UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CIRCUITOS ELÉCTRICOS
SEMESTRE 2020 - 2

# Tarea y Apuntes 5

Profesor:
Dr. Juan Carlos Martínez Rosas

Integrante:
Murrieta Villegas Alfonso

# TAREA_5

Tuesday, 28 April 2020 8:05 AM

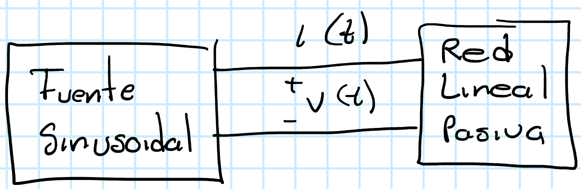
▶ Análisis de potencia

▶ Potencia Instantánea

- La potencia $p(t)$ absorbida por un elemento es el producto del voltaje instantáneo a través de un elemento y la corriete instantanéa $i(t)$ a través de él

$$P(t) = v(t)\, i(t)$$

- Red Lineal pasiva alimentada por una fuente sinosoidal, entonces




$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta_v)$$
$$i(t) = I_m \cos(\omega t + \theta_i)$$

Entonces $p(t) = v(t)\, i(t) = V_m I_m \cos(\omega t + \theta_v)\cos(\omega t + \theta_i)$

Identidad $\cos A \cos B = \frac{1}{2}\left[\cos(A-B) + \cos(A+B)\right]$

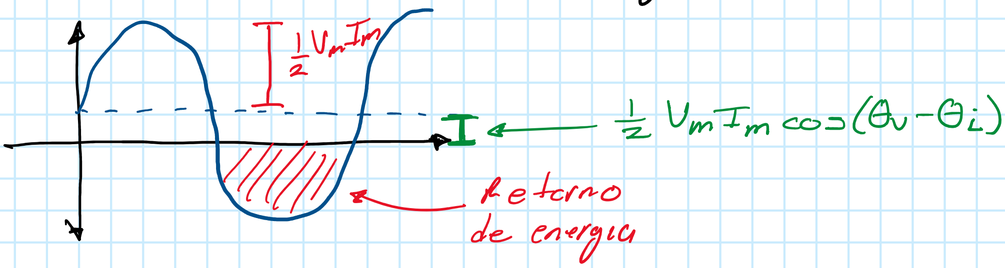
$$\therefore P(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) + \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)$$

Lo anterior demuestra que la potencia instantánea tiene 2 partes

1] Es constante o independiente del tiempo
Esta parte depende de la diferencia de fase

1] Es constante o independiente del tiempo
Esta parte depende de la diferencia de fase entre Voltaje y Corriente

2] Es una función sinosoidal cuya frecuencia es $2\omega$




- $T = \frac{2\pi}{\omega}$ es el periodo del voltaje o la corriente
se observa que $P(t)$ es periódico $P(t) = P(t+T_0)$
$T_0 = \frac{T}{2}$ → Su frecuencia es 2 veces la del voltaje o la corriente. $P(t)$ es positiva para alguna parte de cada ciclo, y negativa para el resto del ciclo.

- La potencia instantánea cambia con el tiempo y por consiguiente es difícil de medir.
- El instrumento Woltmetro es el medio para medir potencia promedio:

Potencia Promedio $\triangleq$ Promedio de la potencia instantánea $\Rightarrow P = \frac{1}{T}\int_0^T p(t)\,dt$

- Sustituyendo $P(t)$ en $P$, es decir, la potencia instantánea en la potencia promedio

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T \frac{1}{2}V_mI_m\cos(\theta_v-\theta_i)\,dt \;+$$

$$\frac{1}{T}\int_0^T \frac{1}{2}V_mI_m\cos(2\omega t+\theta_v+\theta_i)\,dt$$

$$\frac{1}{T}\int_0^T \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)\,dt$$

$$\therefore P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)\ \frac{1}{T}\int_0^T dt\ +$$
$$\frac{1}{2} V_m I_m \frac{1}{T}\int_0^T \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)\,dt$$

Primer integrante constante

- El segundo integrante, es una sinusoide, se sabe que el promedio de una sinusoide sobre su periodo es cero.

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$\cos(\theta_v - \theta_i) = \cos(\theta_i - \theta_v)$$

- $p(t)$ variante en el tiempo
- $P$ no lo es

---

▶ Potencia Instantánea en Dominio Fasorial

- La forma fasorial de $v(t)$ e $i(t)$ son

$$V = V_m \angle \theta_v \qquad e \qquad I = I_m \angle \theta_i$$

- $P$ es calculada usando $P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$

$$\therefore \frac{1}{2} V I = \frac{1}{2} V_m I_m \angle \theta_v - \theta_i$$
$$= \frac{1}{2} V_m I_m [\cos(\theta_v - \theta_i) + j\,\mathrm{sen}(\theta_v - \theta_i)]$$

- Parte Real

$$P = \frac{1}{2} \mathrm{Re}[V I^*] = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

- Casos Especiales

1) Cuando $\theta_v = \theta_i$, el voltaje y corriente están en fase, lo cual implica un circuito puramente resistivo

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m = \frac{1}{2} I_m^2 R = \frac{1}{2} (I)^2 R \qquad |I|^2 = I \times I^*$$

El resultado de P muestra que un circuito puramente resistivo absorve todo el tiempo potencia

2) Cuando $\theta_v - \theta_i = \pm 90°$ se tiene un circuito puramente reactivo (L o C) absorben cero potencia

Ejemplos:

$v(t) = 120 \cos(377t + 45°)$ [V]
$i(t) = 10 \cos(377t - 10°)$ [A]

- Encontrar $P(t)$ y P absorbida por una red lineal pasiva

$$P(t) = v\, i = 1200 \cos(377t + 45°) \cos(377t - 10°)$$

$$= 600 [\cos(754t + 35°) + \cos 55°] =$$

$$= 344.2 + 600 \cos(754t + 35°) [W]$$

- Potencia promedio $= P = \frac{1}{2} V_m I_m (\theta_v - \theta_i)$

$$P = \frac{1}{2}(120)(10) \cos(45° - (-10°)] = 600 \cos(55°) =$$

$$= 344.2 [W]$$

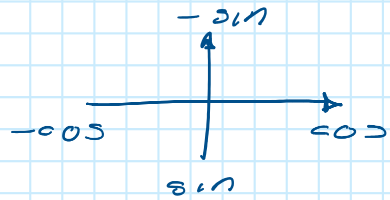
Nota/ Es la parte constante de $P(t)$

# Ejercicios

① Calcule la $P(t)$ y $P$ absorbidas por una red pasiva:

$v(t) = 80 \cos(10t + 20°)\,[V]$

$i(t) = 15 \sin(10t + 60°)\,[A]$




$\therefore\ i(t) = 15\cos(10t - 30°)\,[A]$

$P(t) = i\,v = 1200 \cos(10t + 20°)\cos(10t - 30°) =$

$= (1200)\left(\frac{1}{2}\right)\left[\cos(20t - 10°) + \cos(50°)\right] =$

$= \underline{385.672} + 600\cos(20t - 10°)\,[W]$ //

$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$

$= \frac{1}{2}(80)(15)\cos(20° - (-30°)) = \frac{1}{2}1200\cos 50°$

$= 600\cos(50°) = 385.67\,[W]$ //

② Calcular la potencia promedio absorbida por una impedancia

$Z = 30 - 70j\ \Omega \qquad V = 120\angle 0°$

$Z = 30 - 70j = \angle -66.8$ | $r = \sqrt{30^2 + 70^2} = 10\sqrt{32}$

$v = 120$ | $\theta = \arctan\left(-\frac{70}{30}\right) = -66.8$

$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{30 - 70j}\left(\frac{30 + 70j}{30 + 70j}\right) = \frac{120(30 + 70j)}{900 + 4900}$

$\simeq \frac{18}{29} + \frac{42}{29}j$ | $r = \sqrt{\left(\frac{18}{29}\right)^2 + \left(\frac{42}{29}\right)^2} \simeq 1.575$

$= \frac{18}{29} + \frac{42}{29} j$

$r = \sqrt{\left(\frac{18}{29}\right)^2 + \left(\frac{42}{29}\right)^2} = 1.575$

$\theta = \arctan\left(\frac{\frac{42}{29}}{\frac{18}{29}}\right) = 66.80^\circ$

$\therefore I = 1.575 \cos(66.80140^\circ) [A]$ //

$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) = \frac{1}{2}(120)(1.575)\cos(-66.8)$

$P = 94.53 \cos(-66.8) \cong 37.2386 \cong 37.24$ //

③ Una corriente $I = 10\angle 30^\circ$ fluye a través de una impedancia $Z = 20\angle -22^\circ$. Encuentre la $P$ entregada por la impedancia

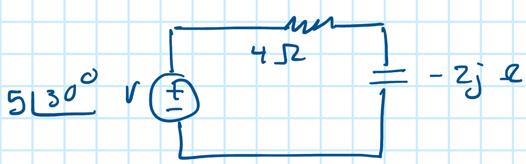
$V = (10\angle 30^\circ)(20\angle -22^\circ) = 200\angle 8^\circ [V]$

$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$

$= \frac{1}{2}(200)(10)\cos(8^\circ - (30^\circ))$

$= 1000 \cos(-22^\circ) \cong 927.1838 [W]$ //

④ Para el circuito, encuentre la $P$ suministrada por la fuente y la $P$ absorbida por el resistor




$Z = 4 - 2j$

$V = 5\angle 30^\circ$

$r = \sqrt{4^2 + 2^2} = 2\sqrt{5}$

$\theta = \arctan\left(\frac{-2}{4}\right) = -26.26$

// $V = IR$ ; $I = \frac{V}{R}$

$\therefore I = \frac{5\angle 30^\circ}{2\sqrt{5}\angle -26.26} =$

$= 1.118\angle 56.56$

// Aplicando $P(t) = i\,v(t)$

$\rightarrow P(t) = 5.59\cos(56.56)\cos(30°) =$

$$= \frac{5.59}{2}\left[\cos(56.56+30) + \cos(56.56-30)\right] =$$

$$= \left(\frac{5.59}{2}\right)(.9549) \cong 2.667\,[W]$$

$\rightarrow P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$

$$P = \frac{1}{2}(5)(1.1180)\cos(30° - 56.56°) =$$

$$= 2.79\cos(-26.56°) \cong 2.4955\,[W]$$

→ ¿Qué concluyo?

1. Como bien se mencionó en la parte teórica, la parte constante de la potencia absorbida es igual a la potencia promedio

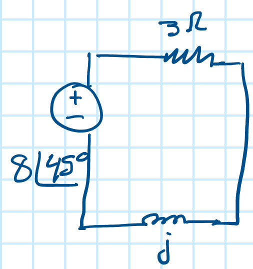
2. Que prácticamente toda la potencia suministrada la absorbe el resistor

## 5 Calcular

a) P absorbida por el resistor

b) P absorbida por el inductor

c) Calcular potencia suministrada por la fuente de voltaje




$z = 3 + j$ | $r = \sqrt{3^2 + 1^2} = \sqrt{10}$

$\theta = \arctan\left(\frac{1}{3}\right) = 18.4349$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{8\angle 45°}{\sqrt{10}\angle 18.4349} = 2.5298\angle 26.5651°\,[A]$$

$$V_R = (2.5298\angle 26°.5651)(3) = 7.5894\angle 26.5651°$$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$= \frac{1}{2}(7.5894)(2.5298)\cos(26.56° - 26.56°) =$$

$$\cong 9.5998\ [W]$$ ← Potencia absorbida por el resistor

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$= \frac{1}{2}\, 8(2.52982)\cos(45 - 26.26) = 10.1192\cos(18.434)$$

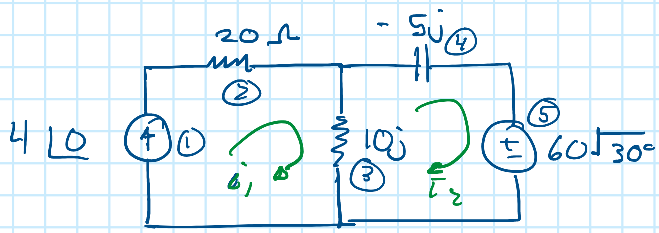
$$\cong 9.6\ [W]$$ ← Potencia promedio suministrada por la fuente

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$= \frac{1}{2}(2.52982)(2.529852)\cos(116.5651 - 26.5951)$$

$$= 3.1999\ \cancel{\cos(90°)} = 0\ [W]$$

6 Determine la potencia generada por cada fuente y la potencia promedio absorbida por cada elemento




sentido corrientes

$i_1 = 4\angle 0°$

$i_2$

$$60\angle 30° = i_2(-5j) + 10j\,(i_2 - i_1)$$

$$= i_2(-5j + 10j) - 10j(4)$$

$$= (-5j + 10j)\,i_2 - 40j$$

$$\frac{60\angle 30 + 40j}{\quad} = i_2 = 4\sqrt{19}\angle 143.41°$$

$$\frac{60\angle 30 + 40j}{-5j + 10j} = i_2 = 4\sqrt{19}\angle 143.41°$$

//Obteniendo potencias

$$P_5 = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$= \frac{1}{2}(60)(4\sqrt{19})\cos(-150° - 143.4132°) =$$

$$= 523.06\cos(-293.413) \simeq 207.845\,[w]$$

$P_4 \Rightarrow$ Previo: $V = i_2 z = (4\sqrt{19}\angle 143.413°)(5\angle -90°) =$

$$= 20\sqrt{19}\angle 53.4132°$$

$$P_4 = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$= \frac{1}{2}(20\sqrt{19})(4\sqrt{19})\cancel{\cos(53.4132° - 143.413°)} \; 0$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(20\sqrt{19})(4\sqrt{19})(0) = 0\,[w]$$

$P_3 \Rightarrow$ Previo: $V = (i_2 - i_1) z = (4\sqrt{19}\angle 143.41 - 4)(10j)$

$$= 207.846\angle -120$$

$$I_m = 20.7846\angle 150°$$

$$P_3 = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) =$$

$$= \frac{1}{2}(207.846)(20.7848)\cancel{\cos(-120 - 150)} \; 0 \; 270 =$$

$$= \frac{1}{2}(207.846)(20.7848)(0) = 0\,[w]$$

$P_2 \Rightarrow$ Previo: $V = z i = 20(4\angle 0°) = 80\angle 0°$

$$P_2 = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) = \frac{1}{2}(80)(4)\cos(0-0) =$$

$$= \frac{320}{2} = 160 \; [W]$$

$$P_1 = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) =$$

$$= \frac{1}{2}(257.347)(4)\cos(-138.617 - 0^\circ) =$$

$$= -367.7876 \; [W]$$

$$\sum P = P_1 + P_2 + \ldots + P_5 =$$

$$= -367.7876 + 160 + 0 + 0 + 207.8458 =$$

$$\cong 0 \; [W]$$

# TAREA_5

Thursday, 30 April 2020 11:31 AM

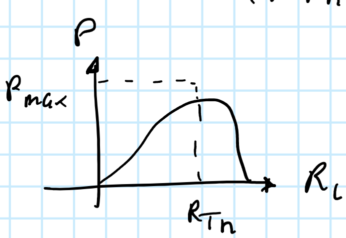
## ▶ Máxima Transferencia de Potencia

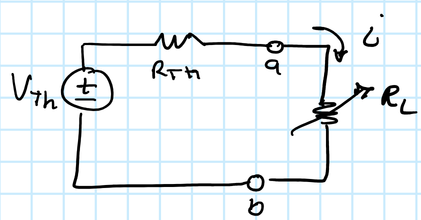
- Es una variedad de situaciones prácticas, un circuito es diseñado para proporcionar potencia a una carga mientras que en circuitos prácticos minimizar perdida de potencia en el proceso de transmisión

- El análisis de Equivalente de Thevenin es útil para encontrar la máxima potencia que puede ser entregada a la carga de un circuito lineal.

Ⓐ

$$P = i^2 R_L = \left(\frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L}\right)^2 R_L$$




$V_{Th}$ y $R_{Th}$ son fijos

* La máxima potencia es transferida a la carga cuando la resistencia de cargo cuando la resistencia de carga es igual a la resistencia de Thevenin $R_{Th}$. $R_L = R_{Th}$

- Diferenciamos A respecto a $R_L$ e igualamos el resultado a cero

$$\frac{dP}{dR_L} = V_{Th}^2 \left[\frac{(R_{Th}+R_L)^2 - 2R_L(R_{Th}+R_L)}{(R_{Th}+R_L)^4}\right]$$

$$\frac{dP}{dR_L} = V_{Th}^2 \left[ \frac{(R_{Th}+R_L)^2 - 2R_L(R_{Th}+R_L)}{(R_{Th}+R_L)^4} \right]$$

$$= V_{Th}^2 \left[ \frac{R_{Th}+R_L-2R_L}{(R_{Th}+R_L)^3} \right] = 0$$

//Reduciendo

$$0 = (R_{Th}+R_L-2R_L) = (R_{Th}-R_L)$$

$$R_L = R_{Th}$$

Mostrando que la máxima transferencia de potencia da lugar cuando $R_L = R_{Th}$

- Cuando $R_L = R_{Th}$

$$P_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}}$$

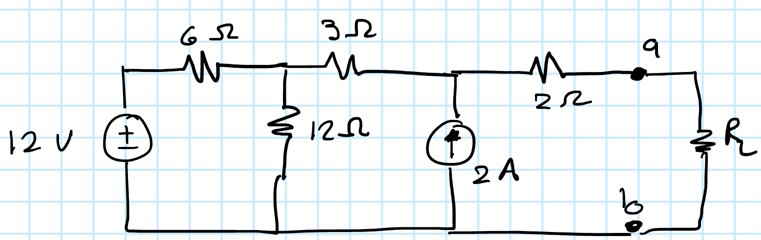
- Cuando $R_L \neq R_{Th}$

Calculamos la potencia entregada a la carga usando:

$$P = i^2 R_L = \left(\frac{V_{Th}}{R_{Th}+R_L}\right)^2 R_L$$

▸ Ejemplos

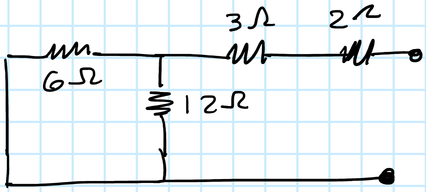
- Encontrar el valor de $R_L$ para máxima transferencia de potencia del circuito
- Encuentre la máxima potencia




① Encontra la resistencia de Thevenin $R_{th}$ y el

① Encontra la resistencia de Thevenin $R_{th}$ y el $V_{Th}$ entre terminales a y b

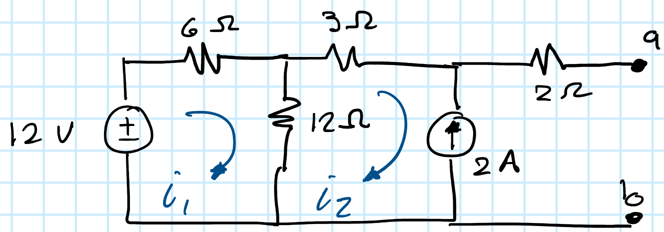
* Recuerda : Las fuentes de voltaje se cortocircuitan y la de corriente se eliminan




$$R_{th} = 2 + 3 + 6 // 12 = 5 + \frac{6 \times 12}{18}$$

$$R_{Th} = 9 [\Omega]$$

② Encontrar voltaje de Thevenin




// Análisis de mallas

$$-12 + 18 i_1 - 12 i_2 = 0$$

$$i_2 = -2A$$

$$i_1 = -\frac{2}{3}$$

$$-12 + 6 i + 3 i_2 + 2(0) + V_{Th} = 0$$

$$\therefore V_{Th} = 22 [V]$$

Reagrupando Datos

$$R_L = R_{Th} = 9 [\Omega]$$

// Potencia máxima

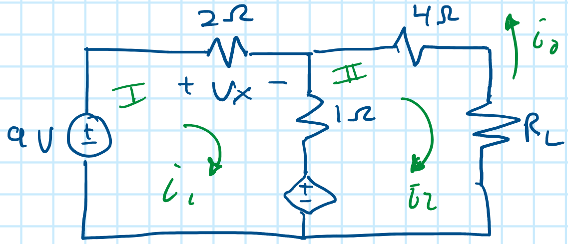
$$P_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_L} = \frac{22^2}{4 \times 9} = 13,44 \; [W]$$

▶ Ejercicio

• Determine el valor de $R_L$ que permita la máxima transferencia de potencia desde el resto del circuito

• Calcule la máxima potencia

• Calcule la máxima potencia




Malla 1

① $2i_1 + 1(i_1 - i_2) + 3V_x = 0$

② $V_x = 2i_1$

Malla 2

$1(i_2 - i_1) + 4i_2 + 1 - 3V_x = 0$

$2i_1 + i_1 - i_2 + 3(2i_1) = 0 \; ; \; -i_2 + 9i_1 = 0 \; ; \; i_2 = \underline{9i_1}$

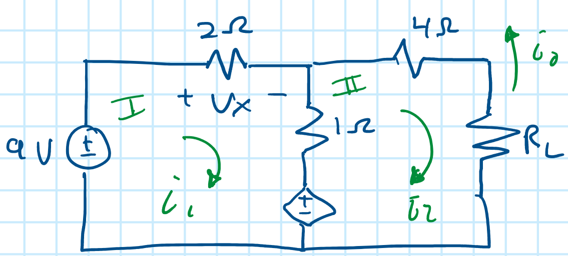
$i_2 - i_1 + 4i_2 + 1 - 3(2i_1) = 0 \; ; \; -7i_1 + 5i_2 = -1 \; ;$

$-7i_1 + 5(9i_1) = -1 \; ; \; -7i_1 + 45i_1 = -1 \; ; \; 38i_1 = -1$

$i_1 = \frac{-1}{38} \quad \therefore \quad i_2 = 9\left(-\frac{1}{38}\right) = -\frac{9}{38}$

$i_0 = \frac{9}{38} \quad \therefore \quad R_{Th} = \frac{1\,[V]}{\frac{9}{38}} = \frac{38}{9} \cong 4.2\,[\Omega] /\!/$

// Obteniendo $V_{Th}$




$-9 + 2i_1 + i_1 + 3V_x = 0$

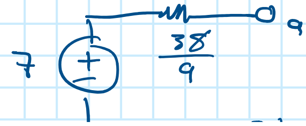
$-9 + 2i_1 + i_1 + 3(2i_1) = 0$

$V_x = 2i_1$

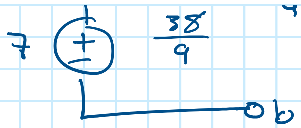
$\therefore 9i_1 = 9 \; ; \; i_1 = \underline{1} /$

$\therefore V_{Th} = i_1 + 3(2i_1) = 7i_1 = 7\,[V] /\!/$

Circuito reducido



Circuito reducido co Thevenin



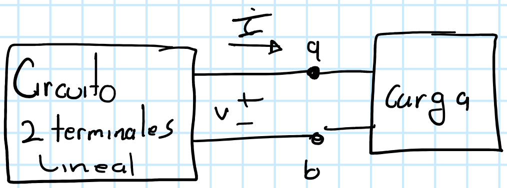

$$P_{max} = \frac{V_{Tn}^2}{4R_{Tn}} = \frac{(7)^2}{4\left(\frac{38}{9}\right)} = 2.9013\,[W]$$

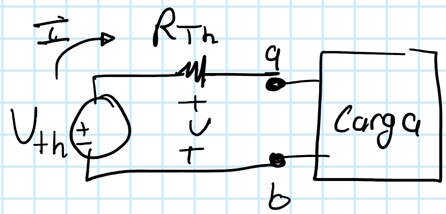
# TAREA_5

Thursday, 30 April 2020 12:13 PM

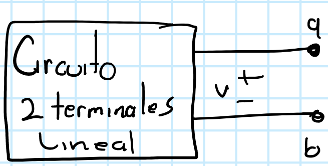
## ▸ Teorema de Thevenin

- Este teorema establece que un circuito lineal de 2 terminales puede ser reemplazado por un circuito equivalente consistiendo sólo una fuente de $V_{Th}$ y una $R_{Th}$.
- El problema consiste en encontrar $V_{Th}$ y $R_{Th}$, para ello supongamos lo siguiente




- Los 2 circuitos serán equivalentes, cuando las terminales a-b son abiertas, por lo cual ninguna corriente fluirá, tal que el voltaje o circuito abierto debe ser igual al de la fuente de voltaje.

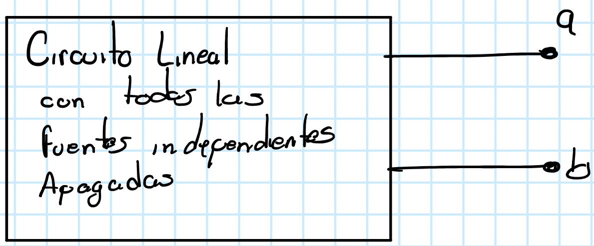



Voltaje de circuito abierto

- Por otro lado, con la carga desconectada y las terminales a-b en circuito abierto apagamos todas las fuentes independientes.
  - Fuentes voltaje se cortocircuitan
  - Fuentes de corriente se eliminan

- Fuentes de corriente se eliminan

- Así la resistencia de entrada o resistencia equivalente del circuito sin energía, en los terminales a-b presentará $R_{Th}$




$$R_{in} = R_{Th}$$

- Consideraciones para encontrar $R_{Th}$

Caso 1: Si la red no tiene fuentes dependientes, se apagan todas las independientes

Caso 2: Si la red tiene fuentes dependientes, se apagan todas las independientes como en superposición, las fuentes dependientes, no serán apagadas debido a la dependencia del otro lado del circuito

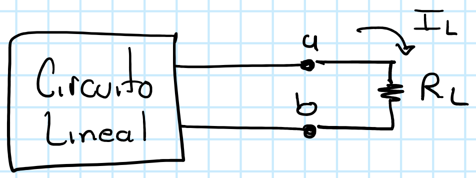
$$\therefore R_{Th} = \frac{V_0}{i_0}$$

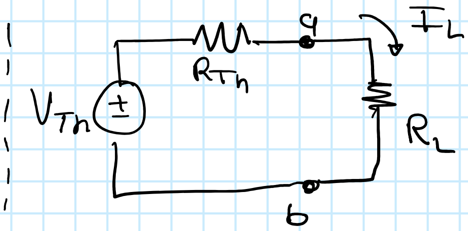
Cualquiera de los 2 enfoques de insertar $V_0$ o $i_0$ dará el mismo resultado

- Si $R_{Th}$ llega a tomar valores negativos es decir $(V = -IR)$ implica que el circuito suministra potencia.

NOTA! El teorema de Thevenin es importante debido

**NOTA!** El teorema de Thevenin es importante debido a que un circuito lineal y sobre todo elaborado lo simplifica

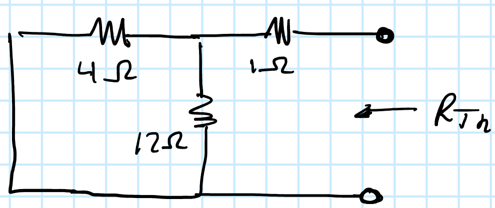



$$I_L = \frac{V_{Th}}{R_{Th}+R_L} \qquad V_{Th} = R_L I_L = \frac{R_L}{R_{Th}+R_L} V_{Th}$$

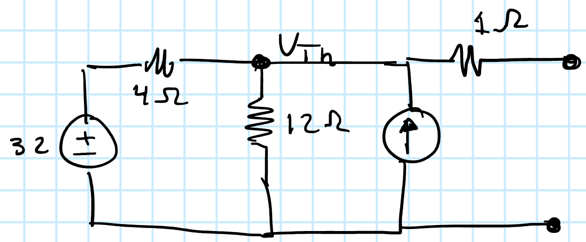
▶ Ejemplo

• Encuentre el circuito equivalente de Thevenin del circuito. Posteriormente, encuentre la corriente a través de $R_L$ 6, 16 y 36 Ω




$$R_{Th} = 4//12 + 1 = \frac{4 \times 12}{16} + 1$$
$$= 4[\Omega]$$

// Calculando $V_{Th}$




Para encontrar $V_{Th}$, considerar el circuito en el cual es claro $V_{Th}$

Por lo tanto, es fácil encontrar el voltaje del resistor de 12 Ω

$$-32 + 4i + 12(i_1 - i_2) = 0$$
$$i_2 = -2A$$
$$\therefore i_1 = .5\ [A]$$

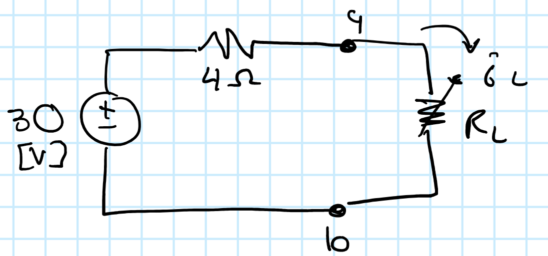
Dandonos $V_{Th} = 12(i_1 - i_2) = 12(.5 - (-2)) = 30\,[V]$ //

- Otra forma de resolver $V_{Th}$ será mediante análisis nodos. La suma de corrientes en el nodo superior

$$\frac{32 - V_{Th}}{4} + 2 = \frac{V_{Th}}{12}$$

$$96 - 3V_{Th} + 24 = V_{Th} \quad ; \quad V_{Th} = 30\,[V] \text{ //}$$

- Obteniendose el siguiente circuito



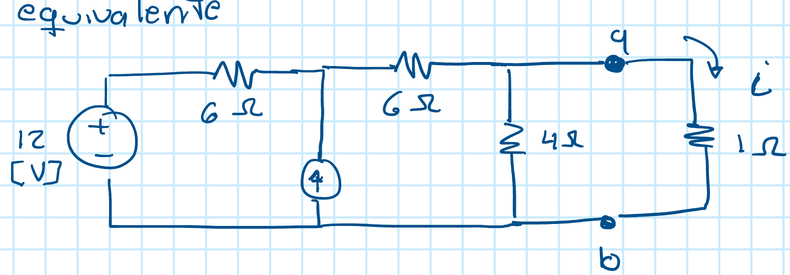

$$I_L = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} = \frac{30}{4 + R_L}$$

Cuando $R_L = 6\,[\Omega]$ ; $I_L = \frac{30}{4+6} = 3\,[A]$ //

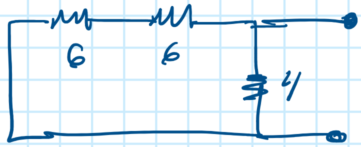
$R_L = 16\,[\Omega]$ ; $I_L = \frac{30}{4+16} = 1.5\,[A]$ //

$R_L = 36\,[\Omega]$ ; $I_L = \frac{30}{4+36} = .75\,[A]$ //

1 Teorema de Thevenin para encontrar circuito equivalente




// Omitiendo fuentes | // Considerando fuentes




$R_{Th} = \frac{12 \times 4}{16} = 3[\Omega]$

$-12 + 6i_1 + 10i_2 = 0$

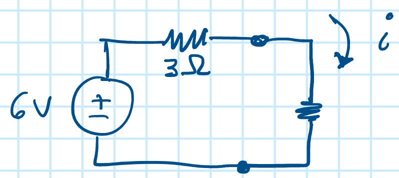
$2 = i_2 - i_1 \; ; \; i_1 = -2 + i_2$

$\therefore 6(i_2 - 2) + 10i_2 = 12$

$16 i_2 = 24 \; ; \; i_2 = 1.5$

$\therefore V_{Th} = (R)(i_2) = (4)(1.5) = 6 \, [V]$

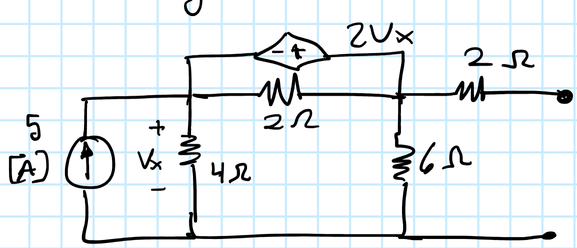
Circuito Reducido




$i = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} = \frac{6}{3+1} = 1.5 \, [A]$ //

Gemplo con fuente dependiente:

Sea el siguiente circuito




// Se asigna un valor arbitrario de

$V_0 = 1 [V]$

• Este circuito contiene una fuente dependiente

• Para encontrar $R_{Th}$ se configura la fuente independiente igual a cero, pero solo se deja la dependiente

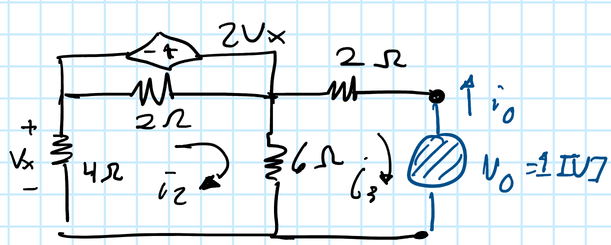
• Puesto que el circuito es lineal. Nuestro objetivo es encontrar la corriente $i_0$ a través de las terminales

$R_{Th} = \frac{1}{i_0}$

• Otra forma, puede ser la asignación de: $R_{Th} = \frac{V_0}{1}$

• Otra forma, puede ser la asignación de una fuente de corriente de 1 [A]

$R_{Th} = \frac{V_0}{1}$




Redibujando el circuito con lo anterior

// Análisis de Mallas

$-2V_x + 2(i_1 - i_2) = 0$

$\therefore V_x = i_1 - i_2$

// Considerando

$-4i_2 = V_x = i_1 - i_2$

$\therefore i_1 = -3i_2$

// Para malla 2 y 3

$4i_2 + 2(i_2 - i_1) + 6(i_2 - i_3) = 0$

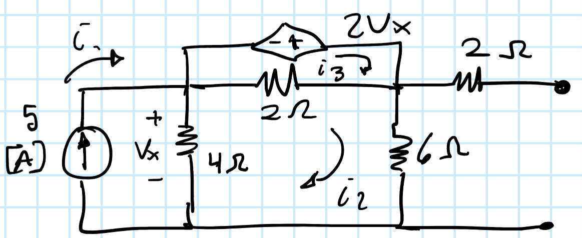
$6(i_3 - i_2) + 2i_3 + 1 = 0$

// Resolviendo

$i_3 = -\frac{1}{6}[A] = -i_0$

$R_{Th} = \frac{1V}{i_0} = 6[\Omega]$

• Para calcular $V_{Th}$, encontramos $V_0$ en el circuito siguiente:




$4(i_1 - i_2) = V_x$

$i_2 = \frac{10}{3} \implies V_{Th} = V_{oc} =$

$= 6(i_2) = 20[V]$

$i_1 = 5[A]$

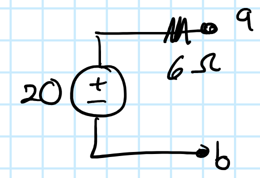
$-2V_x + 2(i_3 - i_2) = 0$

$\therefore V_x = i_3 - i_2$

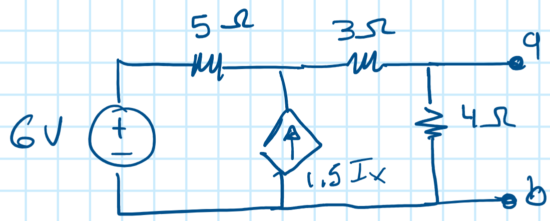
$4(i_2 - i_1) + 2(i_2 - i_3)$
$+ 6i_2 = 0$

$\hookrightarrow 12i_2 - 4i_1 - 2i_3 = 0$

- Circuito equivalente de Thevenin




② Encuentre el circuito equivalente de Thevenin

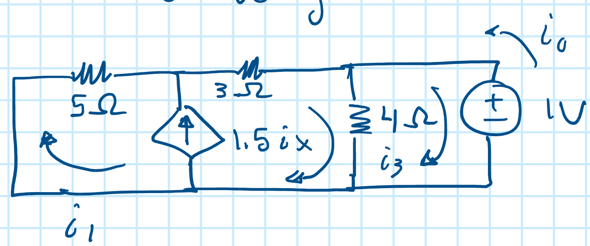



Soluciones a llegar:

$V_{Th} = 5.33\ [V]$

$R_{Th} = .44\ [\Omega]$

// Fuente de Voltage




- Ecuación Fuente

$1.5\, i_x = -i_1 + i_x$

$\therefore -.5 i_x = i_1$

- De la Super Malla

$5 i_1 + 3 i_x + 4(i_x - i_3) = 0$

- Malla (fuente agregado)

$1 + 4(i_3 - i_x) = 0$

$\hookrightarrow i_x = \frac{1}{4} + i_3$

// Reduciendo expresiones

$-2.5 i_x + 3 i_x + 4 i_x - 4 i_3 = 0 ;\ 4.5 i_x - 4 i_3 = 0$

sustituyendo "$i_x$"

$\therefore 1.125 + 4.5 i_3 - 4 i_3 = 0 ;\ .5 i_3 = -1.125$

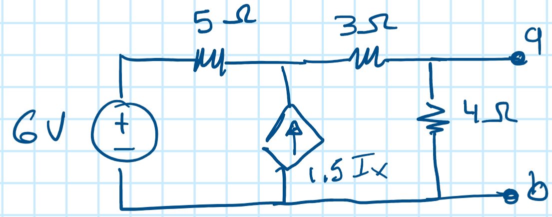
$i_3 = -2.25\,[A]$

$R_{Th} = \frac{1}{2.25} = 0.44\,[\Omega]$

$i_0 = 2.25$

$i_0 = 2.25$ //

// Obteniendo $V_{Th}$




Super Malla => $-6 + 5i_1 + 7i_x = 0$

Fuente => $-.5i_x = i_1$

$-2.5 i_x + 7 i_x = 0;$

$4.5 i_x = 6$

$i_x = 1.333$ //

$\therefore V_{Th} = (4)(i_x) \cong 5.333$ [V] //

Circuito con Thevenin