

0.1. Introducción

Dada una fuente Boost con una tensión de entrada 12 V y frecuencia de switching de 60 kHz , se buscó determinar el Duty Cycle necesario tal que la tensión de salida sea de 24 V y tenga una variación del 5%. Cabe notar que esta fuente Boost es una no ideal ya que se considera la resistencia de la bobina $R_4 = 2\ \Omega$.

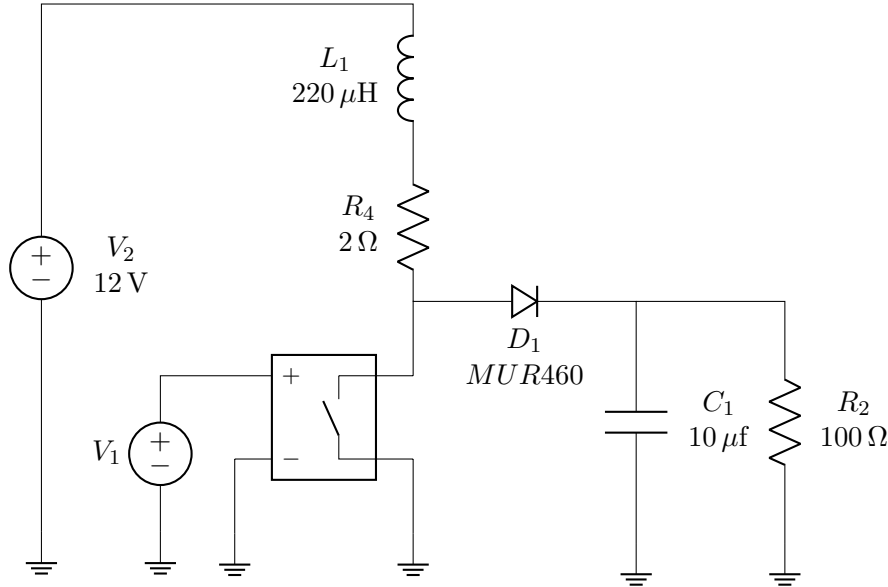


Figura 1: Circuito de fuente Boost con llave ideal.

0.2. Calculo del Duty Cycle

Para el período de encendido, el hemicircuito es el siguiente.

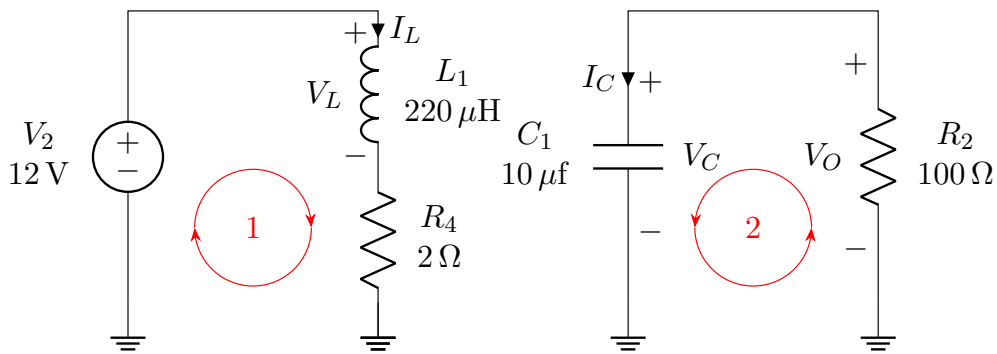


Figura 2: Circuito de fuente Boost con llave cerrada.

Planteando las mallas 1 y 2 se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$\begin{cases} V_2 - L\dot{I}_L - R_4 I_L = 0 \\ C\dot{V}_C = -\frac{V_O}{R_2} \end{cases}$$

Operando algebraicamente se obtienen las matrices:

$$\mathbb{A}_{on} = \begin{pmatrix} -R_4/L & 0 \\ 0 & -1/CR_2 \end{pmatrix} \quad \mathbb{B}_{on} = \begin{pmatrix} 1/L \\ 0 \end{pmatrix} \quad \mathbb{C}_{on} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Por otro lado, durante el apagado, el hemicircuito resultante es el que se muestra a continuación.

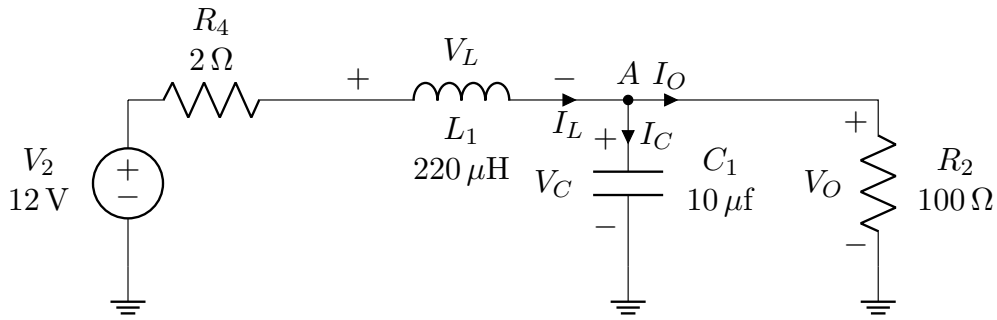


Figura 3: Circuito de fuente Boost con llave cerrada.

De forma similar al caso anterior, planteando la malla externa y la suma de corrientes en el nodo A , se obtienen las ecuaciones siguientes:

$$\begin{cases} V_2 - L\dot{I}_L - R_4 I_L - V_O = 0 \\ I_L = I_C + I_O = C\dot{V}_C + \frac{V_O}{R_2} \end{cases}$$

Operando algebraicamente se obtienen las matrices:

$$\mathbb{A}_{off} = \begin{pmatrix} -R_4/L & -1/L \\ 1/C & -1/CR_2 \end{pmatrix} \quad \mathbb{B}_{off} = \begin{pmatrix} 1/L \\ 0 \end{pmatrix} \quad \mathbb{C}_{off} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Se definen las matrices \mathbb{A} , \mathbb{B} y \mathbb{C} de la forma:

$$\mathbb{A} = \mathbb{A}_{on} \cdot d + \mathbb{A}_{off} \cdot (1-d) = \begin{pmatrix} -R_4/L & (d-1)/L \\ (1-d)/C & -1/CR_2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$\mathbb{B} = \mathbb{B}_{on} \cdot d + \mathbb{B}_{off} \cdot (1-d) = \begin{pmatrix} 1/L \\ 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\mathbb{C} = \mathbb{C}_{on} \cdot d + \mathbb{C}_{off} \cdot (1-d) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Finalmente, dado que la transferencia en el permanente esta dada por $H = -\mathbb{C} \cdot \mathbb{A}^{-1} \cdot \mathbb{B}$, se obtiene que:

$$H = \frac{(1-d)R_2}{R_2 d^2 - 2dR_2 + R_2 + R_4} \quad (6)$$

Reemplazando con $R_4 = 2 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, y sabiendo que se busca que $H = V_o/V_2 = 2$, se obtienen dos resultados matemáticamente posibles, siendo estos $d = 0.544$ y $d = 0.956$. Dado que las fuentes switching pierden linealidad con altos valores de Duty Cycle, se toma el primer valor como valido.

Por otro lado, utilizando la transferencia de la fuente Boost ideal, es decir sin R_4 , se puede obtener que el Duty Cycle deseado es:

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{V_2}{1-d} \\ 1-d &= \frac{V_2}{V_o} = \frac{12 \text{ V}}{24 \text{ V}} \\ d &= 0.5 \end{aligned}$$

Este valor es cercano al obtenido considerando la alinealidad.

TIENE SENTIDO??
Falta ver el real obtenido.

0.3. Cálculos y simulaciones

Se analizaron las señales propias del circuito. Considerando la fuente Boost ideal, se puede notar que la corriente en la bobina sigue siendo la misma, ya que agregar una resistencia en serie no cambia dicha variable. Es por ello que tanto al corriente como la tensión en el inductor se calculan de la misma forma, siendo así la corriente media en la bobina y su ripple:

$$I_{DC} = \frac{I_O}{1-d} = \frac{V_O}{R_2(1-d)}$$

$$\Delta I_L = \frac{V_L}{L} \Delta t$$

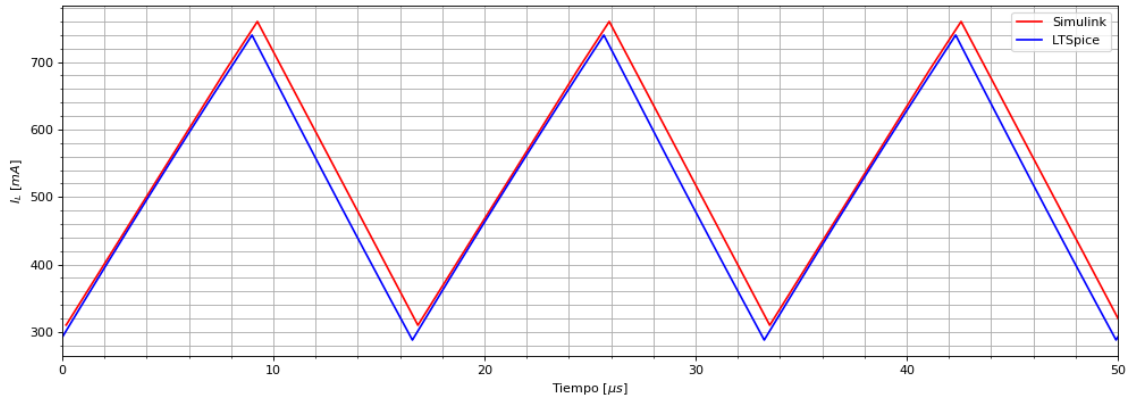


Figura 4: Corriente sobre la bobina en el permanente.

Para la tensión, mientras la llave se mantenga cerrada

$$V_L = V_S = 12 \text{ V}$$

y mientras se mantenga abierta

$$V_L = V_S - V_O = 12 \text{ V} - 24 \text{ V} = -12 \text{ V}$$

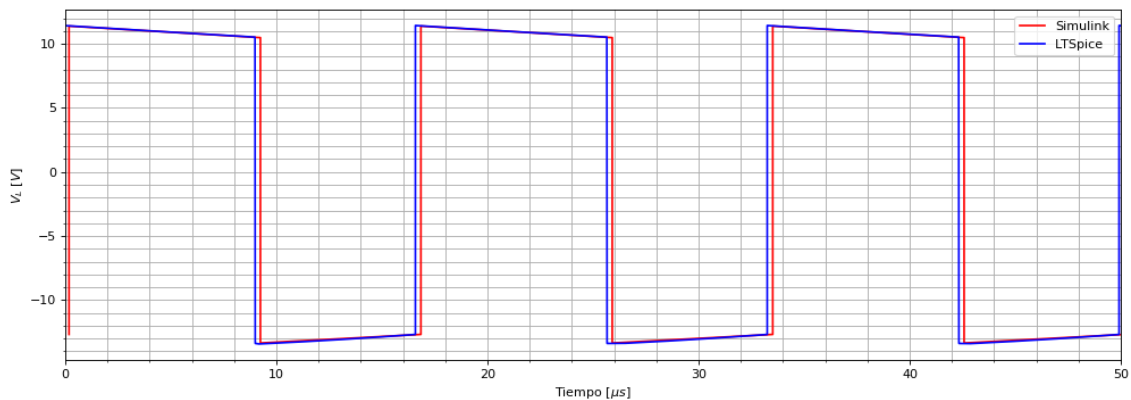


Figura 5: Tensión sobre la bobina en el permanente.

Para el diodo, al no ser ideal, se debe considerar la corriente en reversa. Esta se hace presente al llevar al estado de no conducción al diodo, es decir, esta se da unos instantes al cerrar la llave cuando se pone el ánodo a tierra.

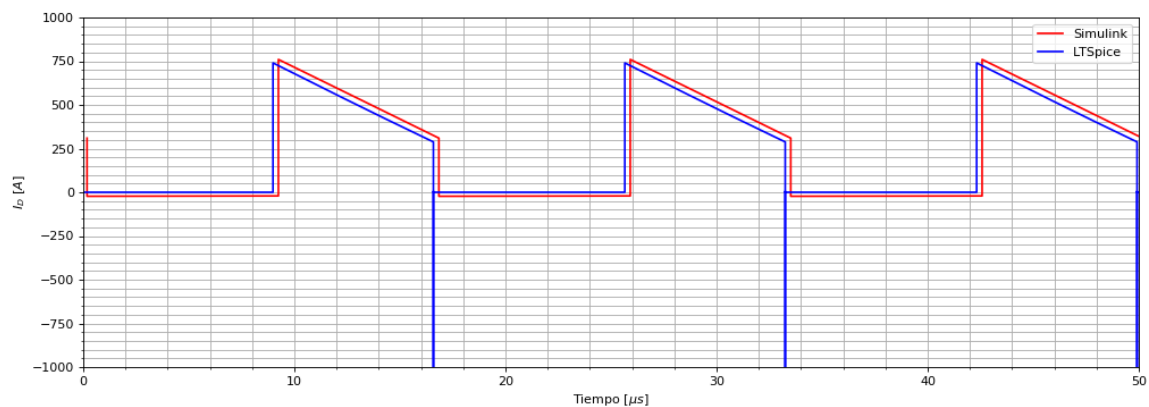


Figura 6: Corriente sobre el diodo en el permanente.

Finalmente, se calcula la tensión de salida. Si bien esta debería ser constante (ya que se asumió que la corriente lo es) se sabe que no es así. Se puede calcular el ripple existente mediante la corriente, la cual proporcional a la de la bobina pero con offset.

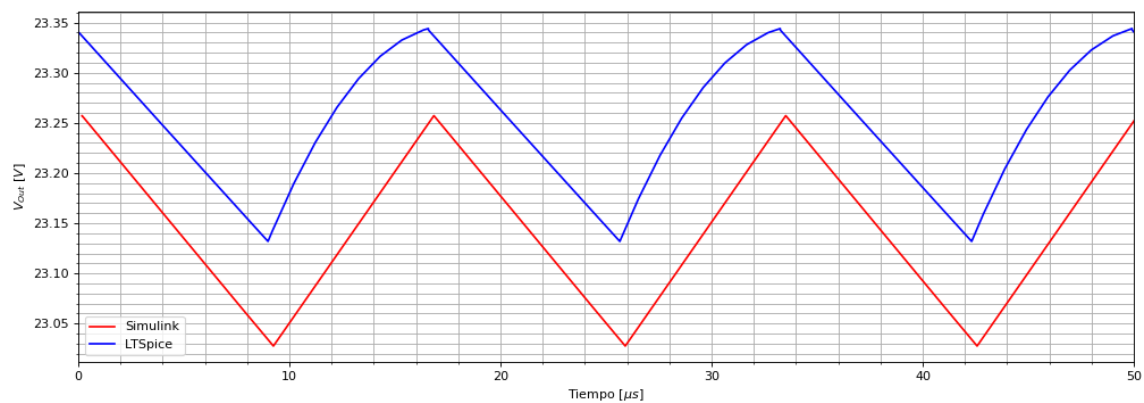


Figura 7: Tensión sobre la salida en el permanente.