PRÁCTICA 4: CONVERTIDOR REDUCTOR-ELEVADOR CC/CC

CONTENIDO TEÓRICO:

Un convertidor CC/CC (también denominado *chopper* o pulsador) permite transformar una señal de entrada continua a otra también continua de distinto voltaje.

Entre las posibles configuraciones de los convertidores, esta práctica se centra en el convertidor reductor-elevador (*buck/boost*). Este convertidor es capaz de obtener una tensión de salida mayor o menor que la señal de entrada aunque invertida. La estructura del convertidor se muestra en la siguiente figura:

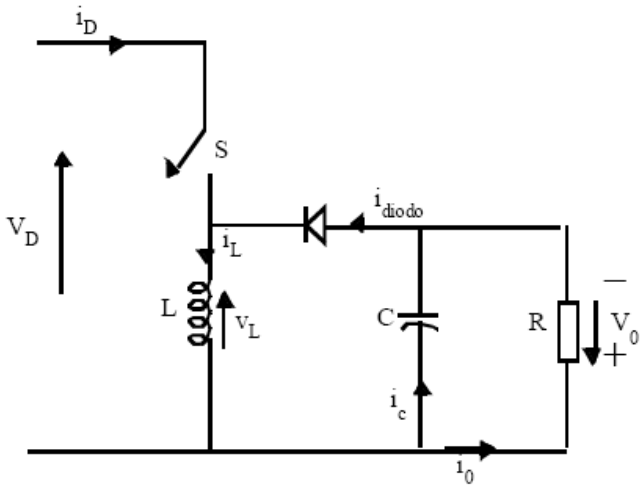


Figura 1. Esquema de un convertidor reductor-elevador.

El valor de la tensión de salida depende del tiempo que el interruptor esté cerrado o abierto. En concreto, el estado de un interruptor se puede controlar con un tren de pulsos. En este caso, se hablará de una modulación PWM (*Pulse Width Modulation*). Un parámetro importante a la hora de trabajar con un tren de pulsos es el ciclo de trabajo (*D*). La siguiente figura muestra cómo se computa dicho parámetro.

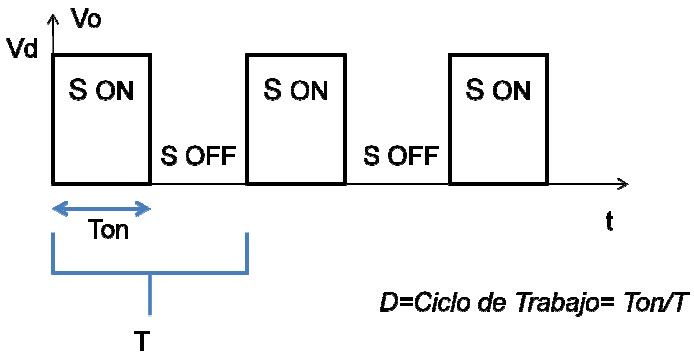
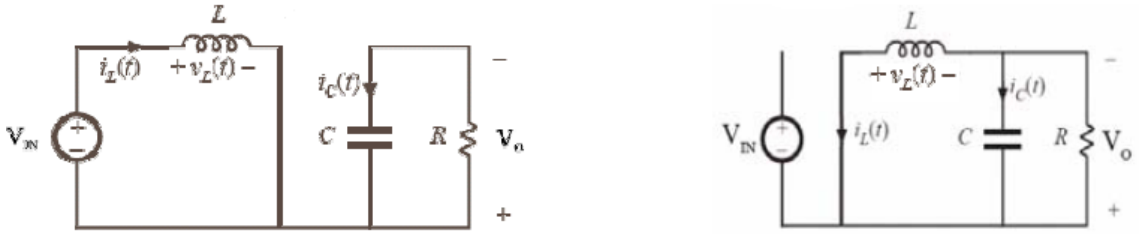


Figura 2. Tren de pulsos.

OCW- Universidad de Málaga http://ocw.uma.es
Trujillo, F.D.; Pozo, A; Triviño, A (2011) Electrónica de Potencia.
Bajo licencia Creative Commons Attribution-Non-Comercial-ShareAlike

Dependiendo del estado del interruptor, el circuito equivale a los siguientes esquemas:



S ON

D OFF

S OFF

D ON

Figura 3. Circuitos equivalentes del convertidor.

A partir del análisis de los circuitos en estos dos estados, es posible calcular la tensión de salida en función de la tensión de entrada. A su vez, se puede determinar la componente ondulatoria de la corriente de la bobina pico a pico (ΔiL) de la bobina así como la componente ondulatoria de la tensión de salida pico a pico (ΔVc). Las ecuaciones fundamentales de estos parámetros se resumen a continuación:

$$Vo = -Vin\frac{D}{1-D}$$

$$\Delta i_L = \frac{Vin \cdot D \cdot T}{L}$$

$$\Delta V_C = \frac{Vo \cdot D \cdot T}{RC}$$

Estas condiciones son válidas cuando el convertidor funciona en modo de conducción continua. En estas circunstancias, la corriente en la bobina NUNCA llega a ser nula. Esta condición puede expresarse como:

$$\frac{\Delta i_L}{2} < Io$$

donde *Io* es el valor medio de la corriente de salida.

OBJETIVO DE LA PRÁCTICA:

El objetivo de esta práctica es diseñar un convertidor CC/CC reductor-elevador (*buck/boost*).

OCW- Universidad de Málaga http://ocw.uma.es
Bajo licencia Creative Commons Attribution-Non-Comercial-ShareAlike

GUIÓN DE LA PRÁCTICA:

Estudio del transistor bipolar como interruptor

1. En los sistemas de electrónica de potencia, es habitual emplear los transistores como interruptores. Razona entre qué dos estados debe conmutar un transistor bipolar para que actúe como un interruptor. Compara estos dos estados con los de interruptor abierto y cerrado.

Diseño del circuito reductor-elevador

2. Calcule el ciclo de trabajo necesario para que el convertidor sea capaz de reducir la señal de salida a la mitad y para que sea capaz de obtener una señal de salida 1.5 veces mayor que la entrada.

3. Diseño el circuito para cumplir las siguientes especificaciones:

Frecuencia de conmutación	10 KHz
Tensión de entrada	12 V
Resistencia de carga	10 Ω
Tensión de salida	8 V
Δi_L	0.1 A
ΔVc	25 mV
Modo de conducción	Continua

Tabla 1. Requisitos del convertidor reductor-elevador

Simulación

4. Simula el convertidor con los dos ciclos de trabajo obtenidos en el apartado 2. ¿Cuál es la tensión de la salida esperada? ¿Coincide? ¿A qué se deben las diferencias?

5. Simula el convertidor según el diseño del apartado 3. Dibuja la señal de salida junto con la tensión de entrada y la corriente de la bobina.

Circuito de realimentación

Es habitual que las características de la carga varíen. Así pues, un televisor puede variar la resistencia que ofrece dependiendo de si está en *stand-by* o encendida. Para garantizar la tensión a la salida independientemente de las condiciones de la carga, es necesario introducir una etapa de realimentación en el circuito. El objetivo de la realimentación es detectar cuándo la tensión empieza a variar respecto a la tensión deseada y controlar el ciclo de trabajo para que se siga obteniendo dicho tensión. Los bloques de la etapa de realimentación son:

OCW- Universidad de Málaga http://ocw.uma.es Trujillo, F.D.; Pozo, A; Triviño, A (2011) Electrónica de Potencia.
Bajo licencia Creative Commons Attribution-Non-Comercial-ShareAlike

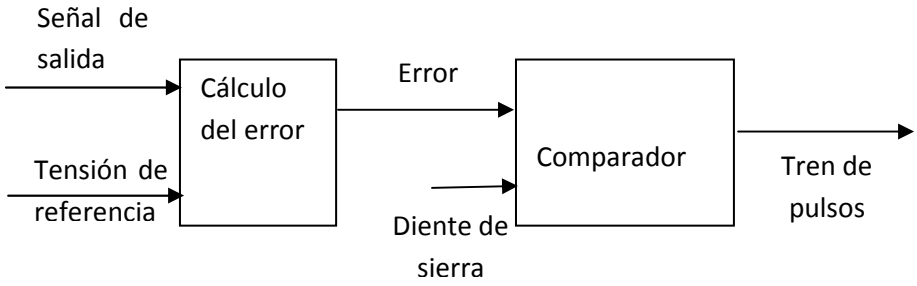


Figura 4. Esquema de la etapa de realimentación

6. Diseña la etapa de realimentación. Para el cálculo del error y el comparador, se recomienda usar amplificadores operaciones ideales ya que el 741 no dispone de un *slew rate* suficientemente elevado para la frecuencia de conmutación de trabajo.

7. Simula el circuito completo y comprueba que la tensión de salida sigue siendo la que se demandaba. Dibuja la tensión a la salida de la etapa de realimentación, la tensión de salida del convertidor así como la corriente en la bobina.

8. Cambia el valor de la resistencia a 20 Ω. ¿Consigue el circuito fijar la tensión de salida?

9. ¿Y si cambiamos el valor de la resistencia a 5 Ω?

OCW- Universidad de Málaga http://ocw.uma.es Trujillo, F.D.; Pozo, A; Triviño, A (2011) Electrónica de Potencia.
Bajo licencia Creative Commons Attribution-Non-Comercial-ShareAlike