IEE2123 Circuitos Eléctricos
Profesor: David Watts

Tarea 7

Circuitos Equivalentes

Problema 1

Encuentre la corriente I_0 señalada en el circuito usando el teorema de Thévenin.

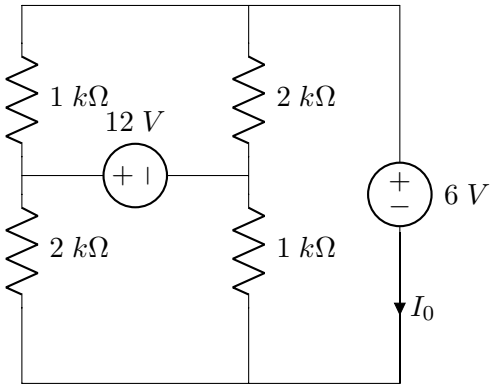


Figura 1: Circuito para la pregunta 1.

Solución:

Para encontrar la corriente I_0, primero quitamos la fuente de voltaje de 6 $[V]$ y buscamos la R_{eq} y V_{oc}. Luego, en nuestro circuito de Thévenin equivalente, conectamos la fuente de 6 $[V]$ y medimos la corriente del circuito.

El circuito sin la fuente es de la forma:

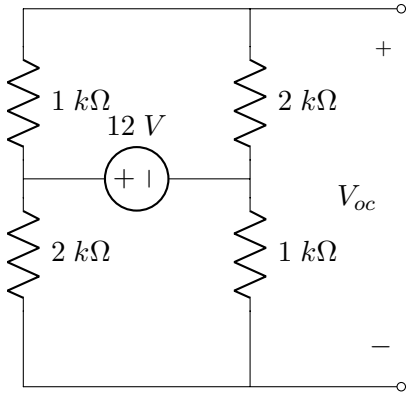


Figura 2: Circuito para obtener el equivalente de Thévenin.

Para calcular la resistencia equivalente, se apagan las fuentes independientes y se calcula la resistencia vista desde los bornes en donde se extrajo la fuente de voltaje.
Luego, $R_{eq} = 1\ [k\Omega] \parallel 2\ [k\Omega] + 1\ [k\Omega] \parallel 2\ [k\Omega] = \frac{4}{3}\ [k\Omega]$.

Para calcular el voltaje de circuito abierto, basta con calcular el voltaje entre los bornes ya señalados.
Para esto, hacemos el método de mallas:

$$I_1 3000 - 12 = 0 \leftrightarrow I_1 = -4\ [mA] \tag{1}$$
$$12 = 3000 I_2 \leftrightarrow I_2 = 4\ [mA] \tag{2}$$

Donde I_1 es la corriente de la malla superior definida en sentido horario, e I_2 es la corriente de la malla inferior definida en sentido horario.

Luego, si establecemos un tierra en el nodo inferior, entonces tenemos que $V_{oc} = I_2 \cdot 1000 + I_1 \cdot 2000 = -4\ [V]$.
Por lo tanto, el circuito resultante es:

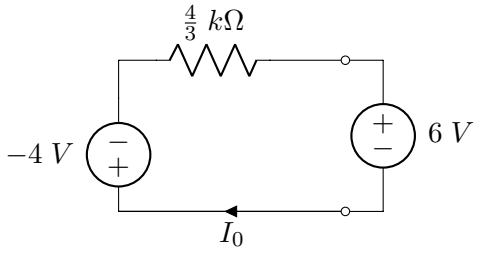


Figura 3: Circuito para obtener el equivalente de Thévenin.

Haciendo malla, se obtiene que la corriente $I_0 = 1{,}5\ [mA]$.

Problema 2

La red de la figura siguiente representa un componente electrónico desconocido. Usted por motivos extracurriculares tiene que utilizarlo, y cree que la mejor forma de hacerlo es representarlo mediante su equivalente de Thévenin. Halle la resistencia de Thévenin vista desde la carga R_L.

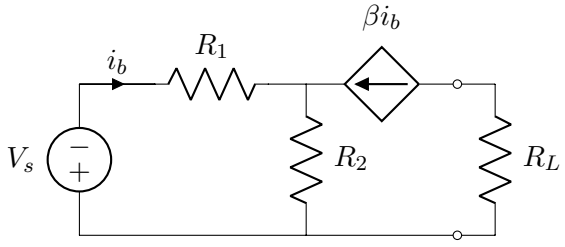


Figura 4: Circuito para la pregunta 2.

Solución:

Para encontrar la resistencia vista desde la carga R_L, habrá que extraer a esta del circuito. Después, como nos piden la resistencia equivalente vista desde R_L, hay que apagar todas las fuentes **independientes**, y como tenemos una fuente dependiente, conectamos una fuente de voltaje de prueba con $V = V_T$ y $I = I_T$. Quedando de la siguiente forma:

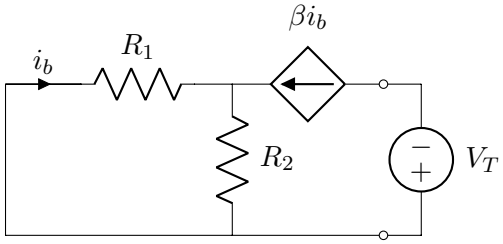


Figura 5: Circuito para la pregunta 3b.

Luego, haciendo el método de nodos tenemos:

$$I_T = \beta i_b \tag{3}$$

Y haciendo el método de mallas, donde en la malla de la izquierda definimos una corriente en sentido anti horario, con el fin de que sea $I = I_T$. Y en la malla de la derecha definimos una corriente en sentido anti horario con el fin de que sea $I_2 = -i_b$, por lo tanto, tenemos:

$$V_T = (I_T + i_b)R_2 \tag{4}$$

$$-i_b R_1 + (-i_b - I_T)R_2 = 0 \tag{5}$$

Luego, despejando (17) obtenemos $\frac{V_T}{I_T} = \frac{\beta+1}{\beta}R_2$. Y buscando el valor de β en la ecuación (18), tenemos: $\beta = -1 - \frac{R_1}{R_2}$.

Reemplazando el valor de β, tenemos que la resistencia equivalente es:

$$R_{eq} = \frac{V_T}{I_T} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \tag{6}$$

Y esta es la resistencia que ve la carga R_L.

Problema 3

Halle el equivalente de Norton en los terminales a-b del circuito que muestra la figura siguiente.

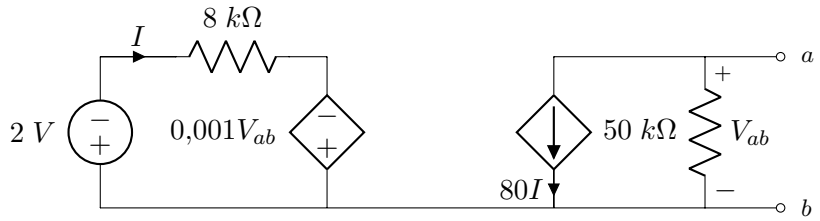


Figura 6: Circuito para la pregunta 3.

Solución:

Para encontrar el equivalente de Norton, se necesita tener la corriente de corto circuito I_{sc} y la resistencia equivalente R_{eq} vista desde los terminales a, b.

Para encontrar I_{sc} cortocircuitamos la salida, es decir, unimos los terminales a, b, fijamos nuestra referencia tierra en el nodo inferior, y finalmente escribimos una corriente referencial que entra al circuito.

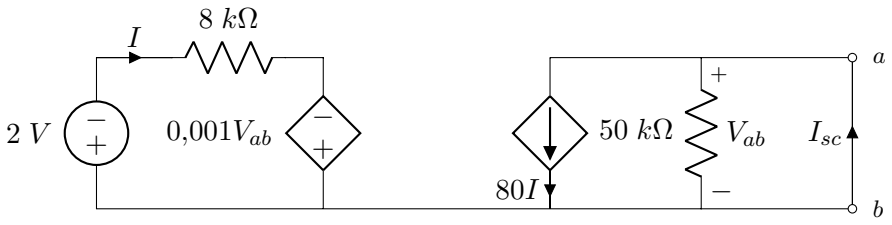


Figura 7: Circuito para encontrar I_{sc}.

Luego, el nodo a estará a igual potencial que el nodo b, por lo que $V_{ab} = 0$. Se sigue, $I = \frac{2}{8000} = 0{,}25\ [mA]$.
Por otra parte, si hacemos sumatoria de corrientes en el nodo a, tenemos que las corrientes que entran son iguales a las que salen, entonces como $V_{ab} = 0$, no pasa corriente por la resistencia.
Por lo tanto, $I_{sc} = 80 \cdot \frac{1}{4} = 20\ [mA]$.

Para obtener la resistencia equivalente, se apagan todas las fuentes **independientes**, y como existen fuented dependientes, se conecta una fuente de prueba, en este caso, una corriente I_T que entra al nodo a, dejando este nodo a un potencial de V_T. Luego, $V_{ab} = V_T$.
De la malla de la izquerda, tenemos que:

$$I = \frac{0{,}001V_{ab}}{8000} = \frac{V_T}{8000000} \tag{7}$$

Haciendo el método de nodos en el nodo a, tenemos:

$$I_T = \frac{V_T}{50000} + 80 \cdot I = \frac{V_T}{50000} + 80 \cdot \frac{V_T}{8000000} \leftrightarrow R_{eq} = \frac{V_T}{I_T} = \frac{100}{3}\ [k\Omega] \tag{8}$$

Obteniendo el siguiente equivalente de Norton:

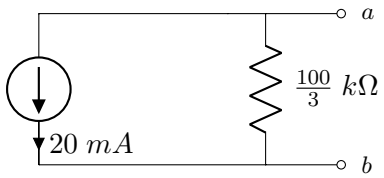


Figura 8: Circuito que muestra el equivalente de Norton para la pregunta 3c.