Fundamentos de Ingeniería Eléctrica

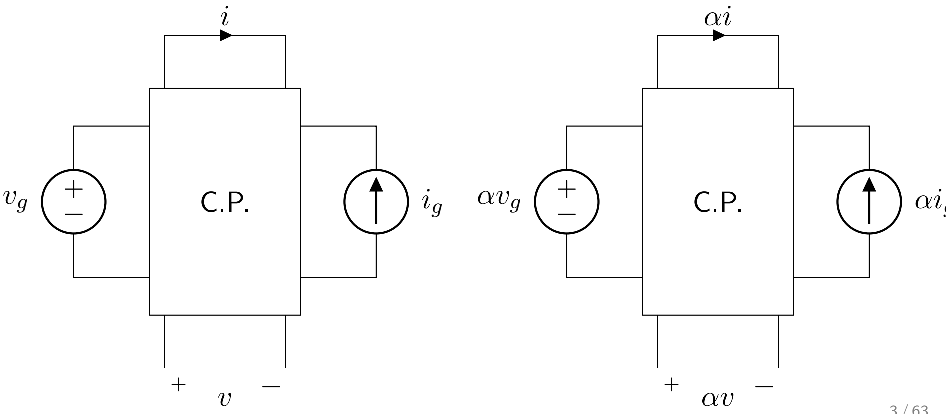
Tema 5: Teoremas

Contenidos

- Teorema linealidad
- Teorema superposición
- Teorema Thevenin
- Teorema Norton
- Teorema máxima transferencia potencia

Teorema de linealidad

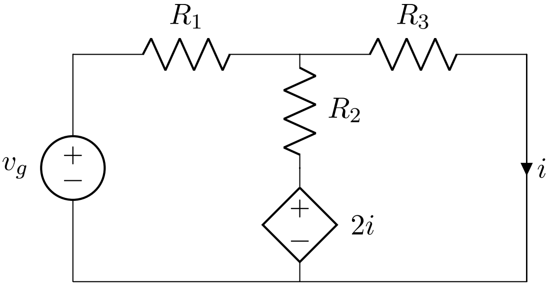
Si en un circuito lineal se multiplican los valores de todas las fuentes de excitación independientes por una constante, su respuesta a estado inicial cero (bobinas y condensadores sin energía) queda multiplicada por la misma constante. El circuito puede incluir fuentes dependientes.



Ejercicio 5-1

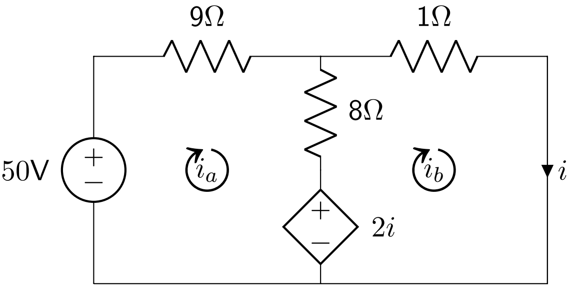
Dado el circuito de la figura usa el teorema de linealidad para calcular

a) i con $v_g = 10 \cdot \beta$[V] b) i con $v_g = 20 \cdot \beta$[V] c) i con $v_g = 10 \cdot \gamma$[V]



Datos: $R_1 = \alpha[\Omega], R_2 = \gamma[\Omega], R_3 = \delta[\Omega]$

Resolvemos primero para $v_g = 50$ [V] usando mallas



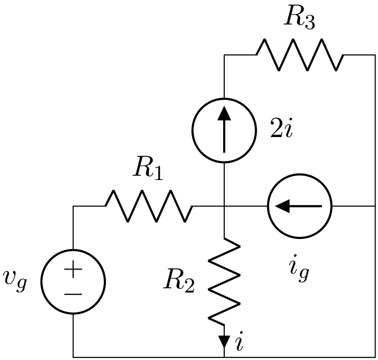
$$\left.\begin{aligned} 50 &= 9i_a + 8(i_a - i_b) + 2i_b \\ 2i_b &= 8(i_b - i_a) + i_b \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{pmatrix} 17 & -6 \\ -8 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_a \\ i_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 50 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} i_a = 4{,}93 \\ i_b = 5{,}63 \end{cases}$$

Para $v_g = 100$, multiplicamos la intensidad por 2, $i_b = 2 \cdot 5{,}63 = 11{,}26$

Para $v_g = 80$, multiplicamos la intensidad por 1.6, $i_b = 1{,}6 \cdot 5{,}63 = 9{,}01$

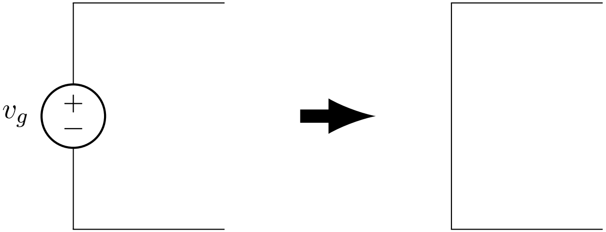
Ejercicio 5-2

Para $v_g = 10 \cdot \epsilon$ [V] y $i_g = \kappa$ [A] la fuente de tensión está generando $100 \cdot \lambda$ [W]. Calcula la intensidad i para $v_g = 5 \cdot \epsilon$ [V] y $i_g = \kappa/2$ [A]

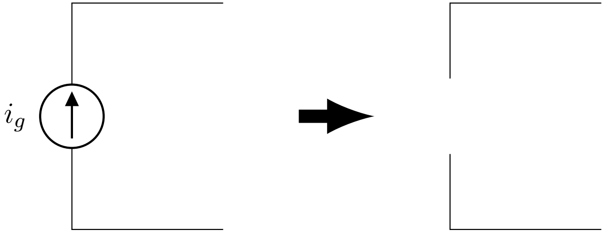


Desactivación de fuentes independientes

Fuente de tensión independiente

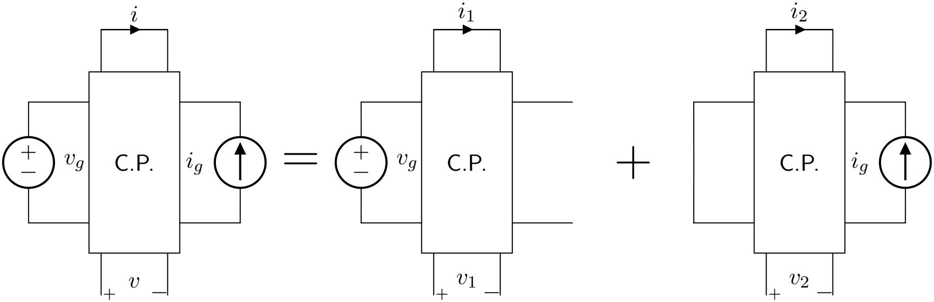


Fuente de intensidad independiente



Teorema superposición

Si un circuito se energiza mediante N fuentes independientes, las tensiones o corrientes del mismo pueden obtenerse como la suma de las correspondientes tensiones o corrientes de cada uno de los circuitos que se obtienen desactivando $N-1$ fuentes independientes en el circuito original



$$i = i_1 + i_2$$

$$v = v_1 + v_2$$

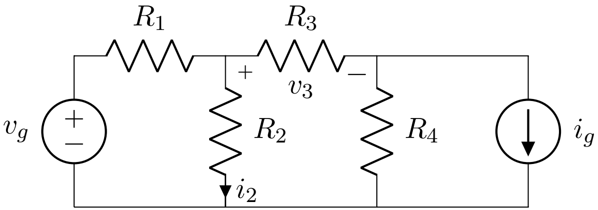
Teorema superposición (cont)

- A veces la aplicación del principio de superposición simplifica los cálculos y otras veces no
- El teorema de superposición es aplicable para el cálculo de tensiones y corrientes, pero no para calcular potencia
- Las fuentes independientes/ (dependientes) solo pueden aparecer activas en uno de los subproblemas
- Las resistencias aparecen en todos los subcircuitos
- Puedes aplicar descomposición agrupando las fuentes de diferentes maneras
- Puedes combinar el teorema de superposición con el teorema de linealidad
- Solo sirve para circuitos lineales!!

Ejercicio 5-3

Usa el teorema de superposición para calcular

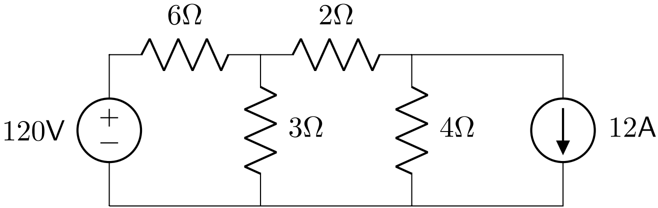
a) i_2 [A] b) v_3 [V] c) P_{vg} [W,gen] d) P_{R4} [W,con]



Datos: $v_g = 100 + 10 \cdot \epsilon$[V], $i_g = 10 + \epsilon$[A], $R_1 = \lambda[\Omega]$, $R_2 = \theta[\Omega]$, $R_3 = \epsilon[\Omega]$, $R_4 = \kappa[\Omega]$

Solución 5-3

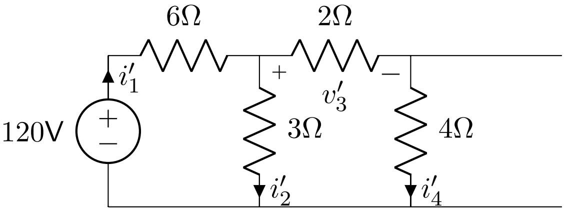
El circuito original es



Aplicamos el teorema de superposición y resolvemos dos problemas más simples

Solución 5-3 (cont)

Resuelvo el circuito con la fuente de tensión y pasivo la fuente de intensidad



$$i'_1 = \frac{120}{6 + 3||6} = 15 \text{ [A]}$$

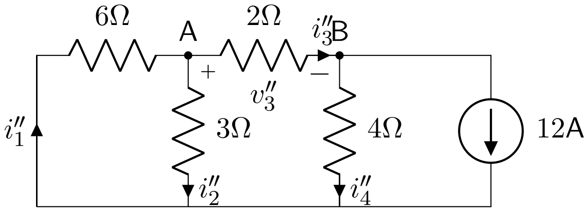
$$i'_2 = \frac{6}{6+3} i'_1 = 10 \text{ [A]}$$

$$i'_4 = i'_1 - i'_2 = 5 \text{ [A]}$$

$$v'_3 = 2 \cdot i'_4 = 10 \text{ [V]}$$

Solución 5-3 (cont)

Resuelvo el circuito con la fuente de intensidad y pasivo la fuente de tensión



$$6||3 + 2 = 4\Omega$$
$$i_3'' = -i_4'' = 6 \text{ [A]}$$
$$i_1'' = \frac{3}{6+3} i_3'' = 2 \text{ [A]}$$
$$i_2'' = i_1'' - i_3'' = -4 \text{ [A]}$$
$$v_3'' = 2 \cdot i_3'' = 12 \text{ [V]}$$

Solución 5-3 (cont)

Sumo los resultados de cada subproblema para calcular las tensiones e intensidad del circuito original

$$
\begin{aligned}
i_1 &= i_1' + i_1'' = 15 + 2 = 17 \text{ [A]} \\
i_2 &= i_2' + i_2'' = 10 - 4 = 6 \text{ [A]} \\
i_4 &= i_4' + i_4'' = 5 - 6 = -1 \text{ [A]} \\
v_3 &= v_3' + v_3'' = 10 + 12 = 22 \text{ [V]}
\end{aligned}
$$

La potencia cedida por la fuente de tensión será:

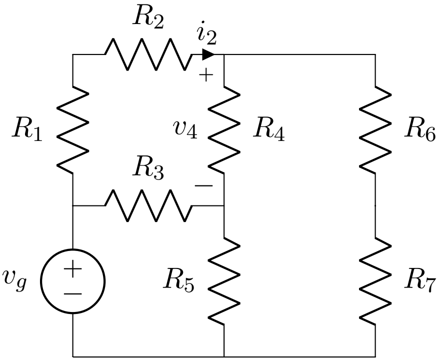
$$P_{vg} = 120 i_1 = 120 \cdot 17 = 2040 \text{ [W,gen]}$$

La potencia consumida por R_4 es

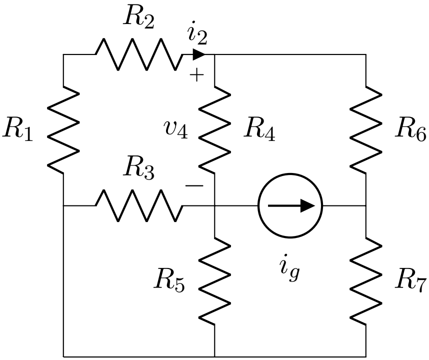
$$P_{R4} = R_4 \cdot i_4^2 = 4 \cdot (-1)^2 = 4 \text{ [W,con]}$$

Ejercicio 5-4

En el circuito de la izquierda, con $v_g = 10 \cdot \alpha$ [V] se obtiene una intensidad $i_2 = \beta$ [A], una tensión $v_4 = \gamma$ [V]
En el circuito de la derecha, con $i_g = \epsilon$ [A] se obtiene una intensidad $i_2 = \eta$ [A], una tensión $v_4 = \theta$ [V]



Circuito 1

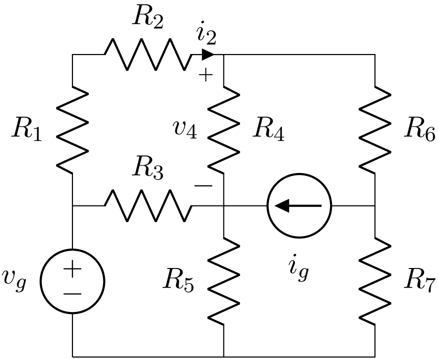


Circuito 2

Para el circuito de la figura calcula:

a) i_2 [A]

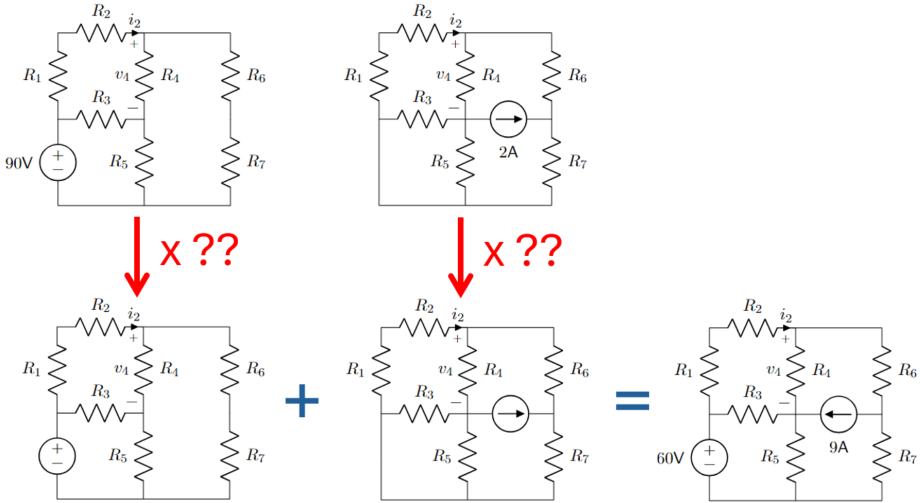
b) v_4 [V]



Circuito 3

Datos: $v_g = 10 \cdot \lambda$ [V], $i_g = \alpha$ [A]

Solución 5-4



Solución 5-4 (cont)

Nos damos cuenta que los dos primeros circuitos son simplemente el resultado de aplicar el teorema de superposición al circuito completo

Circuito	v_g [V]	i_g [A]	i_2 [A]	v_4 [V]
1	90	-	5	8
2	-	2	7	3
3	60	-9	?	?

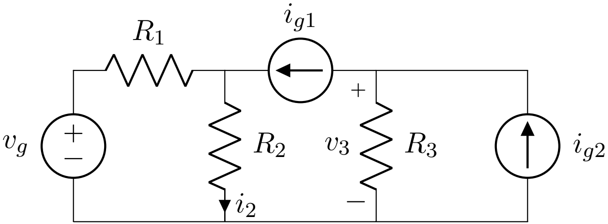
Circuito 3 $= \frac{60}{90} \cdot$ Circuito 1 - $\frac{9}{2} \cdot$ Circuito 2

$$i_2^{(3)} = \frac{60}{90} i_2^{(1)} - \frac{9}{2} i_2^{(2)} = \frac{60}{90} 5 - \frac{9}{2} 7 = -28{,}17 \text{ [A]}$$
$$v_4^{(3)} = \frac{60}{90} v_4^{(1)} - \frac{9}{2} v_4^{(2)} = \frac{60}{90} 8 - \frac{9}{2} 3 = -8{,}17 \text{ [V]}$$

Ejercicio 5-5

Resuelve el circuito usando el teorema de superposición y calcula

a) i_2 [A] b) v_3 [V] c) P_{vg} [W,gen] d) P_{ig_1} [W,gen]



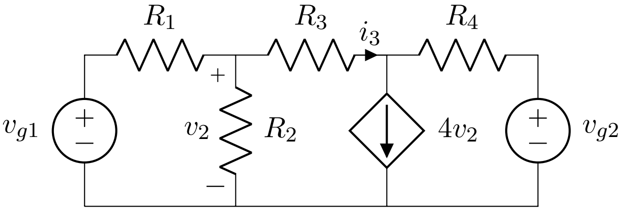
Datos:
$v_g = 10 \cdot \alpha[\mathrm{V}], i_{g1} = \beta[\mathrm{A}], i_{g2} = \gamma[\mathrm{A}], R_1 = \delta[\Omega], R_2 = \epsilon[\Omega], R_3 = \eta[\Omega]$

Ejercicio 5-6

Resuelve el siguiente circuito aplicando superposición y calcula:

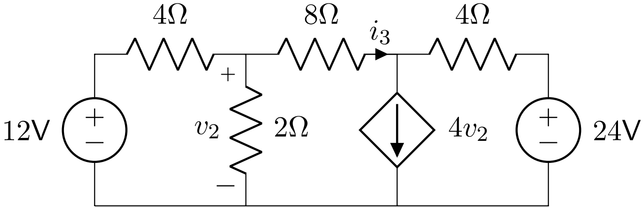
a) i_3 [A]

b) v_2 [V]



Datos: $v_{g1} = 10 + \epsilon$ [V], $v_{g2} = 20 + \kappa$ [V], $R_1 = \kappa$ [Ω], $R_2 = \epsilon$ [Ω], $R_3 = \gamma$ [Ω], $R_4 = \kappa$ [Ω]

Solución 5-6

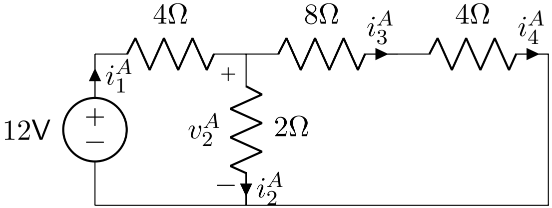


Vamos a resolver este circuito por los el método de superposición. Por lo tanto descomponemos el circuito en

- Circuito A: Fuente independiente de 12V
- Circuito B: Fuente independiente de 24V
- Circuito C: Fuente dependiente de $4v_2$

Solución 5-6 (cont)

Circuito A



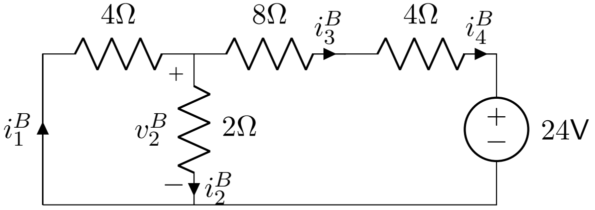
$i_1^A = \dfrac{12}{4 + 2||(8+4)} = 2{,}1$ [A] $\quad i_2^A = 2{,}1\dfrac{12}{14} = 1{,}8$ [A] $\quad i_3^A = 2{,}1\dfrac{2}{14} = 0{,}3$ [A

$v_2^A = 2i_2^A = 3{,}6$ [V]

Importante: La fuente dependiente también está pasivada!!!!

Solución 5-6 (cont)

Circuito B



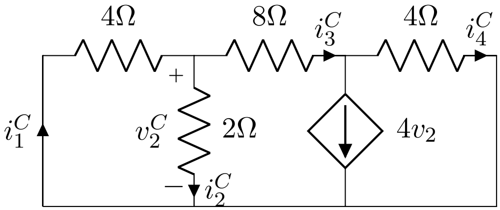
$$i_3^B = \frac{-24}{8+4+4||2} = -1{,}8 \text{ [A]} \qquad i_2^B = 1{,}8\frac{4}{4+2} = 1{,}2 \text{ [A]}$$

$$v_2^B = 2i_2^B = 2{,}4 \text{ [V]}$$

Importante: La fuente dependiente también está pasivada!!!!

Solución 5-6 (cont)

Circuito C



$$i_3^C = 4v_2 \frac{4}{4 + (8 + 4||2)} = 1{,}2v_2 \qquad i_2^C = -1{,}2v_2 \frac{4}{4+2} = -0{,}8v_2$$

$$v_2^C = 2i_2^C = -1{,}6v_2$$

La intensidad de la fuente dependiente depende de v_2 y no de v_2^C!!!!

Solución 5-6 (cont)

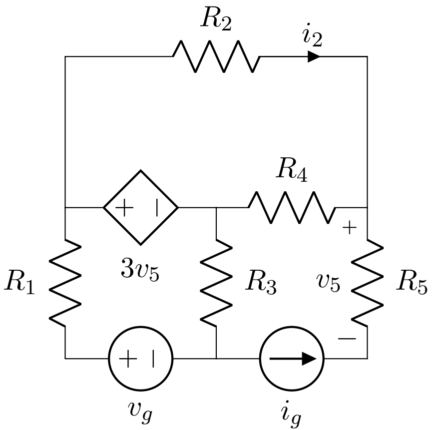
Circuito A + B + C

$$v_2 = v_2^A + v_2^B + v_2^C \implies v_2 = 3{,}6 + 2{,}4 - 1{,}6v_2 \implies v_2 = 2{,}31 \text{ [V]}$$
$$i_3 = i_3^A + i_3^B + i_3^C = 0{,}3 - 1{,}8 + 1{,}2v_2 = 1{,}27 \text{ [A]}$$

Ejercicio 5-7

Resuelve el circuito usando el teorema de superposición y calcula

a) i_2 [A] b) v_5 [V] c) P_{vg} [W,gen] d) P_{ig} [W,gen]



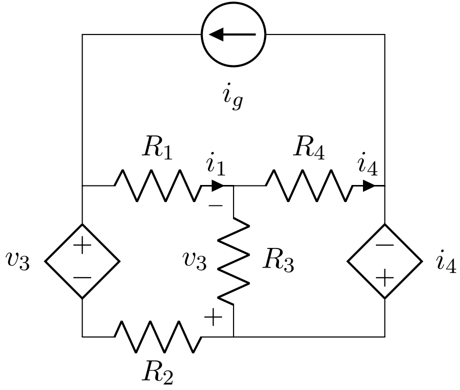
Datos: $v_g = 10 \cdot \epsilon$[V], $i_g = \alpha$[A], $R_1 = \lambda[\Omega]$, $R_2 = \theta[\Omega]$, $R_3 = \epsilon[\Omega]$, $R_4 = \kappa[\Omega]$, $R_5 = \beta[\Omega]$

Ejercicio 5-8

Resuelve el circuito usando el método de superposición y calcula

a) i_1 [A]

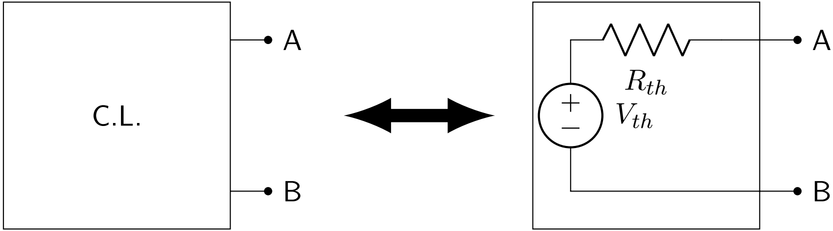
b) v_3 [V]



Datos: $i_g = \epsilon$ [A], $R_1 = \alpha$ [Ω], $R_2 = \beta$ [Ω], $R_3 = \gamma$ [Ω], $R_4 = \delta$ [Ω]

Teorema Thevenin

Todo circuito lineal conectado al exterior a través de una puerta es equivalente a un circuito compuesto simplemente por una fuente ideal de tensión en serie con una resistencia



Teorema Thevenin (cont)

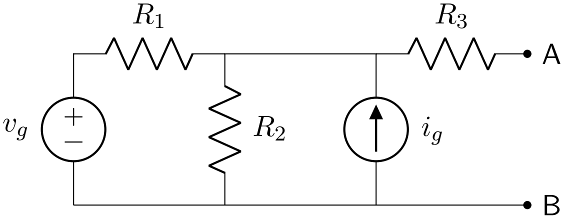
- ¿Cómo se calcula la tensión Thevenin V_{th}?
  - V_{th} es igual a la diferencia de tensión entre los terminales A y B con el circuito original. También se conoce como tensión a circuito abierto.
  - Cuidado con el signo de la tensión!!
- ¿Cómo se calcula la resistencia Thevenin R_{th}?
  - Si solo hay fuentes independientes
    1) Se desactivan las fuentes independientes
    2) Se calcula la resistencia equivalente entre A y B (serie, paralelo,...)
  - En cualquier caso
    1) Se desactivan las fuentes independientes
    2) Se dejan en el circuito las fuentes dependientes
    3) Se coloca una tensión de prueba v_0 entre los terminales A y B
    4) Se calcula la intensidad suministrada por la fuente de prueba i_0 (mallas, nudos, superposición,...)
    5) Se calcula la resistencia Thevenin como $R_{th} = \frac{v_0}{i_0}$
  - La resistencia Thevenin puede ser negativa!!

Ejercicio 5-9

Calcula el equivalente Thevenin entre los terminales A y B

a) V_{th} [V]

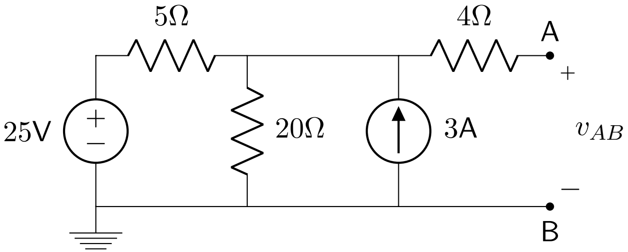
b) $R_{th}[\Omega]$



Datos: $v_g = 10 \cdot \epsilon + \beta$[V]$, i_g = \theta$[A]$, R_1 = \beta[\Omega], R_2 = 10 \cdot \epsilon[\Omega], R_3 = \kappa[\Omega]$

Solución 5-9

En primer lugar calculamos la tensión a circuito abierto usando el método de nudos (normalmente suele ser más fácil)



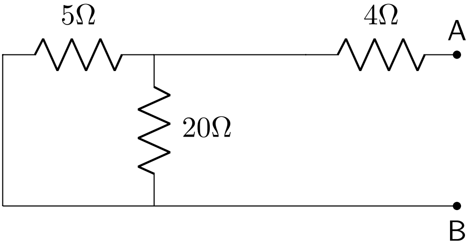
$$\frac{v_A - 25}{5} + \frac{v_A}{20} = 3 \implies v_A = 32 \text{ [V]}$$

Y por lo tanto

$$v_{AB} = v_A - v_B = 32 - 0 = 32 \text{ [V]}$$

Solución 5-9 (cont)

En segundo lugar pasivamos las fuentes independientes y calculamos la resistencia equivalente entre A y B



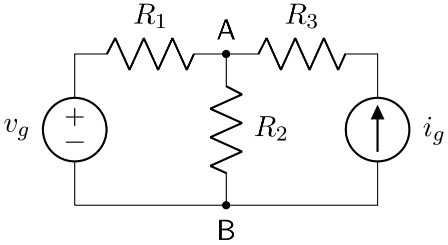
$$R_{th} = 4 + 5||20 = 4 + \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} = 8[\Omega]$$

Ejercicio 5-10

Calcula el equivalente Thevenin entre los terminales A y B

a) V_{th} [V]

b) $R_{th}[\Omega]$



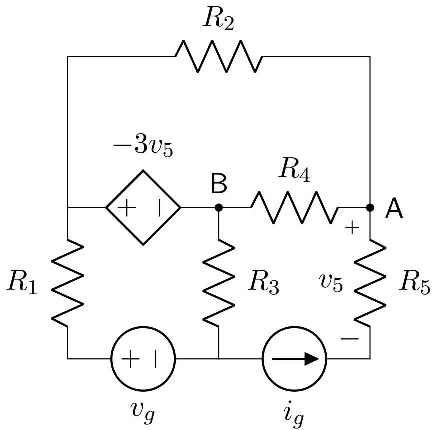
Datos: $v_g = 10 \cdot \alpha$[V], $i_g = \beta$[A], $R_1 = \delta[\Omega]$, $R_2 = \epsilon[\Omega]$, $R_3 = \eta[\Omega]$

Ejercicio 5-11

Calcula el equivalente Thevenin entre los terminales A y B

a) V_{th} [V]

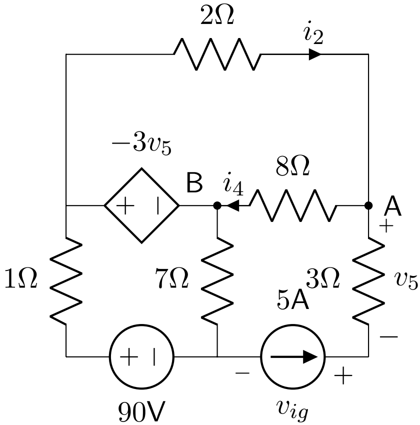
b) $R_{th}[\Omega]$



Datos: $v_g = 10 \cdot \alpha$[V]$, i_g = \beta$[A]$, R_1 = \delta[\Omega], R_2 = \epsilon[\Omega], R_3 = \eta[\Omega], R_4 = \gamma[\Omega], R_5 = \theta[\Omega]$

Solución 5-11

En primer lugar calculamos la tensión entre los terminales A y B con el circuito original



$$v_5 = -15$$

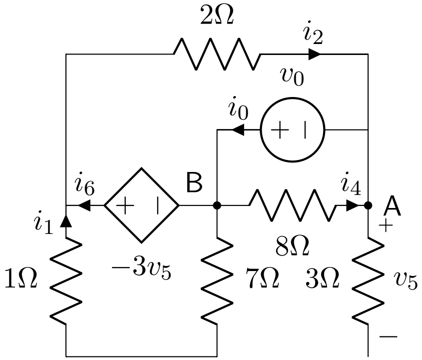
$$45 = 2i_2 + 8(i_2 + 5) \implies i_2 = 0{,}5$$

$$v_{AB} = 8(i_2 + 5) = 44$$

$$V_{th} = 44 \text{ [V]}$$

Solución 5-11 (cont)

Como tenemos fuentes dependientes, pasivamos las independientes y usamos una tensión de prueba entre los terminales A y B.



Como $v_5 = 0$, tenemos

$$i_1 = 0$$

$$i_2 = \frac{v_0}{2}$$

$$i_4 = \frac{v_0}{8}$$

$$i_6 = i_2 - i_1 = \frac{v_0}{2}$$

$$i_0 = i_1 + i_4 + i_6 = \frac{5v_0}{8}$$

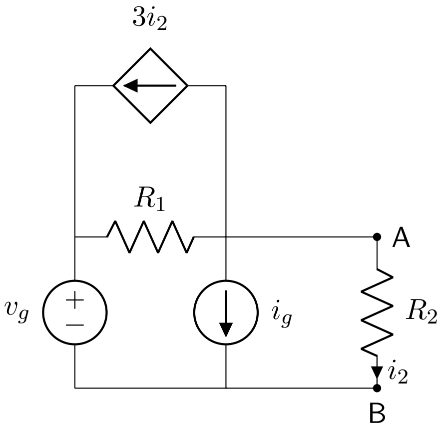
La resistencia Thevenin se calcula como $R_{th} = \frac{v_0}{i_0} = \frac{8}{5} = 1{,}6\Omega$

Ejercicio 5-12

Calcula el equivalente Thevenin entre los terminales A y B

a) V_{th} [V]

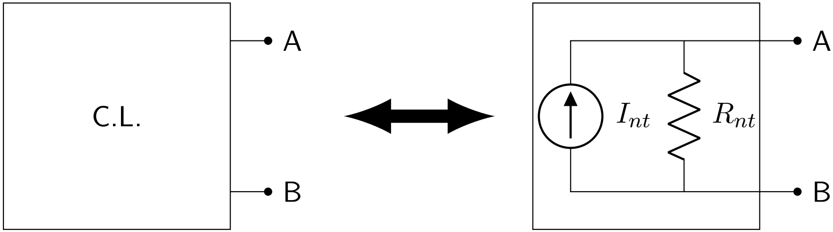
b) $R_{th}[\Omega]$



Datos: $v_g = 10 \cdot \alpha$[V]$, i_g = \beta$[A]$, R_1 = \delta[\Omega], R_2 = \epsilon[\Omega]$

Teorema Norton

Todo circuito lineal conectado al exterior a través de una puerta es equivalente a un circuito compuesto simplemente por una fuente ideal de intensidad en paralelo con una resistencia

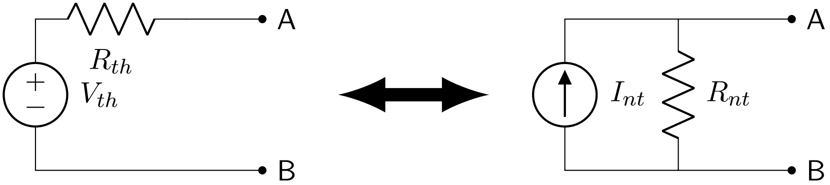


Teorema Norton (cont)

- ¿Cómo se calcula la intensidad Norton I_{nt}?
  - I_{nt} es igual a la intensidad que circularía entre los terminales A y B si estos son conectados con un cable de resistencia nula. También se conoce como corriente de cortocircuito.
  - Cuidado con el signo de la intensidad!!
- ¿Cómo se calcula la resistencia Norton R_{nt}?
  - Si solo hay fuentes independientes
    1) Se desactivan las fuentes independientes
    2) Se calcula la resistencia equivalente entre A y B (serie, paralelo,...)
  - En cualquier caso
    1) Se desactivan las fuentes independientes
    2) Se dejan en el circuito las fuentes dependientes
    3) Se coloca una tensión de prueba v_0 entre los terminales A y B
    4) Se calcula la intensidad suministrada por la fuente de prueba i_0 (mallas, nudos, superposición,...)
    5) Se calcula la resistencia Thevenin como $R_{th} = \frac{v_0}{i_0}$
  - La resistencia Norton puede ser negativa!!
- Siempre se cumple que $R_{th} = R_{nt}$

Teorema Thevenin-Norton

$$V_{th} = R_{th} I_{nt}$$

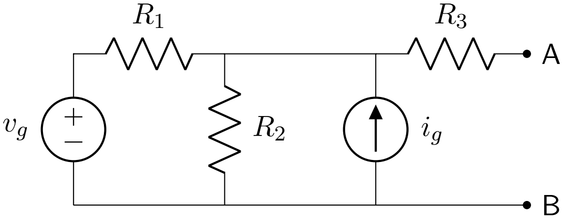


Ejercicio 5-13

Calcula el equivalente Norton entre los terminales A y B

a) I_{nt} [A]

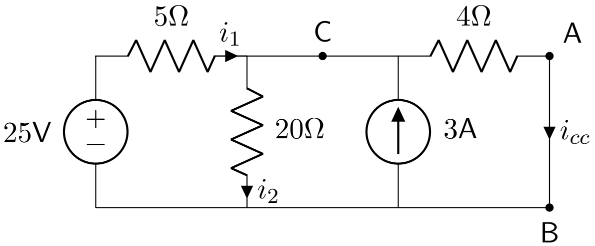
b) $R_{nt}[\Omega]$



Datos: $v_g = 10 \cdot \epsilon + \beta$[V], $i_g = \theta$[A], $R_1 = \beta[\Omega]$, $R_2 = 10 \cdot \epsilon[\Omega]$, $R_3 = \kappa[\Omega]$

Solución 5-13

En primer lugar añadimos un cable entre los terminales A y B y calculamos la intensidad i_{cc} que circula por dicho cable aplicando nudos



$$\frac{25 - v_C}{5} + 3 = \frac{v_C}{20} + \frac{v_C}{4} \implies v_C = 16 \text{ [V]}$$

Y por lo tanto

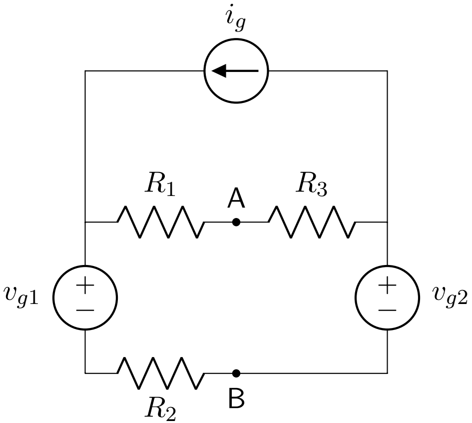
$$i_{cc} = \frac{v_C}{4} = 4 \text{ [A]}$$

Ejercicio 5-14

Calcula el equivalente Norton entre los terminales A y B

a) I_{nt} [A]

b) $R_{nt}[\Omega]$



Datos:

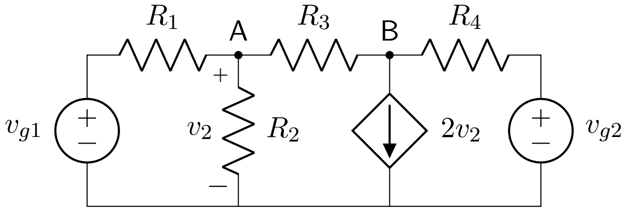
$v_{g1} = \beta$[V], $v_{g2} = 10 \cdot \delta$[V], $i_g = \delta$[A], $R_1 = \delta[\Omega]$, $R_2 = \epsilon[\Omega]$, $R_3 = \epsilon[\Omega]$

Ejercicio 5-15

Calcula el equivalente Norton entre los terminales A y B

a) I_{nt} [A]

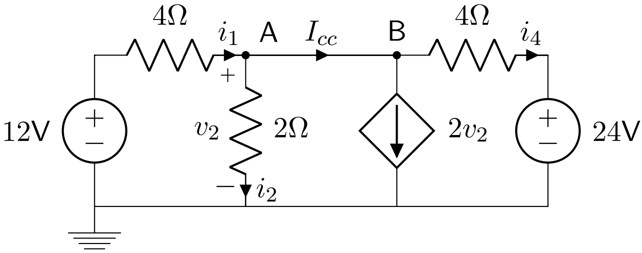
b) $R_{nt}[\Omega]$



Datos: $v_{g1} = 10 + \epsilon$[V]$, v_{g2} = 20 + \kappa$[V]$, R_1 = \kappa[\Omega], R_2 = \epsilon[\Omega], R_3 = \gamma[\Omega], R_4 = \kappa[\Omega]$

Solución 5-15

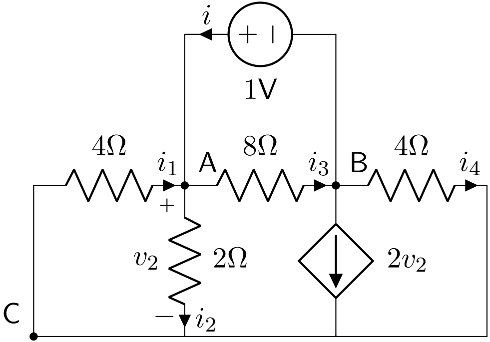
Cortocircuitamos los terminales A y B por lo que la resistencia R_3 no tiene ningún efecto en la resolución del circuito. Aplicamos método de nudos.



$$\frac{12 - v_A}{4} = \frac{v_A}{2} + 2v_A + \frac{v_A - 24}{4} \implies v_A = 3 \text{ [V]}$$

$$I_{cc} = \frac{v_A - 24}{4} + 2v_A = 0{,}75 \text{ [A]}$$

Para calcular la resistencia Thevenin pasivamos las fuentes independientes y colocamos una fuente de prueba entre los terminales A y B. Aplicamos el método de nudos usando como referencia B ($v_B = 0$ [V], $v_A = 1$ [V]).



$$\frac{1 - v_C}{2} + 2 \cdot (1 - v_C) + \frac{0 - v_C}{4} = \frac{v_C - 1}{4} \implies v_C = 0{,}92 \text{ [V]}$$

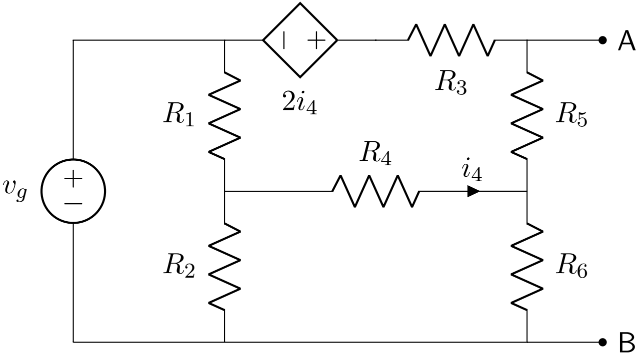
$$i + \frac{v_C - 1}{4} = \frac{1 - v_C}{2} + \frac{1 - 0}{8} \implies i = 0{,}185 \text{ [A]} \implies R_{th} = \frac{1}{i} = 5{,}41\Omega$$

Ejercicio 5-16

Calcula el equivalente Norton entre los terminales A y B

a) I_{nt} [A]

b) $R_{nt}[\Omega]$



Datos: $v_g = 10 \cdot \alpha$[V], $R_1 = \beta[\Omega], R_2 = \beta[\Omega], R_3 = \gamma[\Omega], R_4 = \epsilon[\Omega], R_5 = \eta[\Omega], R_6 = \eta[\Omega]$

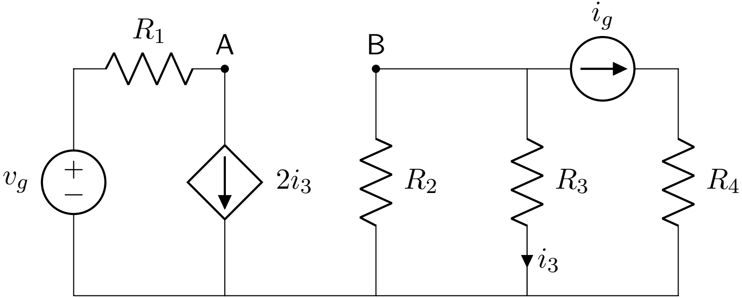
Ejercicio 5-17

Para el circuito de la figura, calcula de manera independiente la tensión Thevenin, la resistencia Thevenin, y la intensidad Norton entre los terminales A y B.

a) V_{th} [V]

b) $R_{th}[\Omega]$

c) I_{nt} [A]



Datos:

$v_g = 10 \cdot \delta$[V]$, i_g = \theta$ [A]$, R_1 = \epsilon[\Omega], R_2 = \epsilon[\Omega], R_3 = \delta[\Omega], R_4 = \theta[\Omega]$

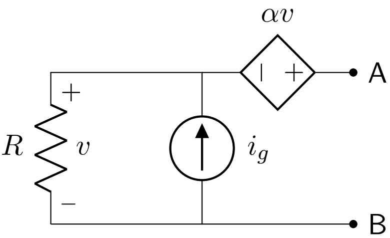
Ejercicio 5-18

Para el circuito de la figura, calcula de manera independiente la tensión Thevenin, la resistencia Thevenin, y la intensidad Norton entre los terminales A y B.

a) V_{th} [V]

b) $R_{th}[\Omega]$

c) I_{nt} [A]



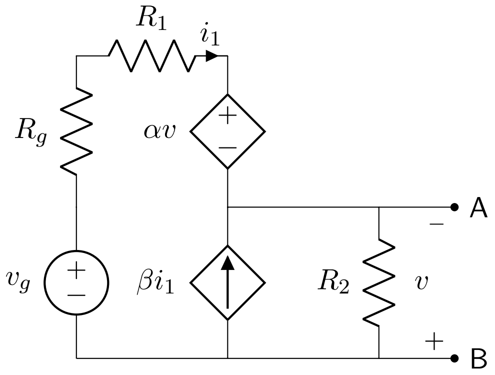
Datos: $i_g = \beta$ [A], $R = \gamma[\Omega]$

Para el circuito de la figura, calcula de manera independiente la tensión Thevenin, la resistencia Thevenin, y la intensidad Norton entre los terminales A y B.

a) V_{th} [V]

b) $R_{th}[\Omega]$

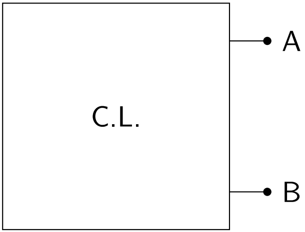
c) I_{nt} [A]



Datos: $v_g = 10 \cdot \gamma$ [V], $R_g = \delta[\Omega]$, $R_1 = \epsilon[\Omega]$, $R_2 = \eta[\Omega]$

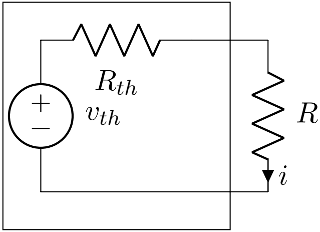
Ejercicio 5-20

Tenemos un circuito eléctrico formado únicamente por resistencias y fuentes independientes de tensión e intensidad, y solo tenemos acceso a los terminales A y B de la figura. Si corcocircuitamos dichos terminales, circula una intensidad de $10 \cdot \alpha$ [A]. Si colocamos entre dichos terminales una resistencia de $\beta[\Omega]$, ésta consume una potencia de $10 \cdot \gamma$ [W,con]. Calcular la potencia que consumiría una resistencia de $\delta[\Omega]$ entre los terminales A y B.



Máxima transferencia de potencia

¿Valor de $R \geqslant 0$ que consume la máxima potencia?



$$i = \frac{v_{th}}{R_{th} + R}$$

$$P = Ri^2 = R\left(\frac{v_{th}}{R_{th} + R}\right)^2$$

- Caso normal ($R_{th} \geqslant 0$): Calculamos el máximo de P derivando con respecto a R e igualando a 0

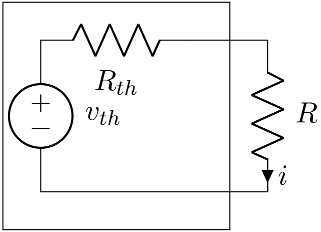
$$\frac{\partial P}{\partial R} = \left(\frac{v_{th}}{R_{th} + R}\right)^2 + R \cdot 2\left(\frac{v_{th}}{R_{th} + R}\right)\frac{-v_{th}}{(R_{th} + R)^2} = \frac{(R_{th} - R)v_{th}^2}{(R_{th} + R)^3}$$

$$\frac{\partial P}{\partial R} = 0 \implies R = R_{th}$$

$$P^{\text{máx}} = R_{th}\left(\frac{v_g}{R_g + R_{th}}\right)^2 = \frac{v_{th}^2}{4R_{th}}$$

Máxima transferencia de potencia (cont)

¿Valor de $R \geqslant 0$ que consume la máxima potencia?



$$i = \frac{v_{th}}{R_{th} + R}$$

$$P = Ri^2 = R\left(\frac{v_{th}}{R_{th} + R}\right)^2$$

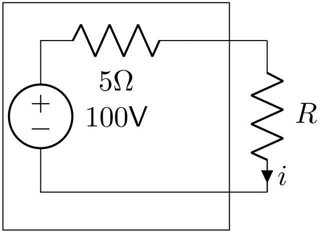
- Caso degenerado ($R_{th} < 0$): Este caso solo se da si hay fuentes dependientes en el circuito. La función $P(R)$ tiene a infinito para $R = -R_{th}$. La resistencia que consume la máxima potencia será

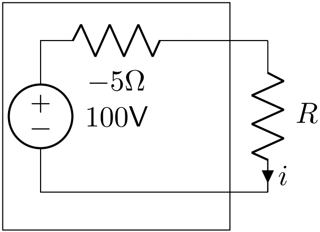
$$R = -R_{th}$$

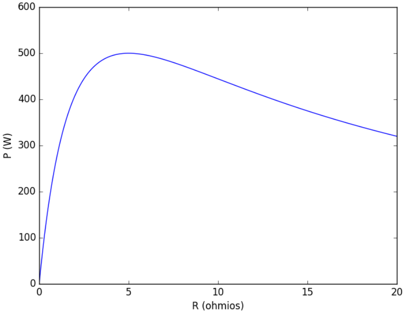
La fuente ideal estaría cortocircuitada, lo que daría lugar (en teoría) a una intensidad i y una potencia consumida por R igual a infinito

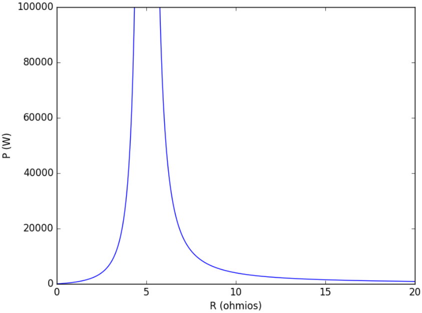
$$P^{\text{máx}} = \infty(999999{,}99)$$

Máxima transferencia de potencia (cont)







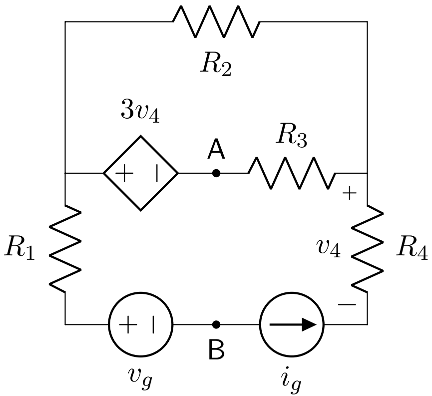


Ejercicio 5-21

Calcula la resistencia a colocar entre A y B para que consuma la máxima potencia así como la potencia consumida por dicha resistencia

a) $R^{\text{máx}}[\Omega]$

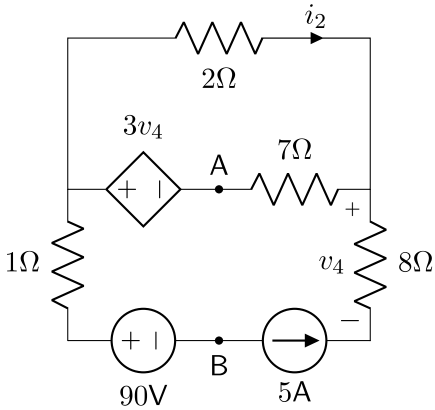
b) $P^{\text{máx}}$ [W,con]



Datos:
$v_g = 10 \cdot \alpha[\text{V}], i_g = \beta[\text{A}], R_1 = \delta[\Omega], R_2 = \epsilon[\Omega], R_3 = \eta[\Omega], R_4 = \gamma[\Omega]$

Solución 5-21

Calculamos la tensión Thevenin

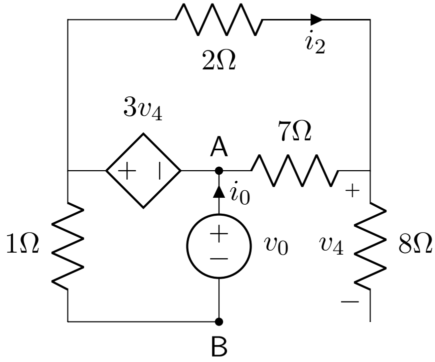


$$v_4 = -5 \cdot 8 = -40$$

$$v_{th} = -3v_4 + 1 \cdot 5 + 90 \implies v_{th} = 215 \text{ [V]}$$

Solución 5-21 (cont)

Calculamos la resistencia Thevenin



$$i_0 = \frac{v_0}{1} \implies R_{th} = \frac{v_0}{i_0} = 1\Omega$$

$$R^{\text{máx}} = R_{th} = 1\Omega$$

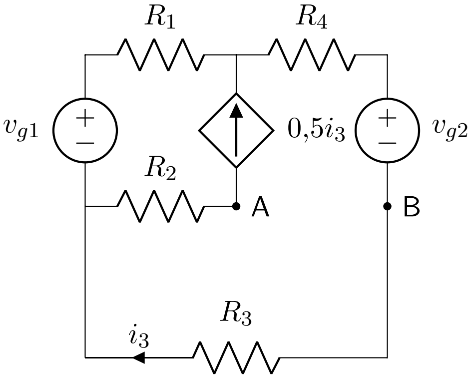
$$P^{\text{máx}} = \frac{v_{th}^2}{4R_{th}} = 11556{,}25 \text{ [W,con]}$$

Ejercicio 5-22

Calcula la resistencia a colocar entre A y B para que consuma la máxima potencia así como la potencia consumida por dicha resistencia

a) $R^{\text{máx}}[\Omega]$

b) $P^{\text{máx}}$ [W,con]



Datos: $v_{g1} = 100 \cdot \epsilon$[V], $v_{g2} = 10 \cdot \gamma$[V], $R_1 = \theta[\Omega]$, $R_2 = \alpha[\Omega]$, $R_3 = \eta[\Omega]$, $R_4 = \beta[\Omega]$

Ejercicio 5-23*

a) Dado el circuito de la figura calcula la R_{th} entre A y B [Ω]

Si entre A y B se coloca una bobina de 4H calcula

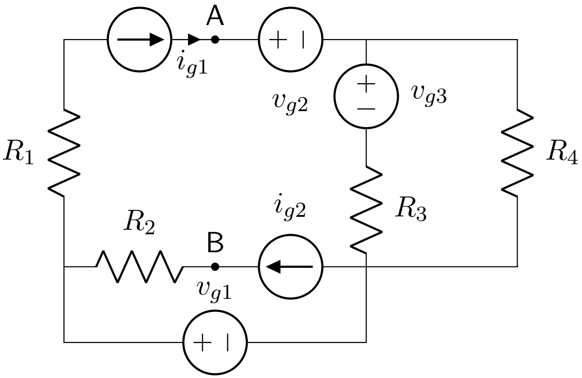
b) w_L [J]

c) $P_{i_{g1}}$ [W,con]

d) $P_{v_{g2}}$ [W,con]

Si sustituimos la bobina por una conductancia variable, calcula

e) Potencia máxima que podrá consumir dicha conductancia [W,con]



$v_{g1} = \delta$ [V]

$v_{g2} = \epsilon$ [V]

$v_{g3} = \theta$ [V]

$i_{g1} = \beta$ [A]

$i_{g2} = \eta$ [A]

$R_1 = \alpha$ [Ω]

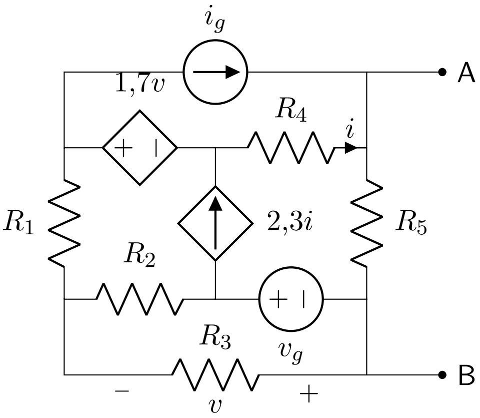
$R_2 = \gamma$ [Ω]

$R_3 = \kappa$ [Ω]

$R_4 = \lambda$ [Ω]

Ejercicio 5-24*

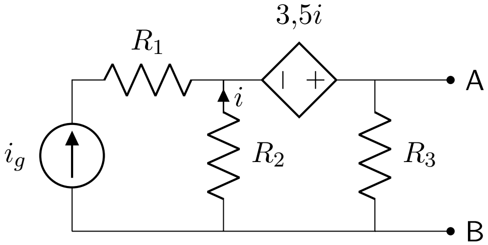
Calcula el valor de la resistencia que colocada entre A y B consume la máxima potencia [Ω].



Datos: $v_g = \eta$ [V], $i_g = \alpha$ [A], $R_1 = \beta$ [Ω], $R_2 = \gamma$ [Ω], $R_3 = \delta$ [Ω], $R_4 = \epsilon$ [Ω], $R_5 = \theta$ [Ω]

Ejercicio 5-25*

Calcula el valor de la resistencia que colocada entre A y B consume la máxima potencia [Ω].

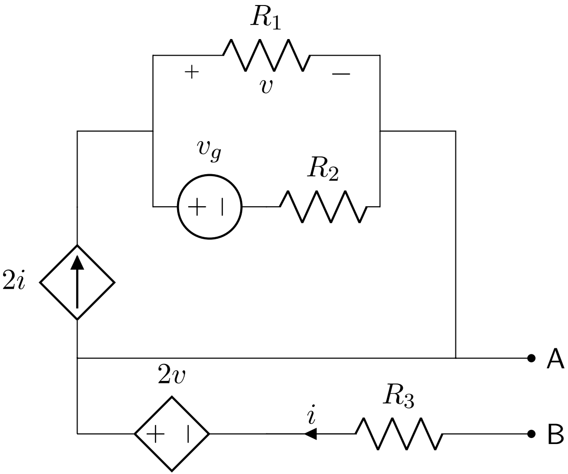


Datos: $i_g = \alpha$ [A], $R_1 = \beta$ [Ω], $R_2 = \gamma$ [Ω], $R_3 = \delta$ [Ω]

Ejercicio 5-26*

Para el circuito de la figura, calcula de manera independiente la tensión Thevenin, la resistencia Thevenin, y la intensidad Norton entre los terminales A y B.

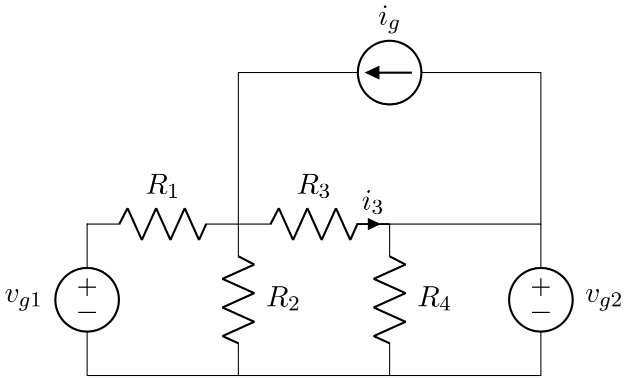
a) V_{th} [V]　　b) R_{th} [Ω]　　c) I_{nt} [A]



$$v_g = \alpha \text{ [V]}$$
$$R_1 = \beta \ [\Omega]$$
$$R_2 = \gamma \ [\Omega]$$
$$R_3 = \delta \ [\Omega]$$

Ejercicio 5-27*

Resuelve el circuito usando el método de superposición y calcula i_3 [A]



Datos: $v_{g1} = \alpha$ [V], $v_{g2} = \theta$ [V], $i_g = \epsilon$ [A], $R_1 = \beta$ [Ω], $R_2 = \gamma$ [Ω], $R_3 = \delta$ [Ω], $R_4 = \eta$ [Ω]