

Práctica N^o4

Convertidor Flyback

Instructivo

4 de agosto de 2024

1. Objetivos

Analizar el funcionamiento de un convertidor DC-DC aislado.

Comprender cómo afecta al funcionamiento del convertidor la inductancia de fugas del transformador.

Aprender a simular esta no idealidad.

Comprender qué variables afectan y cómo a la tensión de salida y al modo de funcionamiento del convertidor.

2. Materiales

- Planta física del convertidor.
- Fuente de alimentación.
- Osciloscopio.
- Punta de osciloscopio de efecto hall y su amplificador asociado.
- Voltímetro.

3. Descripción de la planta física

La planta física se representa en la Figura 1:

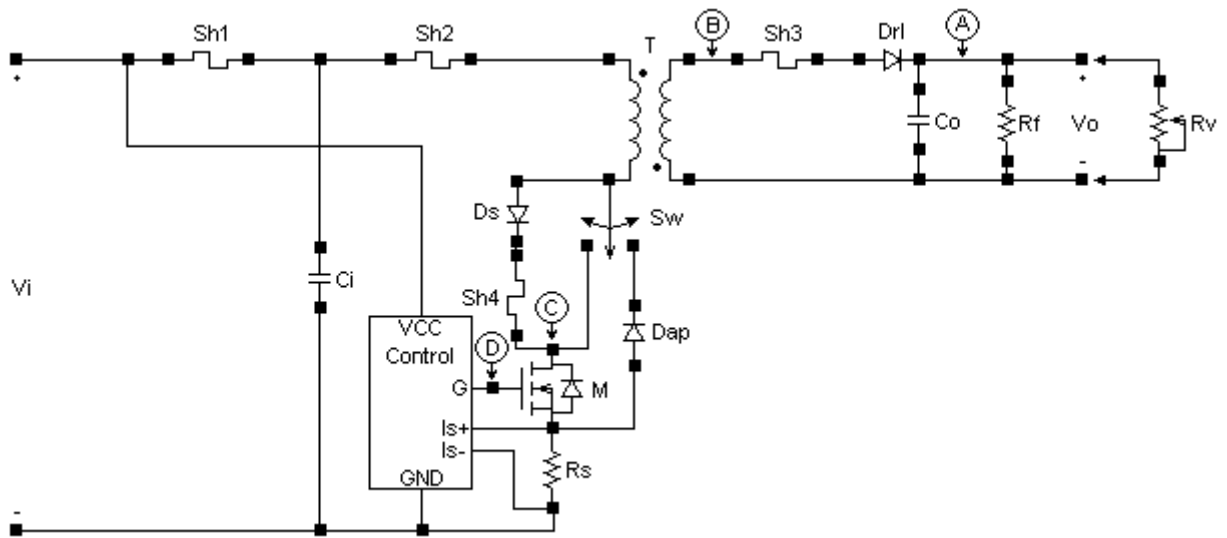


Figura 1: Planta física del convertidor.

Donde:

V_i : fuente de alimentación continua, 12.5 V.

C_i : condensador de entrada.

M: MOSFET IRF640, del cual se adjuntan las hojas de datos.

T: transformador con núcleo de ferrita, $n=1$, $L=40 \mu\text{H}$.

Control: bloque de comando. Basado en el circuito integrado TL494, del cual se adjuntan las hojas de datos.

R_f : resistencia de carga fija, 470Ω .

R_v : resistencia de carga variable ($0..60 \Omega$).

R_s : resistencia de sensado de la corriente.

Drl: diodo BY229-600, del cual se adjuntan hojas de datos.

Ds: diodo serie, BY229-600.

Dap, diodo antiparalelo, BY229-600.

Sw, llave de bypass de los diodos Ds y Dap.

C_o , capacitor de salida, $10 \mu\text{F}$.

Sh_1, Sh_2, Sh_3, Sh_4 , puntos para medición de corriente con punta de efecto hall.

A, B, C, D, puntos para medición de tensión.

Nota: se llamará R_o el paralelo de R_v y R_f .

La Figura 2 es un esquemático simplificado del bloque de control, donde $C_t=1000 \text{ pF}$, $R_t=10 \text{ K}$, y E, F, G y H son puntos para medición de tensión.

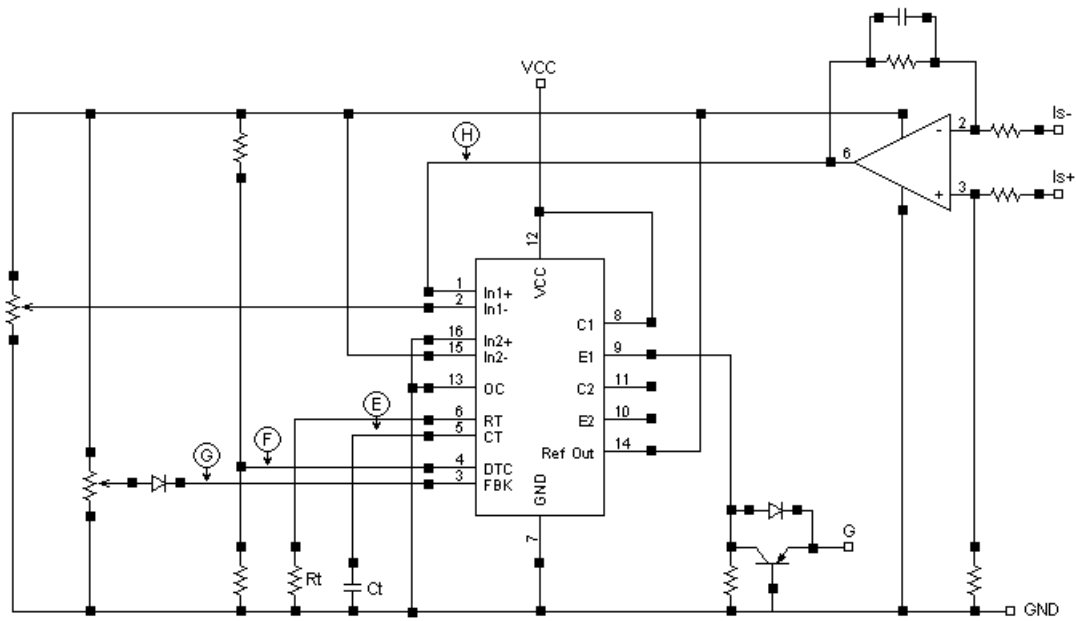


Figura 2: Bloque de control.

La Figura 3 muestra la ubicación de los distintos componente en la placa:

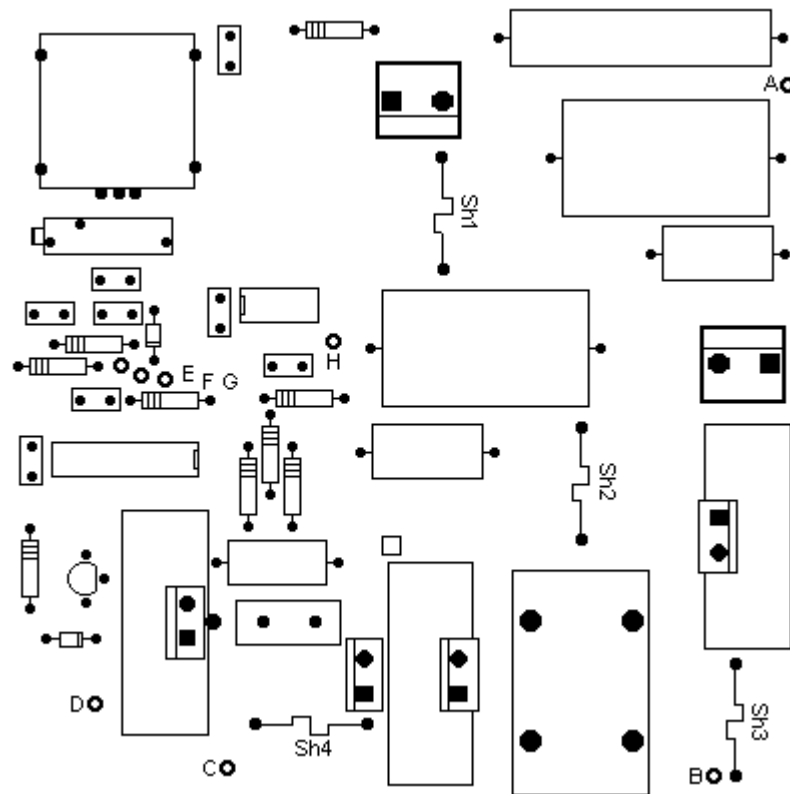


Figura 3

4. Desarrollo de la práctica

Al llegar al laboratorio, el estudiante debe conocer el funcionamiento del convertidor, la distinción entre los modos de conducción continua y discontinua, y el funcionamiento a grandes rasgos del TL494. Influencia de la inductancia de fugas del transformador en el comportamiento del convertidor.

4.1. Preinforme

- Hallar en forma teórica la ecuación que fija el voltaje de salida del convertidor en conducción continua y discontinua.
- Hallar la ecuación que determina el valor de la carga que hace pasar al convertidor del funcionamiento en conducción continua a discontinua. Calcular la resistencia crítica. ¿De qué otras formas es posible variar el modo de funcionamiento del convertidor?
- Simular el circuito de potencia con $R_o=470 \Omega$. ¿En qué modo de funcionamiento se encuentra el convertidor? Presentar las formas de onda de la corriente por el MOSFET (I_{DS}), por el diodo Drl (I_D), la tensión sobre los mismos (V_{DS} y V_D), y la tensión en la salida del convertidor (V_O). Verificar si las tensiones y corrientes máximas coinciden con las calculadas y si el comportamiento es el esperado teóricamente.
- Simular el circuito en el umbral de conducción continua. Presentar las formas de onda simuladas de I_{DS} , V_{DS} , I_D , V_D y V_O . Verificar con los cálculos teóricos.
- Considerar la influencia de las inductancias de fugas del transformador. Volver a simular el circuito de la parte c, considerando que la inductancia de las fugas es el 5 % de la magnetizante. Observar como varían I_{DS} , V_{DS} , I_D y V_D .
- En modo de conducción discontinua, analizar qué consecuencias puede traer la recuperación inversa del diodo Drl. Dibujar la corriente por el MOSFET y por Drl.
- Realizar un plan de medidas, con las señales a observar en el osciloscopio y los puntos de medida a utilizar.

Notas:

- Adjuntar al Preinforme los archivos simulados.
- Para todas las simulaciones se ignorarán los diodos serie y antiparalelo del MOSFET.
- Para las simulaciones se utilizará un ciclo de trabajo del 50 %. Se empleará como modelo del MOSFET y del diodo Drl a los disponibles en la web del curso.
- Para simular el transformador pueden utilizarse dos enfoques:
 - Representar el circuito de salida en el primario.
 - Modelarlo por dos inductancias acopladas con un coeficiente k, así:

Lp	Nodo_p1	Nodo_p2	Valor
Ls	Nodo_s1	Nodo_s2	Valor
Kps	Lp	Ls	k

Si $k=1$ el acoplamiento es perfecto.

El primer nodo de los inductores identifica el comienzo del arrollamiento.

Recordar que para la simulación los circuitos primario y secundario deben estar conectados.

4.2. Laboratorio

Precaución: la temperatura alcanzada por los elementos resistivos puede ser elevada.

Observar el circuito e identificar sus partes.

4.2.1. Comportamiento del circuito

Colocar la llave de bypass de forma que los diodos D_s y D_{ap} queden en funcionamiento. Colocar en funcionamiento el circuito en la configuración de la parte c. Medir la frecuencia y verificar que el ciclo de trabajo del MOSFET sea el adecuado.

Medir las tensiones de entrada y salida del Flyback. Relevar las formas de onda simuladas.

4.2.2. Efecto de los diodos D_s y D_{ap}

Coloque la llave de bypass de modo de eliminar los diodos D_s y D_{ap} . Observe la corriente por el primario y en el diodo del secundario. Aprecie el transitorio de apagado del diodo del secundario. ¿Cómo se ve reflejado dicho transitorio en el primario? Colocar nuevamente la llave de bypass de modo que los diodos D_s y D_{ap} queden en funcionamiento. Observe la tensión en el MOSFET y las corrientes por los diodos D_s y D_{ap} . Relevar las formas de onda de interés.

4.2.3. Pérdidas en el MOSFET

Cargue el circuito con $R_o = 50 \Omega$. Tome los datos necesarios como para calcular las pérdidas en el MOSFET.

4.2.4. Efecto de la variación de la carga

Varíe la carga del convertidor, relevando la forma de onda de las corrientes por el primario y por el secundario, y la tensión de Gate, de forma de visualizar el cambio de comportamiento entre los modos de conducción continua y discontinua. Mida las tensiones de entrada y salida del convertidor, así como la carga aplicada para las distintas situaciones.

4.2.5. Efecto de la variación del ciclo de trabajo

Vuelva a cargar el circuito con $R_o = 50 \Omega$. Observe las corrientes por el primario y por el secundario. Varíe el punto de funcionamiento del circuito de forma de visualizar el cambio de comportamiento entre ambos modos.

4.3. Informe

1. Analizar y comparar las formas de onda relevadas en el laboratorio con los resultados obtenidos en las simulaciones.
2. ¿Qué utilidad tienen los diodos en serie y en antiparalelo al MOSFET?. Justifique.
3. Calcule las pérdidas del MOSFET con $R_o=50 \Omega$.
4. Analice las medidas realizadas al variar la carga y la transferencia del convertidor.
5. Analice las formas de ondas obtenidas al variar el ciclo de trabajo.
6. Resumen.

Notas:

1. En todos los casos se verificarán los valores calculados en el Preinforme y de ser necesario se recalcularán de acuerdo a los datos medidos durante la práctica.
2. Respecto al resumen solicitado en el punto 6 del Informe, el mismo deberá enumerar y describir someramente las enseñanzas y conceptos aprendidos. El mismo será de aproximadamente 300 palabras.