

CAPITULO 2

CONVERTIDORES DE POTENCIA

2.1 INTRODUCCIÓN

El constante progreso y evolución de la ciencia y la tecnología ha provocado en los últimos años un fuerte cambio en el tipo de cargas conectadas a la red eléctrica. Desde la década de los años 70, son cada vez más los equipos que utilizan como interfase con la red eléctrica un sistema no lineal. El número de cargas lineales, ya sean resistivas como el tradicional alumbrado incandescente, ha ido decreciendo a favor de las cargas no lineales, también llamadas cargas electrónicas como son los sistemas de calefacción o bien inductivas como motores y el alumbrado fluorescente. En parte debido a la mejora en las técnicas de conversión de potencia, ya que equipos que antiguamente se conectaban directamente a la red eléctrica, ahora son alimentados a través de convertidores electrónicos, debido a que estos son de menor tamaño y mejor rendimiento. Es el caso de equipos cada vez más habituales tanto en los hogares como en los lugares de trabajo. Por ejemplo vídeos, televisores, fotocopiadoras, fax, PC's y sus periféricos, los distintos tipos de balastos electrónicos utilizados en sistemas de iluminación, etc.

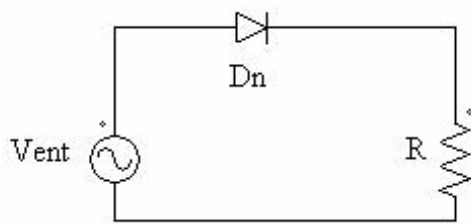
Los convertidores son elementos capaces de alterar las características de la tensión y la corriente que reciben, transformándola de manera optimizada para los usos específicos donde va a ser destinada en cada caso. El espectacular avance de las telecomunicaciones en los últimos años también ha contribuido en gran medida al aumento del número de equipos electrónicos conectados a la red de distribución eléctrica de baja tensión. Hay estudios que afirman que hasta un 50% de la energía eléctrica consumida hoy en día en los países más desarrollados sufre algún proceso electrónico [1].

En general, los circuitos electrónicos son alimentados con tensión continua pero por el contrario, los equipos suelen obtener la energía eléctrica de la red de distribución de baja tensión, por lo que en general siempre hay que hacer una primera conversión CA/CC.

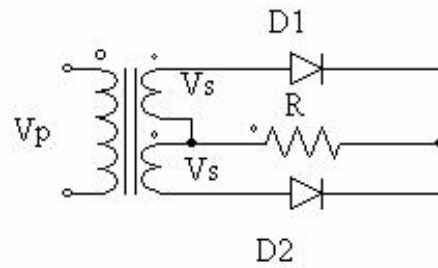
2.2 CONVERTIDORES CA/CC

Los siguientes convertidores de CA/CC son los más usados y se observan en la figura 2.1:

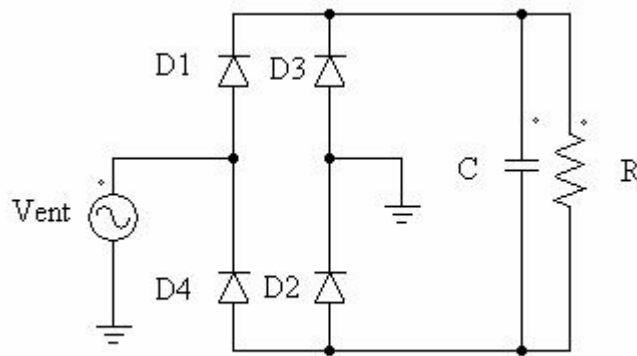
- Rectificador monofásico de media onda
- Rectificador de onda completa con transformador con derivación central
- Rectificador puente de onda completa



Rectificador monofásico de media onda



Rectificador de onda completa con transformador con derivación central



Rectificador de onda completa

Figura 2.1 Configuración de rectificadores[3]

El rectificador monofásico de media onda es un circuito que convierte una señal alterna en una señal continua. La ventaja de este circuito es lo sencillo que es, pero no se utiliza para usos industriales. Conduce durante el medio ciclo positivo del voltaje de entrada V_{ent} , el cual aparece en la carga y durante el medio ciclo negativo el diodo está en condición de bloqueo y el voltaje en la carga es cero.

En el caso del Rectificador de onda completa con transformador con derivación central cada diodo va asociado con una mitad del transformador para operar como si fuera un rectificador de media onda.

En el rectificador puente de onda completa durante medio ciclo positivo del voltaje de entrada, se suministra potencia a la carga a través de D1 y D2. En el ciclo negativo, los diodos D3 y D4 conducirán, así trabajarán cada par de diodos como rectificadores de media onda. De esta forma se tiene un voltaje de corriente directa; sin embargo, ésta es muy variante. Por otro lado, no todas las aplicaciones requieren un voltaje tan variante con un rizo ΔV_{sal} (fig 2.2a). Por lo que es necesario proporcionar un voltaje con un rizo pequeño, para ello se utiliza, un capacitor de salida el cual funciona como un filtro y mejora el voltaje en la carga (fig. 2.2b).

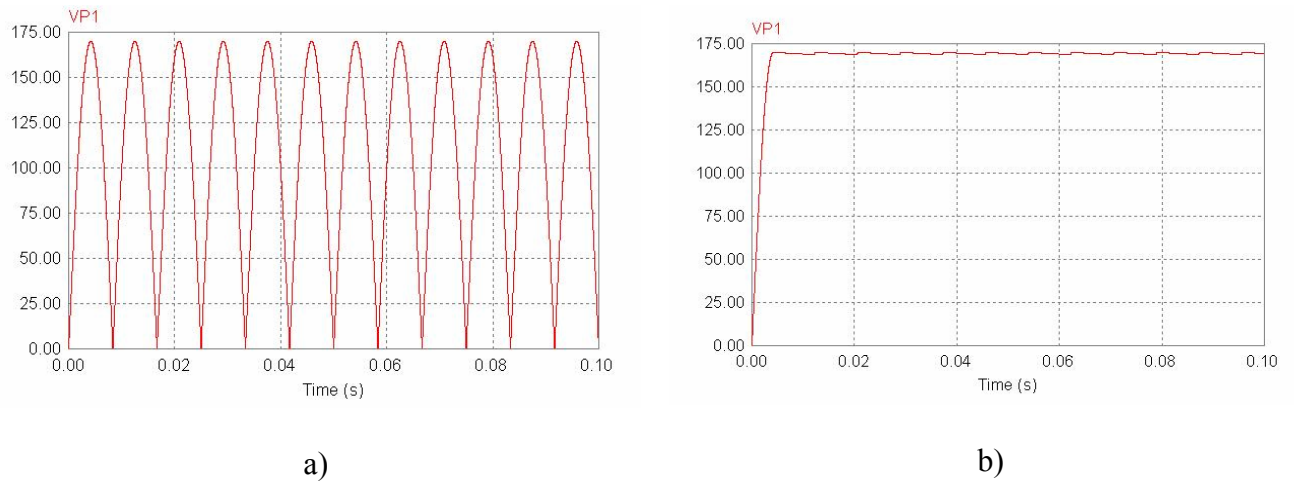


Figura 2.2 Voltaje de salida, a) sin filtro, b) con filtro capacitivo.

El voltaje de salida promedio sin filtrado es:

$$V_{cd} = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} V_m \sin \omega t = \frac{2V_m}{\pi} = 0.6366V_m$$

La corriente promedio en la carga es

$$I_{cd} = V_{cd} / R$$

El valor rms del voltaje y corriente de salida es

$$V_{rms} = V_m / \sqrt{2}$$

$$I_{rms} = V_{rms} / R$$

En la figura 2.3 se puede apreciar la corriente de entrada con respecto al voltaje de entrada, cuando se tiene el capacitor de filtrado, donde se observa como la corriente tiene una forma no senoidal y se encuentra fuera de fase.

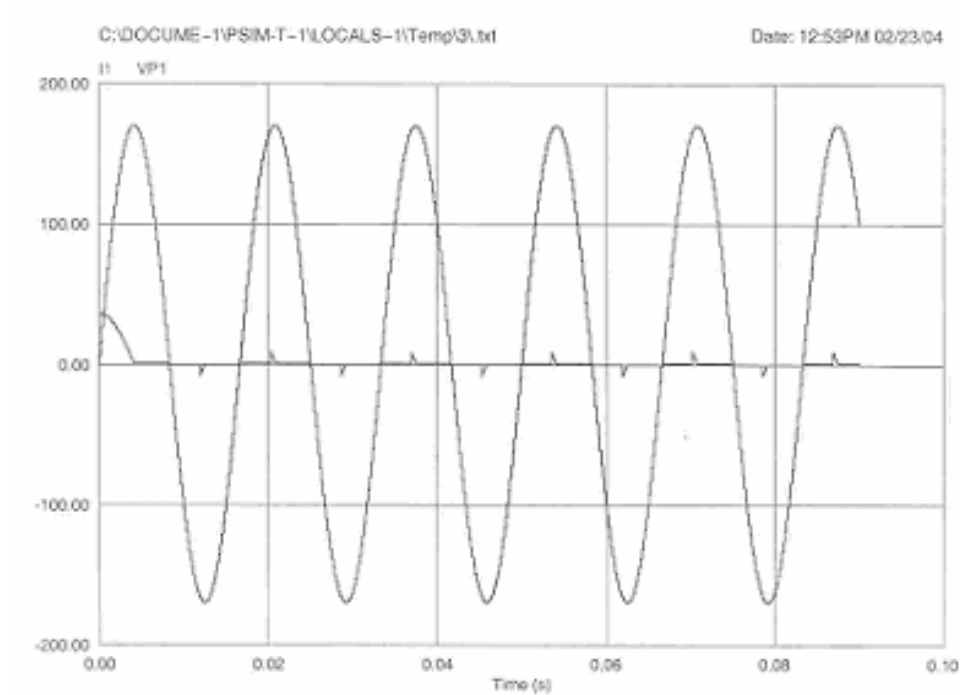


Figura 2.3 Voltaje y corriente de entrada

En la figura 2.4 se ve un acercamiento a la corriente y voltaje de entrada, donde se aprecia la corriente en una forma no senoidal, lo cual afecta en el factor de potencia.

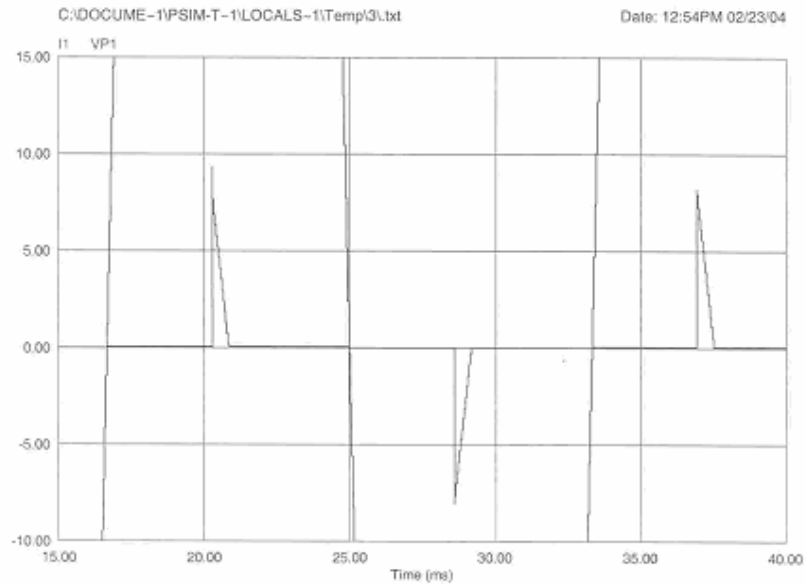


Figura 2.4 Voltaje y Corriente de entrada

2.3 CONVERTIDORES CC/CC

A un convertidor CC/CC se le puede considerar como un transformador de CA, ya que puede utilizarse como una fuente reductora o elevadora de voltaje. Los convertidores CC/CC más utilizados son los siguientes:

- Reductores
- Elevadores
- Cúk.
- Reductores-Elevadores

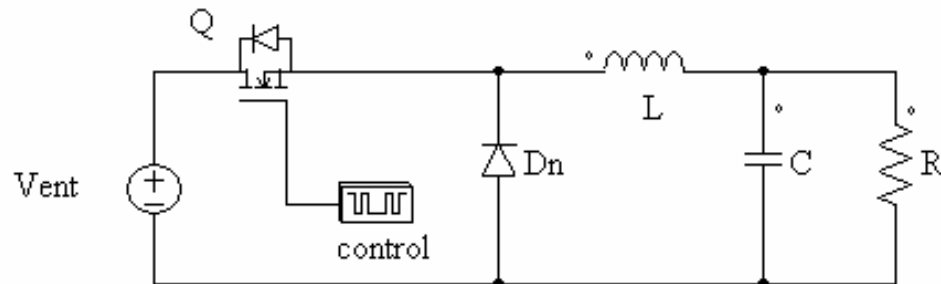


Figura 2.5 Regulador reductor [4]

En el regulador reductor (figura 2.5), el voltaje de entrada es siempre mayor al voltaje de salida de ahí el nombre de reductor, este circuito funciona de dos modos, el primero empieza en el momento que el transistor se activa en $t = 0$ al circuito por medio del control. La corriente de entrada fluye y carga a través del inductor L , del capacitor C y la resistencia R . En el segundo modo es desconectado, el diodo D_n conduce debido a la corriente que se descarga en el inductor con lo que la corriente fluye a través del inductor L , el capacitor C y la resistencia R .

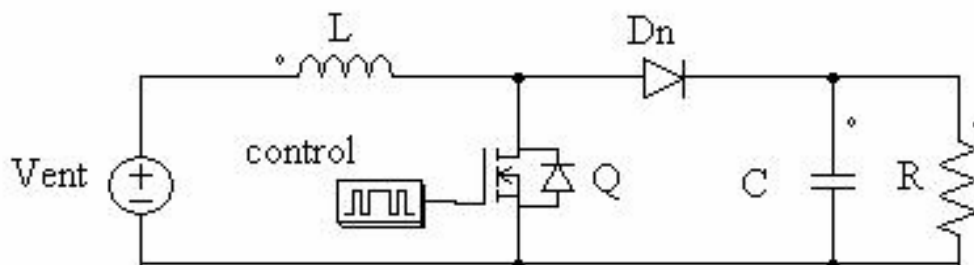


Figura 2.6 Regulador elevador [4]

En el regulador elevador (figura 2.6) el voltaje de entrada es menor que el voltaje de salida, de igual forma que en el reductor, este circuito trabaja en dos modos, el primero es cuando se activa el transistor en $t = 0$, así la corriente fluye a través del inductor L y el transistor Q . En el modo 2 se desconecta el transistor y la corriente que estaba fluyendo el inductor L y el transistor Q ahora fluye por el inductor L , el capacitor C , el diodo D_n y la carga.

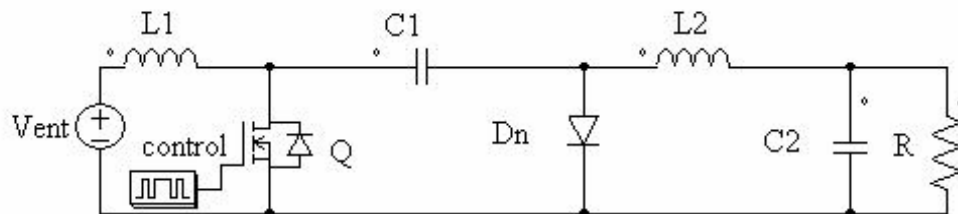


Figura 2.7 Regulador Cúk [4]

En la figura 2.7 se muestra el regulador Cúk, nombrado así en honor a su inventor, entrega un voltaje de salida menor o mayor que el voltaje de entrada, pero la polaridad del V_{sal} es opuesta a la polaridad del voltaje de entrada. También trabaja en dos modos, en el modo 1 se activa el transistor Q , la corriente se eleva en el inductor L_1 , simultáneamente, el voltaje del capacitor polariza inversamente al diodo D_n y lo desactiva, descargando su energía en C_1 , C_2 , L_2 y la carga. En el modo 2 se desconecta el transistor cargándose el capacitor C_1 a partir del suministro de entrada y la energía almacenada en el inductor L_2 se transfiere a la carga, de esa forma el diodo D_n y el transistor Q funcionan en una conmutación síncrona.

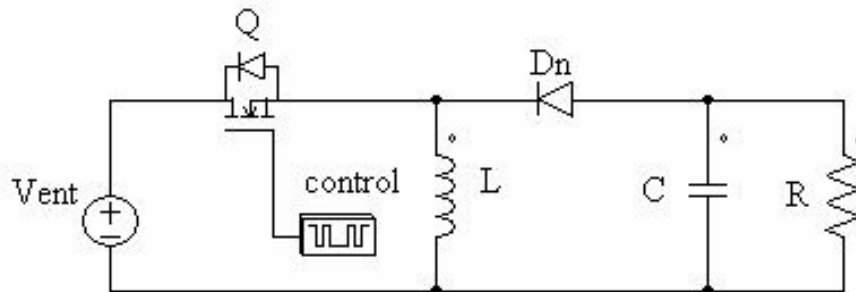


Figura 2.8 Regulador reductor-elevador [4]

En la figura 2.8 se muestra un regulador reductor-elevador donde el voltaje de salida puede ser menor o mayor que al voltaje de entrada, y de igual forma que en el Cúk la polaridad del V_{sal} es inversa al V_{ent} , por esa razón se conoce como “regulador inversor”. De igual forma trabaja en dos modos, en el primero el transistor Q se activa y el diodo D_n bloquea el paso de corriente. De esa forma la corriente fluye a través del inductor L y el transistor Q. En el segundo modo se desactiva el transistor y la energía en el inductor se descarga en el capacitor C, el diodo D_n y la carga.

Los reguladores trabajan en un modo de conmutación para convertir un voltaje no regulado a uno regulado. Esta conmutación se consigue mediante la generación de un ancho de pulso a una frecuencia establecida. Utilizando como principal dispositivo para la conmutación un BJT, IGBT o MOSFET de potencia. El voltaje de control permite el paso o bloqueo de corriente en el interruptor.

2.4 CONVERSIÓN DE CA/CC REGULADA

Como se ha visto a lo largo de este capítulo existen diferentes topologías para la conversión de corriente alterna a corriente continua, una de ellas es el puente de diodos que entrega un voltaje continuo, este voltaje no es regulado, con la ayuda de un regulador reductor-elevador se obtiene un voltaje de CC regulado. En la figura 2.9 se muestra como quedaría la topología del circuito.

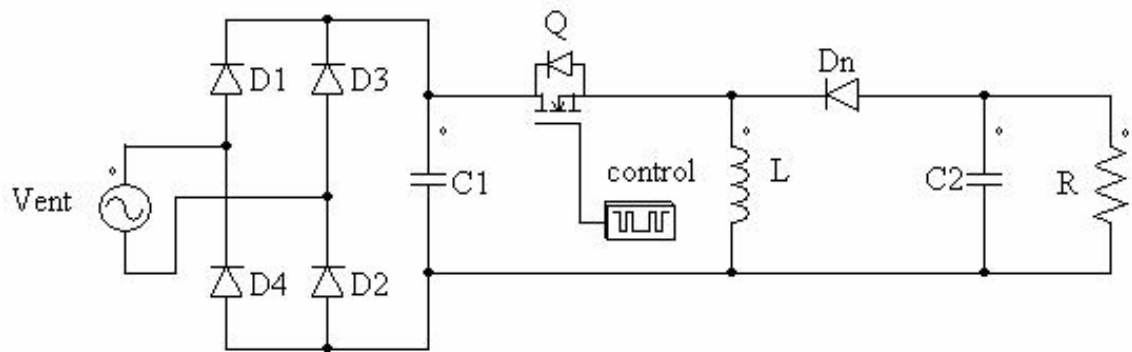


Figura 2.9 Convertidor de CA/CC regulada

Esta topología entrega un voltaje de CC regulado. Debido a que el regulador reductor-elevador funciona como inversor, se tiene en la carga un voltaje inverso. En la figura 2.10 se observa el voltaje de salida.

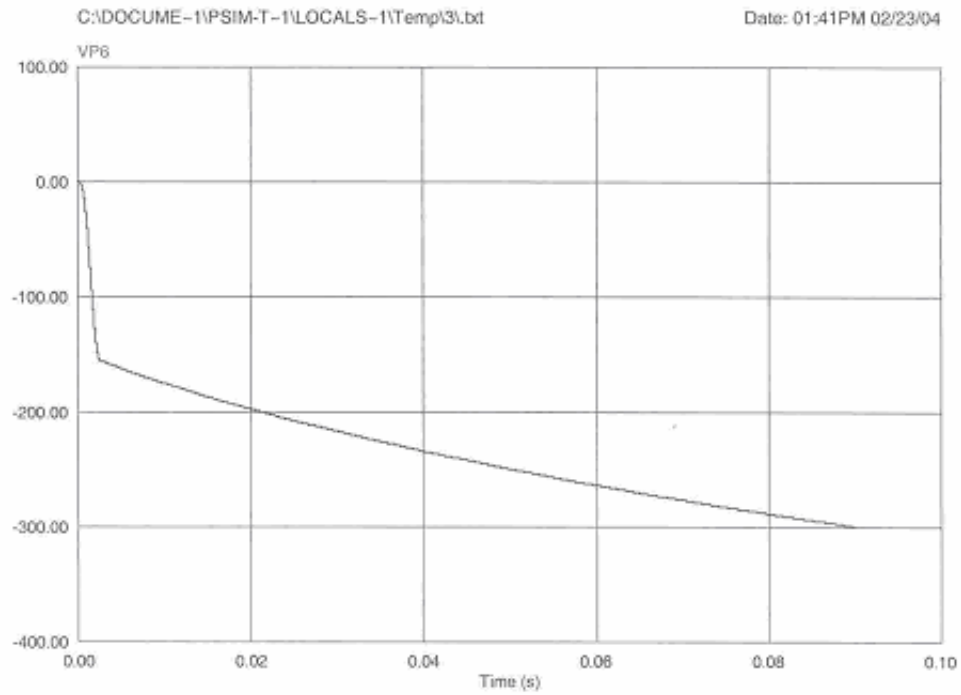


Figura 2.10 Voltaje de salida del CA/CC regalado

En este circuito lo más importante es saber la corriente que se tiene en la fuente en contra del voltaje de entrada, para conocer el factor de potencia.

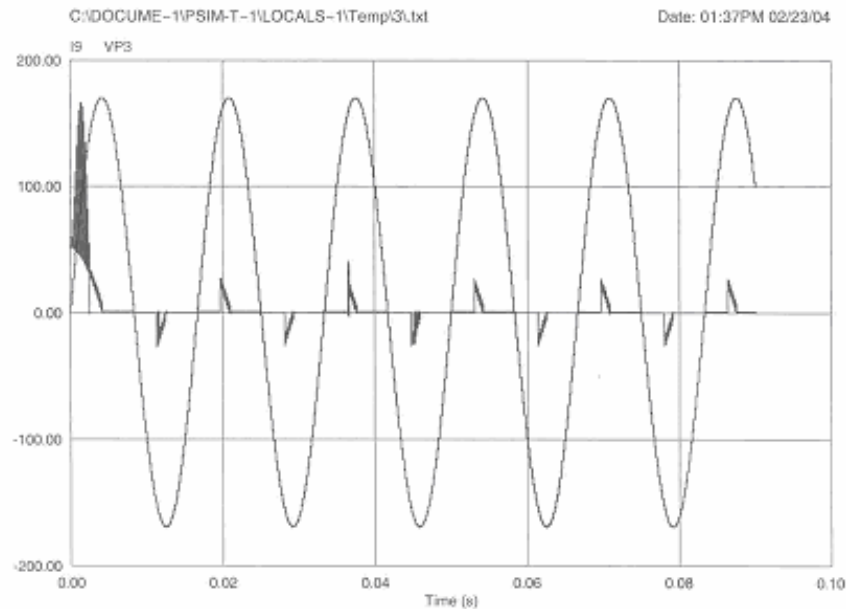


Figura 2.11 Corriente y voltaje de entrada

Como se puede observar en la figura 2.11 la corriente de entrada con respecto al voltaje de entrada no es senoidal y tampoco se encuentra en fase con el voltaje, de donde se deriva que el factor de potencia tiene un valor de 0.58%. Al convertidor de CA/CC regulado se le implemento un filtro capacitivo como técnica para mejorar el factor de potencia, lamentablemente solo lo pudo mejorar de 68% al 75%. Se sabe que la potencia que se toma de la fuente es de 643 watts y la que entrega es de 125 watts, por lo tanto, su eficiencia es del 0.2

2.5 CONCLUSIONES

Un convertidor CA/CC puente de diodos genera un factor de potencia muy bajo, al sumarle un convertidor CC/CC se obtiene una corriente regulada, sin embargo, la corriente de entrada no se encuentra en fase con el voltaje y tampoco es senoidal. Una topología como ésta no cumple los requerimientos de un alto factor de potencia.

Por esta razón se sugiere el diseño de un circuito que entregue un voltaje en CC regulado, dicha estructura debe cumplir las condiciones ideales para el mejoramiento del factor de potencia como son una corriente de entrada en fase con el voltaje de la fuente, la forma senoidal que deben tener el voltaje y la corriente. Otro punto a considerar será la corriente que soporten los dispositivos y el análisis de la potencia entregada en la carga con respecto a la potencia requerida en la fuente para conocer la eficiencia de la topología.