

# Los convertidores DC/DC de 2ª generación de alta densidad, simplifican los diseños

Artículo cedido por Arrow Iberia Electrónica y Vicor Corp.

Más información en el e-mail:  
info@arrowiberia.com  
de Arrow Iberia  
Electrónica.

*Los nuevos componentes modulares de potencia de Vicor proporcionan a los diseñadores unas prestaciones sin precedentes, en términos tales como, densidad de potencia, eficiencia, bajo ruido, facilidad de implementación con un coste razonable, todo ello junto a una enorme reducción del "time to market". Como resultado de todo esto, los sistemas de potencia basados en componentes modulares comienzan a ser una alternativa que se está extendiendo en una amplia variedad de mercados y aplicaciones.*

En este artículo trataremos diversos aspectos del diseño de los convertidores DC/DC de alta densidad, como son: el montaje en paralelo, la disipación térmica y las EMI/RFI. Cuestiones estas que, a pesar de estar mitigados sus efectos en esta segunda generación de convertidores de Vicor (figura 1), deben ser consideradas normalmente en la mayoría de las aplicaciones

## Mayor potencia y tolerancia a fallos de la disposición paralelo

La 2ª Generación de convertidores DC/DC utilizan un pulso sincrónico como señal para la distribución de

corriente en aplicaciones en que es necesario expandir la potencia y disponer de una tolerancia ante fallos. Esta señal de pulsos que actúa sobre el bus PR simplifica el control de la distribución de corriente mediante la sincronización de la frecuencia de conmutación de cada uno de los convertidores. Esto elimina la necesidad de utilizar dispositivos sensores para medir la corriente en cada uno de los módulos y al contrario que en otros métodos de distribución de corriente, la regulación dinámica en la carga no se ve comprometida.

El pin PR es un puerto bidireccional disponible en cada módulo, que puede ser utilizado tanto para transmitir como recibir información entre los módulos. De tal forma que si el módulo maestro deja de actuar como tal, otro módulo tomará automáticamente el control sin producir ninguna perturbación en la salida.

Adicionalmente, al ser la señal pulsante, proporciona a los diseñadores la opción de añadir condensadores o bobinas entre los pines de los distintos módulos dispuestos en paralelo, proporcionando un bloqueo de la componente continua.

Dicho bloqueo preserva a los restantes módulos del fallo interno que pudiera darse en uno de los

módulos del array, a parte de proporcionar una tolerancia ante fallos aún de mayor nivel.

La utilización de transformadores (figura 2) permite la utilización de módulos con frecuencia de conmutación variable en los arrays de distribución de corriente cuando estos se encuentran distantes u operando desde fuentes distintas. Dado que la señal para la distribución de corriente consiste en un pulso, es posible acoplarla mediante un transformador. Con el acoplamiento de esta señal mediante transformador, se consigue un elevado nivel de inmunidad al ruido común y al mismo tiempo se consigue el aislamiento del primario (SELV). Esto es especialmente ventajoso en aplicaciones con sistemas redundantes.

Otras ventajas de la arquitectura con distribución de corriente sincronizada, constituye la excelente respuesta a transitorios, la ausencia de problemas de control en la realimentación y un alto grado de inmunidad frente al ruido producido por el propio sistema.

## EMI/RFI

Los DC/DC quasi-resonantes de la 2ª generación producen de una forma inherente menos ruido armónico que los convertidores convencionales. Además, la ausencia de ondas con ángulos abruptos en la parte sinusoidal de las curvas producen una menor excitación en los componentes parasitarios que en aquellos convertidores que emplean PWM y por tanto el ruido parasitario es menor. Esta capacidad minimiza el proceso del filtrado y de apantallamiento, los cuales pueden ser aspectos en el diseño a tener en cuenta en función de las necesidades del sistema final.

Al contrario que los DC/DC convencionales, los convertidores de la 2ª generación emplean una topología basada ZCS /ZVS (conmutación por corriente cero / conmutación por

**2nd Generation 24 V, 48 V, 300 V and 375 V Modules**

**Your Competitive Advantage**

- 24 V Input: 18-36 Vdc
- 48 V Input: 36-75 Vdc
- 300 V Input: 180-375 Vdc
- 375 V Input: 250-425 Vdc
- 100°C, No Derating
- High Efficiency
- Low Noise ZCS, ZVS
- Up to 120 W/in<sup>2</sup>
- 3,000 Vac Isolation
- Single Wire Paralleling
- Input Undervoltage Lockout
- Output Overvoltage Protection
- Overtemperature Shutdown
- Module Fault Alarm
- ZCS / ZVS Power Architecture
- Bias Supply to Power External Circuitry
- Logic Enable/Disable
- Low Parts Count
- Low Stress Levels
- Low Thermal Impedance
- Cost Effective

Figura 1. Hay disponibles miles de combinaciones de DC-DC de alta densidad con distintas tensiones de entrada, salida y niveles de potencia. La unidad más pequeña mostrada aquí mide 57,9 x 36,8 x 12,7 mm. y tiene como máxima potencia 150W.

tensión cero). Una propiedad a destacar de este tipo de convertidores es que poseen unos niveles muy reducidos de ruido tanto conducido como radiado debido a la forma no discontinua de las formas de onda de la corriente. El contenido espectral de la curva ZCS (que es de forma semi-sinusoidal), es de baja amplitud y reducido ancho de banda. Por otra parte, en un convertidor convencional la forma de onda es cuadrada y la componente espectral es mayor en cuanto a la amplitud y ancho de banda de los armónicos.

El transformador patentado de 2ª generación con núcleo de cavidad y recubrimiento plateado dispone de una mayor separación entre los devanados primario y secundario. Dicha separación proporciona mayor aislamiento y por lo tanto menores capacidades parásitas entrada-salida así como menor ruido. Los transformadores tradicionales utilizan un núcleo de tipo pott-core (núcleo potted), con los devanados de primario y secundario muy próximos para obtener así un acoplamiento magnético lo más eficiente pero con altos niveles de ruido común.

### Análisis Térmico

El mejor comportamiento de los convertidores de la 2ª generación en cuanto al análisis térmico, es el resultado de numerosas mejoras en el diseño. Por ejemplo, los devanados primario y secundario están moldeados en epoxy e incorporan una lámina de cobre que está soldada directamente a la placa base. Esto proporciona un camino de muy baja impedancia térmica en la base que mejora la disipación.

Otras novedades que ayudan en la mejora del comportamiento térmico son el transformador patentado de la 2ª generación. Esto consiste en un nuevo diseño propietario, con núcleo de cavidad, el cual confina el flujo magnético y ayuda a remover el calor del transformador lo cual

permite incrementar la potencia a manejar por el dispositivo. El formato abierto del transformador también permite un mejor lazo térmico hacia la base.

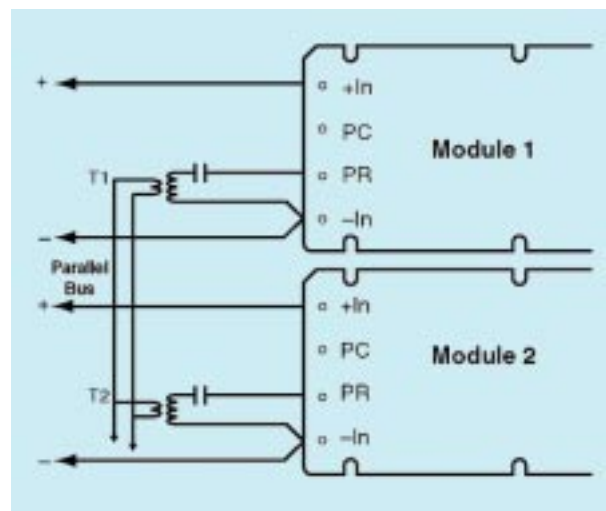
El recubrimiento plateado facilita la disipación del núcleo. Los refrigeradores de cobre del núcleo se sueldan a los lados y se adhieren a la base para facilitar la disipación del mismo. La mejora sustancial en la refrigeración de dicho núcleo es una de las claves que permiten incrementar la densidad de potencia. El transformador es capaz de procesar más de 600W lo que implica que la densidad de potencia del mismo debe ser mayor de 1000W/pulgada cúbica (en el caso del módulo de mayor tamaño), con un incremento de temperatura de 30°C a 40°C en función del diseño del módulo.

Los elementos de conmutación emplean elementos integrados de potencia, de bajo ruido y patentados. Los IPD'S están soldados sobre una placa de 20 mil de espesor, eléctrica y térmicamente conductora y con el primario y secundario apantallado e insertado en una base de aluminio a tierra. Al reducir el recorrido térmico se reduce la impedancia térmica a la mitad entre la unión del MOSFET y la base.

### Amplio margen de tensión en la salida

Lo más normal en los convertidores DC/DC es la posibilidad de ajuste de un  $\pm 10\%$ , mientras que en los convertidores de la 2ª generación el ajuste posible es de 10% al 110% respecto a la tensión nominal.

El amplio rango de ajuste de la tensión de salida ofrece a los diseñadores, junto a otras prestaciones, la posibilidad de crear tensiones de salida no estándares y así de este modo minimizar el número de modelos a comprar y a tener en stock. Como ejemplo podemos mencionar, con un módulo de 12V, se dispone de un rango de ajuste que va



de 1.2V hasta 13.2V. Así mismo, un módulo de 5V, 400W puede dar 3,3V, 2V y 1,2V a 80 amperios.

La posibilidad de ajuste de tensión en un margen tan amplio se consigue mediante la utilización de un pin multi-función, el cual también proporciona el status y un control de funcionalidad.

Para un ajuste fijo de la tensión de salida a un valor conocido, se emplea una resistencia fija externa que puede ser de gran utilidad. Un ejemplo típico sería un sistema en donde el módulo se monta sobre una tarjeta que puede ser enchufada en distintos slots de un backplane. Cada uno de estos slots puede estar programado con una resistencia apropiada de modo que al insertar la tarjeta, esta suministre una determinada tensión.

En otras ocasiones, el amplio margen de ajuste de la tensión en la salida se puede explotar para crear diseños novedosos. Por ejemplo, para conmutar la tensión de alimentación en pruebas de funcionalidad y paramétricas en verificación y control final de la producción. Las resistencias se pueden variar empleando conmutadores de estado sólido bajo el control del sistema para ajustar la tensión de salida un +10% a un -10%, etc.

Figura 2 El interface mediante el acoplamiento del transformador proporciona una distribución de corriente en carga y un nivel de aislamiento respecto al primario (SELV)

### **Elevada densidad de potencia**

La densidad de potencia elevada, sigue siendo una de las características de los convertidores DC/DC que más demandan los diseñadores de potencia de las OEM. Los nuevos convertidores DC/DC de alta densidad- algunos con densidades de potencia que sobrepasan los 150W/pulgada cúbica, están ayudando a los diseñadores a mantener el valor intrínseco de sus placas y al mismo tiempo minimizar el número de módulos necesarios para satisfacer sus requerimientos de potencia.

Para obtener esta alta densidad de potencia los formas para conseguirlo son diversas, tales como, transformadores con un diseño muy optimizado, encapsulados abiertos, integración del silicio y

por supuesto, una elevada frecuencia de funcionamiento.

Una alta frecuencia de funcionamiento ha sido tradicionalmente reconocida como la clave para conseguir una alta densidad de potencia, lo cual implica unos componentes magnéticos y de filtrado más reducidos en los convertidores conmutados.

No obstante, en los convertidores tradicionales, las pérdidas de conmutación aumentan directamente con la frecuencia de funcionamiento, surgiendo por tanto una "barrera de frecuencia" que limita la densidad de potencia a conseguir.

Los convertidores que emplean una "conmutación de corriente paso por cero" (ZCS), sobrepasan este límite de frecuencia al efectuarse cada uno de los ciclos de conmutación a corriente cero. Dichos

convertidores operan a frecuencias superiores a 1Mhz y pueden alcanzar densidades de potencia hasta 10 veces superiores a los convertidores que operan a bajas frecuencias.

La integración del silicio en el circuito de control es otra forma de obtener convertidores DC/DC de alta densidad. Los componentes cuyas funciones son de control pueden reducirse a un volumen de 1/10 pulgada cúbica dejando más espacio para aquellos componentes de la cadena de potencia. Otro ejemplo puede ser, con la integración se puede reducir el tamaño de transformador acoplador de pulsos hasta un valor 10 veces inferior. El resultado de todas estas mejoras es un convertidor DC/DC que puede dar 3 veces la potencia de los convertidores con un diseño tradicional y con el mismo tamaño de encapsulado. □