

Diseño y control de un convertidor “Boost”

Elevador aplicado al manejo de LED de potencia

Ariel José Paulo Bertinatti, *Estudiante, UTN – FRC*

*Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Departamento de Ingeniería Electrónica
– Cátedra de Electrónica de Potencia – Paper N° 9541 – 49/17*

Resumen – En este paper se diseñará un convertidor elevador de tensión (step-up converter o “Boost”), en su modo de conducción continuo. Teniendo en cuenta su aplicación como driver para LED de potencia.

Abstract - A continuous mode step-up or boost converter is going to be designed in this paper. It will be used as power LED driver.

Index Terms – Converter, Boost, Driver, LED.

NOMENCLATURA

V_i	Tensión de entrada.
V_{out}	Tensión de salida.
I_L	Corriente del inductor de salida.
f_s	Frecuencia de conmutación.

I. INTRODUCCIÓN

EL convertidor elevador, también Boost, es un tipo de convertidor DC/DC en que la salida de tensión puede ser mayor o igual, nunca menor a la tensión suministrada en su entrada.

Los convertidores DC/DC pueden dividirse en tres grandes etapas, los cuales son:

- *Conmutación*
- *Acumulación de energía*
- *Filtrado*

Las etapas se definirán en la topología del convertidor junto con los componentes que las constituyen.

Estos convertidores son muy utilizados en la industria de desarrollo tecnológico, debido a sus numerosas ventajas en el área de conversión de potencia. Sus principales aplicaciones están orientadas a instalaciones fotovoltaicas, dispositivos autónomos a batería, drivers de potencia para LED, entre otros, como primeras etapas de acondicionamiento y administración de energía.

Su topología es fácil de trabajar, aunque su dinámica es compleja, debido a que se trata de sistemas de naturaleza no lineal, lo que dificulta el diseño de un control capaz de garantizar la estabilidad y las condiciones de operación consideradas durante el diseño frente a perturbaciones de carga o de alimentación.

La Fig. 1 muestra el diseño del convertidor elevador básico.

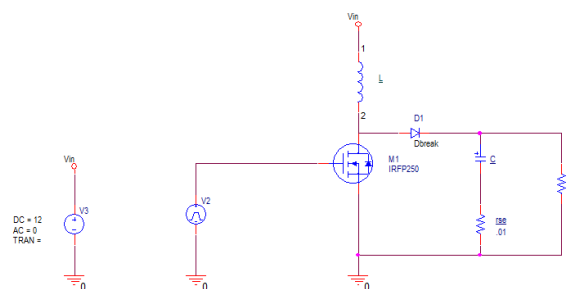


Fig. 1. Convertidor Boost.

Este convertidor es simple desde el punto de vista de componentes, el desafío del diseño radica en la elección de los mismos y en los criterios necesarios para un correcto funcionamiento, uno de estos es el modo de conducción del convertidor, para esta aplicación se utilizó el modo continuo de conducción.

II. DESARROLLO

A. Topología (Ver Fig. 1)

La etapa de conmutación está compuesta por la fuente de pulsos “V2” y el transistor “Q1”, donde el mosfet funciona como llave en corte y saturación mientras que la fuente hace de driver del mismo, en esta se define el ciclo de trabajo y la frecuencia de conmutación.

En la etapa de acumulación de energía intervienen la fuente de corriente directa “V1”, como surtidor de energía y el inductor “L” como almacenador de energía en forma de campo electromagnético, gracias a la conmutación generada por el transistor y la propiedad del inductor de no permitir la variación instantánea de corriente a través del mismo.

La etapa de filtrado está compuesta por el diodo “D1” el cual permite el paso de corriente unidireccional hacia la carga y el capacitor “C”, este último se encarga de disminuir el ripple de tensión en la carga.

B. Funcionamiento del convertidor

El convertidor DC/DC debe elevar la tensión lo suficiente para poder encender y operar los LED's de manera apropiada sin superar sus parámetros máximos en ningún momento, esto se logra mediante la correcta elección de la frecuencia de trabajo, ciclo de trabajo, inductancia, capacitor de filtrado. Siempre considerando el modo de conducción del convertidor y a sabiendas que mientras mayores los valores de la inductancia y capacidad mayor tiempo de transitorio, pero menores las variaciones por sobre el valor deseado en la carga de tensión y corriente durante el transitorio.

C. Parámetros de operación

La Tabla 1 detalla los parámetros de funcionamiento necesarios para realizar los cálculos correspondientes a los componentes que forman parte del convertidor.

Tabla I			
Parámetro de funcionamiento			
P_o [W]	I_o [A]	V_o [V]	R_{load} [Ω]
30	1	35	33
50	1,7	35	20
100	3.5	35	10

El valor de la resistencia de carga correspondiente a cada LED se calculó con la hoja de datos del fabricante. Se utilizaron valores máximos admitidos y testeados en los diodos.

D. Diseño y cálculos

Calculo del ciclo de trabajo:

$$D = 1 - \frac{V_i}{V_o} \quad (1)$$

La (1) relaciona la tensión de salida, la tensión de entrada y el ciclo de trabajo (D).

Para el valor de la frecuencia se tomó un valor arbitrario en $f_s = 30[khz]$.

Calculo de la inductancia critica o mínima:

$$L = \frac{D \cdot (1-D)^2 \cdot R}{2 \cdot f_s} \quad (2)$$

Con (2) se obtiene el valor de inductancia mínima para que el convertidor opere en modo de conducción continuo, se debe optar por valores estrictamente mayores.

$$I_l = \frac{V_i}{(1-D)^2 \cdot R} \quad (3)$$

De (3) se obtiene la corriente del inductor

$$\frac{\Delta I_l}{2} = \frac{D \cdot V_s}{2 \cdot L \cdot f_s} \quad (4)$$

De (4) se obtiene el valor mínimo de corriente para el cual el convertidor se sigue en el modo continuo de conducción.

Por ende: $\frac{\Delta I_l}{2} < I_l$

Calculo de la capacidad:

$$C = \frac{D}{R \cdot \left(\frac{\Delta V_o}{V_o}\right) \cdot f_s} \quad (5)$$

De (5) se obtiene el valor del capacitor para el filtro de salida, al igual que la inductancia se deben utilizar valores más elevados para disminuir el ripple de tensión en la carga.

Tabla II
Valores de L y C para distintas frecuencias

P_o [W]	L [uH]	C [uF]
30	42	66.68
50	25,43	110
100	12,71	220

La Tabla 2 muestra los valores obtenidos para cada carga en particular. El fin del diseño de este convertidor es usar el mismo dispositivo para distintas cargas sin mayores modificaciones por eso se tomaron valores acordes a las exigencias.

III. ENSAYOS Y SIMULACIONES

La Fig. 2 muestra el esquema utilizado para los ensayos y simulaciones. Ello se hizo mediante el software “PSPice”, para todos los modos de operación. Esta herramienta informática es una aplicación de simulación de circuitos electrónicos, perteneciente a la familia “OrCAD” y desarrollado por “Cadence Design Systems”. Se eligió este programa debido a su gran utilidad y desempeño en la electrónica de potencia.

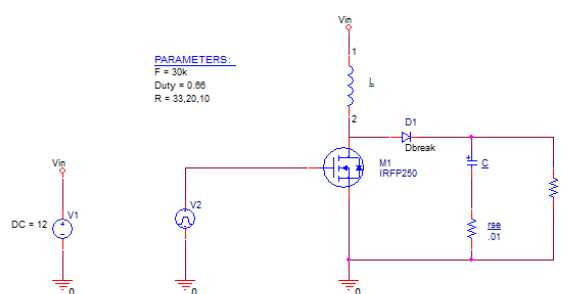


Fig. 2. Esquema del convertidor utilizado en simulaciones.

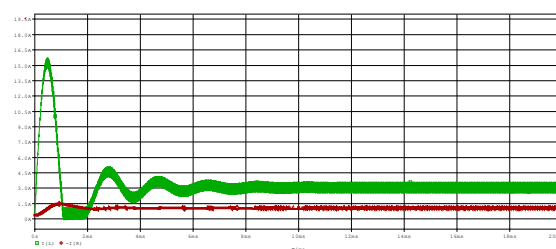


Fig. 3 corriente en la fuente (trazo verde), con respecto a la corriente en la carga de $R=33\Omega$ (trazo rojo).

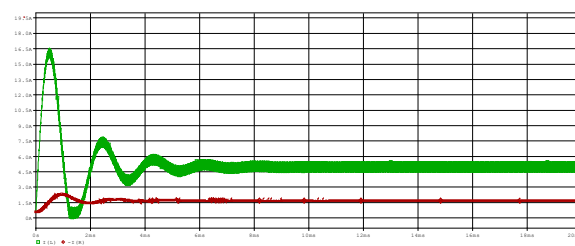


Fig. 4 corriente en la fuente (trazo verde), con respecto a la corriente en la carga de $R=20\Omega$ (trazo rojo).

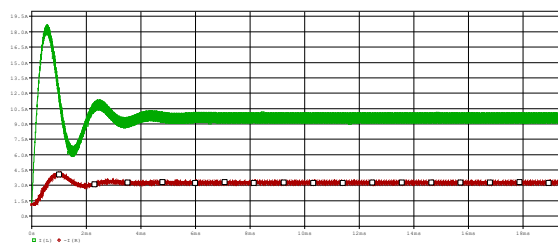


Fig. 5 corriente en la fuente (trazo verde), con respecto a la corriente en la carga de $R=10\Omega$ (trazo rojo).

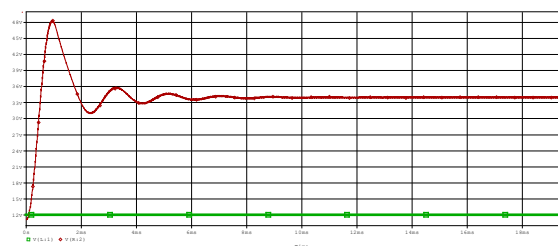


Fig. 6 tensión en la fuente (trazo verde), con respecto a la tensión en la carga de $R=33\Omega$ (trazo rojo).

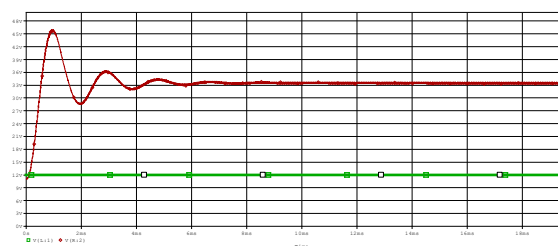


Fig. 7 tensión en la fuente (trazo verde), con respecto a la tensión en la carga de $R=20\Omega$ (trazo rojo).

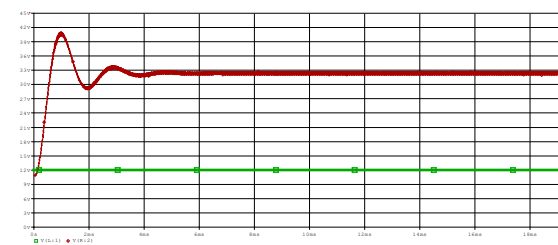


Fig. 8 tensión en la fuente (trazo verde), con respecto a la tensión en la carga de $R=10\Omega$ (trazo rojo).

IV. CONCLUSIONES

El presente documento muestra un diseño básico de un convertidor elevador Boost operando en CCM. Este se comporta de manera aceptable, para una correcta implementación del mismo sería necesario optimizar los valores propuestos en los cálculos por valores estandarizados.

A fines de reducir las oscilaciones en el arranque del convertidor (transitorio) es imperativo aumentar los valores del inductor, para variaciones en la corriente y del capacitor, para variaciones de tensión.

Si bien este convertidor logra elevar la tensión lo suficiente para funcionar de driver para LED de potencia, es necesario un control de corriente para garantizar la seguridad del diodo emisor de luz durante su operación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Oros, *Fuentes Conmutadas, Inversores, UPS y Regulación de Motores*, UTN-FRC, Argentina, Tomo II.
- [2] D. W. Hart, *Electrónica de potencia*, Pearson Educación, Madrid, 2001.

DATOS BIOGRÁFICOS



Ariel José Paulo Bertinatti,
Nacido en Córdoba el 09/06/1994.
Estudiante de Ingeniería
Electrónica, Universidad
Tecnológica Nacional, Facultad
Regional Córdoba, Argentina.
e-mail:
63026@electronica.frc.utn.edu.ar