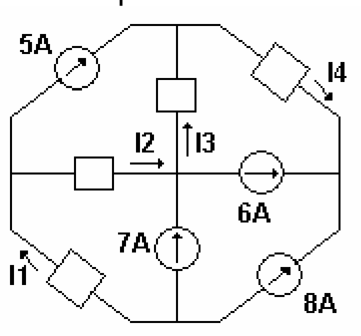
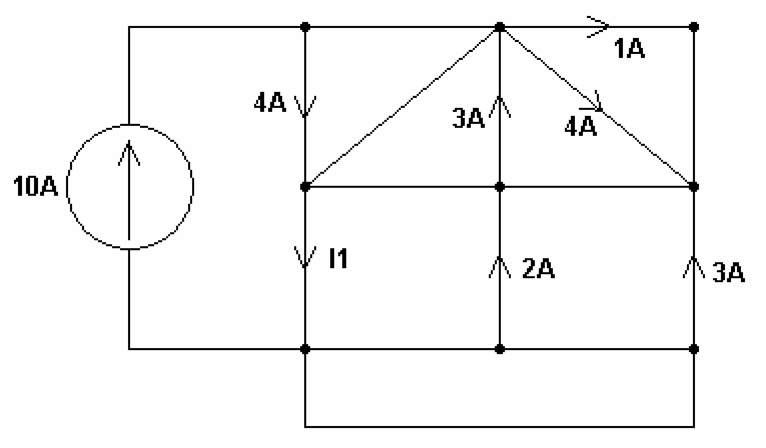
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE ING. ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS

Problemas Resultos – DeCarlo Cap. 02 – Leyes de Voltajes y Corrientes de Kirchhoff

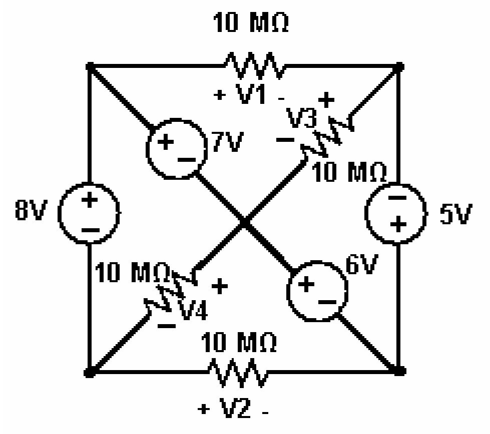
1. Aplicar KCL sucesivamente para encontrar I1, I2, I3 e I4.



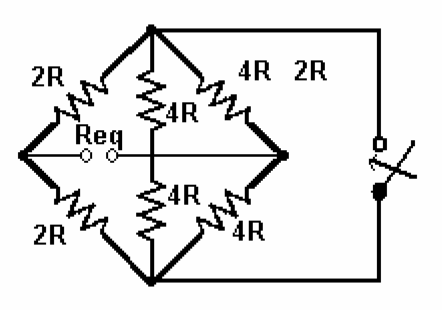
2. Encontrar I1.



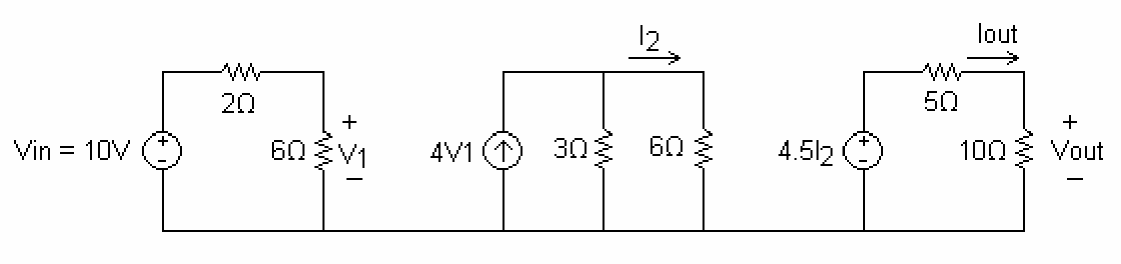
3. Determinar V1, V2, V3, V4.



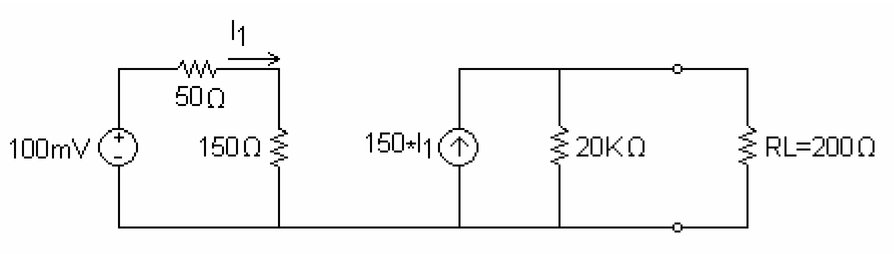
4. Calcular la resistencia equivalente Req cuando el interruptor está abierto y cuando está cerrado.



5. Para el siguiente circuito calcular
    a. El voltaje de salida Vout y la corriente de salida Iout
    b. La ganancia Vin/Vout

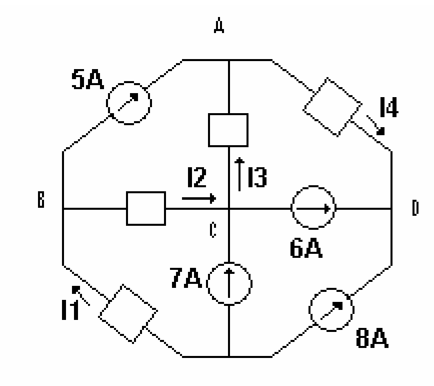


6. Encontrar la potencia absorbida por la carga RL



SOLUCIÓN

Punto 1



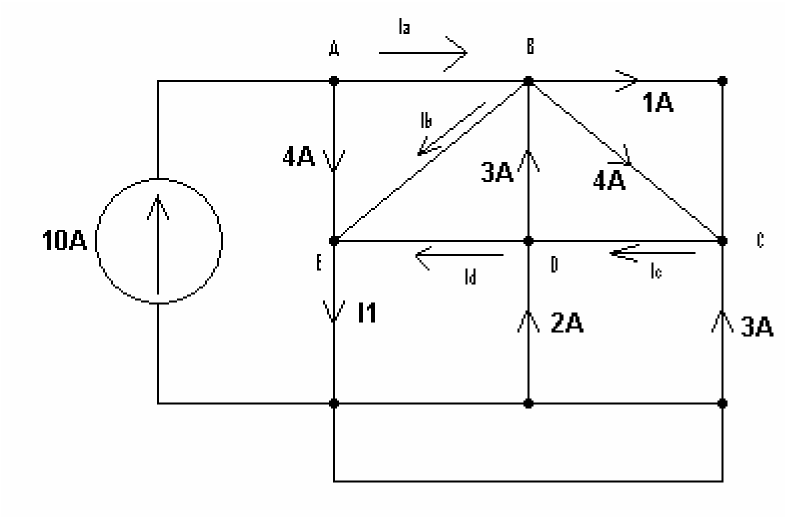
Planteamos ecuaciones para los nodos A, B, C, D a partir de KCL:

Nodo A: $5A + I_3 = I_4$
Nodo B: $5A + I_2 = I_1$
Nodo C: $7A + I_2 = I_3 + 6A$
Nodo D: $6A + 8A + I_4 = 0$

Este sistema lo podemos resolver en calculadora y obtenemos

I_1= - 15A **I_2= - 20A** **I_3=- 19A** **I_4= - 14A**

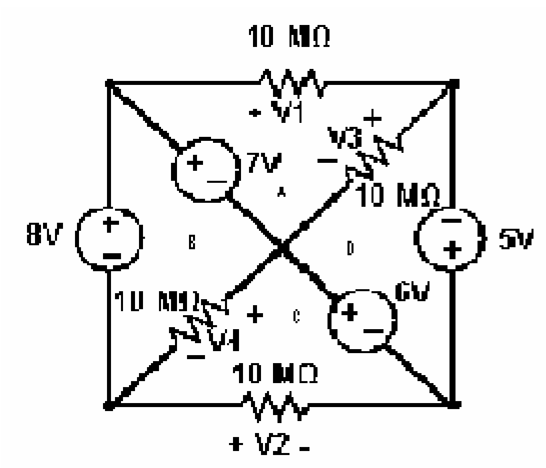
Punto 2



Nodo A
$10A - 4A = I_a \Rightarrow I_a = 6A$
Nodo B
$3A - 4A - 1A + I_a = I_b \Rightarrow I_b = 4A$
Nodo C
$I_c = 4A + 3A + 1A \Rightarrow I_c = 8A$
Nodo D
$I_d = I_c + 2A - 3A \Rightarrow I_d = 7A$
Nodo E
$I_1 = 4A + I_b + I_d$

$\mathbf{I_1 = 15A}$

Punto 3



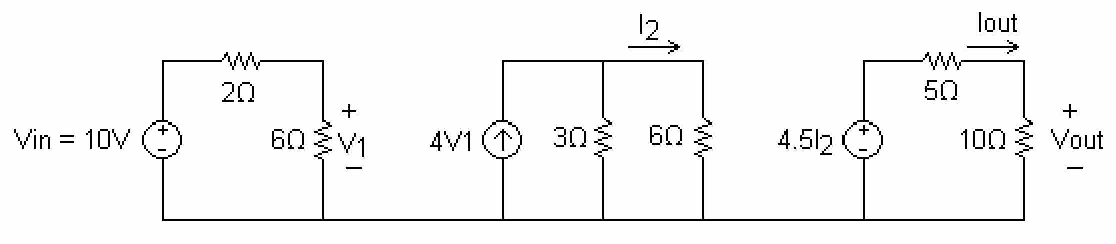
Malla B: $8V - 7V - V_4 = 0 \Rightarrow$ $\mathbf{V_4 = 1V}$

Malla C: $1V - 6V + V_2 = 0 \Rightarrow$ $\mathbf{V_2 = 5V}$

Malla D: $6V + V_3 + 5V = 0 \Rightarrow$ $\mathbf{V_3 = -11V}$

Malla A: $-V_1 + 11V + 7V = 0 \Rightarrow$ $\mathbf{V_1 = 18V}$

Punto 5



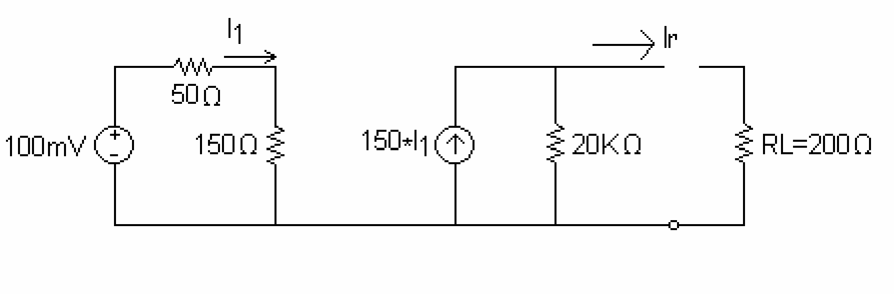
Por divisor de voltaje $\Rightarrow V_1 = \dfrac{6\Omega}{6\Omega + 2\Omega} * 10V = 7.5V$

Por divisor de corriente $\Rightarrow I_2 = \dfrac{3\Omega}{3\Omega + 6\Omega} * 4 * 7.5A = 10A$

Por divisor de voltaje $\Rightarrow \bullet\, Vout = \dfrac{10\Omega}{10\Omega + 15\Omega} * 4.5 * 10V = 30V$

$\bullet\, I_{out} = \dfrac{45V}{15\Omega} = 3A$ $\bullet$ *Ganancia* $= \dfrac{V_{out}}{V_{in}} = \dfrac{30\ V}{10\ V} = 3$

Punto 6

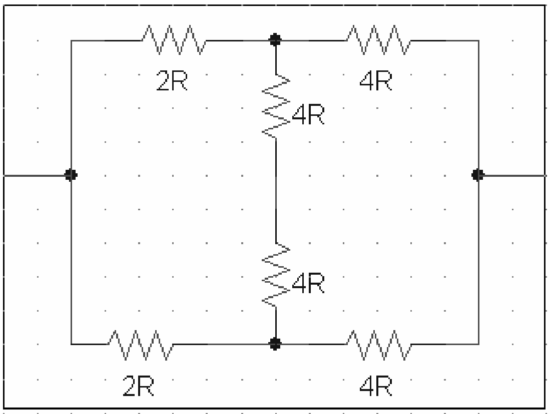


Por Ohm: $I_1 = \dfrac{100mV}{200\Omega} = 0.5mA$

Por divisor de corriente: $I_r = \dfrac{20K\Omega}{20K\Omega + 0.2K\Omega} * 0.5mA * 150 = 74.25mA$

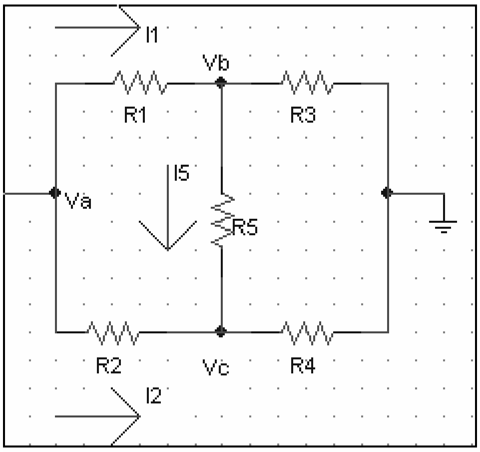
- $P_r = (74.25mA)^2 * (200\Omega) = 1.1W$

Punto 4



El circuito es el puente de wheastone equilibrado, por lo cual no hay corriente a través de las resistencias centrales de 4R

PUENTE DE WHEATSTONE



Se busca una relación de R1, R2, R3, R4 para que I_5=0.

Si I5=0 ➔ $V_b = V_c$

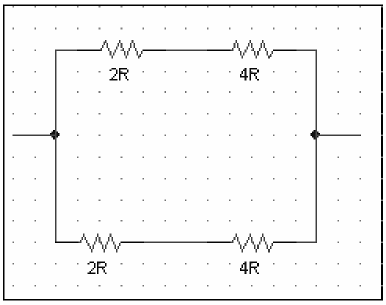
Del Nodo B: $\dfrac{V_a - V_b}{R_1} = \dfrac{V_b}{R_3}$ (1)

Del nodo C: $\dfrac{V_a - V_c}{R_2} = \dfrac{V_c}{R_4}$ (2)

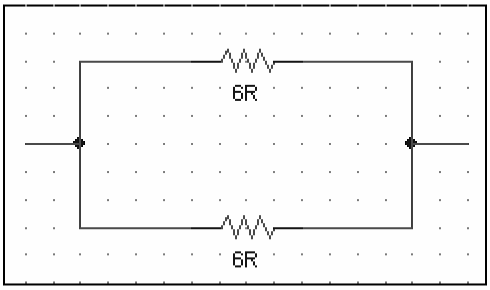
Pero $V_b = V_c$ ➔ (2)' $\dfrac{V_a - V_b}{R_1} = \dfrac{V_b}{R_4}$

Dividiendo (1) entre (2)' $\dfrac{R_1}{R_2} = \dfrac{R_3}{R_4}$ condición de equilibrio, en la cual $I_5 = 0$

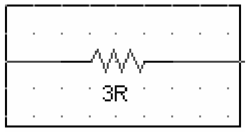
Como vemos, la condición de equilibrio se cumple ya que $\dfrac{2R}{2R} = \dfrac{4R}{4R}$, entonces podemos eliminar las dos resistencias centrales de 4R.



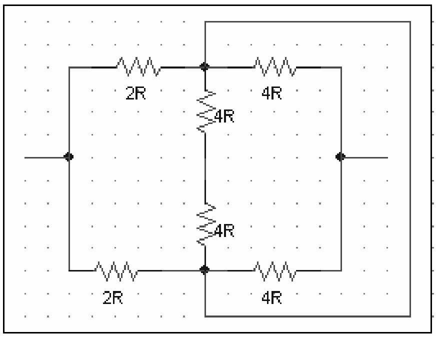
Req_1 = 2R+4R=6R



Req = (6R || 6R)=3R



B) Cuando el interruptor esta cerrado



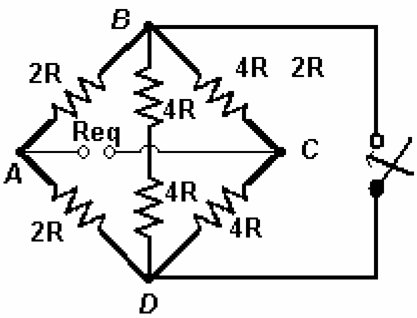
Nuevamente el puente esta en equilibrio entonces Vb=Vc. Debido a esto, el corto que introduceel interruptor No tiene ningun efecto sobre el circuito y Req se mantiene

Req= 3R

Anexo al ejercicio 4.

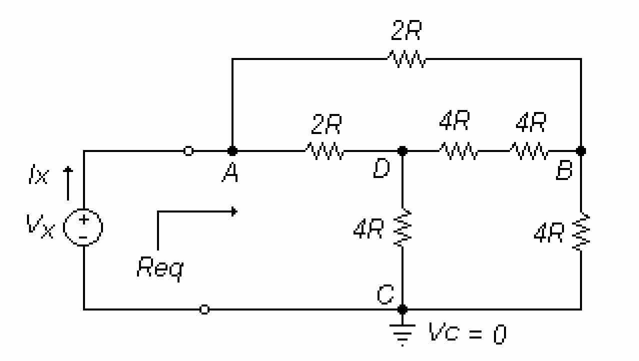
Nota: Esta es otra manera de solucionar el ejercicio diferente a la presentada por el monitor en la solución de la tarea en la cual se utilizó el Puente de Wheatstone el cual ustedes aún no conocen).

Calcular la resistencia equivalente *Req* cuando el interruptor está abierto.



El circuito anterior entre los nodos A y C es equivalente al siguiente, al cual se le ha adicionado una fuente de voltaje de prueba con un voltaje *Vx*, que al conectarlo entre los nodos AC produce una corriente *Ix*. Por lo tanto la resistencia equivalente será:

$$Req = Vx / Ix$$



Este problema se puede solucionar conociendo la corriente *Ix* que se puede calcular a partir de las corrientes de rama I_{AD} e I_{AB}, las cuales a su vez se obtienen de los voltajes y las resistencias entre los nodos A y D y A y B respectivamente:

$$I_{CA} + I_{DA} + I_{BA} = 0$$
$$I_X + I_{DA} + I_{BA} = 0$$
$$I_X = -I_{DA} - I_{BA} = I_{AD} + I_{AB}$$
$$I_X = V_{AD}/2R + V_{AB}/2R$$
$$I_X = 1/2R\,[(V_A - V_D) + (V_A - V_B)]$$
$$I_X = 1/2R\,[2V_A - V_D - V_B]$$

Como $V_A = V_X$:

$$I_X = 1/2R\,[2V_X - V_D - V_B]$$

El problema se limita a conocer los voltajes de los nodos B y D. Para calcularlos planteamos dos ecuaciones de KCL en estos dos nodos:

Nodo D:

$$(V_A - V_D)/2R + (V_B - V_D)/8R + (V_C - V_D)/4R = 0$$

Como $V_C = 0$, entonces $V_A = V_X$ y multiplicando por $8R$:

$$(V_X - V_D)/2R + (V_B - V_D)/8R + (-V_D)/4R = 0$$
$$4V_X - 4V_D + V_B - V_D - 2V_D = 0$$
$$4V_X - 7V_D + V_B = 0$$
$$\mathbf{V_B - 7V_D = -4V_X}$$

Nodo B:

$$(V_D - V_B)/8R + (V_A - V_B)/2R + (V_C - V_B)/4R = 0$$

Como $V_C = 0$, entonces $V_A = V_X$ y multiplicando por $8R$:

$$\mathbf{-7V_B + V_D = -4V_X}$$

Las dos ecuaciones resultantes en forma matricial son:

$$\begin{bmatrix} 1 & -7 \\ -7 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} V_B \\ V_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4V_X \\ -4V_X \end{bmatrix}$$

La solución de este sistema de ecuaciones es:

$$\begin{bmatrix} V_B \\ V_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (2/3)\cdot V_X \\ (2/3)\cdot V_X \end{bmatrix}$$

Retomando la ecuación de *Ix*:

$$I_X = 1/2R\,[2V_X - V_D - V_B]$$

$$I_X = 1/2R\ [2V_X - (2/3)\cdot V_X - (2/3)\cdot V_X]$$
$$I_X = 1/2R\ [(2/3)\cdot V_X]$$
$$I_X = Vx / 3R$$

Por lo tanto *Req* será:

$$Req = Vx / Ix$$
$$Req = Vx / (Vx / 3R)$$

$$\boldsymbol{Req = 3R}$$