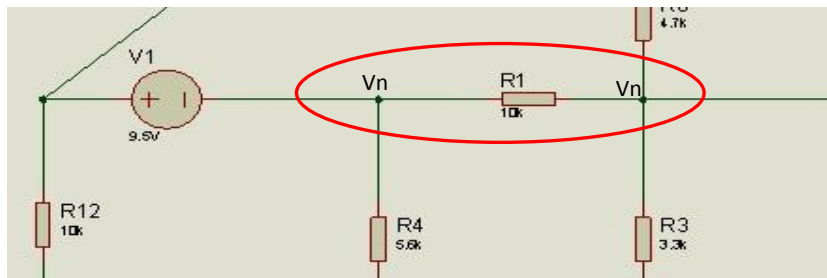


Ilustración 16: Circuito indicando nodos de R1

$$VR1 = Vn2 - Vn3$$

Remplazando valores y resolviéndolo nos queda:

$$VR1 = -0.614V - 4.7736V$$

$$R1 = 5.3876 V$$

En el caso en que la resistencia a calcular este junto al nodo de la referencia (nodo 11), el valor de voltaje de este es igual a cero (0). De esta manera se procede a obtener el voltaje de todas las resistencias de nuestro circuito, dando como resultado los siguientes valores:

VR1 = 5.3876 V	VR7 = 0.5806 V	VR13 = 2.6354 V	VR19 = 2.699 V
VR2 = 1.1447 V	VR8 = 4.1387 V	VR14 = 1.591 V	VR20 = 2.697 V
VR3 = 0.6349 V	VR9 = 3.9297 V	VR15 = 6.301 V	VR21 = 2.9527 V
VR4 = 3.608 V	VR10 = 3.5746 V	VR16 = 1.571 V	VR22 = 4.269 V
VR5 = 4.8613 V	VR11 = 4.4563 V	VR17 = 3.139 V	VR23 = 1.593 V
VR6 = 0.3173 V	VR12 = 4.8114 V	VR18 = 1.0644 V	VR24 = 7.94 V

Calculando Corriente en las ramas

Obtenido el valor de voltaje de cada resistencia, podemos proceder al cálculo de corriente y para ello utilizamos la Ley de Ohm, esta ley nos dice que corriente (I) es igual al voltaje (V) proporcionado e inversamente proporcional al valor de la resistencia (R), quedando de esta manera:

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

Remplazando para obtener la corriente de nuestro primer resistor:

$$IR1 = \frac{VR1}{R}$$

$$IR1 = \frac{5.3876 V}{10 K} = 0.53876 mA$$

De esta manera se procede a calcular la corriente para todos los resistores faltantes, obteniendo los siguientes resultados:

IR1= 0.5387 mA	IR7= 0.1212 mA	IR13= 0.7986 mA	IR19= 2.699 mA
IR2= 0.5203 mA	IR8= 1.8818 mA	IR14= 0.4821 mA	IR20= 1.2259 mA
IR3= 0.1923 mA	IR9= 0.7017 mA	IR15= 2.8640 mA	IR21= 0.6282 mA
IR4= 0.6442 mA	IR10= 0.3574 mA	IR16= 0.2805 mA	IR22= 0.9082 mA
IR5= 2.2096 mA	IR11= 2.0255 mA	IR17= 0.5605 mA	IR23= 0.7240 mA
IR6= 0.0680 mA	IR12= 0.4811 mA	IR18= 0.4838 mA	IR24= 1.4178 mA

Calculando Potencia en los resistores

Ya obtenido los cálculos de voltaje de cada resistencia y los de corriente, se procede a realizar los de potencia, para ello se va a utilizar la siguiente fórmula:

$$P = V * I$$

Obteniendo así la siguiente fórmula que ayudara a realizar este cálculo.

$$PR = VR * IR$$

Remplazando y resolviéndolo nos da nuestro primer resultado:

$$PR1 = VR1 * IR1$$

$$PR1 = 5.3876 V * 0.53876 mA = 2.9026 mW$$

Así procedemos a realizar los cálculos de potencia de las demás resistencias obteniendo los siguientes resultados:

$$PR1 = 2.9023 mW$$

$$PR7 = 0.0703 mW$$

$$PR13 = 2.1046 mW$$

$$PR19 = 7.2846 mW$$

$$PR2 = 0.5955 mW$$

$$PR8 = 7.7882 mW$$

$$PR14 = 0.7670 mW$$

$$PR20 = 3.3062 mW$$

$$PR3 = 0.1220 mW$$

$$PR9 = 2.7574 mW$$

$$PR15 = 18.0460 mW$$

$$PR21 = 1.8548 mW$$

$$PR4 = 2.3242 mW$$

$$PR10 = 1.2775 mW$$

$$PR16 = 0.4406 mW$$

$$PR22 = 3.8771 mW$$

$$PR5 = 10.7415 mW$$

$$PR11 = 9.0262 mW$$

$$PR17 = 1.7594 mW$$

$$PR23 = 1.1782 mW$$

$$PR6 = 0.0215 mW$$

$$PR12 = 2.3147 mW$$

$$PR18 = 0.5149 mW$$

$$PR24 = 11.2573 mW$$

2.3. Resultados

Tabla 1: Valores del Circuito Real

NODOS	Voltaje en los Nodos	Resistores	Valor Resistor	Corriente en las Ramas	Voltaje Resistores	Potencia Resistores
V1	8.38 V	R1	10 k	0.55 mA	5.39 V	2.91 mW
V2	-0.55 V	R2	2.2 k	0.54 mA	1.15 V	598 uW
V3	4.83 V	R3	3.3 k	0.19 mA	0.62 V	124 uW
V4	4.49 V	R4	5.6 k	0,66 mA	3.61 V	2.33 mw
V5	7.50 V	R5	2.2 k	2.25 mA	4.84 V	10.78 mW
V6	5.92 V	R6	4.7 k	0.07 mA	0.32 V	21.71 uW
V7	10.23 V	R7	4.7 k	0.12 mA	0.57 V	71.73 uW
V8	3.60 V	R8	2.2 k	1.92 mA	4.14 V	7.83 mW
V9	3.03 V	R9	5.6 k	0.72 mA	3.92 V	2.76 mW
V10	4.20 V	R10	10 k	0.37 mA	3.55 V	1.29 mW
V11	Referencia	R11	2.2 k	2.06 mA	4.44 V	9.08 mW
V12	9.09 V	R12	10 k	0.49 mA	4.78 V	2.32 mW
V13	2.73 V	R13	3.3 k	0.81 mA	2.62 V	2.12 mW
V14	1.10 V	R14	3.3 k	0.48 mA	1.55 V	762 uW
		R15	2.2 k	2.90 mA	6.22 V	18.13 mW
		R16	5.6 k	0.28 mA	1.53 V	444 uW
		R17	5.6 k	0.58 mA	3.13 V	1.78 mW
		R18	2.2 k	0.62 mA	1.38 V	875 uW
		R19	1 k	2.73 mA	2.67 V	7.31 mW
		R20	2.2 k	1.25 mA	2.70 V	3.34 mW
		R21	4.7 k	0.69 mA	2.89 V	1.87 mW
		R22	4.7 k	0.91 mA	4.22 V	3.91 mW
		R23	2.2 k	0.73 mA	1.61 V	1.17 mW
		R24	5.6 k	1.43 mA	7.78 V	11.21 mW

Tabla 2: Valores del Circuito Simulado

NODOS	Voltaje en los Nodos	Resistores	Valor Resistor	Corriente en las Ramas	Voltaje Resistores	Potencia Resistores
V1	8.39 V	R1	10 k	0.54 mA	5.396 V	2.912 mW
V2	-0.61 V	R2	2.2 k	0.52 Ma	1.15 V	597.5 uW
V3	4.7736 V	R3	3.3 k	0.19 mA	0.64 V	123.9 uW
V4	4.46 V	R4	5.6 k	0.64 mA	3.61 V	2.328 mw
V5	7.41 V	R5	2.2 k	2.21 mA	4.87 V	10.78 mW
V6	5.84 V	R6	4.7 k	0.12 mA	0.32 V	21.71 uW
V7	10.1 V	R7	4.7 k	0.30 mA	0.58 V	71.73 uW
V8	3.58 V	R8	2.2 k	1.89 mA	4.15 V	7.828 mW
V9	2.99 V	R9	5.6 k	0.70 mA	3.93 V	2.762 mW
V10	4.14 V	R10	10 k	0.36 mA	3.58 V	1.285 mW
V11	Referencia	R11	2.2 k	2.03 mA	4.47 V	9.082 mW
V12	9 V	R12	10 k	0.48 mA	4.82 V	2.322 mW
V13	2.70 V	R13	3.3 k	0.80 mA	2.64 V	2.119 mW
V14	1.11 V	R14	3.3 k	0.48 mA	1.59 V	762.3 uW
		R15	2.2 k	2.87 mA	6.32 V	18.13 mW
		R16	5.6 k	0.28 mA	1.58 V	443.7 uW
		R17	5.6 k	0.56 mA	3.15 V	1.776 mW
		R18	2.2 k	0.63 mA	1.39 V	875.4 uW
		R19	1 k	2.70 mA	2.70 V	7.310 mW
		R20	2.2 k	1.23 mA	2.71 V	3.344 mW
		R21	4.7 k	0.63 mA	2.96 V	1.869 mW
		R22	4.7 k	0.91 mA	4.29 V	3.914 mW
		R23	2.2 k	0.73 mA	1.61 V	1.174 mW
		R24	5.6 k	1.42 mA	7.92 V	11.21 mW

Tabla 3: Valores calculados Manualmente

NODOS	Voltaje en los Nodos	Resistores	Valor Resistor	Voltaje Resistores $V_R = V_{n1} - V_{n2}$	Corriente (Intensidad) $I = \frac{V}{R}$	Potencia Resistores $P = V * I$
V1	8.386 V	R1	10 k	5.3876 V	0.5387 mA	2.9023 mW
V2	-0.614	R2	2.2 k	1.1447 V	0.5203 mA	0.5955 mW
V3	4.7736 V	R3	3.3 k	0.6349 V	0.1923 mA	0.1220 mW
V4	4.4563 V	R4	5.6 k	3.608 V	0.6442 mA	2.3242 mW
V5	7.409 V	R5	2.2 k	4.8613 V	2.2096 mA	10.7415 mW
V6	5.838 V	R6	4.7 k	0.3173 V	0.0680 mA	0.0215 mW
V7	10.106 V	R7	4.7 k	0.5806 V	0.1212 mA	0.0703 mW
V8	3.5746 V	R8	2.2 k	4.1387 V	1.8818 mA	7.7882 mW
V9	2.994 V	R9	5.6 k	3.9297 V	0.7017 mA	2.7574 mW
V10	4.1387 V	R10	10 k	3.5746 V	0.3574 mA	1.2775 mW
V11	Referencia	R11	2.2 k	4.4563 V	2.0255 mA	9.0262 mW
V12	9 V	R12	10 k	4.8114 V	0.4811 mA	2.3147 mW
V13	2.699 V	R13	3.3 k	2.6354 V	0.7986 mA	2.1046 mW
V14	1.106 V	R14	3.3 k	1.591 V	0.4821 mA	0.7670 mW
		R15	2.2 k	6.301 V	2.8640 mA	18.0460 mW
		R16	5.6 k	1.571 V	0.2805 mA	0.4406 mW
		R17	5.6 k	3.139 V	0.5605 mA	1.7594 mW
		R18	2.2 k	1.0644 V	0.4838 mA	0.5149 mW
		R19	1 k	2.699 V	2.699 mA	7.2846 mW
		R20	2.2 k	2.697 V	1.2259 mA	3.3062 mW
		R21	4.7 k	2.9527 V	0.6282 mA	1.8548 mW
		R22	4.7 k	4.269 V	0.9082 mA	3.8771 mW
		R23	2.2 k	1.593 V	0.7240 mA	1.1782 mW
		R24	5.6 k	7.94 V	1.4178 mA	11.2573 mW

Tabla 4: Valores comparativos de Voltaje en los nodos

NODOS	Voltaje circuito Real	Voltaje circuito Simulado	Voltaje calculado con Fórmula
N1	8.38 V	8.39 V	8.386 V
N2	-0.55 V	-0.61 V	-0.614
N3	4.83 V	4.77 V	4.7736 V
N4	4.49 V	4.46 V	4.4563 V
N5	7.50 V	7.41 V	7.409 V
N6	5.92 V	5.84 V	5.838 V
N7	10.23 V	10.1 V	10.106 V
N8	3.60 V	3.58 V	3.5746 V
N9	3.03 V	2.99 V	2.994 V
N10	4.20 V	4.14 V	4.1387 V
N11	Referencia	Referencia	Referencia
N12	9.09 V	9 V	9 V
N13	2.73 V	2.70 V	2.699 V
N14	1.10 V	1.11 V	1.106 V

Tabla 5: Valores comparativos de Voltaje en nodos, Potencia y Corriente de todos los resistores

Resistor	Valor Resistor	Voltaje			Potencia			Corriente		
		Real	Simulado	Calculado	Real	Simulado	Calculado	Real	Simulado	Calculado
R1	10 k	5.39 V	5.396 V	5.3876 V	2.91 mW	2.912 mW	2.9023 mW	0.55 mA	0.54 mA	0.5387 mA
R2	2.2 k	1.15 V	1.15 V	1.1447 V	0.60 mW	597.5 uW	0.5955 mW	0.54 mA	0.52 ma	0.5203 mA
R3	3.3 k	0.62 V	0.64 V	0.6349 V	0.12 mW	123.9 uW	0.1220 mW	0.19 mA	0.19 mA	0.1923 mA
R4	5.6 k	3.61 V	3.61 V	3.608 V	2.33 mw	2.328 mw	2.3242 mW	0,66 mA	0.64 mA	0.6442 mA
R5	2.2 k	4.84 V	4.87 V	4.8613 V	10.78 mW	10.78 mW	10.7415 mW	2.25 mA	2.21 mA	2.2096 mA
R6	4.7 k	0.32 V	0.32 V	0.3173 V	0.02 mW	21.71 uW	0.0215 mW	0.07 mA	0.12 mA	0.0680 mA
R7	4.7 k	0.57 V	0.58 V	0.5806 V	0.07 mW	71.73 uW	0.0703 mW	0.12 mA	0.30 mA	0.1212 mA
R8	2.2 k	4.14 V	4.15 V	4.1387 V	7.83 mW	7.828 mW	7.7882 mW	1.92 mA	1.89 mA	1.8818 mA
R9	5.6 k	3.92 V	3.93 V	3.9297 V	2.76 mW	2.762 mW	2.7574 mW	0.72 mA	0.70 mA	0.7017 mA
R10	10 k	3.55 V	3.58 V	3.5746 V	1.29 mW	1.285 mW	1.2775 mW	0.37 mA	0.36 mA	0.3574 mA
R11	2.2 k	4.44 V	4.47 V	4.4563 V	9.08 mW	9.082 mW	9.0262 mW	2.06 mA	2.03 mA	2.0255 mA
R12	10 k	4.78 V	4.82 V	4.8114 V	2.32 mW	2.322 mW	2.3147 mW	0.49 mA	0.48 mA	0.4811 mA
R13	3.3 k	2.62 V	2.64 V	2.6354 V	2.12 mW	2.119 mW	2.1046 mW	0.81 mA	0.80 mA	0.7986 mA
R14	3.3 k	1.55 V	1.59 V	1.591 V	0.76 mW	762.3 uW	0.7670 mW	0.48 mA	0.48 mA	0.4821 mA
R15	2.2 k	6.22 V	6.32 V	6.301 V	18.13 mW	18.13 mW	18.0460 mW	2.90 mA	2.87 mA	2.8640 mA
R16	5.6 k	1.53 V	1.58 V	1.571 V	0.44 mW	443.7 uW	0.4406 mW	0.28 mA	0.28 mA	0.2805 mA
R17	5.6 k	3.13 V	3.15 V	3.139 V	1.78 mW	1.776 mW	1.7594 mW	0.58 mA	0.56 mA	0.5605 mA
R18	2.2 k	1.38 V	1.39 V	1.0644 V	0.88 mW	875.4 uW	0.5149 mW	0.62 mA	0.63 mA	0.4838 mA
R19	1 k	2.67 V	2.70 V	2.699 V	7.31 mW	7.310 mW	7.2846 mW	2.73 mA	2.70 mA	2.699 mA
R20	2.2 k	2.70 V	2.71 V	2.697 V	3.34 mW	3.344 mW	3.3062 mW	1.25 mA	1.23 mA	1.2259 mA
R21	4.7 k	2.89 V	2.96 V	2.9527 V	1.87 mW	1.869 mW	1.8548 mW	0.69 mA	0.63 mA	0.6282 mA
R22	4.7 k	4.22 V	4.29 V	4.269 V	3.91 mW	3.914 mW	3.8771 mW	0.91 mA	0.91 mA	0.9082 mA
R23	2.2 k	1.61 V	1.61 V	1.593 V	1.17 mW	1.174 mW	1.1782 mW	0.73 mA	0.73 mA	0.7240 mA
R24	5.6 k	7.78 V	7.92 V	7.94 V	11.21 mW	11.21 mW	11.2573 mW	1.43 mA	1.42 mA	1.4178 mA

3. CONCLUSIONES

- Como conclusión he podido demostrar mediante esta práctica, que en los valores obtenidos hay una gran similitud entre los reales, simulados y calculados por fórmulas, ya que hay mucha aproximación y en algunos casos hay una igualdad entre ellos, determinando que a la hora de construir un circuito eléctrico podemos hacer uso de cualquiera de estos tres procesos, pero los datos más precisos serían los obtenidos en el circuito real, los cuales están más apegados a la realidad.
- Esta práctica ha sido muy provechosa, ya que los conocimientos de la Ley de Kirchhoff sobre los nodos y la Ley de Ohm para encontrar corriente y potencia, fueron llevados a la práctica y se ha observado cómo estas leyes se cumplen perfectamente, siempre que las conexiones y mediciones sean hechas correctamente.
- Un aprendizaje muy valioso que se obtuvo de esta práctica, fue construir el circuito eléctrico 3D y simularlo, para así poder obtener valores entre ambos y realizar con éxito este proyecto.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHARLES A. Y MATTHEW S. (2006). *Fundamentos de circuitos eléctricos* (Vol. Tercera Edición). Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- IRWIN D. Y NELS M. (2011). *INGENIERIA BASICA ANALISIS DE CIRCUITOS* (Vol. Décima edicion). Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.
- ROBBINS A. Y MILLER W. (2008). *Análisis de circuitos Teoría y práctica* (Vol. Cuarta Edición). (S. R. González, Ed.) Mexico: Cengage Learning Latinoamérica.
- ROSSANO V. (2013). *Proteus VSM Simulación de circuitos electrónicos* (Vol. Primera Edición). Buenos Aires: Red Users.

5. ANEXOS.

5.1. Documentación fotográfica y captura de imágenes

Imagen de la medición de voltaje en los nodos



Imagen realizando los cálculos de voltaje de todas las resistencias

$$V_1 - V_2 = 9$$

$$V_{11} = 9 + 9$$

Calculando Voltaje de cada resistencia

$$R_1 = V_3 - V_2 = 4,7736 \text{ V} - (-0,614 \text{ V}) = 5,3876 \text{ V}$$

$$R_2 = V_9 - V_{10} = 2,994 \text{ V} - 4,1387 \text{ V} = -1,1447 \text{ V}$$

$$R_3 = V_3 - V_{10} = 4,7736 \text{ V} - 4,1387 \text{ V} = 0,6349 \text{ V}$$

$$R_4 = V_2 - V_9 = (-0,614 \text{ V}) - (2,994 \text{ V}) = 3,608 \text{ V}$$

$$R_5 = V_{10} - V_{12} = 4,1387 \text{ V} - 9 \text{ V} = 4,8613 \text{ V}$$

$$R_6 = V_3 - V_4 = 4,7736 \text{ V} - 4,4563 \text{ V} = 0,3173 \text{ V}$$

$$R_7 = V_8 - V_9 = 3,5746 \text{ V} - 2,994 \text{ V} = 0,5806 \text{ V}$$

$$R_8 = V_{10} - V_{11} = 4,1387 \text{ V} - \quad = 4,1387$$

$$R_9 = V_1 - V_4 = 8,386 - 4,4563 = 3,9297 \text{ V}$$

$$R_{10} = V_8 - V_{11} = 3,5746 - \quad = 3,5746 \text{ V}$$

$$R_{11} = V_4 - V_{11} = 4,4563 \text{ V} - \quad = 4,4563 \text{ V}$$

$$R_{12} = V_1 - V_8 = 8,386 \text{ V} - 3,5746 \text{ V} = 4,8114 \text{ V}$$

$$R_{13} = V_3 - V_5 = 4,7736 \text{ V} - 7,409 \text{ V} = -2,6354 \text{ V}$$

$$R_{14} = V_5 - V_{12} = 7,409 \text{ V} - 9 \text{ V} = -1,591 \text{ V}$$

$$R_{15} = V_{12} - V_{13} = 9 \text{ V} - 2,699 \text{ V} = 6,301 \text{ V}$$

$$R_{16} = V_5 - V_6 = 7,409 \text{ V} - 5,838 \text{ V} = 1,571 \text{ V}$$

$$R_{17} = V_6 - V_{13} = 5,838 \text{ V} - 2,699 \text{ V} = 3,139 \text{ V}$$

$$R_{18} = V_4 - V_6 = 4,4563 \text{ V} - 5,838 \text{ V} = -1,0644 \text{ V}$$

$$R_{19} = V_{11} - V_{13} = \quad - 2,699 \text{ V} = -2,699 \text{ V}$$

$$R_{20} = V_5 - V_7 = 7,409 \text{ V} - 10,106 \text{ V} = -2,697 \text{ V}$$

$$R_{21} = V_4 - V_5 = 4,4563 \text{ V} - 7,409 \text{ V} = -2,9527 \text{ V}$$

$$R_{22} = V_6 - V_7 = 5,838 \text{ V} - 10,106 \text{ V} = 4,268 \text{ V}$$

$$R_{23} = V_3 - V_{14} = 2,699 \text{ V} - 1,106 \text{ V} = 1,593 \text{ V}$$

$$R_{24} = V_{12} - V_{14} = 9 \text{ V} - 1,106 \text{ V} = 7,94 \text{ V}$$

Presentando los valores simulados de: Voltaje, Corriente, y potencia de los resistores

<p>R1</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -5.465V 2 -68.69mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -5.396V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -539.6uA Power = 2.912mW</p>	<p>R2</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -1.855V 2 -708.2mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -1.146V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -521.1uA Power = 597.5uW</p>	<p>R3</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -708.2mV 2 -68.69mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -639.5mV</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -193.8uA Power = 123.9uW</p>	<p>R4</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -1.855V 2 -5.465V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 3.610V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 644.7uA Power = 2.328mW</p>
<p>R5</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 4.162V 2 -708.2mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 4.870V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 2.214mA Power = 10.78mW</p>	<p>R6</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -388.1mV 2 -68.69mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -319.4mV</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -67.96uA Power = 21.71uW</p>	<p>R7</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -1.855V 2 -1.274V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -580.6mV</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -123.5uA Power = 71.73uW</p>	<p>R8</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -4.858V 2 -708.2mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -4.150V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -1.886mA Power = 7.828mW</p>
<p>R9</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -388.1mV 2 3.545V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -3.933V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -702.4uA Power = 2.762mW</p>	<p>R10</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -4.858V 2 -1.274V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -3.584V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -358.4uA Power = 1.285mW</p>	<p>R11</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -388.1mV 2 -4.858V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 4.470V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 2.032mA Power = 9.082mW</p>	<p>R12</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 3.545V 2 -1.274V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 4.819V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 481.9uA Power = 2.322mW</p>

<p>R13</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 2.576V 2 -68.69mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 2.645V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 801.4uA Power = 2.119mW</p>	<p>R14</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 2.576V 2 4.162V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -1.586V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -480.6uA Power = 762.3uW</p>	<p>R15</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 4.162V 2 -2.154V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 6.316V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 2.871mA Power = 18.13mW</p>	<p>R16</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 2.576V 2 999.6mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 1.576V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 281.5uA Power = 443.7uW</p>
<p>R17</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -2.154V 2 999.6mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -3.154V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -563.2uA Power = 1.776mW</p>	<p>R18</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 999.6mV 2 -388.1mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 1.388V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 630.8uA Power = 875.4uW</p>	<p>R19</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -2.154V 2 -4.858V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 2.704V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 2.704mA Power = 7.310mW</p>	<p>R20</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 5.288V 2 2.576V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 2.713V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 1.233mA Power = 3.344mW</p>
<p>R21</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 2.576V 2 -388.1mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 2.964V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 630.6uA Power = 1.869mW</p>	<p>R22</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 5.288V 2 999.6mV</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage 4.289V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = 912.5uA Power = 3.914mW</p>	<p>R23</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -3.762V 2 -2.154V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -1.607V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -730.6uA Power = 1.174mW</p>	<p>R24</p> <p><u>TERMINAL VOLTAGES</u></p> <p>1 -3.762V 2 4.162V</p> <p><u>RELATIVE VOLTAGES</u></p> <p>Voltage -7.923V</p> <p><u>INSTANCE PARAMETERS</u></p> <p>Current = -1.415mA Power = 11.21mW</p>

Imagen de medición de Corriente

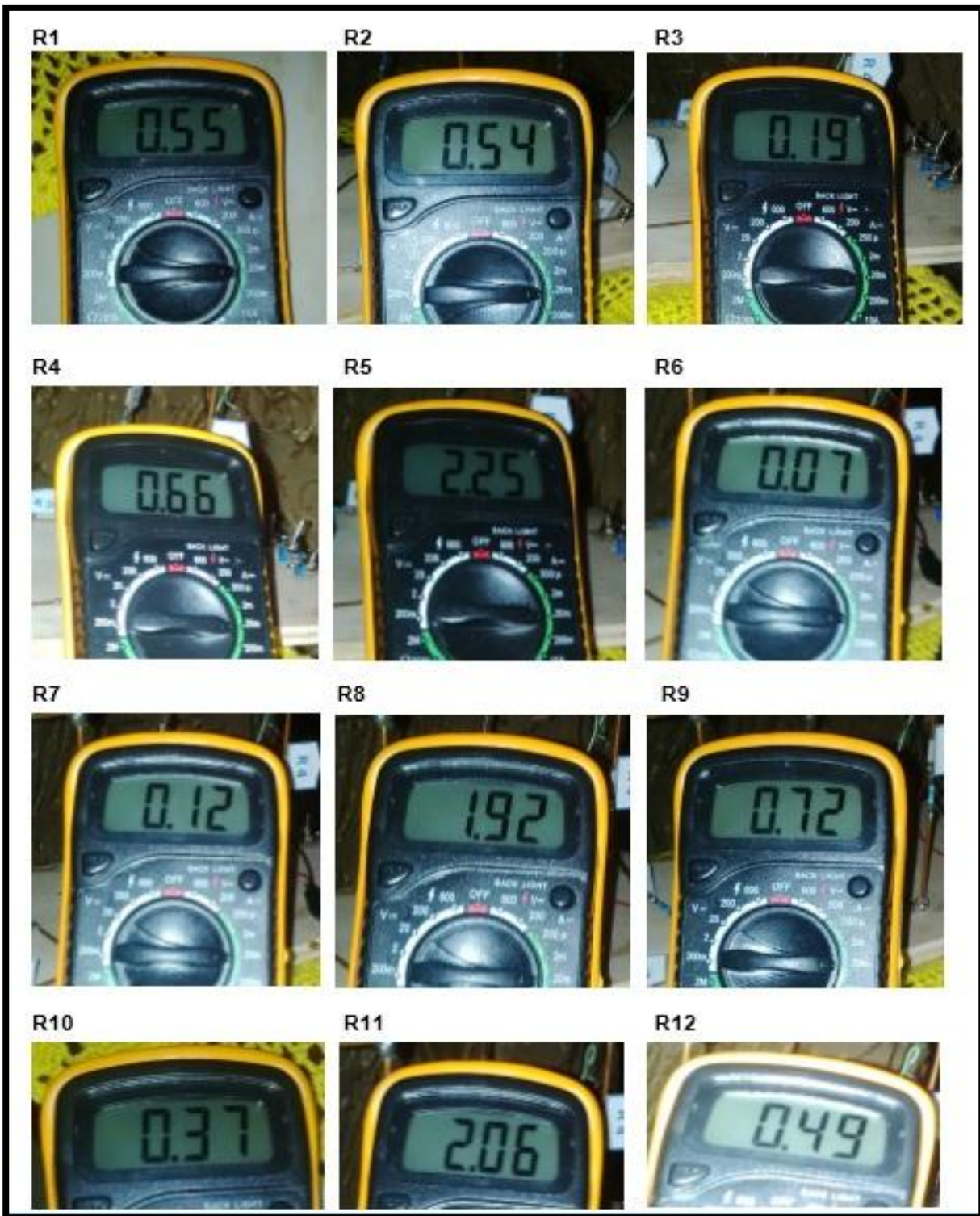
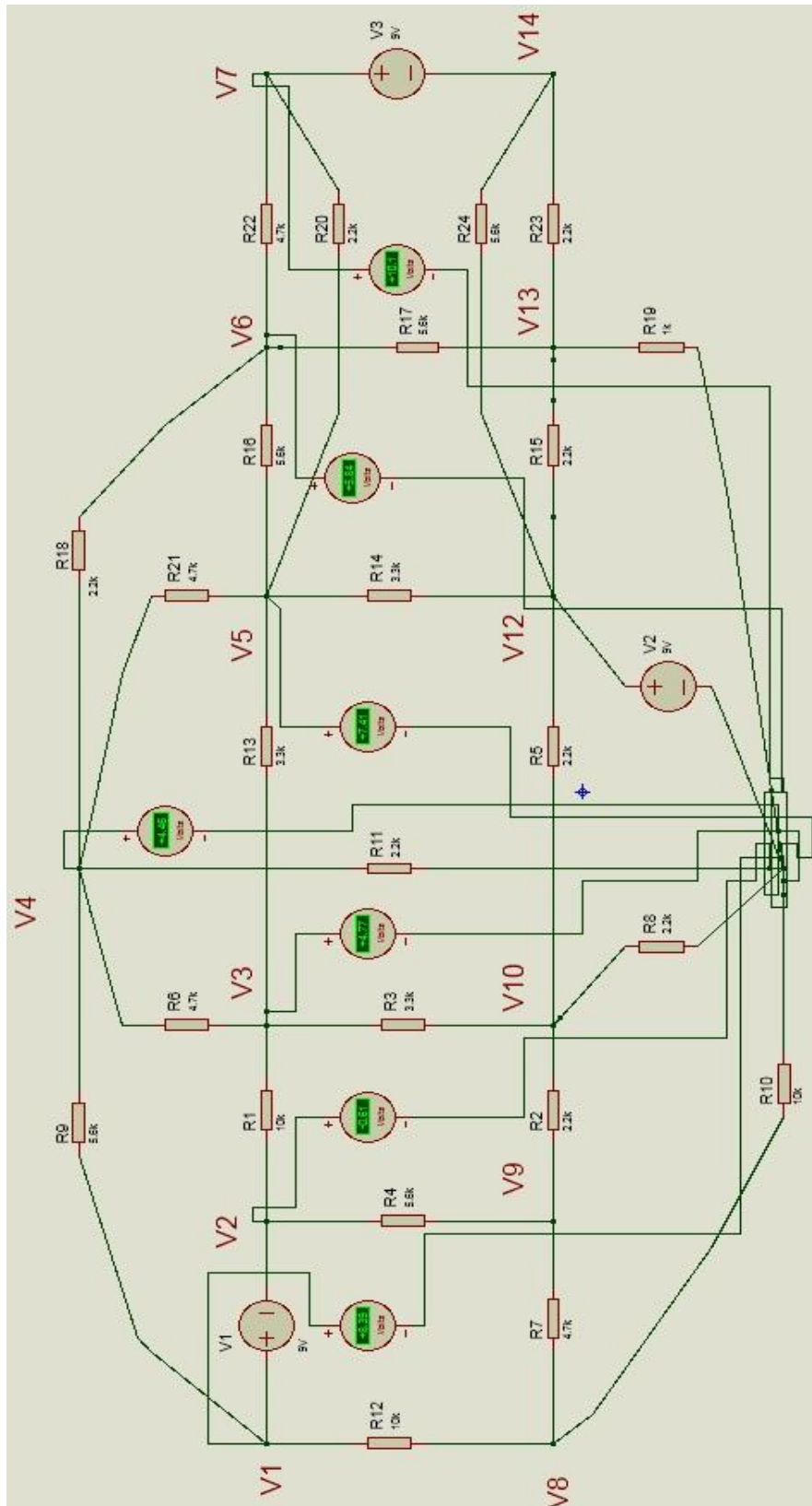


Imagen de medición de voltaje en los nodos del circuito simulado



Problema de Investigación de Redes Eléctricas #3

1. Construya un circuito eléctrico 3D con la configuración mostrada en la figura con los siguientes requerimientos:

- Cada lado de la figura es una rama del circuito formada por un resistor, excepto las ramas que tienen fuentes de voltaje.
- Los resistores deben ser de potencia, del orden de 1 a 10 ohm
- Las fuentes de voltaje deben ser de 9 a 15 VDC

2. Mida con un instrumento de medición los siguientes parámetros:

- Corrientes en todas las ramas del circuito construido
- Voltajes en todos los nodos del circuito construido.
- Potencia en todos los resistores. Debe garantizar que el resistor utilizado soporte dicha potencia.

3. Simule el circuito 3D construido en cualquier simulador electrónico. Debe incluir en el informe lo siguiente:

- Todas las mediciones realizadas en el punto #2.
- Debe capturar imágenes que demuestren la funcionalidad del circuito y las mediciones.
- Debe entregar el archivo fuente de la simulación y el instalador del simulador utilizado, para poder replicar lo realizado por usted.

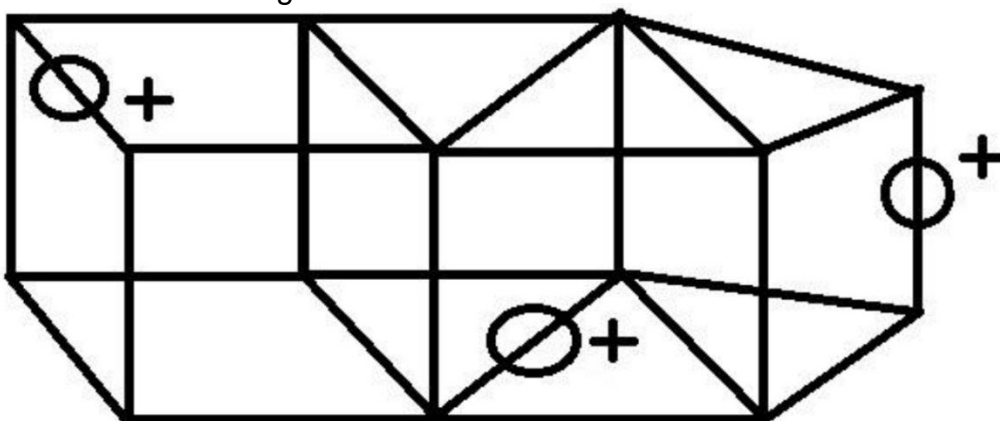
4. Calcule manualmente todos los parámetros solicitados en el punto #2.

5. Tabule los resultados obtenidos de los puntos #2, #3 y #4. Es decir de las mediciones reales, las simuladas y las calculadas, respectivamente.

6. Analice los resultados mostrados en la tabla anterior y saque sus propias conclusiones.

7. Debe entregar lo siguiente:

- Circuito 3D construido con las componentes reales, tenga en cuenta puntos de medición de corriente que sean de fácil conexión.
- Archivo fuente de la simulación e instalador del simulador utilizado.
- Informe escrito que contenga todos los puntos indicados en este documento.
- Debe añadir fotos o imágenes que ayuden a demostrar la veracidad de la información mostrada en el informe escrito.
- Debe entregar un video suyo que evidencie todo el proceso constructivo del circuito 3D de la figura.



6. REPORTE DE SIMILITUD DEL SISTEMA URKUND

Urkund Analysis Result

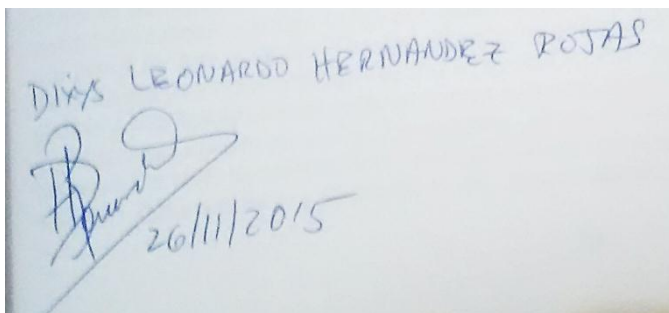
Analysed Document: Proyecto Práctico Geovanny Moreno.docx (D16365347)
Submitted: 2015-11-24 19:01:00
Submitted By: joe_geovanny@hotmail.com
Significance: 6 %

Sources included in the report:

Capitulo I.pdf (D12996527) <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf>
https://www.eecis.udel.edu/~paredesj/docs/Guia_Circuitos_Electricos_Profesor_Jaime_Ramirez.pdf <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/notas-curso-electricidad/notas-curso-electricidad.pdf> <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf>

Instances where selected sources appear:

11



DIXS LEONARDO HERNANDEZ ROJAS
26/11/2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS CONSTRUCCIÓN DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO 3D Y SIMULACIÓN DEL MISMO, UTILIZANDO EL SIMULADOR PROTEUS, COMPARANDO VALORES REALES Y SIMULADOS TRABAJO PROBATORIO DEL COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE GRADO DE CARÁCTER COMPLEXIVO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS AUTOR JOSÉ GEOVANNY MORENO LOZANO 0705326247 MACHALA, OCTUBRE DE 2015 CONSTRUCCIÓN DE UN CIRCUITO ELECTRICO 3D Y SIMULACIÓN DEL MISMO, UTILIZANDO EL SIMULADOR PROTEUS, COMPARARANDO VALORES REALES Y SIMULADOS AUTORÍA: Yo, José Geovanny Moreno Lozano, como autor del presente trabajo probatorio del componente práctico del Examen de Grado de Carácter Complexivo, soy responsable de las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el mismo. José Geovanny Moreno Lozano C.I.: 0705326247 Correo electrónico: joe_geovanny@hotmail.com MACHALA, OCTUBRE DE 2015

Resumen CONSTRUCCIÓN DE UN CIRCUITO ELECTRICO 3D Y SIMULACIÓN DEL MISMO, UTILIZANDO EL SIMULADOR PROTEUS, COMPARANDO ASI VALORES REALES Y SIMULADOS. El presente trabajo de investigación se centra en el estudio de voltaje, corriente y potencia. El objetivo central fue construir y simular un circuito eléctrico 3D colocando en cada una de sus ramas resistores y tres fuentes de voltaje, utilizando Proteus para diseñar y simular el circuito eléctrico, obteniendo los mismos resultados del circuito real, el simulado y el calculado mediante fórmulas. Construido el circuito 3D se debe conectar las fuentes de voltaje al circuito construido y proceder a realizar las mediciones como son: corrientes en todas las ramas, voltaje en todos los nodos y potencia en todas las resistencias. Ya realizada las mediciones en el circuito 3D, continuamos ahora a realizar los mismo cálculos pero ahora en el circuito simulado, utilizando el simulador Proteus, dando valores simulados por el programa. Por último, se calcula los parámetros antes mencionados, lo cual se lo realiza a mano, empleando fórmulas proporcionadas por las leyes de Kirchhoff y de Ohm, para obtener los resultados, procediendo a comparar los valores reales con los simulados y los calculados manualmente, realizándose el debido análisis. Como conclusión he podido demostrar mediante esta práctica, que en los valores obtenidos hay una gran similitud entre los reales, simulados y calculados por fórmulas, ya que hay mucha aproximación, pero los datos más precisos serían los obtenidos en el circuito real, los cuales están más apegados a la realidad. Esta práctica ha sido muy provechosa, ya que los conocimientos de las Ley de Kirchhoff y de Ohm fueron llevados a la práctica y se ha observado cómo las leyes se cumplen perfectamente, siempre que las conexiones y mediciones son hechas correctamente. Un aprendizaje muy valioso que se obtuvo de esta práctica, fue construir el circuito eléctrico 3D y simularlo para así comparar valores entre ambos.

Summary

CONSTRUCTION OF AN ELECTRICAL CIRCUIT 3D AND SIMULATION OF THE SAME ONE, USING THE SIMULATOR PROTEUS, COMPARING REAL AND SIMULATED VALUES

This research focuses on the study of voltage, current and power. The main objective was to build and simulate a 3D electrical circuit placed in each of its branches and three resistors voltage sources, using Proteus to design and simulate the circuit, obtaining the same results in the actual circuit, simulated and calculated using formulae. 3D built circuit is connected to the voltage sources built circuit and proceed with measurements such as: currents in all branches, all nodes voltage and power in all resistors. Since the measurements made in 3D circuit, now we continue to make the same calculations but now in the simulated circuit, using the Proteus simulator, giving values simulated by the program. Finally, the above parameters are calculated, which is what done by hand, using formulae provided by the laws of Kirchhoff and Ohm, to get the results, proceeding to compare the actual values with simulated and calculated manually, performing the proper analysis. In conclusion I could prove by this practice, which in the values obtained there is a great similarity between the real, simulated and calculated by formulae as there are a lot of approach, but the most accurate data would be obtained in the actual circuit, which are more attached to reality. This

practice has been very fruitful, since knowledge of KCL and Ohm were put into practice and observed how laws are fully met, provided that the connections and measurements are made correctly. A valuable learning that is obtained from this practice was to build the 3D electrical circuit and thus simulate compare values between them.

Índice de Contenido Resumen III 1. INTRODUCCIÓN 1 1.1. Marco Contextual 1 1.2. Problema 2

1.3. Objetivo General 2 2. DESARROLLO 3 2.1. Marco Teórico 3 2.2. Marco Metodológico 6 2.3. Resultados 23 3. CONCLUSIONES 28 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 29 5. ANEXOS. 30

5.1. Documentación fotográfica y captura de imágenes 30 Índice de Ilustraciones Ilustración 1: Código de colores de resistencias (Robbins A. y Miller W., 2008) 3 Ilustración 2: Cable sólido #14 en formas 6 Ilustración 3: Piezas que conforman el circuito 7 Ilustración 4: Circuito eléctrico 3D terminado 7 Ilustración 5: Indicando ubicación del icono ISIS 8 Ilustración 6: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) los resistores 8 Ilustración 7: Ilustrando como colocar resistores 9 Ilustración 8: Colocando las ramas que unen los resistores 9 Ilustración 9: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) la fuente de voltaje 10 Ilustración 10: Colocando la fuente en el circuito 10 Ilustración 11: Circuito simulado terminado 11 Ilustración 12 Diagrama circuital donde se indica los nodos 12 Ilustración 13: Indicando los valores a tomar del supernodo 12 Ilustración 14: Indicando valores a tomar 14 Ilustración 15: Colocación de ecuaciones al sistema 19 Ilustración 16: Circuito indicando nodos de R1 20 Índice de Tablas Tabla 1: Valores del Circuito Real 23 Tabla 2: Valores del Circuito Simulado 24 Tabla 3: Valores calculados Manualmente 25 Tabla 4: Valores comparativos de Voltaje en los nodos 26 Tabla 5: Valores comparativos de Voltaje en nodos, Potencia y Corriente de todos los resistores 27 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en construir un circuito eléctrico 3D, utilizando los materiales correctos para un óptimo funcionamiento. Para iniciar con las mediciones: corrientes en todas las ramas, voltaje en todos los nodos y potencia en todas las resistencias; se procede a realizar el mismo circuito, en el simulador

0: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf>

98%

Proteus, "es un sistema de diseño electrónico basado en la Simulación analógica, digital o mixta de circuitos, que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito, utilizando

0: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf>

50%

el módulo ISIS, que es donde se va a diseñar el diagrama del circuito electrónico y, también, desde donde efectuaremos las simulaciones que permite realizar el plano eléctrico de un circuito" CITATION ROS13 \l 12298 (ROSSANO V., 2013), y calcular los parámetros antes mencionados en el circuito real.

Obtenido los resultados del circuito real con los del simulado, se realiza los mismos cálculos, pero esta vez, se emplea fórmulas, para ello se utilizara la Ley de Kirchhoff para encontrar el voltaje en todos los nodos y el voltaje de todas las resistencias utilizadas en esta práctica, además se utilizó la Ley de Ohm para obtener los valores de corriente y potencia. Tabular los resultados, es decir, las mediciones reales, las simuladas y las calculadas, sacando así los correspondientes análisis sobre todos los datos obtenidos. 1.1. Marco Contextual

El proyecto consiste en realizar un circuito eléctrico 3D. Procediendo a desarrollarlo en un simulador, utilizando los mismos elementos del circuito real para que los datos obtenidos en ambos circuitos se relacionen. Para la elaboración del circuito eléctrico 3D, se ha seleccionado

debidamente los materiales con la finalidad de garantizar una estructura sólida, y realizar las mediciones correspondientes en el circuito construido. Ya realizado el circuito eléctrico 3D y basándose en éste, se puede elaborar una simulación del mismo. Se utiliza Proteus, porque este programa permite diseñar y simular circuitos eléctricos, facilitando la obtención de datos que se necesitan en la realización de este proyecto. Con los resultados conseguidos, es decir, los datos del circuito real y los del simulado, se realiza los mismos cálculos, pero en esta ocasión se los efectúa a mano, utilizando fórmulas que arrojan tres resultados para la su comparación y análisis.

1.2. Problema

Este proyecto trata de demostrar cuáles son los parámetros más eficaces en el cálculo de valores de un circuito eléctrico, porque en este trabajo se deben realizar varias mediciones, es decir, las mediciones de: corrientes en las ramas, voltaje en los nodos y potencia en las resistencias, tanto

del circuito eléctrico real, como en el simulado. Ambos datos se los debe comparar, con los cálculos manualmente en donde se emplea fórmulas, ya que para obtener dichas formulas se debe hacer un análisis del circuito y aplicar las leyes de Kirchhoff y la de Ohm, obteniendo los resultados necesarios en esta práctica y de esta manera comparándolos y determinar cuál de estos cálculos son los más eficaz o eficiente para la realización de un circuito eléctrico o si todos ellos cumplen para la realización de un proyecto.

1.3. Objetivo General

Construir y simular un circuito eléctrico 3D, utilizando alambre de cobre para formar la estructura, colocando en cada una de sus ramas resistores y tres fuentes de voltaje, luego simular el circuito construido utilizando Proteus para su diseño, procediendo a obtener finalmente resultados como: corrientes en las ramas, voltaje en los nodos y potencia en las resistencias, tanto del circuito real (utilizando un instrumento de medición), como en el simulado (generándolo en la simulación del circuito), calculando luego estos mismos parámetros pero de manera manual utilizando fórmulas.

2. DESARROLLO

2.1. Marco Teórico Resistencias

En un proceso similar a la fricción, los electrones en movimiento ceden parte de su energía en forma de calor. Estas colisiones representan una oposición al movimiento de la carga llamada resistencia. Cuanto más grande sea la oposición (es decir, entre mayor sea la resistencia) más pequeña será la corriente para un determinado voltaje aplicado. Los componentes de circuito (llamados resistores) están específicamente diseñados para poseer resistencia y se usan en casi todos los circuitos eléctricos y electrónicos. Aunque el resistor es el componente más simple en cualquier circuito, su efecto es muy importante en la determinación de la operación de un circuito. La resistencia se representa con el símbolo R y se mide en unidades llamadas ohms (por Georg Simon Ohm). El símbolo de ohms es la letra griega mayúscula omega (Ω) CITATION ROB08 \l

12298 (ROBBINS A. Y MILLER W., 2008).

.Código de colores de las resistencias

0: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf>

94%

Eléctrico En ingeniería eléctrica, a menudo interesa comunicar o transferir energía de un punto a otro. Hacerlo requiere una interconexión de dispositivos eléctricos. A tal interconexión se le conoce como circuito eléctrico, y a cada componente del circuito como elemento

CITATION CHA06 \ 12298 (CHARLES A. Y MATTHEW S., 2006). .

Simulador

0: Capitulo I.pdf

100%

Proteus Proteus VSM es un sistema de diseño electrónico basado en la Simulación analógica, digital o mixta de circuitos, que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito. Incluye componentes animados para la visualización de su comportamiento en tiempo real, además de un completo sistema de generación y análisis de señales. También cuenta con un módulo para el diseño de circuitos impresos.

0: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf>

100%

El programa cuenta con dos partes o componentes principales. Uno de ellos es el módulo ISIS, que es donde vamos a dibujar los diagramas de los circuitos electrónicos y, también, desde donde efectuaremos las simulaciones

CITATION ROS13 \ 12298 (ROSSANO V., 2013). La ley de ohm Ohm determina de manera experimental que la corriente en un circuito resistivo es directamente proporcional al voltaje aplicado en inversamente proporcional a su resistencia CITATION ROB08 \ 12298 (ROBBINS A. Y MILLER W., 2008).

Fórmula de Ohm para determinar corriente eléctrica (Amperios) Despejando, se encuentran dos ecuaciones más: Para determinar valores de resistencias (Ohmios) Para determinar voltaje (Voltios) Segunda ley de Kirchhoff Cuando un circuito posee más de una fuente de voltaje y varias resistencias, ya no resulta tan claro como se establece el voltaje por el mismo, en ese caso se

aplica la segunda ley de Kirchhoff, que permite resolver el circuito con gran claridad. En un análisis nodal, se seleccionan las variables en el circuito a ser los voltajes de nodo. El voltaje de los nodos se define con respecto a un punto común en el circuito. Un nodo se selecciona como el nodo de referencia, y todos los otros voltajes de nodo se definen con respecto a ese nodo. Bastante a menudo, este nodo es aquella a la que están conectadas el mayor número de ramas CITATION IRW11 \ 12298 (IRWIN D. Y NELS M., 2011).

Corriente Eléctrica

Corriente

0: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf>

92%

eléctrica es la velocidad de cambio de la carga respecto al tiempo, medida en amperes (A).

0: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf>

88%

Si la corriente no cambia con el tiempo, sino que permanece constante, se conoce como corriente directa (cd)

0: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf>

100%

Una forma común de corriente que varía con el tiempo es la corriente senoidal o corriente alterna (ca)

CITATION CHA06 \I 12298 (CHARLES A. Y MATTHEW S., 2006). Fórmula:

Voltaje En términos eléctricos, una diferencia de energía potencial eléctrica se define como voltaje. En general, la cantidad de energía necesaria para separar cargas depende del voltaje desarrollado y de la cantidad de carga desplazada. Por definición, el voltaje entre dos puntos es de un volt si requiere un joule de energía para mover un coulomb de carga de un punto a otro. En forma de ecuación, en donde W es la energía en joules, Q es la carga en coulombs y V es el voltaje resultante en volts. Tenga en cuenta que el voltaje se ha definido entre puntos CITATION ROB08 \I 12298 (ROBBINS A. Y MILLER W., 2008).

Fórmula:

Potencia

O: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/notas-curso-electricidad/notas-curso-electricidad.pdf>

91%

Aunque corriente y tensión son las dos variables básicas en un circuito eléctrico, no son suficientes por sí mismas. Para efectos prácticos, se necesita saber cuánta potencia puede manejar un dispositivo eléctrico.

Es decir, potencia es

la variación respecto del tiempo o absorción de energía, medida en watts (W)

CITATION CHA06 \I 12298 (CHARLES A. Y MATTHEW S., 2006).

Fórmula:

2.2. Marco Metodológico

Para la realización de esta práctica, la cual es la construcción de un circuito 3D, se utilizaron son los siguientes materiales:

Materiales

• Cautín • Estaño • Cable sólido #14 • 3 baterías de 9 v • 3 Porta batería • 24 Resistencias o 1 de 1 k o 5 de 5.6 k o 4 de 4.7 k o 8 de 2.2 k o 3 de 3.3 k o 3 de 10 k Nota: El valor de las resistencias pueden ser a criterio personal, siempre y cuando estas no descarguen con rapidez las baterías y poder colocarlas al azar en el circuito. Procedimiento

Se procede a utilizar el cable sólido # 14, recortándolo en varios pedazos, dándole la forma que se necesita, así como se aprecia en la Ilustración 2.

Ilustración 22: Cable sólido #14 en formas Ilustración 32: Cable sólido #14 en formas Se procede a realizar las distintas piezas que conforma el circuito 3D, soldándolo con el estaño para que haya una buena conducción de la energía suministrada por las baterías. A continuación, en la imagen se observan las distintas piezas que se debe realizar con el cable sólido # 14, formando así el armazón del circuito como se aprecia en la Ilustración 3.

Ilustración 43: Piezas que conforman el circuito Ilustración 53: Piezas que conforman el circuito Ya una vez realizadas las piezas del circuito, lo que se procede hacer es, soldar las resistencias en las aberturas del armazón, es decir, en cada rama del circuito, excepto en las ramas en donde van las

fuentes de voltaje, quedando el circuito como se muestra en la Ilustración 4. Ilustración 64: Circuito eléctrico 3D terminado Ilustración 74: Circuito eléctrico 3D terminado Utilización del Simulador Proteus Ya realizado el circuito 3D, lo que se procede hacer ahora es, realizar el mismo circuito pero en esta ocasión utilizando el programa Proteus, para diseñar y simular el circuito realizado anteriormente.

Ya instalado en el programa, se procede a ejecutarlo. Aparecerá la siguiente pantalla, la cual se muestra en la imagen, se selecciona la opción ISIS, que es el programa que se va a utilizar para el diseño y simulación del circuito.

Ilustración 85: Indicando ubicación del icono ISIS Al seleccionar ISIS, asoma el área donde se va a trabajar con el diseño del circuito, procediendo a la opción DEVICES, se selecciona el icono que tiene una P, como se muestra en la imagen, luego de esto aparecerá una ventana en donde se debe ubicar en la parte que dice Keywords, la palabra res y luego clic en OK, de esta forma se dará paso para utilizar las resistencias.

Ilustración 96: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) los resistores Ilustración 106: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) los resistores A continuación lo que se hace es colocar las resistencias, para ello, se debe colocar en la opción RES que anteriormente se ubicó, haciéndole clic y mover el puntero al área de trabajo, dando doble clic dentro del área y colocar las resistencias que se van a utilizar, con cada doble clic, así como se muestra en la imagen. Ilustración 117: Ilustrando como colocar resistores Ilustración 127: Ilustrando como colocar resistores HACER CLIC EN RESE CLIC HACER DOBLE CLIC HACER CLIC EN RESE CLIC HACER DOBLE CLIC Para formar el circuito con las resistencias colocadas, se procede a colocar

en la punta de cada resistencia con el lápiz que aparece de puntero, se da un clic comenzando con el recorrido, y haciendo un clic en cada quiebre del recorrido, hasta topar la punta de la siguiente resistencia que se quiere unir, como se muestra en la figura. HACER CLIC HACER CLIC HACER CLIC HACER CLIC HACER CLIC HACER CLIC HACER CLIC HACER CLIC Ilustración 138: Colocando las ramas que unen los resistores Ilustración 148: Colocando las ramas que unen los resistores Ya ubicadas y unidas las resistencias, ahora lo que se hace es colocar la fuente de voltaje, para ello se dirige a DIVECES y se da clic en la P, al aparecer la siguiente ventana, se debe ubicar en KEYWORD y poner vsource, que es el de la fuente de voltaje, haciendo un enter y clic en OK, según como se muestra en la siguiente imagen. Ilustración 159: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) la fuente de voltaje Ilustración 169: Indicando como colocar en dispositivos (DEVICES) la fuente de voltaje Ya realizado el paso anterior, lo que se hace ahora es, realizar los mismos pasos que se hizo al colocar las resistencias, quedando así parte del circuito. Ilustración

1710: Colocando la fuente en el circuito Ilustración 1810: Colocando la fuente en el circuito Así es como se desarrolló el diseño del circuito. A continuación se presenta el esquema gráfico del proyecto finalizado. Ilustración 1911: Circuito simulado terminado Ilustración 2011: Circuito simulado terminado

Cálculos manuales de Voltaje en todos los nodos, Corriente en cada resistencia y Potencia en los resistores. Cálculo de voltaje en todos los nodos aplicando la Ley de Kirchhoff Para la realización de estos cálculos, se utiliza la ley de nodos de K, en esta práctica se debe seleccionar un punto de referencia, este punto debe ser aquel en donde allá varias conexiones. En la Ilustración 12, se puede apreciar que el punto de referencia que se seleccionó es el nodo 11, otra opción también será el nodo 4.

0: https://www.eecis.udel.edu/~paredesj/docs/Guia_Circuitos_Electricos_Profesor_Jaime_Ramirez.pdf

63%

V 8 V 9 V 10 V 12 V 13 V 14 V 11 REFERENCIA V 8 V 9 V 10 V 12 V 13 V 14 V 11 REFERENCIA
V 1 V 2 V 3 V 5 V 6 V 7 V 4 V 1 V 2 V 3 V 5 V 6 V 7 V 4

Ilustración 2112 Diagrama circuital donde se indica los nodos Cálculo de Voltaje nodo 1 (V 1): Para el cálculo de V1 se debe realizar una ecuación donde se toma los voltajes que rodean el nodo que se calculará, sobre el valor de la resistencia, pero como el nodo 1 (V1) está cerca de una fuente de voltaje, este nodo se lo conoce como supernodo, en esta caso se debe tomar también los voltajes que rodean al nodo 2 (V2), de esta manera y con la ayuda de la Ilustración 13, realizamos la siguiente ecuación: Ilustración 2213: Indicando los valores a tomar del supernodo Ilustración 2313: Indicando los valores a tomar del supernodo Aplicando el súper nodo, se debe eliminar el V2, para ello como V1 y V2 están cerca de la fuente de voltaje, estos dos dan el valor del voltaje que se coloca al circuito es decir 9v. Despejando queda: Reemplazando finalmente se tiene: ECUACIÓN 1: Cálculo de voltaje del nodo 2 (V2): En este cálculo se debe realizar lo mismo que se realizó en el anterior y así con todos los supernodos, es decir con todos los nodos que estén cerca de una fuente de voltaje, como los nodos 12, 7 y 14, el nodo 11 no se lo calcula ya que es el que estamos tomando como referencia. Aplicando el súper nodo: Reemplazando finalmente se tiene: Cálculo de nodo 3 (V3): Para el cálculo del nodo 3 (V3), y como no es un supernodo, se debe tomar los nodos que lo rodean quedando de la siguiente manera: Ilustración 2414: Indicando valores a tomar Ilustración 2514: Indicando valores a tomar Cálculo de nodo 4 (V4): Se realiza el mismo procesos realizado en el nodo 3 y así con todos los demás. V11 se anula porque es la referencia, entonces: Cálculo de nodo 5 (V5): Cálculo de nodo 6 (V6): Cálculo de nodo 7 (V7): Aplicando el súper nodo: Reemplazando finalmente se tiene: Cálculo de nodo 8 (V8): V11 se anula porque es la referencia, entonces: Cálculo de nodo 9 (V9): Cálculo de nodo 10 (V10): Cálculo de nodo 11 (V11): V11 es la referencia no se requiere cálculo. Cálculo de nodo 12 (V12): Debido a que V11 es la referencia el voltaje V12 es igual al voltaje colocado en el circuito: Cálculo de nodo 13 (V13): V11 se anula porque es la referencia, entonces: Cálculo de nodo 14 (V14): Aplicando el súper nodo: Reemplazando finalmente se tiene: Resolviendo el sistema de ecuaciones se tiene: Utilizando MATRIX CALCULATOR Esta página web (<https://matrixcalc.org/es/slu.html>), permite realizar cálculos matemáticos necesarios para la resolución de las ecuaciones, se debe colocar cada una de las ecuaciones como se muestra en la Ilustración 13: Ilustración 2615: Colocación de ecuaciones al sistema Ilustración 2715: Colocación de ecuaciones al sistema Resultados de las ecuaciones: Para verificar si estos resultados son correctos debemos remplazar estos valores en las ecuaciones de cada nodo, dando como resultado una igualdad, por ejemplo: Cálculo del voltaje de cada resistencia Para realizar estos cálculos se deben utilizar los resultados obtenidos del voltaje de cada nodo, ya que para encontrar el valor del voltaje de una resistencia se debe realizar una diferencia entre los nodos que están conectando al resistor, es decir que para encontrar el voltaje de R1 y con la ayuda de la Ilustración 12, ya que en esta imagen podemos observar los voltajes de nodo que la conectan, se realiza las siguiente fórmula: $V_n - V_{n-1} = V_R$ Ilustración

2816: Circuito indicando nodos de R1 Ilustración 2916: Circuito indicando nodos de R1

Reemplazando valores y resolviéndolo nos queda: En el caso en que la resistencia a calcular este junto al nodo de la referencia (nodo 11), el valor de voltaje de este es igual a cero (0). De esta manera se procede a obtener el voltaje de todas las resistencias de nuestro circuito, dando como resultado los siguientes valores: $VR1 = 5.3876 \text{ V}$ $VR2 = 1.1447 \text{ V}$ $VR3 = 0.6349 \text{ V}$ $VR4 = 3.608 \text{ V}$ $VR5 = 4.8613 \text{ V}$ $VR6 = 0.3173 \text{ V}$ $VR7 = 0.5806 \text{ V}$ $VR8 = 4.1387 \text{ V}$ $VR9 = 3.9297 \text{ V}$ $VR10 = 3.5746 \text{ V}$ $VR11 = 4.4563 \text{ V}$ $VR12 = 4.8114 \text{ V}$ $VR13 = 2.6354 \text{ V}$ $VR14 = 1.591 \text{ V}$ $VR15 = 6.301 \text{ V}$ $VR16 = 1.571 \text{ V}$ $VR17 = 3.139 \text{ V}$ $VR18 = 1.0644 \text{ V}$ $VR19 = 2.699 \text{ V}$ $VR20 = 2.697 \text{ V}$ $VR21 = 2.9527 \text{ V}$ $VR22 = 4.269 \text{ V}$ $VR23 = 1.593 \text{ V}$ $VR24 = 7.94 \text{ V}$ Calculando Corriente Obtenido el valor de voltaje de cada resistencia, podemos proceder al cálculo de corriente y para ello utilizamos la Ley de Ohm, esta ley nos dice que corriente (I) es igual al voltaje (V) proporcionado e inversamente proporcional al valor de la resistencia (R), quedando de esta manera: Reemplazando para obtener la corriente de nuestro primer resistor: De esta manera se procede a calcular la corriente para todos los resistores faltantes, obteniendo los siguientes resultados: $IR1 = 0.5387 \text{ mA}$ $IR2 = 0.5203 \text{ mA}$ $IR3 = 0.1923 \text{ mA}$ $IR4 = 0.6442 \text{ mA}$ $IR5 = 2.2096 \text{ mA}$ $IR6 = 0.0680 \text{ mA}$ $IR7 = 0.1212 \text{ mA}$ $IR8 = 1.8818 \text{ mA}$ $IR9 = 0.7017 \text{ mA}$ $IR10 = 0.3574 \text{ mA}$ $IR11 = 2.0255 \text{ mA}$ $IR12 = 0.4811 \text{ mA}$ $IR13 = 0.7986 \text{ mA}$ $IR14 = 0.4821 \text{ mA}$ $IR15 = 2.8640 \text{ mA}$ $IR16 = 0.2805 \text{ mA}$ $IR17 = 0.5605 \text{ mA}$ $IR18 = 0.4838 \text{ mA}$ $IR19 = 2.699 \text{ mA}$ $IR20 = 1.2259 \text{ mA}$ $IR21 = 0.6282 \text{ mA}$ $IR22 = 0.9082 \text{ mA}$ $IR23 = 0.7240 \text{ mA}$ $IR24 = 1.4178 \text{ mA}$ Calculando Potencia Ya obtenido los cálculos de voltaje de cada resistencia y los de corriente, se procede a

realizar los de potencia, para ello se va a utilizar la siguiente fórmula: Obteniendo así la siguiente formula que ayudara a realizar este cálculo. Remplazando y resolviéndolo nos da nuestro primer resultado: Así procedemos a realizar los cálculos de potencia de las demás resistencias obteniendo los siguientes resultados: PR1 = 2.9023 mW PR2 = 0.5955 mW PR3 = 0.1220 mW PR4 = 2.3242 mW PR5 = 10.7415 mW PR6 = 0.0215 mW PR7 = 0.0703 mW PR8 = 7.7882 mW PR9 = 2.7574 mW PR10 = 1.2775 mW PR11 = 9.0262 mW PR12 = 2.3147 mW PR13 = 2.1046 mW PR14 = 0.7670 mW PR15 = 18.0460 mW PR16 = 0.4406 mW PR17 = 1.7594 mW PR18 = 0.5149 mW PR19 = 7.2846 mW PR20 = 3.3062 mW PR21 = 1.8548 mW PR22 = 3.8771 mW PR23 = 1.1782 mW PR24 = 11.2573 mW

Resultados Tabla 11: Valores del Circuito Real NODOS Voltaje en los Nodos Resistores Valor

Resistor Corriente en las Ramas Voltaje Resistores Potencia Resistores V1 8.38 V R1 10 k 0.55 mA
5.39 V 2.91 mW V2 -0.55 V R2 2.2 k 0.54 mA 1.15 V 598 uW V3 4.83 V R3 3.3 k 0.19 mA 0.62 V

124 uW V4 4.49 V R4 5.6 k 0,66 mA 3.61 V 2.33 mw V5 7.50 V R5 2.2 k 2.25 mA 4.84 V 10.78 mW
V6 5.92 V R6 4.7 k 0.07 mA 0.32 V 21.71 uW V7 10.23 V R7 4.7 k 0.12 mA 0.57 V 71.73 uW V8
3.60 V R8 2.2 k 1.92 mA 4.14 V 7.83 mW V9 3.03 V R9 5.6 k 0.72 mA 3.92 V 2.76 mW V10 4.20 V
R10 10 k 0.37 mA 3.55 V 1.29 mW V11 Referencia R11 2.2 k 2.06 mA 4.44 V 9.08 mW V12 9.09 V
R12 10 k 0.49 mA 4.78 V 2.32 mW V13 2.73 V R13 3.3 k 0.81 mA 2.62 V 2.12 mW V14 1.10 V R14
3.3 k 0.48 mA 1.55 V 762 uW

R15 2.2 k 2.90 mA 6.22 V 18.13 mW

R16 5.6 k 0.28 mA 1.53 V 444 uW

R17 5.6 k 0.58 mA 3.13 V 1.78 mW

R18 2.2 k 0.62 mA 1.38 V 875 uW

R19 1 k 2.73 mA 2.67 V 7.31 mW

R20 2.2 k 1.25 mA 2.70 V 3.34 mW

R21 4.7 k 0.69 mA 2.89 V 1.87 mW

R22 4.7 k 0.91 mA 4.22 V 3.91 mW

R23 2.2 k 0.73 mA 1.61 V 1.17 mW

R24 5.6 k 1.43 mA 7.78 V 11.21 mW

Tabla 22: Valores del Circuito Simulado NODOS Voltaje en los Nodos Resistores Valor Resistor

Corriente en las Ramas Voltaje Resistores Potencia Resistores V1 8.39 V R1 10 k 0.54 mA 5.396 V
2.912 mW V2 -0.61 V R2 2.2 k 0.52 Ma 1.15 V 597.5 uW V3 4.7736 V R3 3.3 k 0.19 mA 0.64 V
123.9 uW V4 4.46 V R4 5.6 k 0.64 mA 3.61 V 2.328 mw V5 7.41 V R5 2.2 k 2.21 mA 4.87 V 10.78
mW V6 5.84 V R6 4.7 k 0.12 mA 0.32 V 21.71 uW V7 10.1 V R7 4.7 k 0.30 mA 0.58 V 71.73 uW V8
3.58 V R8 2.2 k 1.89 mA 4.15 V 7.828 mW V9 2.99 V R9 5.6 k 0.70 mA 3.93 V 2.762 mW V10 4.14
V R10 10 k 0.36 mA 3.58 V 1.285 mW V11 Referencia R11 2.2 k 2.03 mA 4.47 V 9.082 mW V12 9 V
R12 10 k 0.48 mA 4.82 V 2.322 mW V13 2.70 V R13 3.3 k 0.80 mA 2.64 V 2.119 mW V14 1.11 V
R14 3.3 k 0.48 mA 1.59 V 762.3 uW

R15 2.2 k 2.87 mA 6.32 V 18.13 mW

R16 5.6 k 0.28 mA 1.58 V 443.7 uW

R17 5.6 k 0.56 mA 3.15 V 1.776 mW

R18 2.2 k 0.63 mA 1.39 V 875.4 uW

R19 1 k 2.70 mA 2.70 V 7.310 mW

R20 2.2 k 1.23 mA 2.71 V 3.344 mW

R21 4.7 k 0.63 mA 2.96 V 1.869 mW

R22 4.7 k 0.91 mA 4.29 V 3.914 mW

R23 2.2 k 0.73 mA 1.61 V 1.174 mW

R24 5.6 k 1.42 mA 7.92 V 11.21 mW

Tabla 33: Valores calculados Manualmente NODOS Voltaje en los Nodos Resistores Valor Resistor
 Voltaje Resistores Corriente (Intensidad) Potencia Resistores V1 8.386 V R1 10 k 5.3876 V 0.5387
 mA 2.9023 mW V2 -0.614 R2 2.2 k 1.1447 V 0.5203 mA 0.5955 mW V3 4.7736 V R3 3.3 k 0.6349 V
 0.1923 mA 0.1220 mW V4 4.4563 V R4 5.6 k 3.608 V 0.6442 mA 2.3242 mW V5 7.409 V R5 2.2 k
 4.8613 V 2.2096 mA 10.7415 mW V6 5.838 V R6 4.7 k 0.3173 V 0.0680 mA 0.0215 mW V7 10.106
 V R7 4.7 k 0.5806 V 0.1212 mA 0.0703 mW V8 3.5746 V R8 2.2 k 4.1387 V 1.8818 mA 7.7882 mW
 V9 2.994 V R9 5.6 k 3.9297 V 0.7017 mA 2.7574 mW V10 4.1387 V R10 10 k 3.5746 V 0.3574 mA
 1.2775 mW V11 Referencia R11 2.2 k 4.4563 V 2.0255 mA 9.0262 mW V12 9 V R12 10 k 4.8114 V
 0.4811 mA 2.3147 mW V13 2.699 V R13 3.3 k 2.6354 V 0.7986 mA 2.1046 mW V14 1.106 V R14
 3.3 k 1.591 V 0.4821 mA 0.7670 mW

R15 2.2 k 6.301 V 2.8640 mA 18.0460 mW

R16 5.6 k 1.571 V 0.2805 mA 0.4406 mW

R17 5.6 k 3.139 V 0.5605 mA 1.7594 mW

R18 2.2 k 1.0644 V 0.4838 mA 0.5149 mW

R19 1 k 2.699 V 2.699 mA 7.2846 mW

R20 2.2 k 2.697 V 1.2259 mA 3.3062 mW

R21 4.7 k 2.9527 V 0.6282 mA 1.8548 mW

R22 4.7 k 4.269 V 0.9082 mA 3.8771 mW

R23 2.2 k 1.593 V 0.7240 mA 1.1782 mW

R24 5.6 k 7.94 V 1.4178 mA 11.2573 mW

Tabla 44: Valores comparativos de Voltaje en los nodos
 NODOS Voltaje circuito Real

Voltaje circuito Simulado

Voltaje calculado con Fórmula

N1

8.38

V

8.39

0: https://www.eecis.udel.edu/~paredesj/docs/Guia_Circuitos_Electricos_Profesor_Jaime_Ramirez.pdf

45%

V 8.386 V N2 -0.55 V
 -0.61 V -0.614 N3 4.83 V
 4.77 V 4.7736 V N4 4.49 V
 4.46 V 4.4563 V N5 7.50 V
 7.41 V 7.409 V N6 5.92 V
 5.84 V 5.838 V N7 10.23 V
 10.1 V 10.106 V N8 3.60 V
 3.58 V 3.5746 V N9 3.03 V
 2.99 V 2.994 V N10 4.20 V
 4.14 V 4.1387 V

N11 Referencia

Referencia Referencia N12 9.09 V

9 V 9 V N13 2.73 V

2.70 V 2.699 V N14 1.10 V

1.11 V 1.106 V

Tabla 55: Valores comparativos de Voltaje en nodos, Potencia y Corriente de todos los resistores

Resistor Valor Resistor Voltaje Potencia Corriente

Real Simulado Calculado Real Simulado Calculado Real Simulado Calculado R1 10 k 5.39 V 5.396

V 5.3876 V 2.91 mW 2.912 mW 2.9023 mW 0.55 mA 0.54 mA 0.5387 mA R2 2.2 k 1.15 V 1.15 V
 1.1447 V 0.60 mW 597.5 uW 0.5955 mW 0.54 mA 0.52 ma 0.5203 mA R3 3.3 k 0.62 V 0.64 V
 0.6349 V 0.12 mW 123.9 uW 0.1220 mW 0.19 mA 0.19 mA 0.1923 mA R4 5.6 k 3.61 V 3.61 V
 3.608 V 2.33 mw 2.328 mw 2.3242 mW 0,66 mA 0.64 mA 0.6442 mA R5 2.2 k 4.84 V 4.87 V 4.8613
 V 10.78 mW 10.78 mW 10.7415 mW 2.25 mA 2.21 mA 2.2096 mA R6 4.7 k 0.32 V 0.32 V 0.3173 V
 0.02 mW 21.71 uW 0.0215 mW 0.07 mA 0.12 mA 0.0680 mA R7 4.7 k 0.57 V 0.58 V 0.5806 V 0.07
 mW 71.73 uW 0.0703 mW 0.12 mA 0.30 mA 0.1212 mA R8 2.2 k 4.14 V 4.15 V 4.1387 V 7.83 mW
 7.828 mW 7.7882 mW 1.92 mA 1.89 mA 1.8818 mA R9 5.6 k 3.92 V 3.93 V 3.9297 V 2.76 mW
 2.762 mW 2.7574 mW 0.72 mA 0.70 mA 0.7017 mA R10 10 k 3.55 V 3.58 V 3.5746 V 1.29 mW
 1.285 mW 1.2775 mW 0.37 mA 0.36 mA 0.3574 mA R11 2.2 k 4.44 V 4.47 V 4.4563 V 9.08 mW
 9.082 mW 9.0262 mW 2.06 mA 2.03 mA 2.0255 mA R12 10 k 4.78 V 4.82 V 4.8114 V 2.32 mW
 2.322 mW 2.3147 mW 0.49 mA 0.48 mA 0.4811 mA R13 3.3 k 2.62 V 2.64 V 2.6354 V 2.12 mW
 2.119 mW 2.1046 mW 0.81 mA 0.80 mA 0.7986 mA R14 3.3 k 1.55 V 1.59 V 1.591 V 0.76 mW
 762.3 uW 0.7670 mW 0.48 mA 0.48 mA 0.4821 mA R15 2.2 k 6.22 V 6.32 V 6.301 V 18.13 mW

18.13 mW 18.0460 mW 2.90 mA 2.87 mA 2.8640 mA R16 5.6 k 1.53 V 1.58 V 1.571 V 0.44 mW
 443.7 uW 0.4406 mW 0.28 mA 0.28 mA 0.2805 mA R17 5.6 k 3.13 V 3.15 V 3.139 V 1.78 mW
 1.776 mW 1.7594 mW 0.58 mA 0.56 mA 0.5605 mA R18 2.2 k 1.38 V 1.39 V 1.0644 V 0.88 mW
 875.4 uW 0.5149 mW 0.62 mA 0.63 mA 0.4838 mA R19 1 k 2.67 V 2.70 V 2.699 V 7.31 mW 7.310
 mW 7.2846 mW 2.73 mA 2.70 mA 2.699 mA R20 2.2 k 2.70 V 2.71 V 2.697 V 3.34 mW 3.344 mW
 3.3062 mW 1.25 mA 1.23 mA 1.2259 mA R21 4.7 k 2.89 V 2.96 V 2.9527 V 1.87 mW 1.869 mW
 1.8548 mW 0.69 mA 0.63 mA 0.6282 mA R22 4.7 k 4.22 V 4.29 V 4.269 V 3.91 mW 3.914 mW
 3.8771 mW 0.91 mA 0.91 mA 0.9082 mA R23 2.2 k 1.61 V 1.61 V 1.593 V 1.17 mW 1.174 mW
 1.1782 mW 0.73 mA 0.73 mA 0.7240 mA R24 5.6 k 7.78 V 7.92 V 7.94 V 11.21 mW 11.21 mW
 11.2573 mW 1.43 mA 1.42 mA 1.4178 mA

1. **CONCLUSIONES** Como conclusión he podido demostrar mediante esta práctica, que en los valores obtenidos hay una gran similitud entre los reales, simulados y calculados por fórmulas, ya que hay mucha aproximación y en algunos casos hay una igualdad entre ellos, pero los datos más precisos serían los obtenidos en el circuito real, los cuales están más apegados a la realidad. Esta práctica ha sido muy provechosa, ya que los conocimientos de la Ley de Kirchhoff sobre los nodos y la Ley de Ohm para encontrar corriente y potencia, fueron llevados a la práctica y se ha observado cómo estas leyes se cumplen perfectamente, siempre que las conexiones y mediciones sean hechas correctamente.

Un aprendizaje muy valioso que se obtuvo de esta práctica, fue construir el circuito eléctrico 3D y simularlo, para así poder obtener valores entre ambos y realizar con éxito este proyecto.

2. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** • CHARLES A. Y MATTHEW S. (2006). Fundamentos de circuitos eléctricos (Vol. Tercera Edición). México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA. • IRWIN D. Y NELS M. (2011). INGENIERIA BASICA ANALISIS DE CIRCUITOS (Vol. Décima edición). Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.

• ROBBINS A. Y MILLER W. (2008). Análisis de circuitos Teoría y práctica (Vol. Cuarta Edición). (S. R. González, Ed.) México: Cengage Learning Latinoamérica.

• ROSSANO V. (2013). Proteus VSM Simulación de circuitos electrónicos (Vol. Primera Edición). Buenos Aires: Red Users.

1. **ANEXOS**. 1.1. Documentación fotográfica y captura de imágenes Imagen de la medición de voltaje en los nodos

Imagen realizando los cálculos de voltaje de todas las resistencias

Imágenes del circuito simulado, presentando los valores de: Voltaje, Corriente y Potencia de todos los resistores

Imagen de medición de Corriente

Imagen de medición de voltaje en los nodos del circuito simulado

Problema de Investigación de Redes Eléctricas #3 1. Construya un circuito eléctrico 3D con la configuración mostrada en la figura con los siguientes requerimientos: a. Cada lado de la figura es una rama del circuito formada por un resistor, excepto las ramas que tienen fuentes de voltaje. b. Los resistores deben ser de potencia, del orden de 1 a 10 ohm c. Las fuentes de voltaje deben ser de 9 a 15 VDC 2. Mida con un instrumento de medición los siguientes parámetros: a. Corrientes en todas las ramas del circuito construido b. Voltajes en todos los nodos del circuito construido. c. Potencia en todos los resistores. Debe garantizar que el resistor utilizado soporte dicha potencia. 3. Simule el circuito 3D construido en cualquier simulador electrónico. Debe incluir en el informe lo siguiente: a. Todas las mediciones realizadas en el punto #2. b. Debe capturar imágenes que

demuestren la funcionalidad del circuito y las mediciones. c. Debe entregar el archivo fuente de la simulación y el instalador del simulador utilizado, para poder replicar lo realizado por usted. 4. Calcule manualmente todos los parámetros solicitados en el punto #2. 5. Tabule los resultados obtenidos de los puntos #2, #3 y #4. Es decir de las mediciones reales, las simuladas y las calculadas, respectivamente. 6. Analice los resultados mostrados en la tabla anterior y saque sus propias conclusiones. 7. Debe entregar lo siguiente: a. Circuito 3D construido con las componentes reales, tenga en cuenta puntos de medición de corriente que sean de fácil conexión. b. Archivo fuente de la simulación e instalador del simulador utilizado. c. Informe escrito que contenga todos los puntos indicados en este documento. d. Debe añadir fotos o imágenes que ayuden a demostrar la veracidad de la información mostrada en el informe escrito. e. Debe entregar un video suyo que evidencie todo el proceso constructivo del circuito 3D de la figura. XX VI

36

[Metadata removed]

Hit and source - focused comparison, Side by Side:

Left side: As student entered the text in the submitted document.

Right side: As the text appears in the source.

Instances from: Capitulo I.pdf

3: Capitulo I.pdf

100%

Proteus Proteus VSM es un sistema de diseño electrónico basado en la Simulación analógica, digital o mixta de circuitos, que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito. Incluye componentes animados para la visualización de su comportamiento en tiempo real, además de un completo sistema de generación y análisis de señales. También cuenta con un módulo para el diseño de circuitos impresos.

3: Capitulo I.pdf

100%

PROTEUS

Proteus VSM es un sistema de diseño electrónico basado en la simulación analógica, digital o mixta de circuitos, que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito.

Incluye componentes animados para la visualización de su comportamiento en tiempo real, además de un completo sistema de generación y análisis de señales. También cuenta con un módulo para el diseño de circuitos impresos.

Instances from: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf>

0: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf> 98%

Proteus, "es un sistema de diseño electrónico basado en la Simulación analógica, digital o mixta de circuitos, que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito,

1: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf> 50%

el módulo ISIS, que es donde se va a diseñar el diagrama del circuito electrónico y, también, desde donde efectuaremos las simulaciones

4: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf> 100%

El programa cuenta con dos partes o componentes principales. Uno de ellos es el módulo ISIS, que es donde vamos a dibujar los diagramas de los circuitos electrónicos y, también, desde donde efectuaremos las simulaciones

0: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf> 98%

Proteus VSM es un sistema de diseño electrónico basado en la simulación analógica, digital o mixta de circuitos, que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito.

1: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf> 50%

el módulo ISIS, que es donde vamos a dibujar los diagramas de los circuitos electrónicos y, también, desde donde efectuaremos las simulaciones.

4: <http://euloxio.myds.me/edu/sof/pro001/Proteus-Introduccion-v7-1.pdf> 100%

El programa cuenta con dos partes o componentes principales. Uno de ellos es

el módulo ISIS, que es donde vamos a dibujar los diagramas de los circuitos electrónicos y, también, desde donde efectuaremos las simulaciones.

Instances from: https://www.eecis.udel.edu/~paredesj/docs/Guia_Circuitos_Electricos_Profesor_Jaime_Ramirez.pdf

9: https://www.eecis.udel.edu/~paredesj/docs/Guia_Circuitos_Electricos_Profesor_Jaime_Ramirez.pdf 63%

V 8 V 9 V 10 V 12 V 13 V 14 V 11 REFERENCIA V 8 V 9 V 10 V 12
V 13 V 14 V 11 REFERENCIA V 1 V 2 V 3 V 5 V 6 V 7 V 4 V 1 V 2 V
3 V 5 V 6 V 7 V 4

10: https://www.eecis.udel.edu/~paredesj/docs/Guia_Circuitos_Electricos_Profesor_Jaime_Ramirez.pdf 45%

V 8.386 V N2 -0.55 V
-0.61 V -0.614 N3 4.83 V
4.77 V 4.7736 V N4 4.49 V
4.46 V 4.4563 V N5 7.50 V
7.41 V 7.409 V N6 5.92 V
5.84 V 5.838 V N7 10.23 V
10.1 V 10.106 V N8 3.60 V
3.58 V 3.5746 V N9 3.03 V
2.99 V 2.994 V N10 4.20 V

9: https://www.eecis.udel.edu/~paredesj/docs/Guia_Circuitos_Electricos_Profesor_Jaime_Ramirez.pdf 63%

$v_4 - v_1 = v_4 - 2 = v_4 - 1$ i B = $(v_3 - v_2)1 = (3,75i B - v_2) ? i$
B = $+ v_2$ * Reemplazando estos valores en las ecuaciones (2.4.7)
obtenemos: $v_3 = *$

$v_2 = v_2 v_4 = -v_4 + 2 + v_2 v_2 - v_3 - 1 = 0$ Reordenando estas
ecuaciones tenemos: $-v_2 + v_3 = 0 -v_2 + 2v_4 = +2 v_2 - v_3 = +1$

Al resolver se obtiene: $v_2 = 22/3 V v_3 = 10 V v_4 = 6 V$

10: https://www.eecis.udel.edu/~paredesj/docs/Guia_Circuitos_Electricos_Profesor_Jaime_Ramirez.pdf 45%

$v_4 - v_1 = v_4 - 2 = v_4 - 1$ i B = $(v_3 - v_2)1 = (3,75i B - v_2) ? i$
B = $+ v_2$ * Reemplazando estos valores en las ecuaciones (2.4.7)
obtenemos: $v_3 = *$

$v_2 = v_2 v_4 = -v_4 + 2 + v_2 v_2 - v_3 - 1 = 0$ Reordenando estas
ecuaciones tenemos: $-v_2 + v_3 = 0 -v_2 + 2v_4 = +2 v_2 - v_3 = +1$

Al resolver se obtiene: $v_2 = 22/3 V v_3 = 10 V v_4 = 6 V$

4.14 V 4.1387

Instances from: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/notas-curso-electricidad/notas-curso-electricidad.pdf>

8: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/notas-curso-electricidad/notas-curso-electricidad.pdf> 91%

Aunque corriente y tensión son las dos variables básicas en un circuito eléctrico, no son suficientes por sí mismas. Para efectos prácticos, se necesita saber cuánta potencia puede manejar un dispositivo eléctrico.

Es decir,
potencia es

8: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/notas-curso-electricidad/notas-curso-electricidad.pdf> 91%

Aunque corriente y tensión son las dos variables básicas en un circuito eléctrico, no son suficientes por sí mismas. Para efectos prácticos se necesita saber cuánta potencia puede manejar un dispositivo eléctrico. $P = VI$ Potencia es

Instances from: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf>

2: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf> 94%

Eléctrico En ingeniería eléctrica, a menudo interesa comunicar o transferir energía de un punto a otro. Hacerlo requiere una interconexión de dispositivos eléctricos. A tal interconexión se le conoce como circuito eléctrico, y a cada componente del circuito como elemento

2: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf> 94%

eléctrico-electrónico. En ingeniería eléctrica a menudo interesa comunicar o transferir energía de un punto a otro. Hacerlo requiere una interconexión de dispositivos eléctricos. A tal interconexión se le conoce como circuito eléctrico y a cada componente del circuito se le conoce como elemento.

5: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf> 92%

eléctrica es la velocidad de cambio de la carga respecto al tiempo, medida en amperes (A).

5: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf> 92%

eléctrica es la velocidad de cambio de la carga respecto al tiempo, esta es medida en Amperes (A).

6: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf> 88%

Si la corriente no cambia con el tiempo, sino que permanece constante, se conoce como corriente directa (cd).

6: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf> 88%

Si la corriente no cambia con el tiempo, si no que permanece constante, se conoce como corriente directa (cd).

7: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf> 100%

Una forma común de corriente que varía con el tiempo es la corriente senoidal o corriente alterna (ca)

7: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/778.pdf> 100%

Una forma común de corriente que varía con el tiempo es la corriente senoidal o corriente alterna (ca).

