

Maximizando la potencia de la electrónica: Conexión de potencia para placa de circuito impreso

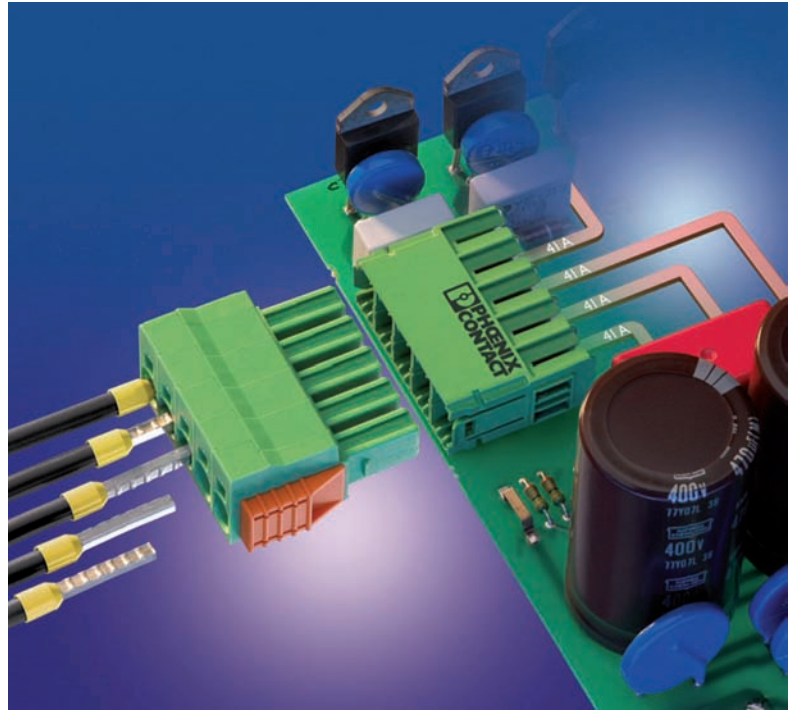
Por Mónica González. Jefe de Producto Phoenix Contact



www.phoenixcontact.es

¿Cómo se pueden transmitir corrientes de hasta 125 A a través de la placa de circuito impreso (PCB) de forma ergonómica y económica?, ¿cómo tiene que estar acondicionada la PCB para ello? La clave es concentrar todos los componentes y funciones en la placa. De esta forma, tanto el coste de montaje como el de cableado se reducen claramente y, en consecuencia, también disminuyen los costes de fabricación. Además las dimensiones totales del equipo se minimizan, el uso de envoltorios más pequeñas se hace factible, y los requerimientos de diseño resultan más fáciles de implementar.

Hoy en día la electrónica de potencia está presente en diferentes ramas de la industria, encontrándose los campos de aplicación típicos, tanto en sus mercados tradicionales (convertidores de frecuencia, fuentes de alimentación, etc.) como en las nuevas tecnologías (energía fotovoltaica, energía eólica, vehículos eléctricos e híbridos, etc.). Una conclusión física inalterable es que para poder transmitir corrientes elevadas en aplicaciones como éstas, se precisan conductores con secciones grandes. Como base mecánica para las conexiones electrónicas se utilizan, habitualmente, las placas de circuito impreso. Es en ellas donde se encuentran los componentes electromagnéticos y elementos electrónicos individuales, y son sus pistas las responsables de la transmisión de corriente entre estos componentes. Las corrientes externas de señal y de potencia son, por norma general, llevadas a la placa de circuito impreso a través de cables. Cuando se dimensiona un circuito electrónico, el diseñador debe prestar especial atención a que las pistas de la PCB puedan llegar a admitir la carga de corriente que se espera que llegue por dichos cables. Las entradas y salidas de la placa han de estar dimensionadas de acuerdo a ello. Y además de la intensidad de corriente efectiva, también ha de tenerse en cuenta la disposición de componentes de potencia como



IGBT's y MOSFET's, así como la situación geométrica de las unidades de refrigeración y ventilación, ya que, para evitar fallos de los componentes, la temperatura ambiente resultante en el interior de los equipos no debe sobrepasar un valor crítico. Para reducir las pérdidas de potencia, y con ello la disipación de calor, se deberían elegir secciones conductoras de corriente suficientemente grandes. Sin embargo, en la actualidad, debido a que motivos económicos y de producción limitan el tamaño de las pistas, las tarjetas de potencia normalmente sólo se diseñan para corrientes de hasta 30 A.

Prevención del calentamiento del equipo

Para evitar problemas de calentamiento y mantener la temperatura de los equipos dentro de los rangos admisibles, se incorporan adicionalmente en los mismos componentes conductores que evitan que la placa de circuito impreso actúe como el "cuello de botella" de la corriente. La

contraprestación de estos componentes es que suelen conllevar cableados complicados y costosos.

Antepuestos a los componentes conductores se encuentran con frecuencia borneros montados sobre carril que distribuyen la potencia. También suelen utilizarse conexiones con terminales circulares o cableados tipo bus. Cualquiera de estos procedimientos aumenta el coste de cableado y de montaje considerablemente, evitando además la posible consecución de unidades electrónicas compactas y aumentando el tiempo necesario para el cambio de componentes defectuosos en caso de asistencia técnica.

Placa de circuito impreso para alta corriente

Los problemas descritos anteriormente pueden aliviarse con el uso de placas de circuito impreso para alta corriente que, gracias a las nuevas tecnologías de fabricación, ahora disponen de la sección de cobre requerida para estos casos. Hoy en día las

capas conductoras de cobre pueden llegar a tener espesores de hasta 700 μm , pero el proceso de galvanizado que se precisa es bastante lento y, por tanto, caro. Una conexión a placa de circuito impreso apropiada en términos ergonómicos y económicos, bien sea mediante bornes para PCB o mediante conectores, ayuda en gran medida a reducir los costes totales de producción.

Existen diversas tecnologías para la fabricación de placas. La tecnología multicapa, la más utilizada, consiste en conducir una gran parte de pistas hacia capas adicionales de señales del interior del circuito. Los distintos niveles del circuito multicapa se conectan eléctricamente mediante taladros metalizados. Sin embargo, cuanto mayor sea el número de capas, más compleja será la producción del circuito impreso, por lo que la tendencia es a reducir el número de capas. Este método, en la mayor parte de los casos, permite conseguir de forma rápida secciones de pista que pueden conducir altas corrientes sin problemas, manteniéndose a su vez dentro de los límites tolerables de calentamiento.

Otro tipo de tecnología es la que emplea núcleos metálicos de cobre macizo, con espesores desde 1 hasta 2,5 mm. De esta manera se pueden transmitir corrientes, a través de la placa de circuito impreso, de hasta aproximadamente 150 A.

Conexión electrónica de alta potencia

El siguiente paso es hacer llegar la corriente a la placa de la manera más elegante y económica posible, para más tarde reconducirla de igual forma. En el pasado se trabajaba frecuentemente con la técnica de encaje a presión, para lo cual se recurría a conexiones masivas encajadas en las capas de la placa utilizando una matriz de pines. El uso de terminales circulares, difíciles de engastar, añadía otra fase de trabajo adicional a este método, cuya desventaja principal la aporta precisamente el número de fases de trabajo extra que han de llevarse a cabo y que hay que sumar a la fase de soldadura.

La mejor alternativa, por tanto, se encuentra en el empleo de bornes y conectores de potencia para placa de circuito impreso. Los componentes

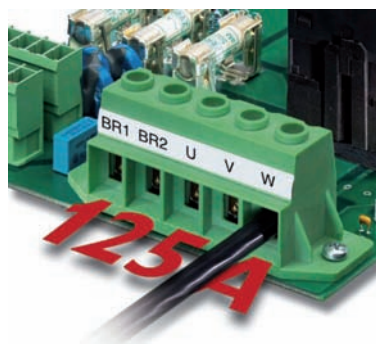
COMBICON power de Phoenix Contact, especialmente concebidos para la transmisión de corrientes elevadas, admiten secciones de cable de hasta 35 mm², con tecnología de conexión por tornillo o por resorte. En el caso de los conectores, la seguridad del contacto entre el aéreo y la carcasa de base queda garantizada, incluso en situaciones de extrema potencia y fluctuación de temperatura, gracias a los resortes de acero integrados en estos componentes.

La ventaja decisiva de esta alternativa se encuentra en el proceso de fabricación del equipo. Los bornes para PCB y las carcasas de base se pueden montar, en una única fase, junto con el resto de componentes electrónicos, no siendo necesaria la realización de precableado. Además se trata de productos estándar, similares a los utilizados en aplicaciones de señal.

Test de idoneidad

Hace años Phoenix Contact se encargó de abrir nuevos horizontes con el desarrollo del borne para placa de circuito impreso MKDSP 25, capaz de soportar hasta 125 A. Para demostrar la idoneidad de un componente de alta potencia así, se llevaron a cabo numerosos ensayos. Uno de ellos abordó el problema de cómo transmitir por la PCB una corriente de 125 A con una tensión de 1000 V según los requerimientos VDE/IEC. Para mantener los espacios de aire y las líneas de fuga necesarios entre las partes metálicas conductoras, y teniendo en cuenta el paso de 15 mm del borne, la anchura de la pista en principio no debía exceder de 10 mm. Las secciones del cable variaron desde 25 hasta 35 mm².

En colaboración con el fabricante austriaco de placas de circuito



impreso AT&S, se desarrollaron diferentes diseños de placa para una conexión de 4 polos. Como base se utilizó uno multicapa, con un espesor de 400 μm en sus dos capas interiores y de 105 μm en las exteriores. Los resultados fueron sorprendentemente positivos. Sin mecanismos adicionales de refrigeración, estos diseños mostraron un calentamiento de alrededor de 40 K. Con un equipamiento parcial y una anchura de pistas de 16 mm el aumento de temperatura disminuyó a 25 K. Como se supuso que el posible punto débil de una disposición tal era la conexión por soldadura entre los pines y la tarjeta, se verificaron ambos campos con especial atención, usando diferentes geometrías para conseguir el menor incremento posible de temperatura en los puntos de soldadura. Asimismo se puso de manifiesto que, tanto la soldadura sin plomo de los pines (de acuerdo a la Directiva RoHS), como la evolución de la temperatura en la pistas de la PCB, no eran factores problemáticos. De esta forma quedó demostrado que se pueden transmitir corrientes elevadas de hasta 125 A mediante bornes para placa de circuito impreso, de forma técnicamente correcta y además sumamente rentable.

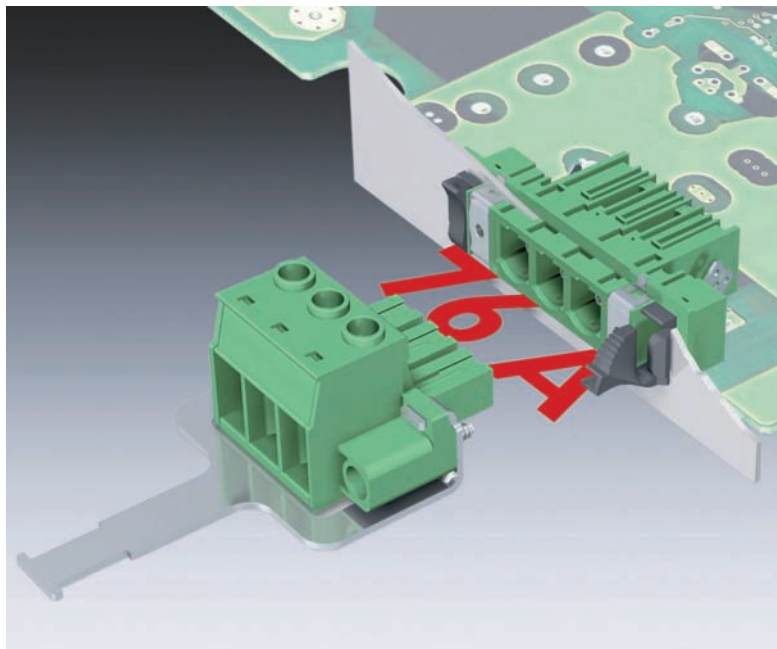
La conexión idónea

En general la decisión de adoptar una u otra tecnología para el diseño de una placa de circuito impreso debe depender de las condiciones marco. La solución óptima dependerá de las corrientes efectivas que haya que transmitir, de las distancias de aire requeridas y del número de equipos en uso. Debe evitarse un sobredimensionamiento innecesario de las pistas, porque $\pm 100 \mu\text{m}$ de espesor de las mismas puede hacer variar significativamente los costes de producción.

La conexión electrónica es otro de los puntos clave a tener en cuenta en la fabricación de una PCB. Los bornes y conectores para placa de circuito impreso de la familia COMBICON power de Phoenix Contact, están óptimamente adaptados a las condiciones específicas de la electrónica de potencia. Gracias a la gran diversidad de variantes suministrable, se puede disponer de una solución adecuada para casi todas las aplicaciones ima-

Borne para placa de circuito impreso MKDSP 25 para realizar conexiones de hasta 125 A.

Conexión enchufable pasamuros PC 16 capaz de transmitir hasta 76 A a la placa de circuito impreso.



ginables. La conexión del cable se puede realizar mediante la clásica conexión por tornillo, o mediante la conexión rápida por resorte "Push-In", pudiendo llegar a transmitir en

la tarjeta corrientes de hasta 125 A, para una sección de cable máxima de 35 mm².

Pero, a la hora de elegir la técnica de conexión para el circuito

electrónico se plantea una pregunta crucial: ¿deberían utilizarse conectores o bornes?, es decir, ¿conexión enchufable o fija? El uso de conectores permite que, en el caso de producirse averías, se pueda sustituir la placa defectuosa de forma rápida y sencilla; simplemente desconectando. Los conectores de potencia de la familia COMBICON power ofrecen, con una corriente de hasta 76 A y cables de sección de hasta 16 mm², una solución para cada aplicación. Este programa abarca, desde conexiones estándar, hasta conexiones protegidas contra contactos involuntarios o apantalladas con compensación de tracción. Además, el sistema enchufable, con sus variantes invertidas IPC, permite realizar conexiones directas de dos placas o conexiones aéreas.

Así, con todas estas herramientas, se puede optimizar el diseño global de los equipos, los montajes y cableados adicionales resultan superfluos, y los costes de fabricación se reducen al máximo. 