

Mejora de la protección del inversor con un acoplador / controlador inteligente

Artículo cedido por Toshiba

TOSHIBA
Leading Innovation >>>

www.toshiba.es



Autor: Matthias Diephaus, Toshiba Electronics Europe

Cuando controlamos inversores IGBT de alta potencia utilizados en aplicaciones tales como control de motores, soldadores industriales o sistemas de alimentación ininterrumpida, los controladores de puerta ópticos (fotoacopladores) proporcionan importante aislamiento galvánico para proteger al usuario y circuitos de control de baja tensión de las condiciones potencialmente perjudiciales en la parte de alta potencia de la fuente. Sin embargo, se necesita protección adicional para evitar corrientes de cortocircuito que dañen los transistores de potencia (figura 1), lo que puede aumentar considerablemente el tamaño total del inversor.

Por otra parte, la integración de la protección adecuada dentro del propio fotoacoplador, para crear un controlador inteligente, permite una solución más eficiente con el espacio y también proporciona una protección optimizada que puede ser difícil de diseñar utilizando componentes discretos.

Un camino de realimentación aislado para indicación de fallo también se puede integrar, lo que resulta en un acoplador / controlador inteligente que ahorra el número de componentes y el espacio en la placa y también mejora la fiabilidad de todo el conjunto del sistema.

Protección de sobrecorriente

Los IGBTs del puente inversor pueden estar expuestos a corrientes excesivas en el caso de un cortocircuito en la carga causada por la conexión incorrecta o por un fallo tal como la insuficiencia del aislamiento del devanado en una aplicación de control del motor. Otras causas de la corriente de cortocircuito no deseado incluyen encendido del transistor, resultando en ambos brazos, superior e inferior, en la misma fase del puente, sucediendo al mismo tiempo. Esto puede ser causado por condiciones del circuito ruidosas, o por la acción de la capacitancia parasitaria Miller CCG entre la puerta IGBT y el colector.

En caso de un corto circuito, el exceso de corriente debe ser detectado y el transistor apagado dentro del tiempo de soporte del cortocircuito, indicado por el fabricante IGBT. Esto es típicamente $10\mu s$. Por otra parte, es deseable un desvío suave del dispositivo, ya que un cambio rápido en la corriente de colector puede inducir una gran tensión colector-emisor superando la tensión nominal de ruptura.

Es posible utilizar transformadores de corriente para detectar la corriente que fluye en puntos estratégicos en el sistema. Esto proporciona un medio de retroalimen-

tación de información de la corriente al controlador sin necesidad de aislamiento adicional. Sin embargo, los propios transformadores de corriente son físicamente grandes y pueden ser demasiado voluminosos para las aplicaciones de hoy en día. Por otro lado, se puede utilizar una resistencia de sensado de corriente. Aunque la resistencia puede ser pequeña, las pérdidas I^2R pueden ser altas, y se requiere aislamiento adicional.

Alternativamente, usando el pin DESAT junto con un diodo de alta tensión para controlar la tensión de saturación $V_{CE(sat)}$ del IGBT ocurre en baja pérdida de potencia y también permite que la función de protección pueda ser implementada en el lado IGBT, lo que resulta en una respuesta rápida. Además, es relativamente barato.

La Figura 2 muestra los componentes externos necesarios para implementar un monitor $V_{CE(sat)}$ mediante un acoplador conductor de propósito general como el Toshiba TLP352. La tensión $V_{CE(sat)}$ se supervisa. El controlador genera una señal de puerta que apaga el IGBT suavemente cuando se detecta un exceso de corriente. También, un acoplador de alta velocidad de 1 Mbps se utiliza para transmitir señales de fallo al controlador.

Protección Integrada

Mediante la integración de circuito de monitorización externo $V_{CE(sat)}$ - y el acoplador de retroalimentación en el mismo paquete que la puerta de conductor aislado, se puede lograr un ahorro significativo en el tamaño y la complejidad del circuito PCB.

El controlador de puerta inteligente TLP5214 supervisa la V_{ce} en el pin DESAT a través del diodo externo DDESAT, como se muestra en la figura 3. Cuando el IGBT está funcionando normalmente, V_{CE} se convierte en la tensión de saturación $V_{CE(sat)}$ (por debajo de aproximadamente de 2V). Cuando

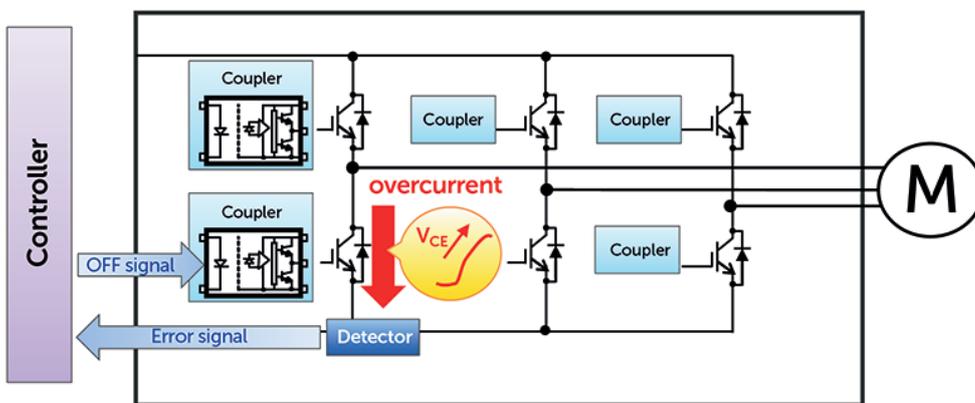


Figura 1. Corrientes de cortocircuito pueden dañar los transistores de potencia del inversor.

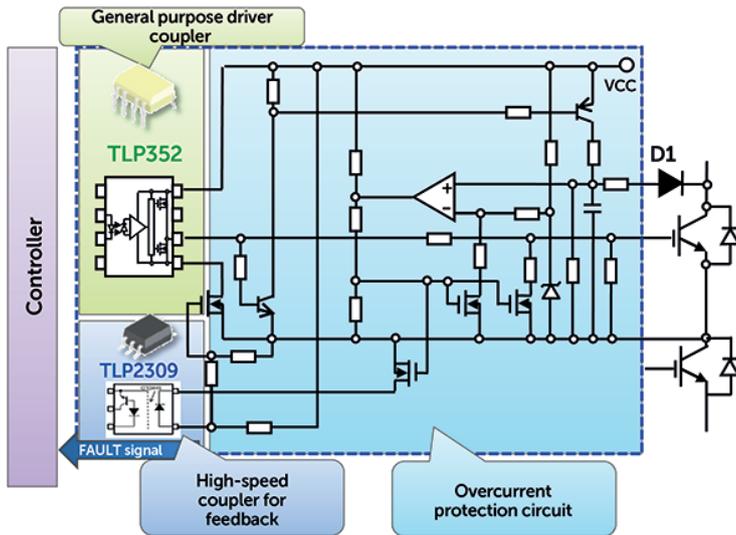


Figura 2. Controlador/acoplador con componentes externos para protección de fallo y retroalimentación.

se produce un exceso de corriente el dispositivo desatura y la $V_{CE(sat)}$ aumenta. Cuando la $V_{CE(sat)}$ se eleva por encima de 6,5V, el TLP5214 genera una señal de apagado suave en V_{OUT} para proteger el IGBT y al mismo tiempo transmite una señal de fallo al controlador usando el acoplador de alta velocidad de 1 Mbps, que está también integrado. El apagado V_{out} comienza dentro de 700 ns, proporcionando así una protección de acción rápida. En el circuito convencional de la figura 2, la señal de fallo debe ser alimentada de nuevo al controlador: por lo tanto, pasan unos pocos microsegundos típicamente antes de que el controlador de salida comienza a apagar el IGBT.

Pinza activa Miller

El TLP5214 también integra una pinza Miller activa para prevenir un encendido del IGBT no deseado causando un corto circuito a través de los brazos superior e inferior del puente.

La capacitancia parasitaria Miller del IGBT, CCG, puede hacer que el IGBT en el brazo inferior del puente se encienda cuando el IGBT superior se enciende. Esto sucede porque al encender el IGBT superior hace que la V_{CE} del IGBT inferior aumente bruscamente, provocando una corriente de desplazamiento, IS, equivalente a $CCG \times (dV_{CE}/dt)$

que fluye en la dirección de la salida del fotoacoplador. A medida que la corriente pasa a través de la resistencia de puerta R_G del circuito, la tensión cae y la tensión de puerta se eleva, generando una condición ON tensión cae y la tensión de puerta se eleva, generando una condición ON falsa del IGBT, lo que induce a un cortocircuito en los brazos superior/inferior. Este encendido no deseado se puede prevenir mediante una fuente de energía negativa, lo que requiere de circuitos de potencia adicional.

Una solución menos costosa es utilizar una resistencia de puerta inferior, aunque esto puede incrementar el ruido de conmutación, y la cantidad por la que la resistencia puede reducirse es limitada. La pinza Miller activa proporciona una

solución más satisfactoria mediante la creación de un cortocircuito entre la puerta y el emisor del IGBT inferior. Sin embargo, la configuración de un circuito adecuado usando componentes externos es complicado y requiere espacio adicional en la placa, como se ve en la figura 2.

El TLP5214 tiene una pinza Miller activa interna que elimina la necesidad de componentes de sujeción externos. El pasador Miller-clamp, V_{CLAMP} , que se muestra en la figura 3, está conectado a la puerta del IGBT.

Cuando la salida del fotoacoplador cambia de alta a baja, la tensión de puerta cae por debajo de alrededor de 3V y el MOSFET entre los pasadores V_{CLAMP} y V_{EE} se enciende pinzando de ese modo la puerta a la tensión del emisor (V_{EE}). Esto hace que la corriente Miller eluda al emisor por el pasador V_{CLAMP} , suprimiendo así la subida de la tensión en la puerta y previniendo así, cortocircuitos en la parte inferior / superior de los brazos.

Mediante la combinación de detección de desaturación IGBT, la retroalimentación aislada de estado de fallo, apagado suave del IGBT, pinzamiento Miller vivo y bloqueo de baja tensión (UVLO) en un solo dispositivo, el inteligente fotoacoplador gate-driver TLP5214 ofrece una solución altamente integrada para la conducción de IGBT y MOSFET de potencia utilizada en aplicaciones de inversores. Estas funciones se implementan de manera eficiente y rentable utilizando dos LEDs GaAlAs y dos circuitos integrados de alta ganancia y de alta velocidad.

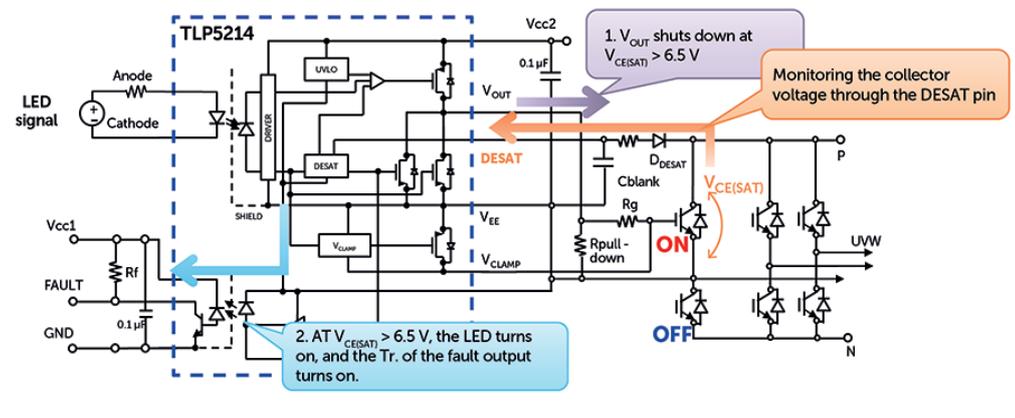


Figura 3. El TLP5214 mostrando protección de saturación integrada y circuitos pinza Miller activos.