IEE2123-1 Circuitos Eléctricos - 1er Semestre 2018
Profesor: Daniel Olivares Q.
Ayudantes: Christian Escobar Nicolás Garrido Alonso Lizana
Maximiliano Rivera Rodrigo Troncoso

Tarea 1

Ley de Ohm y Leyes de Kirchoff
Fecha de Entrega: Martes 27 de Marzo hasta las 23:59 horas.
Mail ayudante encargado: cmescobar@uc.cl

- La Tarea debe ser subida en formato .pdf al Siding, junto a los archivos adjuntos necesarios en un formato .rar o .zip.
- No se aceptarán fotografías de tareas escritas a mano. Solo serán revisadas tareas escritas en editor de texto (imágenes, diagramas, esquemáticos, etc. podrán ser hechas a mano).
- Existirá un bono de +0.5 pts. por tarea si se escribe en LaTeX.
- Evite entregar tareas de más de 10 MB de peso debido a imágenes de alta resolución.

Problema 1

a. Considere el cubo de resistencias mostrado en la Figura 1, donde todas las resistencias son de 1 Ω. En la clase se calculó la resistencia equivalente entre los puntos a y b. Para este ejercicio calcule la resistencia equivalente entre los puntos a y c.

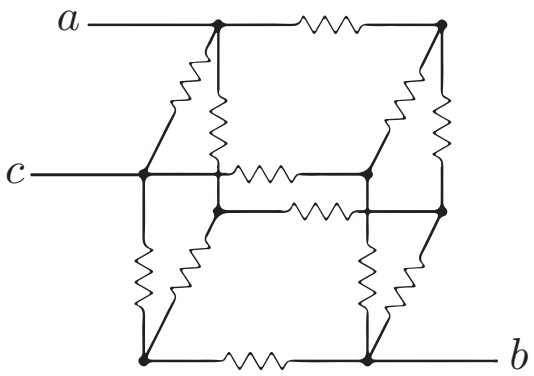


Figura 1: Cubo resistivo.

Solución:

Considere el cubo con los nodos enumerados como se muestra en la Figura 2:

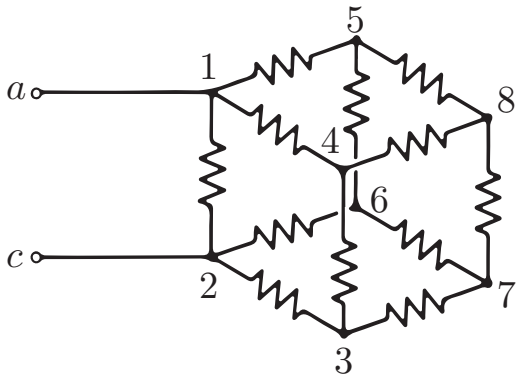


Figura 2: Cubo resistivo con nodos enumerados.

El "truco" para resolver este problema es observar que el cubo es simétrico para una corriente proveniente desde el nodo a hacia los nodos 4 y 5, y por lo tanto en caso de unir estos puntos no circularía corriente, dado que el potencial es el mismo. Esto ocurre de igual forma para los puntos 3 y 6.

Lo anterior implica que dado que los puntos 4 y 5 se encuentran al mismo potencial, estos pueden ser unidos en uno solo. Lo mismo puede hacerse para los nodos 3 y 6. Una vez realizado lo anterior el circuito del cubo puede ser reducido a:

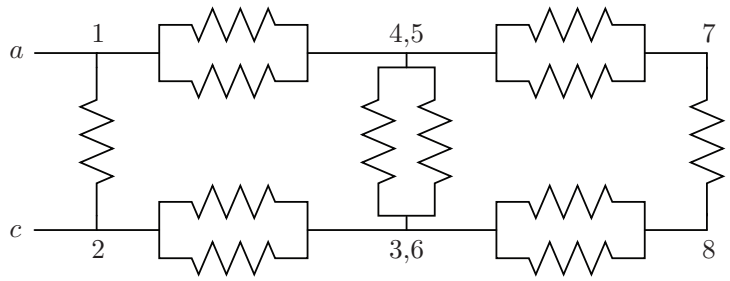


Figura 3: Conversión del cubo al unir los nodos 4 y 5, y los nodos 3 y 6.

Una vez realizado lo anterior la solución es directa, y los pasos se enumeran a continuación:

a) Convierta los 5 bloques de resistencias paralelas, en resistencias de 1/2 Ω.

b) Una en serie las 3 resistencias de la derecha para obtener una resistencia de 2 Ω.

c) Convierta las 2 resistencias en paralelo de la derecha (de 2 y 1/2 Ω), para obtener una resistencia de 2/5 Ω.

d) Una en serie las 3 resistencias de la derecha para obtener una resistencia 7/5 Ω.

e) Convierta las 2 resistencias en paralelo restantes (de 7/5 y 1 Ω), para obtener la resistencia equivalente de 7/12 Ω.

b. Encuentre la resistencia equivalente vista desde el terminal A al circuito de la figura 4.

Solución: Apagando las fuentes independientes del circuito, e introduciendo una fuente de prueba se obtiene que el circuito de la figura 5.

Nótese que por la resistencia R_3 no fluye corriente, por lo que no influye en absoluto en este circuito. Luego:

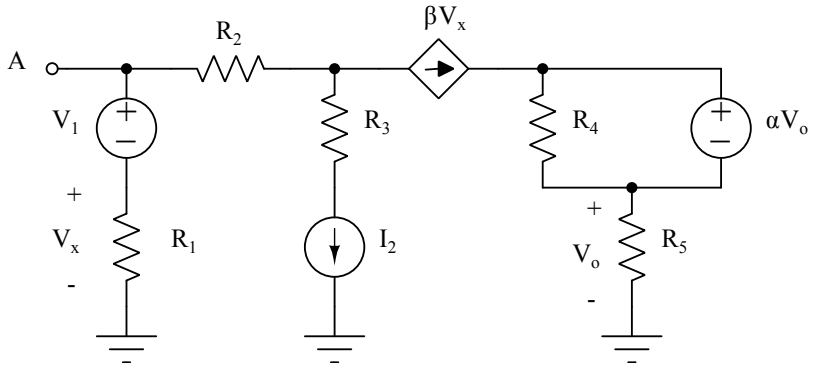


Figura 4: Circuito 1.b

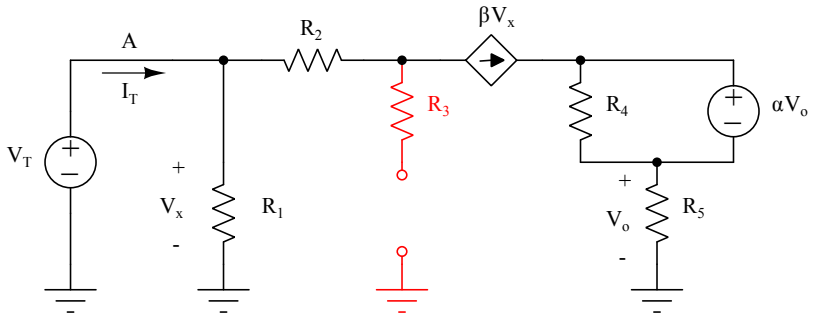


Figura 5: Circuito 1.b con fuentes independientes apagas y un voltaje de prueba en el nodo A

$$I_T = \frac{V_T}{R_1} + \beta V_T$$

Luego:

$$R_{eq} = \frac{V_T}{I_T} = \frac{R_1}{1 + \beta R_1}$$

Problema 2

Considere el circuito de la figura 6.

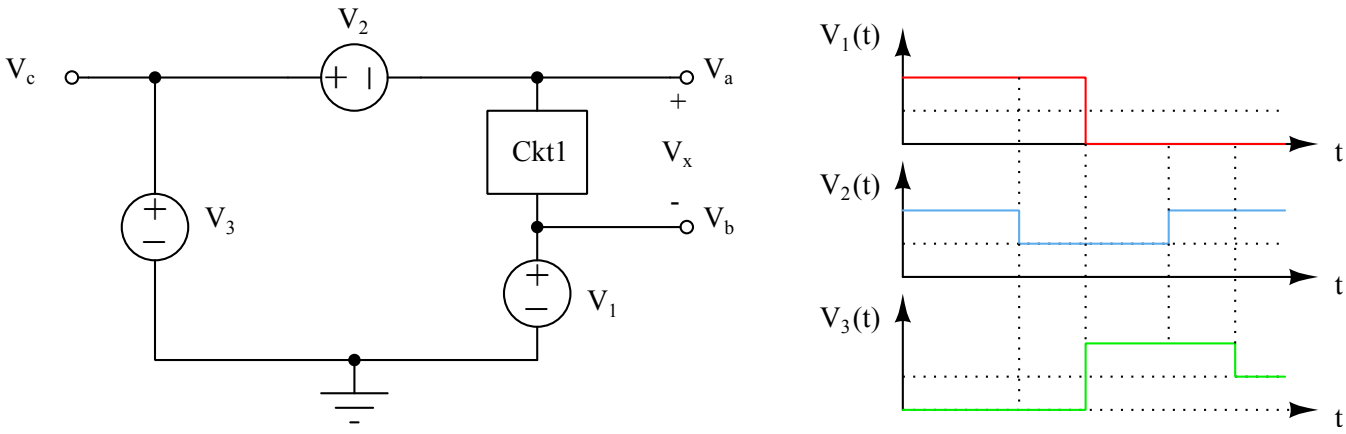


Figura 6: Circuito con fuentes de voltaje

I. Diagrame los voltajes V_a, V_b, V_c y V_x, considerando como nodo de referencia la tierra marcada en la figura 6.

Solución: Para este circuito, los voltajes están dados por:

$$V_a = V_3 - V_2$$
$$V_b = V_1$$
$$V_c = V_3$$
$$V_x = V_a - V_b = V_3 - V_2 - V_1$$

Luego, los gráficos para cada uno de los voltajes se pueden apreciar en la figura 7.

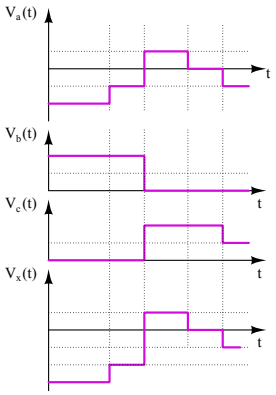


Figura 7: Gráficos de V_a, V_b, V_c y V_x con tierra original

II. Mueva la tierra al nodo V_b, y diagrame nuevamente los voltajes V_a, V_b, V_c y V_x, considerando como nodo de referencia esta nueva tierra.

Solución: Al mover la tierra al nodo V_b, los voltajes están dados por:

$$V_a = -V_1 + V_3 - V_2 = V_3 - V_2 - V_1$$
$$V_b = 0$$
$$V_c = -V_1 + V_3$$
$$V_x = V_a$$

Luego, los gráficos para cada uno de los voltajes se pueden apreciar en la figura 8.

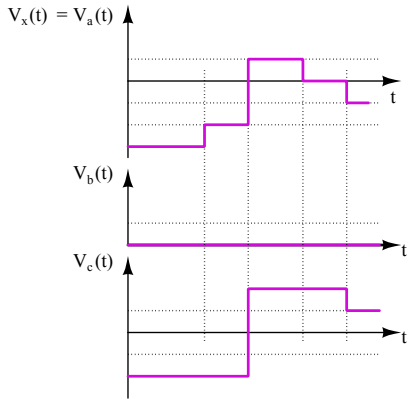


Figura 8: Gráficos de V_a, V_b, V_c y V_x con tierra en V_b

III. Si se cortocircuita la carga $Ckt1$. ¿Cómo sería el voltaje del nodo V_a?

Solución: Este voltaje se indeterminaría a tramos ya que en este caso:

$$V_a = V_1 = V_2 - V_3$$

Dado que en ciertos tramos no se cumple esta condición, habría una corriente de flujo infinito que podría llegar a quemar las componentes debido a la alta cantidad de energía.

Problema 3

a. Considere el circuito de la figura 9.

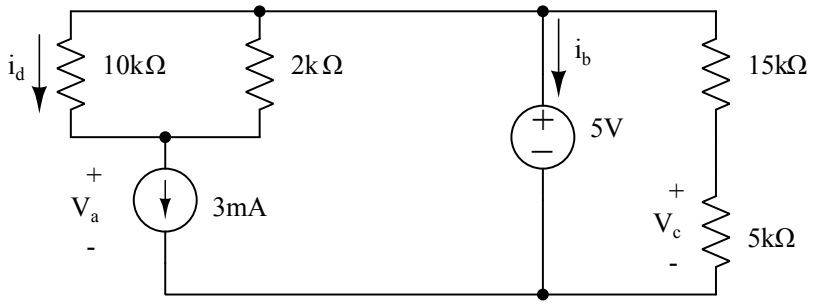


Figura 9: Circuito con fuentes independientes

i. Encuentre los valores de V_a, i_b, V_c y i_d en cada uno de estos componentes.
Solución: En primer lugar, el voltaje V_a está dado por:

$$V_a = 5 - 3mA \cdot \frac{10k\Omega \cdot 2k\Omega}{10k\Omega + 2k\Omega}$$

$$V_a = 0$$

Nótese que esto es posible ya que la recta de carga de una fuente de corriente es completamente horizontal. Para que en ese nodo se cumpla esta condición, la fuente de corriente "hace todo lo posible" para que la corriente que pase por ella sea de $3mA$.
Por otro lado, la corriente que fluye por la fuente de voltaje está dada por:

$$i_b + i_d + \frac{5V}{20k\Omega} = 0$$

$$i_b = -3mA - 0{,}25mA = -3{,}25mA$$

Nótese que el signo cambiado implica que la corriente i_b debe ir en la otra dirección.
Por divisor de voltaje:

$$V_c = 5V \cdot \frac{5k\Omega}{20k\Omega}$$

$$V_c = 1{,}25V$$

Y finalmente dado que $V_a = 0$:

$$i_d = \frac{5V}{10k\Omega}$$
$$i_d = 0{,}5mA$$

ii. Calcule la potencia de cada uno de estos componentes, indicando si es que se entrega o se consume energía.

Solución: Para el caso de la fuente de corriente, dado que el voltaje que tiene en sus bornes es de cero, la potencia que entrega también es cero. Luego:

$$P_{V_a} = 0$$

Por otro lado, la potencia que entrega la fuente de voltaje está dada por:

$$P_{i_b} = 3{,}25mA \cdot 5V = 16{,}25mW$$

Y dado que la fuente es un componente activo dentro del circuito (entrega energía), la fuente de voltaje entrega $15mW$ de potencia.

Similarmente, para el caso de la resistencia de $5k\Omega$, la potencia consumida es de:

$$P_{V_c} = \frac{(1{,}25V)^2}{5k} = 0{,}312mW$$

Dado que el resistor es un componente pasivo del circuito (consume energía), se dice que se consumen $0{,}312mW$.

Por último, la potencia consumida por el resistor de $10k\Omega$ es:

$$P_{i_d} = \frac{(5V)^2}{10k} = 2{,}5mW$$

Y dado que el resistor es un componente pasivo del circuito (consume energía), se dice que se consumen $2{,}5mW$.

iii. Compruebe sus resultados de la parte a) utilizando el programa de simulación de circuitos LTSpice. [1] Adjunte el resultado de sus simulaciones utilizando las imágenes pertinentes del programa.

Solución: Utilizando el *software* de simulación de circuitos LTSpice es posible comprobar los resultados obtenidos con las figuras 10 y 11.

b. Considere el circuito de la figura 12. Obtenga el valor de V_{out}.

Solución: Suponiendo que en el circuito fluye una corriente de magnitud I, por ley de voltajes de Kirchoff se obtiene que:

$$V_{in} - IR_1 - 2V_{out} - IR_2 = 0$$

Donde $V_{out} = IR_2$. Reemplazando:

$$V_{in} - IR_1 - 2(IR_2) - IR_2 = 0$$

$$\Rightarrow V_{in} - I(R_1 - 3R_2) = 0$$

Despejando para I se obtiene que:

[1] Pueden descargarlo desde el sitio web: http://www.linear.com/designtools/software/

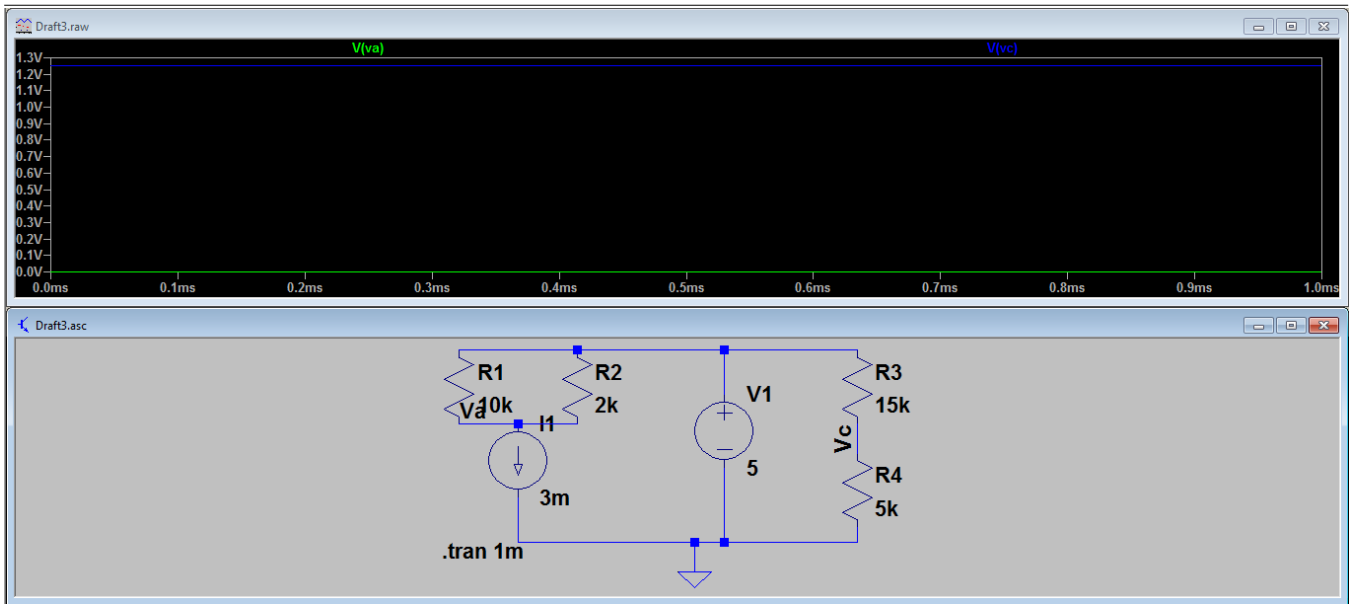


Figura 10: Resultados de la simulación en LTSpice para V_a y V_c

$$I = \frac{V_{in}}{R_1 + 3R_2}$$

Por lo tanto:

$$V_{out} = IR_2 = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + 3R_2}$$

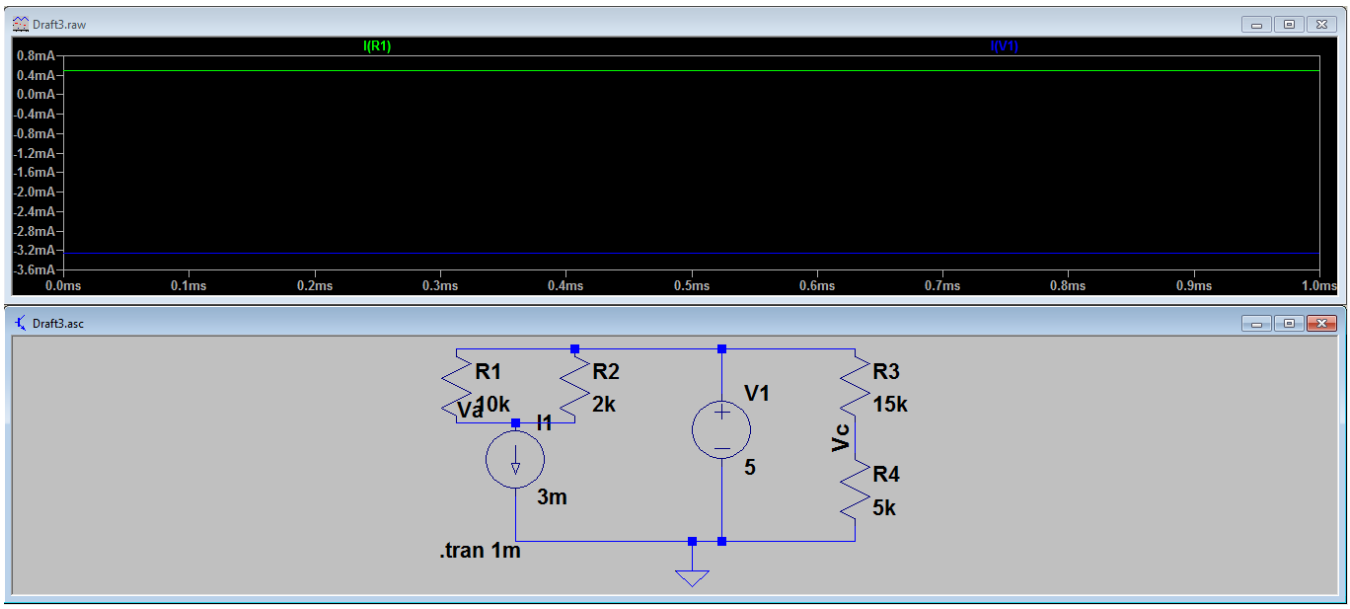


Figura 11: Resultados de la simulación en LTSpice para i_b y i_d

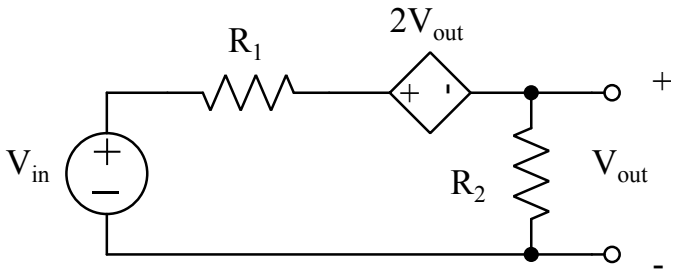


Figura 12: Circuito con fuente dependiente