

INDICE.

Trabajo de Prácticas N° 4. Estudio de los circuitos de corriente continua.

Circuito equivalente de Thévenin.

I.- OBJETIVOS:

Los objetivos de esta práctica fueron

- Verificar experimentalmente la validez de las reglas de Kirchhoff, el Principio de superposición y el Teorema de la Máxima Transferencia de Potencia.
- Determinar experimentalmente el valor del circuito equivalente de Thévenin de un circuito dado.

II.- FUNDAMENTO TEÓRICO.

Las Reglas de Kirchhoff constituyen la base del análisis de circuitos. Se pueden formular de la siguiente manera:

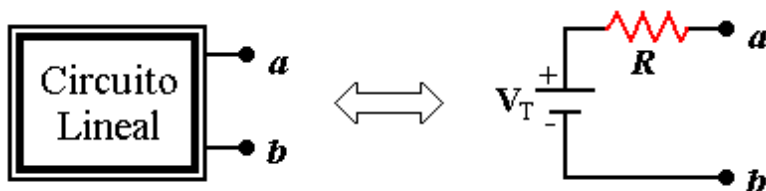
- La suma de todas las corrientes que entran en un nudo de una red es cero.
- La suma de todas las caídas de potencial a lo largo de cualquier trayectoria cerrada de la red es cero.

La primera regla expresa la conservación de la carga porque como las cargas no se acumulan en un nudo, la carga total que llega en cierto tiempo debe ser igual a la que sale.

La segunda regla expresa la conservación de la energía ya que el cambio neto de energía de una carga, después de completar una trayectoria cerrada debe ser cero. En esta práctica se utilizaron las reglas de Kirchhoff para determinar teóricamente las intensidades que circulaban por cada rama y la tensión a extremos de cada elemento y se compararon con las medidas experimentalmente.

Teorema de Thévenin.

Cualquier circuito lineal activo puede sustituirse desde cualquier par de terminales por una fuente de tensión ideal V_T en serie con una resistencia R_T . La tensión de Thévenin se determina calculando la diferencia de potencial entre los terminales. La resistencia de Thévenin es la resistencia vista desde los terminales de salida con todas las fuentes anuladas. Para anular las fuentes de tensión se cortocircuitan sus terminales, para anular una de intensidad se dejan sus terminales en circuito abierto.



En esta práctica determinemos experimentalmente el equivalente Thévenin de un circuito dado desde dos pares de puntos distintos y comparemos el valor obtenido con el valor teórico.

III.- MATERIAL UTILIZADO:

Resistencias de distintos valores.

Dos polímetros.

Un zócalo de conexiones

Un potenciómetro de 1 kΩ.

Dos fuentes de tensión D.C.

Figura 1

IV.-PARTE EXPERIMENTAL

4.1 Comprobación de las reglas de Kirchhoff.

El primer caso consiste en montar el circuito que se muestra en la figura 1 con los siguientes valores aproximados para los componentes:

Componente	Valor
Resistencia – R1	0.2 kΩ
Resistencia – R2	1.2 kΩ
Resistencia – R3	1.0 kΩ
Resistencia – R4	5.0 kΩ
Resistencia – R5	1.0 kΩ
Fuente de tensión D.C. – δ1	15.0 V
Fuente de tensión D.C. – δ2	10.0 V

vamos a tomar estos valores exactamente. Para hacer los cálculos en esta práctica se tomarán los valores de las resistencias que realmente se utilicen (medidas con el polímetro), es decir con los de la siguiente tabla:

Componente	Valor
Resistencia – R1	0.266 kΩ
Resistencia – R2	1.186 kΩ
Resistencia – R3	0.99 kΩ
Resistencia – R4	4.68 kΩ
Resistencia – R5	0.99 kΩ
Fuente de tensión D.C. – δ1	15.0 V
Fuente de tensión D.C. – δ2	10.0 V

• Cálculo de forma teórico:

Utilizando la ley de Ohm, podemos averiguar mediante determinantes los valores de las intensidades I1, I2 y I3. Y al tener las intensidades podremos averiguar la tensión.

$$V = R$$

$$I$$

(2) Cálculo de forma práctica:

En el circuito de la figura 1, se tomarán inicialmente los valores de Tensión a extremos de cada componente y de la intensidad que circula por cada rama.

$$VR1 = 3,6 \pm 0,2 \text{ V. } I1 = 14,0 \pm 0,2 \text{ mA.}$$

$$VR2 = 11,7 \pm 0,2 \text{ V. } I2 = 10,3 \pm 0,2 \text{ mA.}$$

$$VR3 = 1,7 \pm 0,2 \text{ V. } I3 = 1,8 \pm 0,2 \text{ mA.}$$

$$VR4 = 9,6 \pm 0,2 \text{ V. } I4 = 2,1 \pm 0,2 \text{ mA.}$$

$$VR5 = 2 \text{ V.}$$

V.- COMPROBACIÓN DEL PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN

CÁLCULO TEÓRICO arreglatelas

(A) Tensión entre los puntos a y c.

Elegimos para el cálculo R3 y R5 y la intensidad que circula por la tercera malla, podíamos haber elegido también R3 y R4.

Por tanto, la tensión entre los puntos a y c es:

$$V_{ac} = (R3 + R5) \cdot I4 = 1666 \cdot 5,72 \cdot 10^{-3} = 9,53 \text{ V}$$

(b) Tensión entre los puntos a y c. Desconectando la fuente de 10 V.

Resolvemos el circuito por el sistema de las mallas y obtenemos:

$$R_a = (R_2 + R_3) \parallel R_1 = \frac{1999 \cdot 216}{1999 + 216} = 195 \Omega$$

$$R_b = R_5 + R_6 = 985 + 675 = 1660 \Omega$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} -5,99 & -3250 \\ 5,99 & 4910 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3445 & -3250 \\ -3250 & 4910 \end{vmatrix}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$\text{Por tanto: } V_{ab} = R_b \cdot I_2 = 195 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 0,29 \text{ V}$$

c) Tensión entre los puntos a y c. Desconectando la fuente de 15 V

$$R_1 = 216 \Omega$$

$$R_a = (R_2 + R_3) \parallel (R_4) \parallel (R_5 + R_6) = 709 \Omega$$

$$I_1 = \frac{12,01}{925} = 0,013 \text{ A}$$

Por tanto: $V_{ab} = R_a \cdot I_1 = 709 \cdot 0,013 = 9,22 \text{ V}$

Resolución práctica ta mas o menos no se si las resistencias puestas estna bien pero los datos son asi

- Tensión entre los puntos a y c.

La resistencia de R4 entre los puntos es de $11,65 \pm 0,02 \text{ V}$

b) Tensión entre los puntos a y c. Desconectando la fuente de 10V

Entre la fuente de 10 V y la resistencia R3 de los puntos es de $1,74 \pm 0,02 \text{ V}$

- Tensión entre los puntos a y c. Desconectando la fuente de 15 V

Desconectando la fuente de 15 V y conectada es de $9,91 \pm 0,02 \text{ k}\Omega$

Conclusión

En la resolución teórica obtenemos que: $9,22 \pm 0,29 \text{ " } 9,53 \text{ k}\Omega$ el resultado q se supone q has hallado.

En la resolución práctica obtenemos que: $11,65 \pm 0,31 \text{ " } 9,45 \text{ k}\Omega$

Vemos que los valores se aproximan, pero debido a pérdidas seguramente por la resistencia de los cables que unen los circuitos los valores no son exactos.

VI.- DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE THÈVENIN

Resolución teórica.

(a)Determinación de la tensión de Thèvenin V_T .

La tensión de Thèvenin según su definición será la diferencia de potencial entre a y b.

Según los datos obtenidos anteriormente de la intensidad que circula por I3 obtenemos que:

$$V_T = V_{ab} = I_4 \cdot R_5 = 2 \text{ mA} \cdot 0.99 \text{ k} = 1.98 \text{ V}$$

(b) Determinación de la resistencia de Thèvenin R_T .

Para hacer más amenos los cálculos, la determinación teórica de la resistencia la haremos mediante una técnica diferente que en la práctica:

Para calcular la resistencia de Thèvenin cortocircuitaremos las fuentes y calcularemos la resistencia total que pasa por los puntos a y b.

Por lo que: $R_T = [R_1 \parallel R_2 \parallel R_3]$

HAZLO TU POR LO Q MAS KIERAS.

Resolución práctica

a) Determinación de la tensión de Thévenin V_T

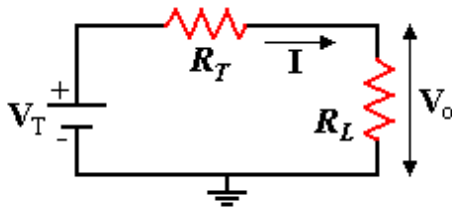
Midiendo directamente la tensión directamente entre los puntos a y b, obtenemos:

$$V_T = V_{ab} = 2 \pm 0,02 \text{ V}$$

(b) Determinación de la resistencia de Thévenin R_T

Si sustituimos un circuito por su equivalente de Thévenin y le conectamos una resistencia de carga R_L , obtendremos un circuito partidor de tensión.

El partidor de tensión cumplirá:



$$V_T = R_T I + R_L I \quad I = \frac{V_T}{R_T + R_L} \quad V_o = R_L I = \frac{R_L V_T}{R_T + R_L}$$

De forma que se cumple que si $R_T = R_L$ la tensión V_o a extremos de R_L es la mitad que la que proporciona la fuente V_T .

Por tanto, para determinar la R_T conectamos una resistencia variable (potenciómetro) entre a y b y regulamos su valor hasta que se cumpla que $V_{RL} = V_{ab}/2$. Desconectamos el potenciómetro del circuito y medimos el valor con el polímetro, este valor es R_T .

Y el valor dado por la resistencia del potenciómetro es: $0,455 \pm 0.002$

Conclusión

Después del estudio sobre la tensión de Thévenin podemos comprobar que los valores obtenidos teóricamente y prácticamente, distan un poco. El por qué:

Por una parte tenemos los valores son bastante aproximados y un factor decisivo es la sensibilidad, precisión y exactitud del polímetro. Por otra tenemos otros factores como el efecto Joule que provoca que en un conductor como es este caso concreto después de un determinado tiempo su resistencia aumente progresivamente.

Queda probado el teorema de Thévenin por el cual cualquier circuito sea cual sea su complejidad puede sustituirse desde cualquier par de terminales por una fuente de tensión ideal V_T en serie con una resistencia R_T .

Comprobación del Teorema de la Máxima Transferencia de Potencia

El teorema de la máxima transferencia de potencia establece que para que se transfiera la máxima potencia desde un circuito a su carga debe cumplirse que la resistencia de carga sea igual a la resistencia Thèvenin del circuito. En efecto, si sustituimos un circuito cualquiera por su equivalente Thèvenin tendremos el partidor de tensión de la Figura 2. Para éste se cumplirá:

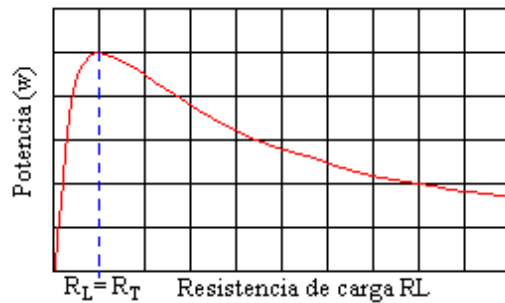


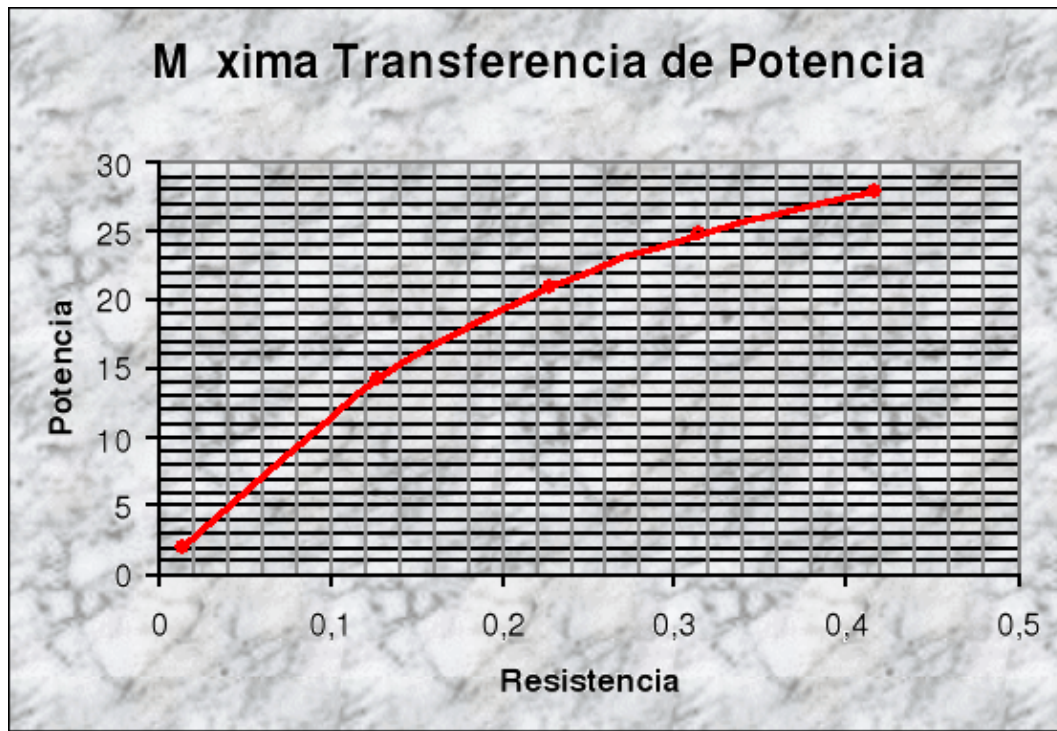
Figura 4

$$I = \frac{V_T}{R_T + R_L} \quad V_o = \frac{R_L V_T}{R_T + R_L} \quad P_{R_L} = IV_o = \frac{R_L V_T^2}{(R_T + R_L)^2} \quad P_{R_L} = P_{\max} \quad \frac{dP_{R_L}}{dR_L} = 0 \quad R_L = R_T$$

Para comprobar esto, en el circuito anterior vuelva a conectar el potenciómetro entre *a* y *b* y tome valores de la intensidad que pasa por la rama de RL y de tensión a extremos de RL a medida que varía su valor (unos cinco valores). A partir de estos valores determine la potencia disipada en la resistencia para cada valor de RL. Represente estos valores de potencia en función del valor de RL y compruebe que el valor máximo de la potencia disipada se da RL= RT, según predice el Teorema de la Máxima Transferencia de Potencia.

Intensidad	Tensión	Resistencia	Potencia
8,2	3,41	0,41585366	27,962
8,9	2,79	0,31348315	24,831
9,6	2,18	0,22708333	20,928
10,6	1,35	0,12735849	14,31
12,0	0,17	0,01416667	2,04

Pon los datos tu.



Apéndice: El potenciómetro

Un circuito útil para la medida de fem, se denomina *potenciómetro*. Una pila o batería suministra una corriente constante I a través de las resistencias R , R_1 y R_2 . Las resistencias R_1 y R_2 varían de un modo tal que se mantiene constante la suma R_1 y R_2 . Entonces la corriente I no varía si la fem de la batería es constante. La pila cuya fem ha de medirse, x , se conecta en serie a un galvanómetro sensible G , a un interruptor de llave S y a la resistencia R_1 . (Existe también normalmente una resistencia en serie con el galvanómetro que puede reducirse a cero cuando nos aproximamos al punto de equilibrio. Esta resistencia no está indicada en la figura.) Las resistencias R_1 y R_2 se ajustan entonces de modo que cuando el interruptor está cerrado, no existe corriente a través del galvanómetro. Entonces se dice que el circuito está equilibrado. Puesto que no existe corriente en la fem incógnita x , la diferencia de potencial $V_a - V_b$ es igual a la fem x . Esta diferencia de potencial es también igual a R_1 . Así pues

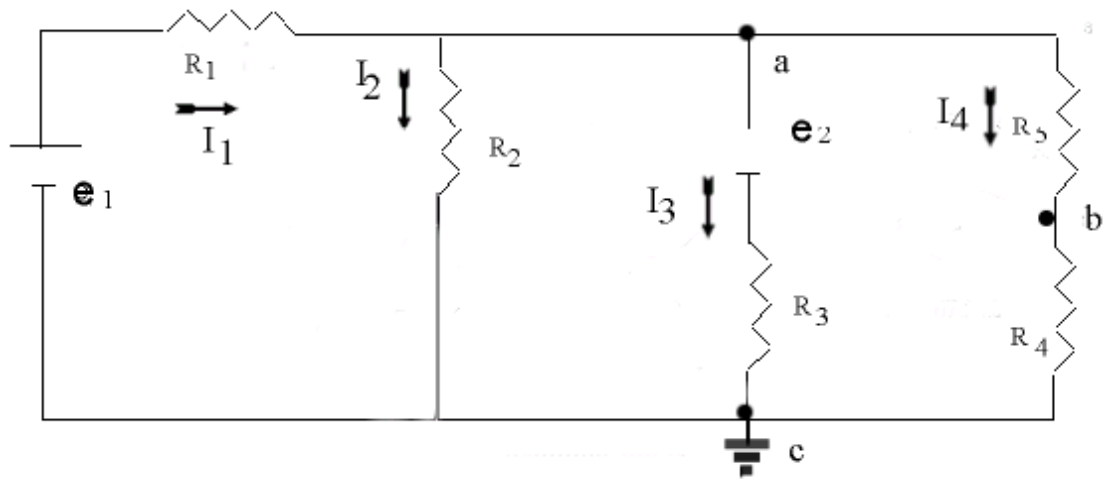
$$x = R_1 I$$

En lugar de medir la corriente I en el circuito inferior, la pila que es la fem incógnita se sustituye por una pila patrón de fem conocida x_s y se equilibra de nuevo el puente manteniendo también la suma R_1 y R_2 para que la corriente I resulte sin variación. Si R_{1s} es el valor de R_1 cuando el circuito está equilibrado con la pila patrón tenemos

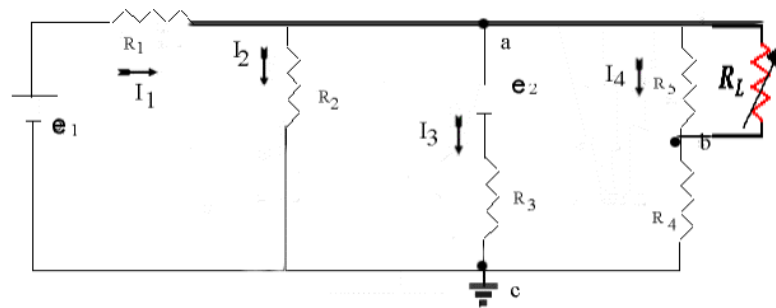
$$x_s = R_{1s} I$$

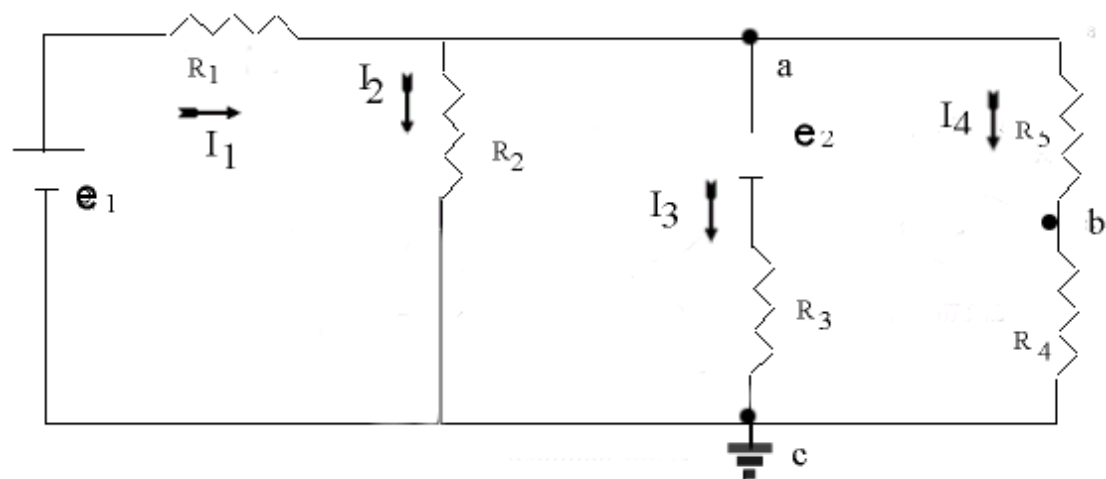
Sustituyendo $I = x / R_1$ en la ecuación $x = R_1 I$, obtenemos el valor de la fem incógnita x en función de la pila patrón x_s :

$$x = (R_1 / R_{1s}) x_s$$



$$R_L = R_T$$





$$I_3 = \frac{\begin{vmatrix} 1452 & -1186 & 15 \\ -1186 & 2176 & -10 \\ 0 & -990 & 10 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1452 & -1186 & 0 \\ -1186 & 2176 & -990 \\ 0 & -990 & 6660 \end{vmatrix}} = \frac{210317876600}{1,025 \cdot 10^{10}} = 0,002 \text{ A.}$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 1452 & 15 & 0 \\ -1186 & -10 & -990 \\ 0 & 10 & 6660 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1452 & -1186 & 0 \\ -1186 & 2176 & -990 \\ 0 & -990 & 6660 \end{vmatrix}} = \frac{36153000}{1,025 \times 10^{10}} = 3,526 \cdot 10^{-3} \text{ A.}$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 15 & -1186 & 0 \\ -10 & 2176 & -990 \\ 10 & -990 & 6660 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1452 & -1186 & 0 \\ -1186 & 2176 & -990 \\ 0 & -990 & 6660 \end{vmatrix}} = \frac{135434700}{1,025 \cdot 10^{10}} = 0,0137 \text{ A}$$

$$\begin{pmatrix} 15 \\ -10 \\ 10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1452 & -1186 & 0 \\ -1186 & 2176 & -990 \\ 0 & -990 & 6660 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix}$$

$$R1 = 216$$

$$Ra = 709$$

$$\delta 1 = 12,01 \text{ V}$$

$$Ia$$

$$I1$$