

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE CIRCUITOS POR RAMAS, LAZOS Y NODOS (Enero del 2021)

Pérez P. Mateo, Benítez S. Matthew, miembros del NRC 4867

Resumen – Se sabe que los circuitos pueden ser grandes, extensos y a veces estos están llenos de muchos componentes, cada uno de ellos actúa de forma diferente dentro del circuito, por lo que es difícil saber de qué modo actúa, debida a esto, es necesario que sepamos maneras de analizar un circuito para determinar componentes, valores, entre otras cosas. Con este propósito se presentan los métodos por ramas, lazos y voltajes de nodos, que ayudarán a analizar de manera eficaz un circuito.

Índice de Términos – análisis de circuitos, método de ramas, método de lazos, método de nodo, componentes, valores.

I. INTRODUCCIÓN

Todos los circuitos complejos están conformados por muchos componentes, los cuales actúan de diferentes maneras dentro de estos, sin embargo, es imprescindible conocer y saber los métodos de análisis dentro de los circuitos para determinar los valores de voltajes, corrientes e incluso resistencia de cada uno de estos componentes.

Los métodos de análisis de circuitos son herramientas que examinan las placas, que contienen los componentes, de diferentes maneras.

Antes de dar a conocer los métodos de análisis se necesitará tener un conocimiento básico acerca de pequeñas definiciones que son:

- **Nodo.** – es la unión entre 2 o más elementos de un circuito.

- **Rama.** – son las conexiones entre los nodos; una rama es un elemento.
- **Lazo.** – es una trayectoria cerrada del circuito

Una vez conocidas estas definiciones se podrá conocer los métodos de análisis.

El primer método es el de la corriente en ramas, la cual es un método que utiliza las leyes de Kirchhoff de voltaje y de corrientes para determinar la corriente que circula por cada rama. Para este análisis es importante tomar en cuenta que todas las corrientes de ramas poseen el mismo sentido (horario o antihorario).

Las ramas con los componentes de un circuito por lo que este método analiza cada corriente que pasa por cada elemento de un circuito.

El segundo método es el de corrientes por lazos, el cual trabaja con las corrientes que circulan en los lazos de un circuito. Para este método también se debe tomar en cuenta que hay que asignar un sentido igual a todas las corrientes de lazos del mismo circuito.

Los lazos contienen generalmente contienen dos o más componentes por lo que se asignan menos corrientes en este método, dándonos un tipo de análisis más real y más práctico.

El tercer método al cual se recurrirá es el método de voltaje de nodos el cual se basa solo en la Ley de corrientes de Kirchhoff, ésta es un apoyo para determinar los voltajes presentes en cada nodo.

Para este método es importante determinar nodos, y sobre todo un nodo de referencia el cual será como la tierra de un circuito.

En resumen, los métodos de análisis propuestos se basan en las leyes de Kirchhoff y utilizan generalmente las corrientes, estas ayudan a determinar los coeficientes buscados y en algunos casos son eficaces en lo que tiempo de análisis respecta.

Documento recibido el 18 de enero de 2021. Este trabajo fue realizado gracias al Ingeniero Darwin Alulema quien nos dio los conocimientos previos en la materia para poder realizar este artículo. Además de ser un gran guía dentro de esta pandemia, se da el tiempo para apoyarnos y enseñarnos a nosotros los futuros Ingenieros

Matthew Isaac, Benítez Suikouski., estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" número de contacto 0992650495 número de contacto fijo 4506581 (e-mail personal: matthewisaacbenitez@hotmail.com., E-mail institucional: mibenitez@espe.edu.ec)

Mateo Josué, Pérez Puente., estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" número de contacto 0995888339 (e-mail personal: mateo.perez2922@gmail.com., E-mail institucional: mjperez10@espe.edu.ec)

II. MARCO TEÓRICO

A. Conocimientos previos

Para poder resolver los siguientes métodos de análisis de circuitos, es necesario conocer cómo solucionar sistemas de ecuaciones lineales. Para lo cual existen tres formas generales de resolverlas: por sustitución, por determinantes y mediante calculadora [1].

- **Solución por sustitución:**

Este método resulta más práctico de usarse en los sistemas de ecuaciones 2×2 . Dicho método consiste en despejar una variable de una de las dos ecuaciones para quedar en función de la otra variable, y posteriormente colocar dicha igualdad en la segunda ecuación con el fin de obtener una ecuación con sólo una variable para resolverla despejándola algebraicamente.

- **Solución por determinantes:**

Se emplea este método principalmente en sistemas de ecuaciones 2×2 y 3×3 . Para aplicar este teorema se debe obtener un determinante (llamado característico) el cual contiene los coeficientes de las ecuaciones de las variables. Posteriormente se obtiene otro determinante reemplazando la columna de coeficientes de la primera variable por los términos independientes de cada ecuación. A continuación se procede a reemplazar la columna de términos independientes de las ecuaciones en el determinante característico en lugar de la columna de los coeficientes de la segunda variable. Y así sucesivamente para cada variable de las ecuaciones. Finalmente, para obtener el valor de cada variable, se divide el determinante que se obtuvo al reemplazar la columna de coeficientes de la variable a calcularse, dividiéndolo entre el determinante característico.

- **Solución mediante calculadora:**

Ya sea una calculadora física o una digital, la mayoría de estas contienen la opción de poder solucionar sistemas de varias ecuaciones. Dichas calculadoras se basan en operaciones matriciales donde se colocan los coeficientes de las ecuaciones y automáticamente se obtienen las incógnitas de las ecuaciones.

B. Método de la Corriente en Ramas

El método de la corriente en ramas es un método de análisis

de circuitos que utiliza las leyes del voltaje y de la corriente de Kirchhoff para determinar la corriente que circula en cada rama de un circuito generando ecuaciones simultáneas. Una vez que se conocen las corrientes presentes en las ramas, se pueden determinar los voltajes [2]. Para aplicar dicho método, se aplican los siguientes pasos:

Paso 1: Asignar una corriente a cada rama del circuito en una dirección arbitraria. (Ver *Figura 1*).

Paso 2: Indicar las polaridades de los voltajes presentes en los resistores de acuerdo con las direcciones de las corrientes asignadas a las ramas. (Ver *Figura 1*).

Paso 3: Aplicar la ley del voltaje de Kirchhoff alrededor de cada lazo (la suma algebraica de los voltajes es igual a cero).

Paso 4: Aplicar la ley de la corriente de Kirchhoff en el número mínimo de nodos de modo que todas las corrientes de rama estén incluidas (la suma algebraica de las corrientes que entran o salen a un nodo es igual a cero).

Paso 5: Resolver las ecuaciones resultantes de los pasos 3 y 4 para determinar los valores de las corrientes de rama.

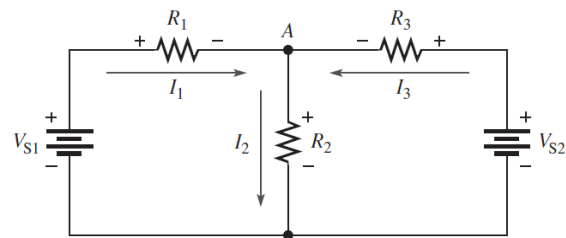


Figura 1. Ejemplo de la aplicación de los pasos 1 y 2 del método de las corriente por rama.

C. Método de Corriente por Lazo

Este método emplea cantidades matemáticas para las corrientes, y no corrientes físicas reales como en el método anterior. Esto con el fin de facilitar el análisis del circuito [3].

Paso 1: Asignar una corriente alrededor de cada lazo del circuito. Todas deben tener el mismo sentido, que generalmente es el de las manecillas del reloj. (Ver *Figura 2*).

Paso 2: Indicar las polaridades de las caídas de voltaje en cada lazo con base en las direcciones de corriente asignadas. (Ver *Figura 2*).

Paso 3: Aplicar la ley del voltaje de Kirchhoff alrededor de cada lazo. Cuando más de una corriente de lazo pasa a través de un componente, se deberá incluir su caída de voltaje y se suman algebraicamente sus corrientes.

Paso 4: Resolver el sistema de ecuaciones que se obtiene,

donde cada lazo produce una ecuación.

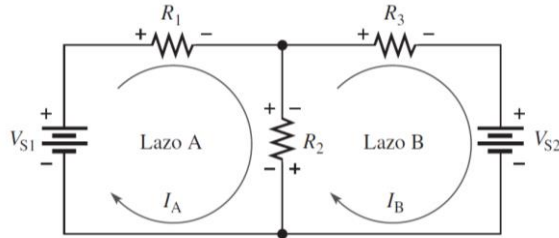


Figura 2. Ejemplo de la aplicación de los pasos 1 y 2 del método de corriente por lazo.

D. Método del Voltaje en Nodos

Para este método se emplea principalmente la Ley de corriente de Kirchhoff junto con la Ley de Ohm para determinar el voltaje en los nodos deseados para facilitar el análisis del circuito [4]. Los pasos a seguir se detallan a continuación:

Paso 1: Determinar el número de nodos.

Paso 2 Seleccionar un nodo como referencia. Todos los voltajes serán con respecto al nodo de referencia. Designar la incógnita del voltaje desconocido a cada nodo del cual se desea calcular su voltaje. (Ver Figura 3).

Paso 3: Asignar corrientes en cada nodo donde se desconoce el voltaje, excepto en el nodo de referencia. Las direcciones son arbitrarias. (Ver Figura 3).

Paso 4: Aplicar la ley de la corriente de Kirchhoff a cada nodo donde se asignan las corrientes.

Paso 5: Aplicar Ley de Ohm en las ecuaciones obtenidas en el paso 4. Llegándose a obtener una única ecuación con una variable o un sistema de ecuaciones dependiendo del número de nodos de los cuales se desean obtener sus voltajes.

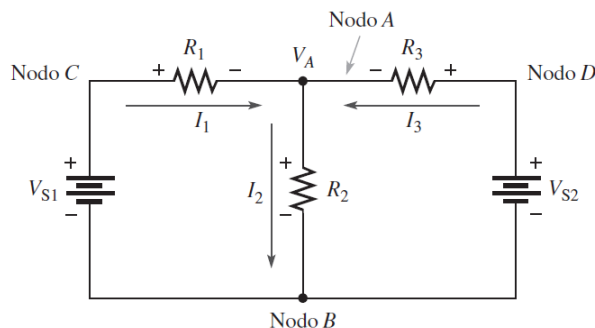


Figura 3. Ejemplo de la aplicación de los pasos 2 y 3 del método del voltaje en nodos, donde se toma como refernecia e Nodo B.

III. PROCEDIMIENTO PARA EL ENVÍO DEL TRABAJO

A. Ejercicio de dificultad media

7. RESUELVA PARA I1, I2, I3 EN EL SIGUIENTE CONJUNTO DE ECUACIONES CON DETERMINANTES:

$$2I_1 - 6I_2 + 10I_3 = 9$$

$$3I_1 + 7I_2 - 8I_3 = 3$$

$$10I_1 + 5I_2 - 12I_3 = 0$$

Hay diferentes métodos para resolver esta ecuación, pero en este caso se solucionará por el método de determinantes. Como primer paso se encontrará se forma del determinante característico:

$$\begin{vmatrix} 2 & -6 & 10 \\ 3 & 7 & -8 \\ 10 & 5 & -12 \end{vmatrix}$$

$$D. C. = [2*7*(-12) + 3*5*10 + 10*(-6)*(-8) - 10*7*10 - 2*5*(-8) - 3*(-6)*(-12)] = -374$$

Una vez obtenido el determinante característico se reemplazan los coeficientes de I1 de la primera columna por las constantes del lado derecho de las ecuaciones

$$\begin{vmatrix} 9 & -6 & 10 \\ 3 & 7 & -8 \\ 0 & 5 & -12 \end{vmatrix}$$

Y se procede a sacar la determinante de esta matriz.

$$D. I1. = [9*7*(-12) + 3*5*10 + 0*(-6)*(-8) - 0*7*10 - 9*5*(-8) - 3*(-6)*(-12)] = -462$$

Con estos resultados se determina el valor de I1 que es igual a:

$$I1 = \frac{-462}{-374} = 1.235 A$$

A continuación, para determinar I2 se procede reemplazando los coeficientes de I2 de la segunda columna por las constantes del lado derecho de las ecuaciones en la primera matriz dada.

$$\begin{vmatrix} 2 & 9 & 10 \\ 3 & 3 & -8 \\ 10 & 0 & -12 \end{vmatrix}$$

Y se procede a sacar la determinante de esta matriz.

$$D. I_2. = [2*3*(-12) + 3*0*10 + 10*(9)*(-8) - 10*3*10 - 2*0*(-8) - 3*(9)*(-12)] = -768$$

Esta determinante se la divide para la determinante característica, dándonos como resultado I2

$$I_2 = \frac{-768}{-374} = 2.053 \text{ A}$$

Para finalizar, para determinar I3 se procede reemplazando los coeficientes de I3 de la tercera columna por las constantes del lado derecho de las ecuaciones en la primera matriz dada.

$$\begin{vmatrix} 2 & -6 & 9 \\ 3 & 7 & 3 \\ 10 & 5 & 0 \end{vmatrix}$$

Y se procede a sacar la determinante de esta matriz.

$$D. I_3. = [2*7*0 + 3*5*9 + 10*(-6)*(3) - 10*7*9 - 2*5*3 - 3*(-6)*0] = -705$$

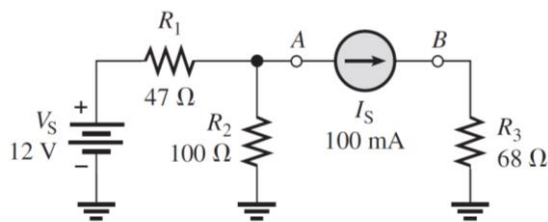
Esta determinante se la divide para la determinante característica, dándonos como resultado I3

$$I_3 = \frac{-705}{-374} = 1.885 \text{ A}$$

De este modo se obtiene la solución de las tres corrientes del problema dado.

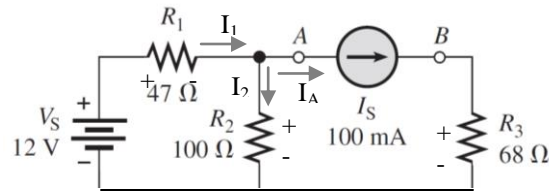
B. Ejercicio de dificultad alta

14. DETERMINE LA CORRIENTE A TRAVÉS DE CADA RESISTOR MOSTRADO EN LA FIGURA



Para resolver este ejercicio se empleará el método de corrientes por ramas. Donde primero se asigna una corriente a

cada rama y se indica las polaridades de las resistencias, como se muestran a continuación:



A continuación se procede a plantear las leyes de Kirchhoff de corriente y de voltaje, obteniéndose las 3 ecuaciones consiguientes:

$$I_1 - I_2 - I_A = 0 \quad (1)$$

$$47I_1 + 100I_2 = 12 \quad (2)$$

$$-100I_2 + 68I_A = -6.8 \quad (3)$$

Resolviendo el sistema obtenemos los siguientes valores para las Corrientes:

$$I_1 = 90.909 \text{ mA}$$

$$I_2 = 77.272 \text{ mA}$$

$$I_A = 13.636 \text{ mA}$$

Tanto el valor de I1 e I2 corresponden a las corrientes que pasan a través de las resistencias R1 y R2 respectivamente. Pero para la corriente de la resistencia R3 se debe realizar la siguiente operación:

$$I_3 = I_S + I_A$$

$$I_3 = 100\text{mA} + 13.636\text{mA}$$

Obteniéndose así el valor de la corriente que pasa por R3:

$$I_3 = 113.636\text{mA}$$

IV. CONCLUSIONES

Existen diversos métodos de análisis de circuitos los cuales varían dependiendo si se analiza por ramas, lazos o nodos. Adicionalmente, dichos métodos varían si se analizan por voltajes o corrientes; y también dependen de las leyes que se empleen en estos (sean las Leyes de Kirchhoff o la Ley de Ohm).

La finalidad de aplicar estos métodos consiste en facilitar la resolución de los problemas planteados en los diversos

circuitos que se puedan presentar, pero para su resolución es necesario conocer cómo solucionar sistemas de ecuaciones, ya que siempre se llegan a plantear ecuaciones en la aplicación de los métodos mencionados.

Cabe recalcar que es necesario llevar a cabo cada paso detalladamente dependiendo del método que se desee emplear. Ya que si se coloca mal la polaridad en una resistencia o se considera mal un signo de algún valor dado, esto llevaría a perjudicar la resolución del ejercicio, obteniéndose valores erróneos.

V. BIBLIOGRAFÍA

- [1] [2] [3] [4] T. Floyd, Principios de Circuitos Eléctricos,
Pearson Educación, 2007.