Laboratorio No.2 Ley de voltaje de Kirchhoff

Teniendo en cuenta que en el interruptor se cierra en $t_0 = 0$, $v_{f1} = 12$ V y $v_{f2} = 5$ V. Obtenga los voltajes indicados en la Figura 1 en los elementos, nodos y en el interruptor para $\forall t$.

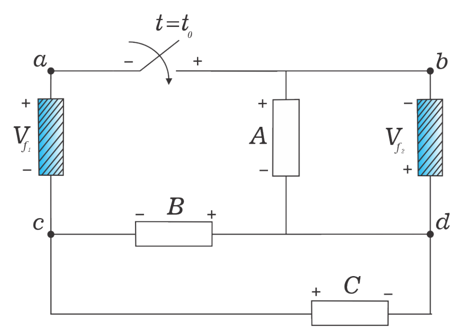

Figura 1: Circuito ley de voltaje de Kirchhoff.

1. Solución utilizando el diagrama de potenciales

1.1 Elegir un punto de referencia, en el circuito dado en la Figura 2, por ejemplo, el nodo d.

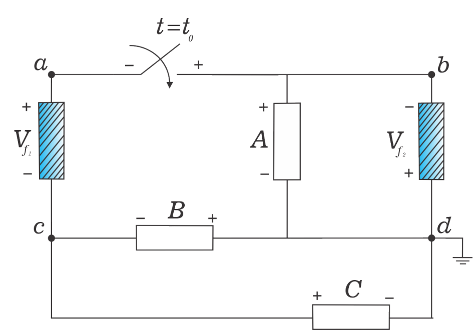

Figura 2: Circuito con nodo de referencia.

1.2 Se hallan los voltajes en los elementos, nodos y en el interruptor para $t < 0$. Y se visualizan en la Figura 3.

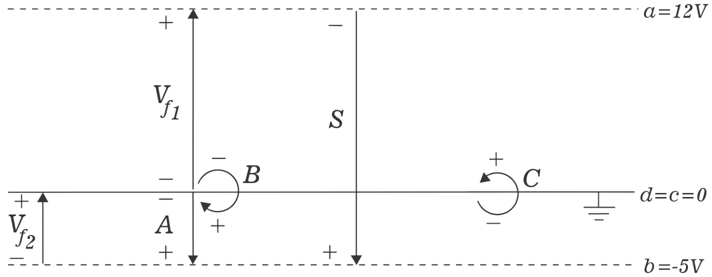

Figura 3: Diagrama de potenciales para $t < 0$.

En los elementos C y B no hay flujo de corriente, debido a que el interruptor está abierto, lo que produce una diferencia de potencial igual a cero en estos.

En forma de ecuación los voltajes de los elementos desconocidos son como se muestran a continuación:

$$v_A = v_{bd} = v_b - v_d = -5 \text{ V}$$

$$v_S = v_{ba} = v_b - v_a = -17 \text{ V}$$

1.3 Se hallan los voltajes en los elementos, nodos y en el interruptor para $t \geq 0$. Y se visualizan en la Figura 4.

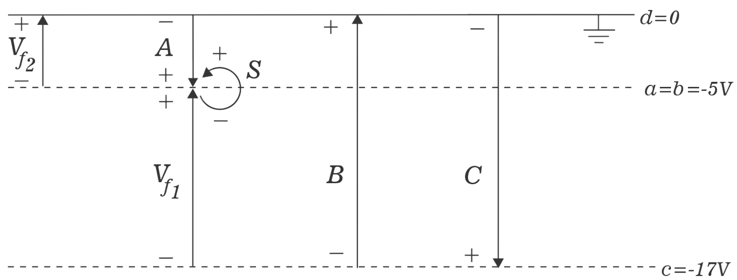

Figura 4: Diagrama de potenciales para $t \geq 0$.

En forma de ecuación los voltajes de los elementos desconocidos son los que se muestran a continuación:

$$v_B = v_{dc} = v_d - v_c = 17 \text{ V}$$

$$v_C = v_{cd} = v_c - v_d = -17 \text{ V}$$

Realizando el diagrama de potenciales se evidencia que para $\forall t$ el voltaje en el elemento A no cambia. A continuación en las Tablas 1 y 2 se relacionan los potenciales obtenidos a manera de resumen.

Voltajes absolutos		
Nodo	$t < 0$	$t \geq 0$
v_a	12 V	−5 V
v_b	−5 V	−5 V
v_c	0	−17 V
v_d	0	0

Tabla 1

Voltajes relativos		
Elemento	$t < 0$	$t \geq 0$
A	−5 V	−5 V
B	0	17 V
C	0	−17 V
S	−17 V	0

Tabla 2

2. Solución utilizando el método ascensor-escaleras

2.1 Se hallan los voltajes en los elementos y en el interruptor para $t < 0$.

El ascensor está ubicado en la variable desconocida, mientras las escaleras recorren un camino alterno al ascensor. Este camino alterno debe pasar por elementos con voltajes conocidos, como en el ejemplo dado en la Figura 5.

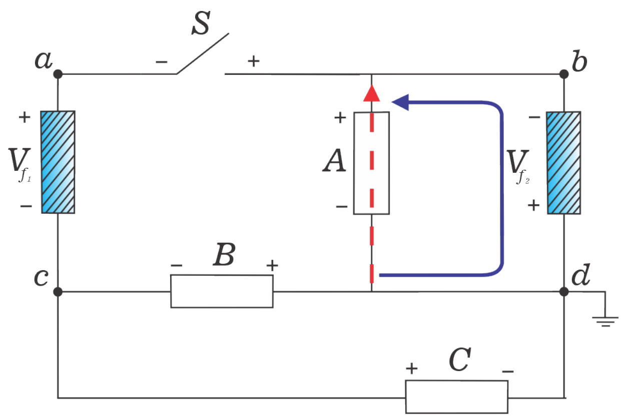

Figura 5: Ascensor-escalera en el elemento A.

$$+v_A = -v_{f2}$$

$$v_A = -5V$$

En los elementos B y C no hay flujo de corriente, debido a que el interruptor está abierto, lo que produce una diferencia de potencial igual a cero en estos. Esto se puede corroborar en la Figura 6.

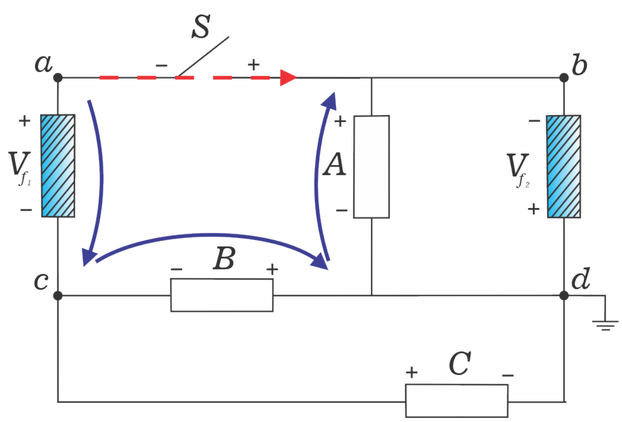

Figura 6: Ascensor-escalera en el interruptor.

$$+v_S = -v_{f1} + v_B + v_A$$

$$+v_S = -12 + 0 + (-5)$$

$$v_S = -17 \text{ V}$$

2.2 Se hallan los voltajes en los nodos para $t < 0$. Véase que en este caso $v_c$es igual a v_d porque el interruptor está abierto.

$$v_{f1} = v_{ac} = v_a - v_c, v_c = v_d \rightarrow v_a = 12 \text{ V}$$

$$v_A = v_{bd} = v_b - v_d \rightarrow v_b = -5 \text{ V}$$

2.3 Se hallan los voltajes en los elementos y en el interruptor para $t \geq 0$. Ver el circuito analizado en la Figura 7.

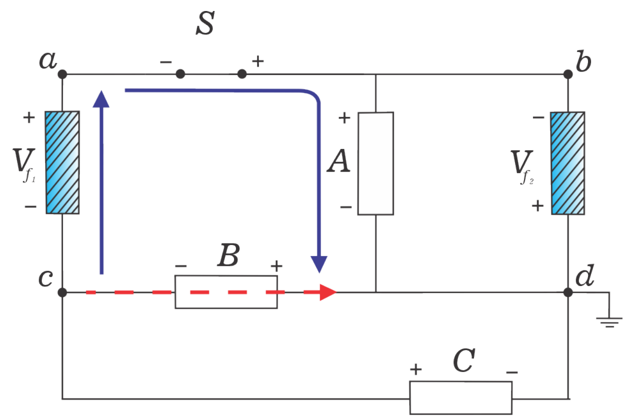

Figura 7: Ascensor-escalera en el elemento B.

$$+v_B = +v_{f1} + v_S - v_A$$

Cuando el interruptor se cierra el potencial en los nodos a y b es el mismo, es decir, la diferencia de potencial en S es cero. Ver la Figura 8 para la obtención de v_B y v_C.

$$+v_B = +(12) + 0 - (-5)$$

$$v_B = 17 \text{ V}$$

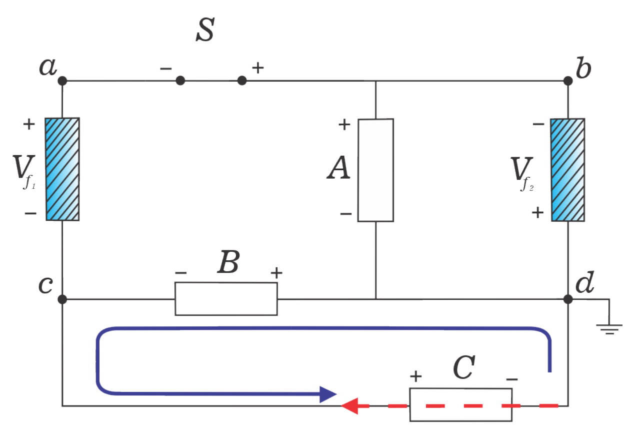

Figura 8: Ascensor-escalera en el elemento C.

$$+v_C = -v_B$$

$$v_C = -17 \text{ V}$$

Utilizando el método ascensor-escaleras puede observarse que el voltaje en el elemento A, $\forall t$, es el mismo.

2.4 Se hallan los voltajes en los nodos para $t \geq 0$.

$$v_A = v_{ad} = v_a - v_d = v_{bd} \rightarrow v_a = -5 \text{ V}$$

$$v_C = v_{cd} = v_c - v_d \rightarrow v_c = -17 \text{ V}$$

Finalmente en las tablas 3 y 4 se presentan los resultados obtenidos, que son los mismo de la solución 1.

Voltajes absolutos		
Nodo	$t < 0$	$t \geq 0$
v_a	12 V	−5 V
v_b	−5 V	−5 V
v_c	0	−17 V
v_d	0	0

Tabla 3

Voltajes relativos		
Elemento	$t < 0$	$t \geq 0$
A	−5 V	−5 V
B	0	17 V
C	0	−17 V
S	−17 V	0

Tabla 4

3. Solución utilizando la ley de voltajes de Kirchhoff (LVK)

3.1 En el circuito dado en la Figura 9 se hallan los voltajes en los elementos y en el interruptor para $t < 0$.

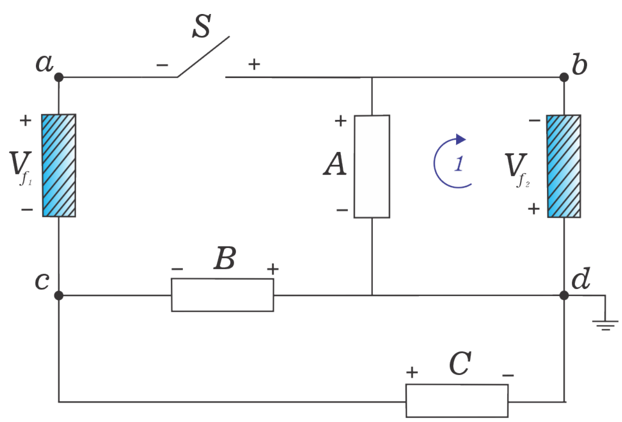

Figura 9: LVK para $t < 0$.

La aplicación de la LVK alrededor del lazo 1 produce:

$$-v_A - v_{f2} = 0$$

$$v_A = -v_{f2}$$

$$v_A = -5 \text{ V}$$

En los elementos B y C no hay flujo de corriente, debido a que el interruptor está abierto, lo que produce una diferencia de potencial igual a cero en estos. Ver la Figura 10.

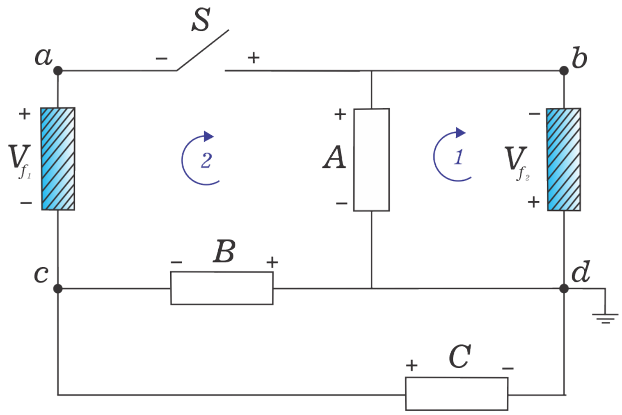

Figura 10: LVK para $t < 0$.

Al aplicar la LVK al lazo 2 resulta:

$$-v_S + v_A + v_B - v_{f1} = 0$$

$$v_S = -5 + 0 - 12 = -17\ V$$

3.2 Se hallan los voltajes en los nodos para $t < 0$. Véase que en este caso $v_c$es igual a v_d porque el interruptor está abierto.

$$v_{f1} = v_{ad} = v_a - v_d \rightarrow v_a = 12\ \mathrm{V}$$

$$v_A = v_{bd} = v_b - v_d \rightarrow v_b = -5\ \mathrm{V}$$

3.3 Se hallan los voltajes en los elementos y en el interruptor para $t \geq 0$. La configuración del circuito resultante se presenta en la Figura 11.

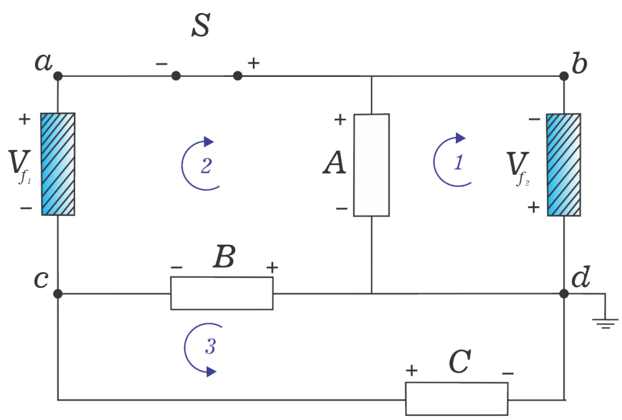

Figura 11: LVK para $t \geq 0$.

Al aplicar la LVK al lazo 2 resulta:

$$-v_{f1} - v_S + v_A + v_B = 0$$

Cuando el interruptor se cierra el potencial en los nodos a y b es el mismo, es decir, la diferencia de potencial en S es cero.

$$v_B = v_{f1} + 0 - v_A = 17 \text{ V}$$

Al aplicar la LVK al lazo 3 resulta:

$$+v_C + v_B = 0$$

$$v_C = -v_B, \rightarrow v_C = -17 \text{ V}$$

3.4 Se hallan los voltajes en los nodos para $t \geq 0$.

$$v_A = v_{ad} = v_a - v_d = v_{bd} \rightarrow v_a = -5 \text{ V}$$

$$v_C = v_{cd} = v_c - v_d \rightarrow v_c = -17 \text{ V}$$