**PAULA ANDREA ORTEGA**

**20101283034**

**CRISTIAN CAMILO MOYA**

**2008283016**

**EDWIN ALEJANDRO RODRIGUEZ**

**20112283285**

**NORMAS IPC 2221**

Las normas y Publicaciones del IPC están diseñadas para facilitar la interacción entre fabricantes y compradores, facilitando el intercambio y la mejora de los productos además pretende ayudar al comprador a seleccionar y obtener el menor plazo posible el producto adecuado para su necesidad particular, la aplicación de estas normas y demás publicaciones son de uso voluntario por todos aquellos que no sean miembros de la IPC, de modo tal que la norma puede ser aplicada a nivel nacional o internacional.

Esta norma tiene por objeto proporcionar información sobre los requisitos en el diseño de circuitos impresos orgánico. Todos los aspectos y detalles de los requisitos de diseño se tratan en la medida en que se aplican a un amplio espectro de diseños que utilizan materiales orgánicos o materiales orgánicos en combinación con materiales inorgánicos (metal, vidrio, cerámica, etc.) para proporcionar una estructura para el montaje y la interconexión de los componentes electrónicos, electromecánicos y mecánicos. Una vez que el montaje de componentes y elementos de interconexión se ha seleccionado el podrá solicitar un documento en el cual se especifique la tecnología elegida.

El IPC proporcionar documentos distintos que se centran en aspectos específicos de problemas de embalaje electrónicos. Como la tecnología cambia las normas específicas de enfoque se actualizarán, en nuevas normas de enfoque agregado al conjunto de documentos. El IPC invita a todo usuario a plantear sugerencias para la mejora de cada uno de los documentos elaborados.

**NORMA GENÉRICA SOBRE DISEÑO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO**

1.0 ALCANCE

Esta norma establece los requisitos generales para el diseño y ensamble de tarjetas electrónicas.

1.1 Propósito. Establecer los principios de diseño y recomendaciones que se utilizan en la construcción de estructuras de interconexión. El montaje de los componentes se puede realizar por medio de hoyos pasantes, de superficie o fine pitch. Los materiales pueden ser de cualquier combinación capaz de realizar la función física, térmica, ambiental y electrónica dentro del diseño.

1.2 Jerarquía de los documentos. Esta norma identifica los principios genéricos de diseño físico, y se complementa por varios documentos sectoriales que proporcionan información y mayor atención a los aspectos específicos del impreso. Ejemplo de ello son:

IPC-2222 Diseño de impresos orgánicos de estructura rígida.

IPC-2223 Diseño de impresos orgánicos de estructura Flexible.

IPC-2224 Diseño de impreso, formato de tarjeta de PC,

IPC-2225 Diseño para módulos orgánicos multichip (MCM).

IPC-2226 Interconexión de alta densidad (IDH) estructura diseño de la tarjeta.

IPC-2227 Diseño de placa orgánica con cableado discreto.

La lista es un resumen parcial. Los documentos son parte del conjunto de documentos del PWB que se identifica como IPC-2220

1.3 PRESENTACION. Todas las dimensiones y tolerancias en esta norma se expresan en unidades métricas del SI.

1.4 Interpretación.La forma de interpretación de algunos verbos será usada en esta norma para denotar que son requisito como el caso de (será) el cual determinara que son de uso obligatorio, otros como debería y puede denotaran disposiciones no obligatorias y el verbo voluntad detallaran propósitos.

1.5 Definición de términos. La definición de todos los términos utilizados en este documento se especifican en la norma IPC-T-50.

1.6 Clasificación de productos.Los circuitos impresos y los circuitos ensamblados están sujetos a clasificaciones dependiendo del uso final, esta clasificación hace relación a la complejidad del diseño y de la precisión requerida en su producción.

1.7 Tipo de tarjeta. Los tipos de tarjetas varían según la tecnología por lo cual se clasifican por su diseño.

1.8 Clases de rendimiento.Reflejan los aumentos de sofistificación, desempeño y resultados de las pruebas de inspección. Cada tarjeta debe contar con un documento en el cual se especifiquen los parámetros de operación. Las clases establecidas son:

Clase 1; productos electrónicos generales, incluye algunos productos de consumo, computadores y periféricos.

Clase 2; productos electrónicos de servicio dedicado, comunicaciones, equipos de negocios, instrumentos y material militar de alto rendimiento, en general son equipos de vida útil prolongada pero en los que no es crítico que se presenten fallas en la prestación del servicio.

Clase 3; productos electrónicos de alta confiabilidad, productos comerciales y militares, donde el rendimiento debe ser continuo o el rendimiento es crítico. Los tiempos de parada son intolerables, tal como los elementos de soporte vital o sistemas de armamento críticos.

1.6.3 Nivel de producibilidad. Proporciona tres niveles de complejidad en características de diseño, tolerancias, medidas, montaje, pruebas de cumplimiento o verificación del proceso de fabricación, materiales o procesamiento de fabricación. Estos niveles son:

Nivel A, complejidad de diseño general - Preferida

Nivel B, complejidad de diseño moderada - Standard

Nivel C, complejidad de diseño alta – Reducida

Estos niveles no se deben interpretar como requisito de diseño, aunque se reconoce que los requisitos de la precisión, el rendimiento, la densidad patrón conductor, equipo, montaje y ensayo pueden determinar el nivel de producibilidad del diseño. El requisito específico para alguna de las funciones que se deben controlar en el producto se especifican en el plano principal de la tarjeta o en el diagrama.

**2.0 DOCUMENTOS APLICABLES**

Los siguientes son algunos de los documentos que forman parte de esta norma, si se presenta algún conflicto de los requisitos existentes entre IPC-2221 y los que se señalan a continuación, el IPC-2221 tiene prioridad.

2.1 Instituto de Interconexión y embalaje de Circuitos electrónicos (IPC)

1. IPC-A-22 UL Recognition Test del Patrón
2. IPC-T-50 Términos y Definiciones para circuitos de interconexión y embalaje electrónicos
3. IPC-L-109 Especificación para Fábrica resina pre impregnada (Prepreg) para Multicapa Circuitos Impresos
4. IPC-MF-150 de papel de aluminio para aplicaciones de circuito impreso
5. IPC-CF-152 Especificación de materiales compuestos metálicos para placas de circuitos impresos
6. IPC-FC-232 Adhesivo películas dieléctricas recubiertos para uso como portadas para cableado impreso flexible
7. IPC-D-325 Requisitos de Documentación para placas impresas
8. IPC-D-330 Manual Guía de diseño
9. IPC-D-422 Guía de diseño para impresos rígidos Press Fit Backplanes Junta
10. IPC-CM-770 Impreso Componente montaje de la tarjeta
11. IPC-SM-785 Guía para pruebas de fiabilidad acelerada de Montaje en superficie Aditamentos soldadura
12. IPC-MC-790 Guía para la utilización del módulo multichip Tecnología
13. PC-CC-830 Capacitación y Rendimiento de compuesto de aislamiento eléctrico para placa de circuito impreso.

2.2 Conjunto de la Industria.

1. J-STD-001 Requisitos para soldadas Montajes eléctricos y electrónicos
2. J-STD-003 pruebas de soldabilidad para placas impresas
3. J-STD-005 Requisitos para las pastas de soldadura
4. J-STD-006 Requisitos para Electronic aleaciones de soldadura de Grado y Soldaduras Sólidas fundente y la No-fundente para aplicaciones electrónicas para soldar
5. J-STD-012 Aplicación del Flip Chip y Tecnología Chip Scale
6. J-STD-013 Aplicación de matriz de esferas y Otras tecnologías de alta densidad

2.3 Militar

1. MIL-G-45204 Oro (electro depositado)

2.4 Federal

1. QQ-N-290 Niquelado (electro depositado)
2. QQ-A-250 de aleación de aluminio, chapas y hojas
3. QQ-S-635 Acero

2.5 Sociedad Americana para Pruebas y Materiales

1. ASTM-B-152 Hoja de cobre, el Strip y barras laminadas
2. ASTM-B-579 Especificación estándar para recubrimiento electro depositado de aleación estaño-plomo (Placa de soldadura)

2.6 Laboratorios suscritos

1. UL-746E estándar de materiales poliméricos material, usado en placas de circuitos impresos

2.7 IEEE5

1. IEEE 1149.1 Prueba Estándar puerto de acceso y Arquitectura Boundary-Scan

2.8 ANSI

1. ANSI / EIA 471 símbolos y etiquetas para electrostáticas sensible Dispositivos

**3.0 REQUISITOS GENERALES**

Las características de diseño y la selección de los materiales para una tarjeta implican equilibrar el rendimiento eléctrico, mecánico y térmico así como la fiabilidad, la fabricación y el costo de la junta. La lista de verificación de compensación identifica el efecto probable de cambio en cada una de las características físicas o de materiales

3.1 JERARQUIA DE LA INFORMACION

3.1.1 Orden de Precedencia. En caso de cualquier conflicto en el desarrollo de nuevos diseños, el siguiente orden de prioridad, prevalecerá:

1. El contrato de adquisición
2. El maestro de dibujo o diagrama de armado (complementado por una lista de desviación aprobado, en su caso)
3. Esta norma
4. Otros documentos aplicables

3.2 Diseño de la distribución-. El éxito o el fracaso de un diseño, dependen de muchas consideraciones relacionadas entre sí. Desde el punto de vista de uso final del producto, el impacto en el diseño, de los parámetros característicos deben considerarse los siguientes.

* + Condiciones ambientales, temperatura ambiente, el calor generado por los componentes, la ventilación, los golpes y las vibraciones.
  + Si es más fácil de mantener y reparar, se debe considerar la densidad del circuito, , materiales de revestimiento y componentes del ensamble.
  + Interfaz de instalación que pueden afectar el tamaño y la ubicación de los orificios de montaje, ubicación de los conectores, la distribución de los elementos, soportes y otros accesorios.
  + Asignaciones de procesos tales como la compensación del factor del ancho de las pistas, distancias, las tierras, etc.
  + Las limitaciones de fabricación, características, espesor mínimo del recubrimiento, la forma y el tamaño del impreso, etc.
  + Recubrimiento y marcas.
  + Tecnologías de ensamble, montaje en superficie, atreves de orificio y mixtas.
  + Producibilidad del ensamblaje en cuanto a limitaciones del equipo de fabricación, flexibilidad, requisitos electrónicos y de desempeño.
  + Consideraciones de sensibilidad ESD

3.2.1 Requerimientos finales del producto. Los requisitos para el producto final se conocerán antes de diseñar. Los requisitos de mantenimiento y facilidad de mantenimiento son factores importantes. Con frecuencia, estos factores afectan la distribución y la instalación de conductores.

3.3 Diagrama esquema­-lógica. Se debe proporcionar por parte del diseñador en el cual se designen las funciones de entrada y salida. Debe definir, las áreas fundamentales del circuito, blindajes, puesta a tierra y distribución de energía**.**

3.4 Listado de partes. Se debe identificar un listado de piezas, quedan excluidos los materiales utilizados en el proceso de fabricación, pero se puede incluir información de referencia, es decir, especificaciones pertinentes para la fabricación. Todas las partes mecánicas que aparecen en el diagrama esquemático tendrán asignado un número de orden que coincidirá con el número del artículo asignado en la lista de piezas.

A los componentes se les asignarán referencias de identificación. Es aconsejable agrupar elementos similares, resistencias, capacitores, IC, etc., en algún tipo de orden ascendente o numérico.

La lista de piezas puede ser escrita a mano, de forma manual en un formato estándar, o generadas por ordenador.

3.5 Consideración de pruebas de exigencia. Normalmente antes del diseño se debe realizar una reunión en la cual se debe examinar la capacidad de fabricación, montaje y realización de pruebas. Cualquier cambio en el diseño tiene impacto en el programa de pruebas, o la herramienta de prueba, es por esto que se debe informar a las personas adecuadas para la determinación en cuanto a la mejor solución.

3.5.1 Pruebas de capacidad en tarjetas impresas. Antes de que el diseño del PWB comienza, los requisitos para el funcionamiento y pruebas deben ser presentadas en la revisión del diseño conceptual. Se realizan pruebas del ensamble funcional y eléctricamente. Una técnica de medición es la de apagado que consta de tres tipos básicos de pruebas:

1. Prueba de la salida analógica, prueba de medición de corriente CC.
2. Prueba de RF de inducción, inducción magnética. Esta técnica utiliza la energía del chip y pines de masa para hacer las mediciones para hallar soldaduras falsas en las rutas de señal del dispositivo, pistas rotas y dispositivos dañados por descargas electrostáticas.
3. Prueba de acoplamiento capacitivo, esta técnica utiliza un acoplamiento capacitivo para la prueba de pasador se abre y no se basa en un circuito interno del dispositivo, pero en cambio se basa en la presencia del marco de plomo metálico del dispositivo para probar los pin´s. Conectores y zócalos, marcos de plomo y la polaridad correcta de los condensadores pueden ser probados utilizando esta técnica.

3.5.2 Escaneo boundary. Cuando los ensambles se hacen más densos por tener dispositivos de pasos finos se realizan las pruebas de **Boundary Scan**, debido a que el acceso físico a los nodos impresos en el conjunto de placa de circuito de prueba puede no ser posible. El estándar de exploración de límites para circuitos integrados (IEEE 1149.1) proporciona los medios para llevar a cabo estas pruebas en el circuito.

La decisión de utilizar la prueba de exploración de límites como parte de una estrategia de prueba debe considerar la disponibilidad de piezas de exploración de límites y el retorno de la inversión en bienes de equipo y las herramientas de software necesarias para la aplicación de esta técnica de prueba

3.5.3 LA PREUCUPACION DE LAS PRUEBAS DE OPERACIÓN EN TARJETAS DE CIRCUITOS IMPRESOS. Existen varias preocupaciones para el diseño en cuanto a la prueba de capacidad, el uso de conectores de prueba, problemas con la inicialización y sincronización, cadenas largas de contadores, auto diagnóstico y las pruebas, algunas ideas que se brindan para superar estos problemas son.

3.5.3.1 Conectores de prueba. Si las tarjetas se encuentran aisladas o recubiertas se pueden puntos de ensayo, mejorando el aislamiento y reduciendo los tiempos de detección de fallas. También se pueden diseñar conectores de prueba en los cuales se estimule el circuito o se puedan desactivar funciones de la tarjeta.

3.5.3.2 Inicialización y sincronización. Algunos diseños no necesitan ninguna inicialización dadas sus características de operación, en algunos casos el sincronizar el probador se torna difícil ya que este se tendría que programar según el tipo de circuito. Los osciladores pueden presentar problemas debido a la sincronización con la prueba de equipo. Estos problemas se pueden superar mediante (1) la adición de circuitos de prueba para seleccionar un reloj en lugar del oscilador; (2) eliminar el oscilador de prueba y la inyección de un reloj de prueba, (3) se reemplaza la señal, o (4) el diseño del reloj sistema de modo que el reloj puede ser controlado a través de un conector de prueba.

3.5.3.3 Cadena de contadores. En los diseños que requieren de muchas etapas de cadenas de contadores se presentan problemas con las señales, para mejorar la capacidad de pruebas se pueden seccionar en segmentos (no más de 10 etapas) las cuales pueden ser controladas individualmente o también se pueden cargar las pruebas a través del software de pruebas, sin que se generen pérdidas de tiempo en las simulación de la operación.

* + - * Los auto-diagnósticos pueden ser impuestos por exigencias o por contrato.

Lo profundo del auto diagnostico suele ser impulsado por la unidad sustituible en línea (LRU), que varía con los requisitos.

Para auto diagnóstico se suele poner en prueba luego del ensamble aplicando señales en las entradas comparando las salidas con resultados ya conocidos y según las pruebas obtenidas se sabe si la tarjeta pasa o no las prueba. Hay muchas variaciones en este esquema. Algunos ejemplos son:

1. El circuito impreso se coloca en un bucle de retroalimentación y después es etiquetado con los resultados.

2. Un circuito de prueba especial o una unidad central de procesos (CPU) aplican señales y la comparan con una serie de respuestas establecidas como patrones.

3. Se realizan comprobaciones de la tarjeta y el resultado obtenido se verifica con otros resultados.

3.5.3.5 Pruebas físicas.La prueba funcional suele ser muy costosa y requiere de personal calificado en especial si la operación del ensamble es de baja calidad, para reducir los costos y el tiempo se tienen algunas consideraciones generales.

Los elementos polarizados deben estar orientados 180 ° en desfase con otros elementos de la tarjeta, los elementos no polarizados deben tener identificado en primer pin o se debe identificar un pin específico.

Es preferible el uso de conectores de prueba en vez de puntos de prueba.

Las tierras utilizadas para la conexión en pruebas debe ser la misma que se encuentra en la red y el circuito, se deben identificar puntos estratégicos para el sondeo de las señales.

Durante el diseño se deben tener en cuenta elementos adyacentes o conductores externos con poco aislamiento, esto con el fin de evitar cortocircuitos.

La separación de los circuitos análogos de los digitales y la agrupación de los conectores de prueba pueden ayudar a mejorar las pruebas.

3.5.4 Pruebas en circuitos de placas impresas**.** Las pruebas son realizadas para determinar elementos en corto, abiertos, invertidos, mal ensamblados y otros defectos. En la verificación de circuitos digitales se puede aplicar un proceso conocido como retroceso (norma IPC-T-50).

3.5.4.1 Accesorios de prueba en el circuito. Se denominan comúnmente como cama de uñas, son dispositivos con sondas flexibles que conectan cada nodo con la junta a prueba. Se deben seguir unas pautas en el ensamble:

1. El diámetro de las tierras metalizadas y de las vías utilizadas como tierras de prueba son una función del tamaño del agujero (véase 9.1.1). El diámetro de las tierras de prueba utilizadas específicamente para el sondeo no debe ser menor que 0,9 mm. Es factible utilizar 0,6 mm de diámetro en tierras de prueba en tablas debajo de 7700 mm2.

2. Las zonas de conexión de la sonda debe mantener una distancia igual a 80% de una altura componente adyacente con un mínimo de 0,6 mm y un máximo de 5 mm (véase la figura 3-1).

3. La altura de la pieza al lado de la sonda de la junta no debe exceder de 5,7 mm. La tierra de prueba debe estar situada a 5 mm de componentes altos. Esto permite tolerancias durante la fabricación de perfiles de prueba (vea la Figura 3-2).

4. No deben encontrarse tierras de prueba a menos de 3 mm de los bordes del tablero.

5. Todas las áreas la sonda deben ser de aleaciones de soldadura o tener un recubrimiento de un conductor no oxidante.

6. Pruebe las tierras y las vías de conexión. La presión en el contacto puede causar un circuito abierto o hacer una unión de soldadura.

7. Evite requerir sondaje de ambos lados de la placa.

8. Las tierras deben estar a 2,5 mm del centro del agujero, si es posible, para permitir el uso de pruebas estándar y un dispositivo más fiable.

9. No confíe en las puntas de los conectores de pruebas, los conectores bañados en oro o plata se dañan fácilmente.

10. Distribuir las tierras de ensayo uniformemente sobre el área de la placa.

11. La tierra de prueba debe estar garantizada para todos los nodos. Un nodo se define como una conexión eléctrica entre dos o más componentes. Una tierra de prueba requiere un nombre de señal, el eje en posición x-y con respecto al punto de referencia y una ubicación describiendo de qué lado de la placa de la prueba de tierra se encuentra

12. Use regiones de soldadura de montaje de partes y conectores como puntos de prueba para reducir el número de las tierras de prueba.

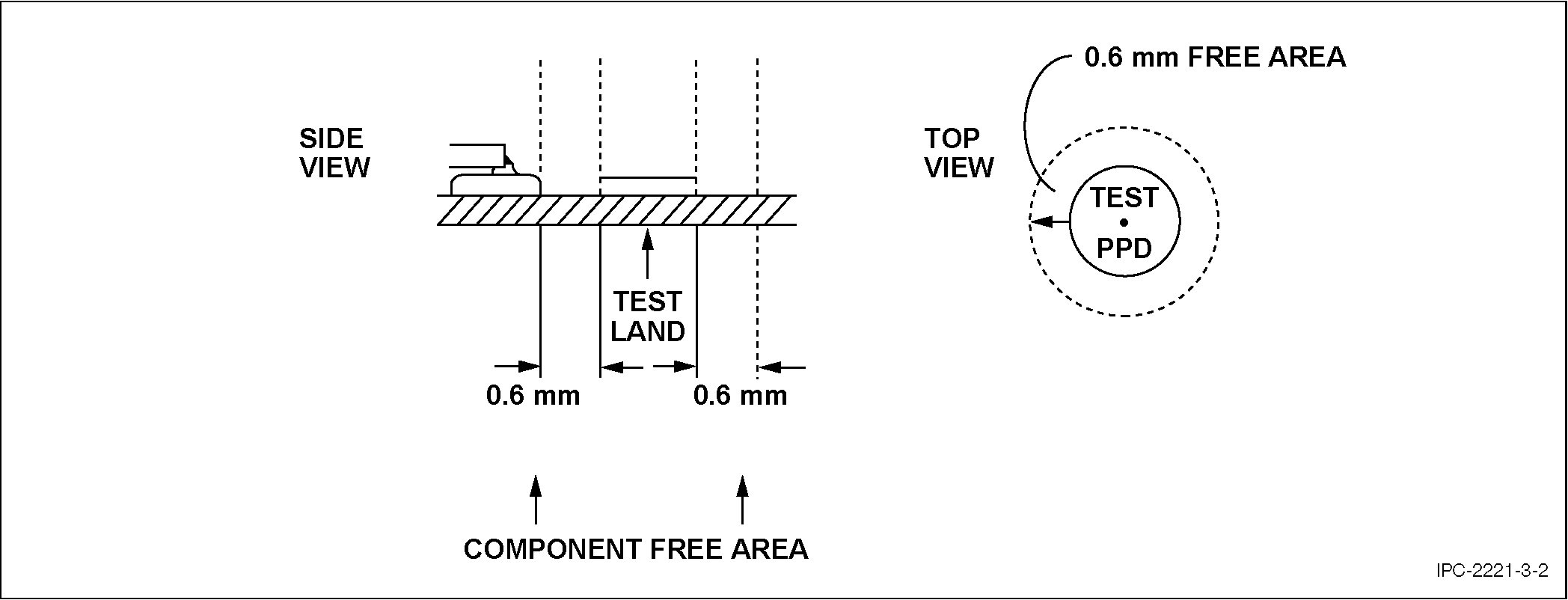


Figura 3.1 Área libre para tierras de prueba y otras instrucciones.

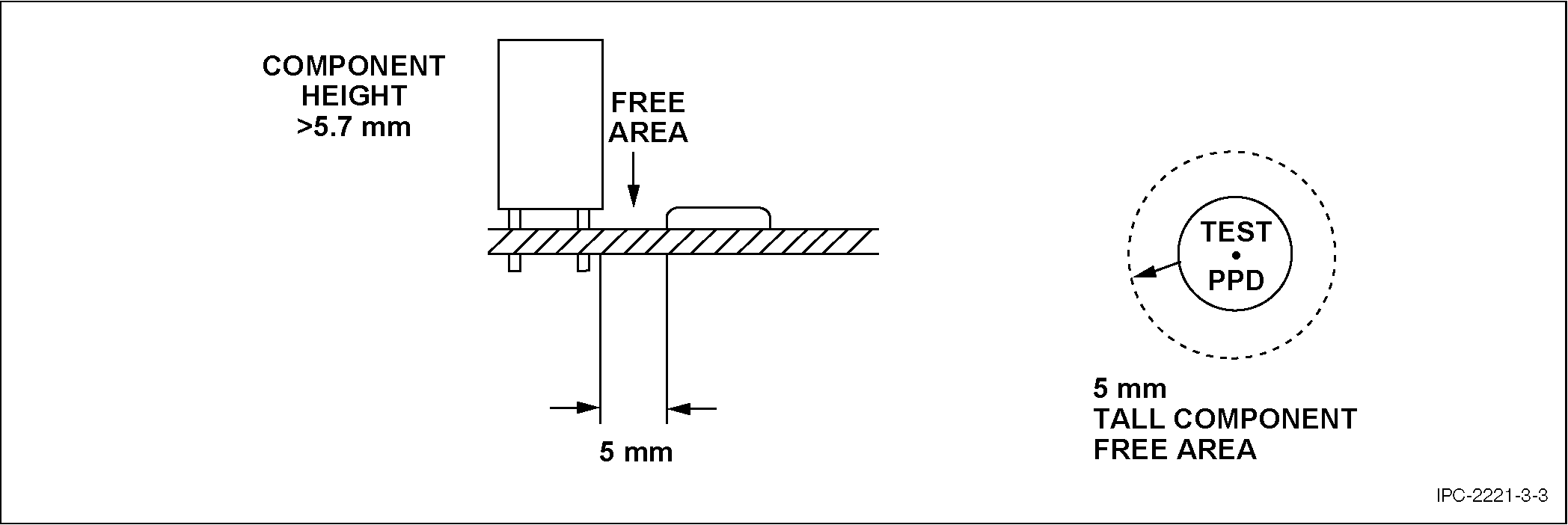


Figura 3.2 Área de la tierra libre para las partes altas

3.5.4.2 Consideraciones eléctricas en el circuito. Las consideraciones eléctricas deben seguirse durante el ensamble de la placa para facilitar la prueba del circuito:

1. No conecte clavijas de control directamente a tierra, Vcc, o una resistencia común.

2. Un vector de entrada único para múltiples salidas de un dispositivo es preferible para las pruebas en el circuito.

3. Se recomienda una línea de control o un único vector de tres estados para todas las salidas del dispositivo.

4. Si las técnicas de ensayo estándar no se pueden aplicar se debe desarrollar un método alternativo.

3.5.5 MECANICA

3.5.5.1 Uniformidad de conectores. Los conectores deben colocarse para facilitar el acoplamiento rápido y debe ser uniforme y consistente. Deben utilizarse conectores similares o de geometría similar.

 3.5.5.2 Uniformidad de distribución de energía y los niveles de señal en los conectores. La posición del conector debe ser uniforme para CA y los niveles de alimentación de CC. La estandarización de posiciones de contacto minimiza los costos de pruebas y facilita los diagnósticos.

3.5.6 ELÉCTRICA

3.5.6.1 Pruebas en tarjetas descubiertas. Las pruebas se realizan de acuerdo a la norma IPC-ET-652.

Las pruebas llevadas a cabo deben incluir la continuidad, la resistencia de aislamiento y la tensión de rigidez dieléctrica. También se pueden realizar pruebas de impedancia controlada. Las pruebas de continuidad se realizan para asegurar que los conductores no se rompen o que se encuentren en corto. Las pruebas de resistencia del aislamiento y rigidez dieléctrica se realizan para asegurar la separación del conductor y el espesor dieléctrico.

Hay dos tipos básicos de pruebas de continuidad, de oro y inteligente. En la prueba Oro, se toma una placa buena y los resultados se utilizan para probar todo un lote. La prueba inteligente verifica cada tarjeta con la lista del diseño.

3.5.6.2 Patrones de prueba en montaje superficial. Generalmente, las pruebas de una placa desnuda implican acoples, donde los pines hacen contacto con orificios metalizados. En un modelo de montaje en superficie, los extremos de las redes no están normalmente en los orificios, sino más bien en las tierras de montaje en superficie. Hay por lo menos dos estrategias diferentes para realizar las pruebas.

**A.** Verificar la continuidad del elemento conectado a la tierra, las vías se diseñan asegurando la continuidad de tal forma que se reduzca el número de elementos especiales. Los barriles de los agujeros que se usan para la conexión eléctrica interna no se deben someter a sondeos a menos que las fuerzas no sean altas ya que pueden romper internamente.

**B .**Prueba para la tierra misma. Probablemente requiera puntos de conexión especiales los cuales pueden no ser todos en una cuadrícula. Además, los sistemas de diseño puede colocar el punto final de la red en un el cual puede requerir el ajuste de la ubicación.

3.5.6.3 Prueba de placas de circuito impreso laminado con un núcleo.Dos enfoques están disponibles para la prueba eléctrica:

**A.** Prueba de la parte superior e inferior del laminado de la placa. Si hay agujeros metalizados, se requerirá una prueba manual o la inspección visual para asegurar la continuidad agujero.

**B.** Utilice una especie de caparazón en donde la parte superior e inferior se prueban prubar en conjunto. En el uso del primer método, es necesario los datos de la prueba eléctrica se proporcionen. Cuando las redes tienen terminaciones en ambos lados de la placa de circuito impreso, los datos de prueba eléctrica deben dividirse en al menos dos.

3.5.6.4 Punto de origen.Prueba eléctrica y datos numéricos de control debe tener un punto de origen común para la facilidad de la construcción de aparatos eléctricos de ensayo.

3.5.6.5 Puntos de prueba.Los caminos conductores anchos, las tierras, los componentes de montaje se pueden considerar como puntos de prueba siempre que se disponga de un area para el sondeo.

3.6 DISEÑO DE EVALUACION.

3.6.2 Diseño de la placa.La disposición del diseño en la placa debe ser tal que las áreas se identifican por su función, es decir, la sección de suministro de energía limitado a una zona, circuitos analógicos a otra sección, y circuitos de lógica a otra. Esto ayudará a minimizar la diafonía, simplificar los bordes desnudos y facilitar el diagnóstico de problemas. Además, el diseño debe:

• Tener puntos accesibles en el lado secundario de todos los componentes de tal forma que se facilite la conexión de accesorios de prueba.

• Tener boquillas de paso y los agujeros de los componentes fuera de los bordes del tablero para dejar espacio suficiente para el soporte del ensayo.

• Se requiere que la placa coincida con el diseño.

• Permitir aislar partes del circuito para facilitar las pruebas y diagnósticos.

• Cuando sea posible, ubicar los puntos de prueba y los puentes de puntos en la misma ubicación física de la placa.

• Considerar el montaje de bases para componentes de alto costo de modo que se puedan sustituir fácilmente.

• Proporcionar objetivos ópticos en los diseños de montaje para permitir el uso de posicionamiento óptico y la ejecución de inspecciones y métodos visuales.

El montaje de componentes de superficie requiere de consideraciones especiales para el acceso de las puntas de prueba, sobre todo si los componentes están montados a ambos lados de la placa y tienen gran cantidad de plomo.

3.6.1.1 Conceptos de diseño.El diseño de la placa representa el tamaño físico, la ubicación de todos los componentes electrónicos y mecánicos, el enrutamiento de conductores que interconectan los componentes, el detalle suficiente para permitir la preparación de la documentación y el arte.

3.6.2 Evaluación de densidad.La evaluación de densidad se basa en el tamaño máximo de los elementos y de todas las partes requeridas, el especio total que se requiera entre tierras y elementos, incluyendo las rutas del conductor de conexión.

Los valores máximos de esta relación son del 70% para el Nivel A, 80% para el nivel B, y el 90% para los valores de densidad Nivel C. La figura 3-4 ofrece la zona del tablero usable para los tamaños de tablero normalizado.

La tabla 3-2 proporciona el área (en cuadriculas de 0,5 mm). El área total del componente en comparación con la superficie útil total proporciona, proporciona la disponibilidad de conductores y por tanto el porcentaje de densidad.

Un método alternativo de evaluación expresa la densidad de tablero en unidades de centímetros cuadrados por SOIC equivalente. La figura 3-5 muestra una tabla equivalente de las SOIC para una variedad de componentes y los equivalentes totales SOIC utilizados en el tablero. La densidad puede aumentar con capas de circuitos adicionales. Además, al utilizar tecnología superficial, el área potencial de uso en la placa teóricamente duplica.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Board Size (Fig. 5-1)** | **Overall Dimensions** | | **Usable Dimensions** | | | **Usable Área** | | | | | |
|  | **Height, mm** | **Width, mm** | **Height, mm** | | **Width, mm** | **mm2** | | | | **Grid Elements 0.5 mm Grid** | **cm2** |
| A1 | 80 | 60 | 65 | | 50 | 3200 | | | | 12800 | 32 |
| B1 | 170 |  | 155 | |  | 7700 | | | | 30800 | 77 |
| C1 | 260 |  | 245 | |  | 12200 | | | | 48800 | 122 |
| D1 | 350 |  | 335 | |  | 16700 | | | | 66800 | 167 |
| A2 | 80 | 120 | 65 | | 110 | 7100 | | | | 28400 | 71 |
| B2 | 170 |  | 155 | |  | 17000 | | | | 68000 | 170 |
| C2 | 260 |  | 245 | |  | 26900 | | | | 107600 | 269 |
| D2 | 350 |  | 335 | |  | 36800 | | | | 147200 | 368 |
| A3 | 80 | 180 | 65 | | 170 | 11000 | | | | 44000 | 110 |
| B3 | 170 |  | 155 | |  | 26300 | | | | 105200 | 263 |
| C3 | 260 |  | 245 | |  | 41600 | | | | 166400 | 416 |
| D3 | 350 |  | 335 | |  | 56900 | | | | 227600 | 569 |
| A4 | 80 | 240 | 65 | | 230 | 14900 | | | | 59600 | 149 |
| B4 | 170 |  | 155 | |  | 35600 | | | | 142400 | 356 |
| C4 | 260 |  | 245 | |  | 56300 | | | | 225200 | 563 |
| D4 | 350 |  | 335 | |  | 77000 | | | | 308000 | 770 |
|  | | | |  | | | | | |  | |
|  | | | |  | | |  | | |  | |
|  | | | |  |  |  | |
|  | |  |  | | |  | |
|  |  |  |  |  | |  | |  |  |  | IPC-2221-3-5 |

Figura 3-4 Ejemplo de cálculo de superficie útil, mm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 3-2 Área de cuadriculas de componentes** | | | |
| **Component Description** | **Type1** | **Number of Grid Elements2 0.5 mm Grid** | |
| D07 (without stress relief loop) | THT | 6 x 24 | 144 |
| D07 (with stress relief loop) | THT | 6 x 28 | 168 |
| T05 | THT | 20 x 20 | 400 |
| T024 | THT | 10x10 | 100 |
| CK05 | THT | 6x12 | 72 |
| CM05, 13000pF | THT | 20 x 44 | 880 |
| CM06, 400pF | THT | 12 x 26 | 312 |
| RC07 | THT | 6 x 20 | 120 |
| RC20 | THT | 10 x 26 | 260 |
| RN60 | THT | 10 x 30 | 300 |
| CQFP-10 T090 | SMT | 16x12 | 192 |
| CQFP-28 | SMT | 34 x 34 | 1156 |
| CQFP-144 | SMT | 68 x 68 | 4624 |
| 3216 (1206) | SMT | 4x10 | 40 |
| 4564 (1825) | SMT | 14x12 | 168 |
| 6032 | SMT | 8x18 | 144 |
| DIP-14 | THT | 20 x 42 | 840 |
| DIP-14 | SMT | 22 x 42 | 924 |
| DIP-24 | SMT | 22 x 60 | 1320 |
| DIP-24L | SMT | 26 x 64 | 1664 |
| SOD87/MLL-41 | SMT | 6x14 | 84 |
| SOT23 | SMT | 8x8 | 64 |
| SOT89 | SMT | 12x10 | 120 |
| SOT143 | SMT | 8x8 | 64 |
| SQFP 7x7-40 | SMT | 22 x 22 | 484 |
| SOIC-20W | SMT | 28 x 24 | 672 |
| SOIC-36X | SMT | 48 x 24 | 1152 |
| TSOP 10x20 | SMT | 22 x 44 | 968 |
| SOJ 26/350 | SMT | 24 x 34 | 816 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | **Date of issue** | **No.** | |
| **DENSITY EVALUATION** | | | **Revlsed** | |
| **DESCRIPTION: SOICs per square centimeter** | | | | | |
| **Comp. ñame** | **# of comp.** | **or** | **IC equiv** | **Comments** | |
| **8 SOIC** |  | **.50** |  |  | |
| **14 SOIC** |  | **1.00** |  |  | |
| **16 SOIC** |  | **1.00** |  |  | |
| **16L SOIC** |  | **1.00** |  |  | |
| **20 SOIC** |  | **1.25** |  |  | |
| **24 SOIC** |  | **1.50** |  |  | |
| **28 SOIC** |  | **1.75** |  |  | |
| **18 PLCC** |  | **1.13** |  |  | |
| **18L PLCC** |  | **1.13** |  |  | |
| **20 PLCC** |  | **1.25** |  |  | |
| **28 PLCC** |  | **1.75** |  |  | |
| **44 PLCC** |  | **2.75** |  |  | |
| **52 PLCC** |  | **3.25** |  |  | |
| **68 PLCC** |  | **4.25** |  |  | |
| **84 PLCC** |  | **5.25** |  |  | |
| **SOT 23** |  | **0.19** |  |  | |
| **SOT 89** |  | **0.19** |  |  | |
| **SOMC 1401** |  | **1.00** |  |  | |
| **SOMC 1601** |  | **1.00** |  |  | |
| **2012 (0805)** |  | **0.13** |  |  | |
| **3216 (1206)** |  | **0.13** |  |  | |
| **3225 (1210)** |  | **0.13** |  |  | |
| **4564 (1812)** |  | **0.13** |  |  | |
| **MLL 34** |  | **0.13** |  |  | |
| **MLL 41** |  | **0.13** |  |  | |
| **others (speclfy)** |  |  |  |  | |
|  |  |  |  |  | |
|  |  |  |  |  | |
| **Total IC equivalent** | | | | | |
| **Total board área (X)** | | | **=** |  | **;m2 ;m2**  **Usable board**  **área**  **Design criteria** |
| **Usable board área (X)** | | | **=** |
|  | | |  |
|  | | |  | **D Analog** | **D Digital** |
| **Etch & Spac.** | **/** |
| **PWB & GYD Sz** | **/** |
|  | |  |  |  |
|  |  | **Deve I. by** | **Date** | **App'd by** | **Date** |

Figura 3-5 Evaluación de densidad del circuito impreso.

4.0 MATERIALES

4.1 Selección de materiales. Al especificar materiales, se deben determinar los requerimientos a cumplir por el circuito. Estos requisitos incluyen la temperatura (soldadura y operación), propiedades eléctricas, las interconexiones (componentes soldados, conexiones), resistencia estructural, y la densidad del circuito. Es de saber que al presentarse niveles altos de complejidad se presenta un aumento de los costos tanto de materiales como de proceso.

Cuando la construcción se realiza a partir de la unión de materiales con características de temperatura diferentes, el máximo final de la temperatura se limita a la más baja del material clasificado. Otros artículos que pueden ser importantes en la comparación de diferentes materiales incluyen:

Fórmulas de resina, resistencia a la flama, estabilidad térmica, resistencia estructural, propiedades eléctricas, resistencia a la flexión, temperatura máxima de funcionamiento continuo seguro, temperatura de transición vítrea (Tg), refuerzo de material laminar, tamaños no estándar y tolerancias, maquinabilidad, los coeficientes de expansión térmica (CTE), estabilidad dimensional, y tolerancias generales de espesor.

4.1.1 Selección del material para fuerza estructural.Lo primero a realizar en la selección del laminado es definir los servicios que debe cumplir, entorno, vibraciones, cargas G, impactos, requerimientos físicos y eléctricos. El laminado debe ser hecho según las normas para evitar altos costos y pérdidas de tiempo.

Los laminados especiales pueden ser costosos y con largos tiempos de entrega, el uso de laminados especiales debe ser contemplado de acuerdo a parámetros como; mecanizado, tratamiento, costos de procesamiento y las especificaciones generales de la materia prima.

4.1.2 Selección del material por propiedades eléctricas. Las propiedades esenciales a tener en cuenta son, la resistencia eléctrica, la constancia dieléctrica, resistencia a la humedad y estabilidad hidrolítica. La Tabla 4-1 enumera las propiedades de algunos de los de sistemas más comunes. Consulte

4.1.3 Selección del material para las propiedades ambientales.En la tabla 4-2 se muestran las propiedades afectadas por el medio ambiente para algunos de los sistemas de resinas más comunes. Los valores indicados son típicos y pueden variar entre los diferentes proveedores de materiales.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Material** | | | | | |
| **FR-4** |  | **High** |  |  |  |
|  | **(Epoxy** | **Multifunctional** | **Performance** | **Bismalaimide** |  |  |
| **Property** | **E-glass)** | **Epoxy** | **Epoxy** | **Triazine/ Epoxy** | **Polyimide** | **Cyanate Ester** |
| Dielectric | 3.9 | 3.5 | 3.4 | 2.9 | 3.5 - 3.7 | 2.8 |
| Constant |  |  |  |  |  |  |
| (neat resin) |  |  |  |  |  |  |
| Dielectric |  |  |  |  |  |  |
| Constant (reinforcement/ | — | — | — | — | — | — |
| resin)1 |  |  |  |  |  |  |
| Electric | 39.4 x 103 | 51.2 x 103 | 70.9 x 103 | 47.2 x 103 | 70.9 x 103 | 65 x 103 |
| Strength2 |  |  |  |  |  |  |
| (V/mm) |  |  |  |  |  |  |
| Volume | 4.0 x 106 | 3.8 x 106 | 4.9 x 106 | 4x 106 | 2.1 x 106 | 1.0 x 106 |
| Resistivity |  |  |  |  |  |  |
| (D-cm) |  |  |  |  |  |  |
| Water | 1.3 | 0.1 | 0.3 | 1.3 | 0.5 | 0.8 |
| Absorption |  |  |  |  |  |  |
| (wt%) |  |  |  |  |  |  |
| Dissipation | 0.022 | 0.019 | 0.012 | 0.015 | 0.01 | 0.004 |
| Factor (DX) |  |  |  |  |  |  |

Tabla 4.1 Propiedades típicas de materiales dieléctricos comunes.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Environmental Property** | **Material** | | | | | |
| **FR-4 (Epoxy E-glass)** | **Multifunctional**  **Epoxy**  **(E-glass)** | **High**  **Performance**  **Epoxy**  **(E-glass)** | **Bismalaimide**  **Triazine/**  **Epoxy** | **Polyimide (E-glass)** | **Cyanate Ester** |
| Thermal Expansión xy-plane (ppm/°C) | 16- 19 | 14-18 | 14-18 | -15 | 8-18 | -15 |
| Thermal Expansión z-axis below Tg3 (ppm/°C) | 50-85 | 44-80 | **-44** | ~70 | 35 - 70 | 81 |
| Glass Transition Temp. Tg (°C) | 110-140 | 130 -160 | 165 - 190 | 175 - 200 | 220 - 280 | 180 - 260 |
| Flexural Modulus (x 1010 Pa)  Fill1 Warp2 | 1.86 1.20 | 1.86 2.07 | 1.93 2.20 | 2.07 2.41 | 2.69 2.89 | 2.07 2.20 |
| Tensile Strength (x 108 Pa)  Fill1 Warp2 | 4.13 4.82 | 4.13 4.48 | 4.13 5.24 | 3.93 4.27 | 4.82 5.51 | 3.45 4.13 |

Tabla 4.2 Propiedades medioambientales de los materiales dieléctricos comunes

4.2 Los materiales dieléctricos de la base (incluyendo pre impresos y adhesivos)

4.2.1 Materiales de unión.Los materiales que se describen continuación deben ser utilizados para unir laminas de cobre, laminas descubiertas, revestimientos de cobre o laminas de termopares entres sí.

4.2.1.2 Unión de capas pre impregnada (pre impresas).Los pre-impresos se ajustaran según las normas; IPC-L-109, IPC-4101, 746E o UL. En la mayoría de los casos el pre impreso debe ser del mismo material y el refuerzo debe ser de láminas revestidas de cobre. Estos valores no se incluirán en el esquema principal, pero sólo se deben utilizar las especificaciones del fabricante de la placa.

4.2.2 Adhesivos. Los adhesivos utilizados en el ensamble de impresos se extraen de al menos cinco tipos de resinas básicas con una amplia gama de propiedades. Para la selección del adhesivo se tiene en cuenta; dureza, coeficiente de expansión térmica (CTE), gama de temperaturas, resistencia dieléctrica, condiciones de curado y tendencia de desgasificación. En algunos casos los adhesivos estructurales puede ser suficiente para la unión de los elementos, ver 4.2.5. Cada tipo de adhesivo tiene puntos fuertes y débiles.

En la aplicación real, la mayoría de las necesidades de adhesivo pueden ser reemplazadas por unos pocos materiales cuidadosamente seleccionados.

4.2.2.1 Epóxicos. Las resinas epoxicas se hallan entre los adhesivos más versátiles para la unión de aislamiento eléctrico y mecánico, ofrecen una amplia gama de propiedades físicas y eléctricas, incluyendo fuerzas de adhesión y cohesión, dureza, resistencia química, conductividad térmica y la estabilidad térmica en vacío. Están disponibles en variedad de modificadores, cargas y refuerzos para aplicaciones específicas y los rangos amplios de temperatura.

4.2.2.2 Elastómeros de silicona. Son generalmente materiales elásticos con propiedades eléctricas y mecánicas muy buenas a temperatura ambiente y extrema Las resinas de silicona que contienen ácido acético se deben evitar en aplicaciones electrónicas. Las propiedades de resistencia a la adherencia, resistencia a la tracción, dureza y tienden a ser considerablemente más bajos que los epoxicas. Las siliconas se hinchan y se disuelven con la exposición prolongada a algunos productos químicos. Las siliconas se utilizan a menudo como un recubrimiento de amortiguación para los artículos que se encapsularan más tarde. También se disponen de geles de siliconas, que ofrecen propiedades mejoradas como encapsulantés.

4.2.2.3 Acrílicas.Las resinas acrílicas proporcionan generalmente curas rápidas, tienen buenas propiedades eléctricas, adhesivas y de dureza. La resistencia química y estabilidad térmica en vacío tienden a ser considerablemente más bajos que los epóxicos. La temperatura de transición vítrea de estos materiales también tiende a ser baja

4.2.2.4 Poliuretanos. Están disponibles en variaciones casi tantos como los epóxicos. Estos materiales ofrecen generalmente dureza, alta elasticidad y buena adhesión. Algunos de los compuestos de uretano son excepcionales como materiales de amortiguación de vibraciones y golpes. La resistencia a la humedad y química es relativamente alta, pero varía con el producto individual. Muchos de los uretanos se pueden utilizar en una aplicación relativamente gruesa como un compuesto de amortiguación de vibraciones local.

4.2.2.5 Adhesivos especiales a base de acrilato.En esta categoría se incluyen los cian acrilatos (cura instantánea) y los adhesivos anaeróbicos (sin curar aire). Los cian acrilatos forman enlaces fuertes en pocos segundos sin catalizadores con sólo una pequeña cantidad de humedad presente sobre una superficie. Los adhesivos anaeróbicos se curan en ausencia de oxígeno cuando un aditivo de peróxido puede ser descompuesto por ciertos iones de metales de transición. Ambos tipos de adhesivos son de alta fuerza de adhesión inicial que puede ser beneficioso para replanteo de alambre y aplicaciones temporales de unión. Los adhesivos de curado instantáneo generalmente tienen poca resistencia al impacto y son susceptibles a la degradación por exposición a la humedad y temperaturas superiores a 82 ° C. Los adhesivos anaeróbicos tienen la capacidad de soportar temperaturas más altas, pero pueden perder su potencia con la exposición prolongada a los productos químicos

4.2.2.6 Otros adhesivos**.** Muchos otros tipos y formas de adhesivos están disponibles, incluyendo poliésteres, poliamidas, poliamidas, resinas de caucho, vinilo, fundidos en caliente, etc. La selección de artículos especializados, tales como adhesivos de chips, se debe hacer con los elementos de instalación, con el fin de garantizar la plena compatibilidad de los equipos y procesos.

4.2.3 Películas adhesivas o láminas adhesivas**.** Sonusadas para la unión de los disipadores de calor, refuerzos, etc. O comoaisladores, están generalmente de acuerdo con la norma IPC-FC-232 o MIL-S-13949.

Los adhesivos epoxi basados ​​en la película proporcionan fuerza de unión muy buena pero requieren curado a temperatura elevada. Se utilizan en la unión de disipadores de calor a placas impresas.

A través del agujero de tecnología (THT) placas impresas y sumideros de calor pueden unirse entre sí con una hoja seca de epoxi adhesivo para mejorar la transferencia de calor o resistir vibraciones.

4.2.4 Adhesivos conductores de la electricidad.Esta clase de adhesivos consta de una carga conductora, tal como grafito (carbono) o de plata incrustada en una resina polimérica de sistema adhesivo. La resistencia de la unión de estos materiales puede verse comprometida por la sobre carga de relleno para lograr conductividad. La resistividad de volumen, es una medida de la propiedad conductora de electricidad de la tela, se puede variar sobre un rango de valores coherentes con la aplicación prevista.

Epoxis, uretanos y elastómeros de silicona son los sistemas de resina comúnmente utilizados para formular adhesivos conductores. Los lazos más fuertes generalmente se logran con epoxi conductor. La elección del adhesivo conductor para una aplicación particular debe considerar la fuerza de unión, la temperatura de servicio, el efecto de CTE en el enlace y el volumen de resistividad o conductividad requerida.

4.2.5 Conductor térmico / adhesivos eléctricamente aislantes.Los adhesivos térmicamente conductores están hechos de epoxi, silicona, uretano y algunos materiales de base acrílica. La carga es normalmente óxido de aluminio o polvo de óxido de magnesio.

4.2.5.1 Los epóxicos. Ofrecen la mayor fuerza de unión y mejor resistencia a los disolventes junto con una buena conductividad térmica y resistencia eléctrica.

4.2.5.2 Los elastómeros de silicona. Se caracterizan por que su fuerza de unión es relativamente baja. Ellos son menos resistentes al ataque del solvente de epoxi, la conductividad térmica y las propiedades de resistencia eléctrica son buenas. Curan bien en contacto con la mayoría de los materiales, excepto burilo y cauchos clorados, algunos elastómeros de silicona RTV y residuos de algunos agentes de curado. Algunas uniones pueden requerir un cebador.

4.2.5.3 uretanos. Puede variar a través de un amplio rango de dureza, resistencia a la tracción y las propiedades eléctricas mediante la variación de las proporciones de agente de curado para la resina. La consistencia se puede variar desde un estado blando, gomoso a un estado duro. Los uretanos se caracterizan por la fuerza de adhesión relativamente baja y una menor rigidez en relación a los epóxicos. Son menos resistentes al ataque del solvente, su conductividad térmica y propiedades de resistencia eléctrica son buenas.

4.2.5.4 Uso de adhesivos estructurales como adhesivos térmicos. En circunstancias de diseño donde las propiedades de conducción térmica no son críticas, el uso de adhesivos estructurales (ver 4.2.2) en lugar de los adhesivos térmicos pueden ser aceptables según lo determinado por análisis térmico y puede ser una alternativa más rentable**.**

4.3 Materiales laminados.Los materiales laminados se deben seleccionar de los materiales enumerados en el IPC-4101 y IPC-231-FC. Cuando la norma (UL) se impone, el material utilizado debe ser aprobado por UL para su uso por el fabricante de la placa impresa.Las temperaturas de punto caliente no deberán exceder las temperaturas especificadas para el material laminado seleccionado. Ver IPC-2222 para la temperatura máxima de funcionamiento especificado para materiales laminados. Los materiales utilizados (con revestimiento de cobre, pre impregnado, hoja de cobre, radiador, etc.) deberán ser especificados en el patrón de dibujo.

4.3.1 Color de pigmentación.El Papel de color natural es el preferido, porque cada vez que se añade un pigmento cambia a un color, existe la posibilidad de retardar el pigmento de la capacidad de la resina de impregnación para humedecer completamente todos y cada uno de las fibras de vidrio. Sin humectación completa, la humedad puede ser atrapada.

El papel de color no debe utilizarse porque el material por lo general cuesta más. Retrasos de producción también pueden ser ocasionados por la falta de disponibilidad de las existencias de color. Si el stock de color se requiere, deberá ser especificado en la documentación de adquisición.

4.3.2 Espesor del dieléctrico / espacio. El mínimo espesor del dieléctrico se especificará en el plano principal.

4.4 Los materiales conductores. La función principal de los recubrimientos metálicos es el de contribuir a la formación de la estructura conductora. Más allá de esta función principal, ofrecen ventajas adicionales tales como la prevención de la corrosión, soldabilidad mejorada a largo plazo, resistencia al desgaste, y otros. Los requisitos de espesor y la integridad de chapados de recubrimientos metálicos y en los tablones se harán de conformidad con los requisitos de la Tabla 4-3 para la clase apropiada de los equipos. A menos que se especifique lo contrario en plano principal, los chapados de recubrimientos metálicos deberán cumplir los requisitos especificados en 4.4.1 a través de 4.4.8.

4.4.1 Revestimiento de cobre electrolítico. El cobre electrolítico se deposita sobre la superficie y a través de los agujeros de la placa de circuito impreso como un resultado de procesar el panel perforado a través de una serie de soluciones químicas. Normalmente, este es el primer paso en el proceso de recubrimiento y es generalmente 0,6 a 2,5 m de espesor, también se puede utilizar cobre electrolítico, esto es conocido como forro aditivo.

4.4.2 Recubrimientos semiconductor**.** Los recubrimientos de metalización se utilizan como un recubrimiento conductivo de arranque antes de la deposición de cobre electrolítico y se aplican a la pared del agujero. El recubrimiento debe ser de calidad suficiente para la deposición metálica posterior y deberá ser no migratorio. Este proceso es típicamente dependiente fabricante y no se especifica en el plan principal.

4.4.3 Revestimiento de cobre electrolítico.El cobre electrolítico puede ser depositado a partir de varios electrolitos diferentes, incluyendo fluoroborato de cobre, cianuro de cobre, sulfato de cobre, y pirofosfato de cobre. El sulfato de cobre y pirofosfato de cobre son los electrolitos más comúnmente utilizados para la construcción de la deposición de cobre sobre la superficie y a través de los agujeros hasta el espesor requerido. Este tipo de recubrimiento por lo general produce el requisito de cobre de espesor final.

4.4.4 Capa de oro**.** Una variedad de laminados de oro están disponibles. Estos pueden ser electrolíticos, no electrolíticos o depósitos de inmersión. Puede venir en oro 24k suave, 23 + k de oro duro (endurecimiento, utiliza cantidades pequeñas de cobalto, níquel o hierro que son mescladas con el oro), o el recubrimiento puede ser una aleación de quilates inferior (14k-20k) para algunas aplicaciones. El laminado en oro sirve para varios propósitos:

1. Actuar como auto lubricante y resistente al empañamiento en borde de contacto de los conectores de la tarjeta (véase la Tabla 4-3). El chapado en oro duro es el más usado para esta aplicación.

2. Para evitar la oxidación de un revestimiento subyacente tal como níquel, para mejorar la soldabilidad y prolongar la vida útil en almacenamiento. La inmersión electrolítica, y el oro no electrolítico son los más utilizados para este fin (véase la Tabla 4-3 para espesor).

3. Para proporcionar una superficie de unión por hilo. Esta aplicación cuenta con un oro 24k electrolítico suave, consulte la Tabla 4-3 para espesor.

4. Para proporcionar una superficie eléctricamente conductora sobre tarjetas de circuito impreso cuando se utilizan adhesivos eléctricamente conductores. Se recomienda un espesor mínimo de 0,25 m.

5. Actuar como protección frente al grabado durante la fabricación del circuito. El espesor mínimo de 0,13 m se recomienda.

El oro depositado electrolíticamente se especifica a menudo cuando es necesario cumplir con la norma MIL-T-45204. Un níquel de baja tensión o de níquel no electrolítico se utiliza entre el laminado de oro y el metal de base cuando el acabado de oro se va a utilizar para la unión eléctrica o de alambre.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Final** | **Clase 1** | **Clase 2** | **Clase 3** |
| Gold (min) for edge-board connectors and areas not to be soldered | 0.8 **|j**m | 0.8 **|j**m | 1.3 **|j**m |
| Gold (max) on areas to be soldered | 0.8 **|j**m | 0.8 **|j**m | 0.8 **|j**m |
| Gold (min) on areas to be wire bonded (ultrasonic) | 0.05 **|j**m | 0.05 **|j**m | 0.15 **|j**m |
| Gold (min) on areas to be wire bonded (thermosonic) | 0.3 **|j**m | 0.3 **|j**m | 0.8 **|j**m |
| Nickel (min) for edgeboard connectors | 2.0 **|j**m | 2.5 **|j**m | 2.5 **|j**m |
| Nickel (min) barrier to prevent formation of copper-tin compounds\*\* | 1.0 **|j**m | 1.3 **|j**m | 1.3 **|j**m |
| Electroless Nickel | 2.5 - 5.0 **|j**m | | |
| Immersion Gold | 0.08 - 0.23 **|j**m | | |
| Unfused tin-lead (min) | 8.0 **|j**m | 8.0 **|j**m | 8.0 **|j**m |
| Fused tin-lead or Solder Coat | Coverage and solderable | Coverage and solderable | Coverage and solderable |
| Solder Coat over Bare Copper | Coverage and solderable | Coverage and solderable | Coverage and solderable |
| Organic Solderability Preservative | Solderable | Solderable | Solderable |
| Bare Copper | None | None | None |
| **Surface and Holes** | | | |
| Copper\* (Avg. minimum) | 20 **|j**m | 20 **|j**m | 25 **|j**m |
| Min. thin áreas\*\*\* | 18 **|j**m | 18 **|j**m | 20 **|j**m |
| **Blind Vias** | | | |
| Copper (Avg. minimum) | 20 **|j**m | 20 **|j**m | 25 **|j**m |
| Min. thin área | 18 **|j**m | 18 **|j**m | 20 **|j**m |
| **Buried Vias** | | | |
| Copper (Avg. minimum) | 13 **|j**m | 15 **|j**m | 15 **|j**m |
| Min. thin área | **11 |j**m | 13 **|j**m | 13 **|j**m |

Tabla 4.3 Acabado Final, Requisitos para revestimiento de superficies

Tabla 4-4 le ayudará a aclarar algunos de los usos de las diferentes aleaciones.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pureza mínima** | **Dureza Knoop** | **Contactos** | **cable de unión** | **soldadura** |
| 99.0 | 130-200 | S | C\* | C\*\* |
| 99.0 | 90 max | NR | S | C\*\* |

**S - Uso Adecuado**

**NR - no recomendada**

**C - \* uso condicional puede ser utilizado, pero dependerá del tipo de unión por hilo que se utiliza. ejecutar**

**Pruebe antes de conectar la unión.**

**\*\* Más de 0,8 micras de oro en los tableros o cables puede causar fragilizada juntas de soldadura..**

4.4.5 niquelado. Cumple una doble función en el punto de contacto: 1) Se proporciona un efecto de yunque bajo el oro proporcionando una dureza adicional esencial para el oro; 2) Se trata de una capa de barrera eficaz (cuando su grosor supera 2,5 micras), que impide la difusión de cobre en oro. Este proceso de difusión puede resultar en una habitación de temperatura de aleación del oro, degradando las características de resistencia eléctrica y la corrosión del contacto.

Todas las planchas de níquel electrolíticamente depositado deberán ser de baja tensión y se ajustan a la norma QQ-N-290, Clase 2, excepto que el espesor será el indicado en la Tabla 4-3.

4.4.6 LAMINADO ESTAÑO / PLOMO.Se aplica en el proceso de fabricación sustractiva para proporcionar una protección frente al grabado de cobre y una capa soldadle, cuando sea necesario. Generalmente se fusiona por varias técnicas (inmersión en aceite caliente, la exposición de infrarrojos, la exposición a vapores o líquidos calientes inertes). La fusión es necesaria a menos que la opción no fundido se selecciona para mantener la plenitud. También promueve la soldabilidad mejorada a largo plazo.

Se debe cumplir con los requisitos de composición de la norma ASTM-B-579.

4.4.6.1 Estaño. Se aplica en el proceso de fabricación de sustractiva para proporcionar una protección frente al grabado de cobre.

4.4.7 Recubrimiento de soldadura.Se aplica generalmente mediante la inmersión del circuito en la soldadura fundida y eliminando el exceso por soplado caliente, aire a presión de aceite, o de los vapores sobre la superficie del circuito en una máquina especialmente diseñada.

El recubrimiento de soldadura no se aplica en los conectores que son internos del circuito y no se extienden a la superficie.

A menos que se especifique lo contrario en el plano principal, la soldadura utilizada para recubrimiento de soldadura debe estar de acuerdo con la norma J-STD-006. El rendimiento del recubrimiento de soldadura se evalúa, no por una medición del espesor mecánico, sino por la capacidad de la placa de circuito impreso para pasar las pruebas de soldabilidad por J-STD-003 (véase la Tabla 4-3). El usuario tiene la responsabilidad de determinar si el envejecimiento de vapor, se requiere.

4.4.8 Otros revestimientos metálicos para contacto SLD.Además de los recubrimientos citados anteriormente, hay varias otras opciones que el diseñador puede tener en cuenta:

• un recubrimiento de rodio, baja resistencia de contacto para los circuitos de descarga de agua, interruptores o donde un alto número de inserciones que se espera.

• Estaño / Níquel Aleación un recubrimiento resistente a la abrasión.

• Paladio / níquel de la aleación de revestimiento baja resistencia de contacto. Puede ser particularmente útil para los circuitos de descarga de agua.

• Níquel y oro de la inmersión, un recubrimiento de baja resistencia de contacto, adecuado para el número mínimo de inserciones.

4.4.9 PELICULA METALICA.

4.4.9.1 Hoja de cobre.Hay dos tipos de lámina de cobre disponible: (W) - (forjado o laminado), y electro depositado (ED). También hay varios grados de lámina de cobre. La lámina de cobre se ajustará a los requisitos del IPC-MF-150.

El grosor de los conductores de cobre de partida serán los definidos en la Tabla 4-.

4.4.9.2 Película de cobre. Debe estar de acuerdo con la Tabla 4-5.

Tabla 4.5 Pelicula de cobre. Requisitos

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo Cobre** | **clase 1-3** |
| Mínimum Starting Copper Foil - external | 1/8 oz/ft2 (5 **|j**m) |
| Mínimum Starting2 Copper Foil - internal | 1/4 oz/ft2 (9 **|j**m) |
| Starting Copper Film (semi-additive) | 5 **|j**m |
| Final Copper Film (fully-additive) | 15-20 **|j**m |

4.4.9.3 Otras películas.Cuando se usan otras películas (níquel, aluminio, etc.), sus características se especifica en el plano principal.

4.4.10 MATERIALES DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS.

4.4.10.1 Resistencias enterradas.La incorporación de la tecnología resistencia enterrada es considerablemente más cara que la fabricación estándar de la placa multicapa. Algunos diseños de alta densidad no permiten resistencias discretas. En estos casos, los resistores enterrados son viables debido a que son considerablemente más pequeños y cuando son enterrados permiten que los componentes en superficie o los circuitos de superficie pasen por encima de ellos.

Una resistencia anular es una resistencia de polímero que se puede formar en el espacio anular vacío o '' antipad '' que rodea cada agujero a través de la cual pasa a través del plano o capa de circuito. El diseño permite anular la resistencia a cribar con un número mínimo de factores que han afectado el valor de la resistencia final.

4.4.10.2 Condensadores enterrados.Es una característica de diseño que sitúa a la alimentación (VCC - portador común de tensión) y plano de tierra directamente frente y en estrecha proximidad entre sí. Una separación de los dos planos de 0,1 mm o menos producirá un sándwich que proporcionará una baja inductancia, capacitancia alta conexión a los dispositivos activos en el circuito impreso. Este cambio rápido, bypass de baja corriente es muy útil en aplicaciones digitales de alta velocidad en la que el deseo de eliminar capacitores de superficie o EMI son consideraciones clave. En la mayoría de los diseños de dos fuentes de alimentación / tierra sándwiches se utilizan para sustituir la energía existente y las capas de plano de tierra. En muchos casos, los condensadores de desacoplo 0,1 mF y más pequeños puede ser retirados de la placa de circuito impreso.

4.5 REVESTIMIENTOS PROTECTORES ORGÁNICOS

4.5.1 Revestimientos protectores de soldadura (máscara de soldadura).Deben ser compatibles entre sí y con todas las otras partes. La norma IPC-SM-840 asigna esta compatibilidad con el fabricante de la tarjeta y el ensamblador.

El uso de recubrimientos resistentes a la soldadura debe estar de acuerdo con los requisitos de IPC-SM-840. Cuando sea necesario, la Clase 3 utilizará IPC-SM-840, Clase H resistencia a la soldadura. Cuando (UL) se imponen, los revestimientos utilizados deberán ser aprobados por UL para su uso por el proceso del fabricante de la placa impresa.

Cuando el protector de soldadura se utiliza como un aislante eléctrico las propiedades dieléctricas del revestimiento deben ser suficientes para mantener la integridad eléctrica.

Cuando se requiere de recubrimiento sobre superficies de metal fundido, el ancho máximo recomendado de conductor, donde cubre completamente el conductor, deberá ser de 1,3 mm.

Cuando los conductores de metal de fusión tienen una anchura mayor que 1,3 mm, el diseño del conductor deberá proporcionar un alivio a través del metal al sustrato laminado de base. El relieve debe ser de al menos 6,45 mm2 de tamaño y situado en una cuadrícula no mayor que 6,35 mm.

Al realizar el llenado del agujero se debe realizar que se llene a ambos lados.

Cuando se realiza sobre vías se utiliza, el máximo determinado por el diámetro de orificio, de las vías será de 1,0 mm para la Clase 1 y el equipo 2, y 0,65 mm para los equipos de clase 3.

Para los cambios de cara placa de circuito impreso con diámetros mayores que el máximo, serán acordados entre el usuario y el proveedor de la placa.

4.5.1.1 Resistencia, adherencia y cobertura.La adhesión entre el protector y el laminado estará completa al cubrir el área total de cobertura. Tratamiento de óxido, cobre doble tratado, el tratamiento de protección química, o cualquier tipo de promotor de adherencia puede utilizarse.

Cuando en el diseño no se ha aliviado áreas de cobre superiores a 625 mm2, el uso de un promotor de adhesión resistir es aconsejable.

Cuando se requieren revestimientos de polímero sobre los no metales de punto de fusión, como el cobre, el diseño debe prever que los conductores que no están cubiertos por la capa protectora deben ser protegidos contra la oxidación, a menos que se especifique lo contrario.

4.5.2 Areas claras.Los recubrimientos líquidos requieren mayor distancia (por lo general 0,4 a 0,5 mm) que los foto resistentes (típicamente 0 - 0,13 mm). Las áreas claras pueden tener marcas de alineación para el ensamble.

Los archivos de datos suele contener espacios iguales a la tierra. Esto permitirá a los fabricantes de la placa ajustar la holgura para cumplir con sus capacidades de proceso cumpliendo con los requisitos mínimos de despacho de diseño especificados en el plano principal.

4.5.2 Conformación de recubrimientos.Deben cumplir con los requisitos de la IPC-CC-830 y se especificarán en el plano general o en el diagrama de la placa. Cuando los requisitos de UL son impuestas, los revestimientos deberán ser aprobados por UL para su uso del fabricante de la placa. El diseñador debe estar al tanto de las cuestiones de compatibilidad. El recubrimiento es un material de aislamiento eléctrico que se ajusta a la forma de la tarjeta y de sus componentes. Se aplica con el fin de mejorar las propiedades superficie dieléctrica y protección contra los efectos de un ambiente severo.

4.5.2.1 Tipos de recubrimiento conformado y espesor.El revestimiento puede ser cualquiera de los tipos indicados. El espesor del revestimiento, será el siguiente para el tipo especificado, cuando se mide sobre una superficie plana:

Tipo AR - Resina Acrílica 0.03-0.13 mm

Tipo ER - Resina Epoxi 0.03-0.13 mm

UR Tipo - Resina de uretano 0.03-0.13 mm

Tipo SR - Resina de silicona 0.05-0.21 mm

Tipo XY - Resina paraxilileno 0.01-0.05 mm

Hay tres categorías químicas en el uso de materiales de revestimiento de conformación: elastómeros de silicona, compuestos orgánicos, y parileno. Los tres tipos proporcionan varios niveles de protección de los solventes, humedad, corrosión, arcos y otros factores ambientales que pueden poner en peligro el rendimiento de los circuitos (ver Tabla 4-7). Muchas tecnologías de superficie no se pueden realizar adecuadamente sin el uso de un revestimiento debido al espaciamiento apretado de los cables y trazas de tierra.

Tabla 4-7 Funciones Recubrimientos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo** | **Ventajas** | **Desventajas** |
| Silicone elastomers | Resistant to extreme temperature cycling.  Good intermittent solvent splash resistance.  Low modulus, easily removed, flexible.  Works well over most solder resists and no clean fluxes.  Easily reworked. | Low mechanical abrasion resistance. Half the dielectric strength of organics. Can impair solderability after coating. |
| Organics | High dielectric strength.  Excellent mechanical abrasión resistance.  Excellent solvent resistance.  Excellent moisture resistance. | Can only be used to 125°C.  Difficulty of rework varies.  Coefficient of thermal expansion needs to be matched.  Required compatibility check with solder resist.  Required compatibility check with flux chemistry. |
| Parylene | Extremely high dielectric strength. Excellent conformability around parts. Excellent penetration of polymer. Excellent moisture/chemical resistance. | High raw material cost.  Applied in a vacuum chamber (batch process).  Masking seals must be air-tight.  Thin film leakage difficult to visually detect. |

4.5.3 Protectores de manchas.Se puede aplicar a cobre desnudo sin montar en la placa con el fin de mantener la soldabilidad o la apariencia durante períodos prolongados. Estos recubrimientos pueden ser dispersados ​​durante la operación de soldadura o pueden requerir un proceso de eliminación por separado antes de la operación de soldadura. El requisito de revestimiento será designado en el plano principal.

4.5.3.1 Recubrimientos orgánicos de protección de soldabilidad.Recubrimientos OSP se utilizan específicamente para proteger las tierras de cobre durante el almacenamiento o durante las operaciones de soldadura para componentes de montaje superficial. Recubrimientos OSP son útiles cuando se requiere plenitud en tierras de montaje superficial. Cuando se utilizan recubrimientos OSP, la retención de soldabilidad, su uso y los criterios de almacenamiento vida requisito deberán ser documentados.

4.6 Marcado y leyendas.El marcado debe utilizarse para proporcionar referencia diseñadores, parte o números de serie, nivel de revisión, símbolos de orientación o polarización, códigos de barras, el estado de descarga electrostática (ESD), etc.

Las posiciones de marcación debe ser tal que se evite colocar información en componentes, en lugares ocultos tras el montaje o instalación, o sobre superficies conductoras. La marcación no se debe colocar en superficies cubiertas de fundir metales o revestimientos opacos. Siempre la información práctica, formato fijo, como número de pieza, el nivel de revisión, número de capas y la orientación símbolos deben ser incorporados en el esquemático. Las marcas deben ser de tamaño suficiente, claridad y bien ubicadas para permitir la legibilidad durante la reparación de la tramitación, inspección, almacenamiento e instalación. Usualmente, con una altura mínima de 1,5 mm con una anchura de línea de 0,3 mm.

En líquidos apantallados se requiere una distancia típica de 0,4 a 0,5 mm de las superficies soldables. Se debe tener precaución cuando se llama para líquidos marcas blindadas. Su legibilidad se ve afectado por las irregularidades superficiales altas.

ESD o los requisitos de Underwriters Laboratories puede incluir consideraciones especiales de marca.

4.6.1 Consideraciones sobre la eds.Completado el ensamble de tarjetas de circuito se marcará de acuerdo con el dibujo de ensamblaje su identificación completa. Tarjeta de circuitos que contienen dispositivos sensibles a descargas electrostáticas se marcará de acuerdo con EIA estándar RS-471.

El marcado debe ser grabado o aplicado por el uso de una tinta permanente o una etiqueta permanente que resista el proceso de montaje y visible justo antes de la retirada del conjunto para el mantenimiento. Marcas adicionales, si es necesario, se especificarán en el plano de montaje.

**5. PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS**

5.1 Consideraciones de Fabricación

A continuación se relaciona una tabla con las principales consideraciones a tener en cuenta:

|  |  |
| --- | --- |
| Supuestos de Fabricación de Diseño | Beneficios (•), inconvenientes (U), Impactos de no siguientes supuestos (S), otros comentarios (✇) |
| Agujero / Proporción de Tierra: Superficie de tierra debe ser  al menos 0,6 mm mayor que el tamaño de agujero | • Proporciona una superficie de tierra suficiente para evitar ruptura, es decir, el borde agujero de intersección de tierras (anillo anular insuficiente) ß tierras de gran tamaño pueden interferir con la separación mínima. |
| Teardrop en conexión de Pistas con tierra | • Proporciona una superficie adicional para prevenir rupturas. • Puede mejorar la fiabilidad mediante la prevención de grietas en la frontera tierra / pista en vibración o ciclo térmico. ß Puede interferir con los requisitos mínimos de espacio |
| Grosor de Tarjeta:  0.8 mm to 2.4 mm típico (sobre cobre) | Tarjetas delgadas tienden a deformarse y requieren una manejo adicional con componentes de tecnología a través del agujero pasante. Placas más gruesas tienen un menor rendimiento debido a una capa a otra inscripción. Algunos componentes pueden no tener tiempo suficiente para que conductores más gruesos tablones. |
| Grosor de Tarjeta con agujeros plateados  Diámetro: Proporción < 5:1 es preferida | • Menores proporciones resultan en más alineadas uniformemente en el agujero, facilitar la limpieza de los agujeros vagas perforaciones.  • Los agujeros más grandes son menos susceptibles a la fisuración por barril. |
| La simetría entre Espesor de placa:  La mitad superior debe ser un reflejo de la mitad inferior para lograr una construcción equilibrada | Tarjetas asimétricas tienden a deformarse. ✇ La ubicación de los planos de tierra / potencia, la orientación de las pistas de señal y la dirección tienen efecto sobre la simetría de la tarjeta. |
| Tamaño de la tarjeta | • Pequeñas tarjetas se deforman menos y tienen capa a capa mejor registro. ß capa flotante debe ser considerada para grandes paneles con pequeñas características.  ✇ El panel determina el costo. |
| Espacio del conductor:  £ 0.1 mm | No hay circulación eficiente en espacios estrechos que resultan de la eliminación incompleta de algún metal. |
| Características del circuito (Ancho del conductor): £ 0.1 mm  £ 0.1 mm | Una serie de características más pequeñas son más susceptibles a las rupturas y daños durante el grabado. |

5.2 Producto / Configuración de la tarjeta: Los parámetros físicos de la placa de circuito impreso debe ser coherente con los requisitos mecánicos del sistema electrónico. Tolerancias, tal como se define en las Secciones 3 y 5, debe ser optimizado para proporcionar el mejor ajuste entre el tamaño de la tarjeta, la forma, el grosor y el hardware mecánico que se utiliza para montar el producto.

Los principales parámetros a tener en cuenta son:

* El tipo de tarjeta a implementar (una cara, dos caras, multicapa).
* Geometrías de la tarjeta (tamaño y forma).
* El arco y torsión máximo será de 0,75% para las tarjetas que utilizan componentes de montaje superficial y el 1,5% para otras tecnologías de tarjeta.
* Las propiedades finales de los materiales impresos en la tarjeta son de utilidad marginal para el diseñador intentando emplear la placa de circuito impreso como un elemento estructural.
* La relación entre la unidad, el ensamblaje de placas impresas, su montaje y las condiciones ambientales hacen necesario la necesidad de un análisis de la vibración de todo el sistema al inicio del diseño.

5.3 Requisitos de montaje

* El hardware de montaje no debe sobresalir más de  
  6,4 mm por debajo de la superficie de la tarjeta para permitir suficiente espacio libre  
  para equipos de montaje y nodos de soldadura.
* Para el soporte de las piezas se debe considerar los niveles de los peores casos de shock, vibración y medio ambiente para toda la estructura en la que la placa de circuito impreso va a residir.
* Realizar un exhausto examen de montaje y de prueba con el fin de mejorar los rendimientos de fabricación, para minimizar los costos del producto final.

5.4 Dimensionamiento de Sistemas

* El uso de dimensionamiento y tolerancias geométricas (GDT) tiene muchas ventajas con respecto a tamaño y tolerancias bilaterales.
* Incrementos típicos del grid son múltiplos de 0,5 mm para los componentes pasantes, y de 0,05 mm para los componentes de montaje superficial.
* Para maximizar la tolerancia total disponible, una buena práctica consiste en localizar por separado, la tolerancia como patrón de los componentes de la tarjeta que se producen en operación de fabricación separadas. Los patrones que se aplican son los siguientes:
  + Recubrimiento a través de agujero
  + Sin recubrimiento a través de agujero
  + Conductores
  + Perfil del circuito impreso
  + Resistencia del recubrimiento de soldadura

**6. PROPIEDADES ELECTRICAS**

6.1 Consideraciones eléctricas.

* Rendimiento eléctrico: Cuando se ensambla una tarjeta el revestimiento aplicado no debe degradar el rendimiento eléctrico. Para diseños de circuitos de alta velocidad se deben considerar las recomendaciones de la IPC-D-317.
* Consideraciones de distribución de energía: El esquema de conexión a tierra puede ser utilizado como una parte de la distribución del sistema. Se proporciona no sólo un retorno de alimentación de CC, sino también un plano de referencia de CA para señales de alta velocidad que se hace referencia. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
  + Mantener una baja impedancia de radio-frecuencia (RF) a través de la salida de distribución de alimentación de CC.
  + Desacoplar la distribución de energía en el conector del circuito impreso con un capacitor de desacoplamiento adecuado.
  + Distribuir de manera uniforme los capacitores de desacoplamiento de alimentación y tierra, manteniendo la distancia lo más pequeña posible y adyacente al circuito crítico.
  + En un circuito multicapa se recomienda que las señales de tierra y alimentación de entrada finalicen en la etapa de desacoplamiento para asi dar lugar a los circuitos internos respectivos.
  + Las pistas de potencia y tierra deben definirse lo más cerca posible.
  + La tierra debe estar fuera de los circuitos activos.
  + El circuito impreso debe estar separado en etapas de alta. Media y baja frecuencia.
* Consideraciones sobre los tipos de circuito:
  + Determinar siempre la polaridad del componente cuando tenga lugar
  + Identificar emisor, base y colector de cada transistor.
  + Mantener la longitud del cable lo más corto posible, y determinar los problemas de acoplamiento capacitivo entre los componentes determinados
  + Si se usan distintas tierras mantener las pistas de las mismas lo más alejado posible.
  + En el diseño análogo se deben considerar primero las conexiones de estas señales y luego la puesta a tierra.
  + Los componentes que irradian calor deben estar lo más alejado posible y con sus respectivos disipadores de ser necesario que los demás componentes.
  + Tener en cuenta las especificaciones tanto de cada familia de componentes digitales como características intrínsecas de componentes análogos.

6.2 Requisitos material conductor.

El ancho mínimo y el grosor de los conductores de la tarjeta, se determinan principalmente en el transporte de corriente que se requiere y el máximo aumento admisible de temperatura.

El aumento de la temperatura admisible del conductor se define como la diferencia entre el máximo de temperatura de funcionamiento del material del impreso y la temperatura máxima del ambiente térmico, al que el impreso será sometido.

El ambiente térmico es el aumento de temperatura causado por la potencia disipada de las partes y el aumento de la temperatura a través del impreso y / o disipador de calor a la placa fría.

Para las capas internas, el espesor de conductor es el espesor de la lámina de cobre. Para las capas exteriores, el espesor de conductor también incluye el espesor de cobre blindado depositado durante el proceso de agujeros metalizados, pero no debe incluir el espesor de recubrimiento de soldadura.

6.3 Espacio Eléctrico

La tabla que se muestra a continuación define la separación mínima entre conductores, espacio entre capa a capa conductora y entre los materiales (marcación de conductores, piezas de montaje).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Voltaje entre Conductores(DC o AC**)** | Separación Mínima | | | | | | |
| Tarjeta desnuda | | | | Montaje | | |
| **B1** | **B2** | **B3** | **B4** | **A5** | **A6** | **A7** |
| 0-15 | 0.05 mm | 0.1 mm | 0.1 mm | 0.05 mm | 0.13 mm | 0.13 mm | 0.13 mm |
| 16-30 | 0.05 mm | 0.1 mm | 0.1 mm | 0.05 mm | 0.13 mm | 0.25 mm | 0.13 mm |
| 31-50 | 0.1 mm | 0.6 mm | 0.6 mm | 0.13 mm | 0.13 mm | 0.4 mm | 0.13 mm |
| 51-100 | 0.1 mm | 0.6 mm | 1.5 mm | 0.13 mm | 0.13 mm | 0.5 mm | 0.13 mm |
| 101-150 | 0.2 mm | 0.6 mm | 3.2 mm | 0.4 mm | 0.4 mm | 0.8 mm | 0.4 mm |
| 151-170 | 0.2 mm | 1.25 mm | 3.2 mm | 0.4 mm | 0.4 mm | 0.8 mm | 0.4 mm |
| 171-250 | 0.2 mm | 1.25 mm | 6.4 mm | 0.4 mm | 0.4 mm | 0.8 mm | 0.4 mm |
| 251-300 | 0.2 mm | 1.25 mm | 12.5 mm | 0.4 mm | 0.4 mm | 0.8 mm | 0.8 mm |
| 301-500 | 0.25 mm | 2.5 mm | 12.5 mm | 0.8 mm | 0.8 mm | 1.5 mm | 0.8 mm |
| > 500 | 0.0025 mm /volt | 0.005 mm /volt | 0.025 mm /volt | 0.00305 mm /volt | 0.00305 mm /volt | 0.00305 mm /volt | 0.00305 mm /volt |

B1 - Conductores Internos  
B2 - Conductores Externos, sin revestir, el nivel del mar hasta 3050 m  
B3 - Conductores Externos, sin revestir, en 3050 m  
B4 - Conductores Externos, con recubrimiento de polímero permanente (cualquier elevación)  
A5 - Conductores Externos, con revestimiento de conformación sobre el conjunto (cualquier elevación)  
A6 - Componentes Externos de plomo / terminación, sin revestir  
A7 - Componentes Externos terminación de plomo, con revestimiento de conformación (cualquier elevación)

El diseño de la placa debe ser planeado para permitir la separación máxima entre las zonas externas de la capa conductora asociada con alta impedancia o circuitos de alta tensión. Esto reducirá al mínimo las fugas eléctricas problemas derivados de la humedad condensada o alta humedad.

6.4 Control de impedancia

Los circuitos multicapa son idealmente adecuados para proporcionar un cableado de interconexión que está diseñado específicamente para proporcionar los niveles deseados de impedancia y el control de la capacitancia. Existen cuatro tipos de construcción de líneas de transmisión (microcinta, microcinta embebida, franja de línea simétrica y franja de línea dual asimétrica).

**7. GESTIÓN TÉRMICA**

El objetivo principal de la gestión térmica es asegurar que todos los componentes del circuito, especialmente los circuitos integrados, se mantienen dentro de sus máximos límites permisibles. Para asegurar un diseño adecuado, se deben proporcionar mapas de disipación térmica para facilitar el análisis térmico del la placa de circuito impreso.

7.1 Mecanismos de refrigeración.

La disipación del calor generado en los resultados de los equipos electrónicos es la interacción de los tres modos básicos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. Por lo tanto, cualquier enfoque de gestión térmica debe tratar de maximizar su interacción natural.

* El primer modo de transferencia de calor encontrado es la conducción. La conducción tiene lugar en un grado variable a través de todos los materiales. La conducción de  
  calor a través de un material es directamente proporcional a la constante de conductividad térmica (k), el área de la sección de la trayectoria conductora y de la temperatura. La conducción es inversamente proporcional a la longitud de la ruta de acceso y el espesor de la material.
* La radiación térmica es la transferencia de calor por radiación electromagnética, principalmente en la longitud de onda del infrarrojo (IR). Es el único medio de transferencia de calor entre cuerpos que están separados por un vacío, como en entornos de espacio.
* El modo de convección de transferencia de calor es el más complejo. Se trata de la transferencia de calor por la mezcla de fluidos, generalmente aire. El flujo de aire puede ser inducido por algún dispositivo externo artificial, tal como un ventilador  
  o soplador. La transferencia de calor por convección forzada puede ser tan  
  tanto como diez veces más eficaz que la convección natural.
* Al nivel del mar aproximadamente el 70% del calor disipado de los equipos electrónicos pueden ser a través de la convección y 30% por radiación. Cuando el aire se vuelve menos denso, los efectos convectivos disminuyen. En 5200 m el calor disipado por convección puede ser menos de la mitad que la de la radiación. Esta se debe considerar cuando se diseña para aplicaciones aerotransportadas.

7.2 Consideraciones de disipación de calor

* La disipación de los componentes individuales puede utilizar una variedad de técnicas diferentes. Además, debe tenerse en cuenta lo siguiente:  
  + Montaje del disipador (hardware o soldadura)
  + Los adhesivos de transferencia térmica, pasta u otros materiales
  + Los requerimientos de temperatura de soldadura
  + Requisitos limpieza de acuerdo con disipadores

A continuación se relaciona una tabla indicando las ventajas de usar los diferentes métodos de montaje de un disipador de calor.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Método** | **Mayores Ventajas** | **Mayores desventajas** | **Consideraciones** |
| Remaches | Más rápido, no hay aplicación de adhesivo | Agujeros necesarios para los remaches | Utilice tamaños estándar del remache |
| Tornillos | Permite el desmontaje | Requiere arandelas, tuercas y agujeros para los tornillos | El uso de hardware estándar |
| Cinta adhesiva | No se desperdicia espacio, transferencia de calor mejorado potencialmente, una mayor frecuencia de vibración natural | Tiempo de secado y posible deformación | Baja temperatura de reposo reducirá al mínimo la deformación |
| Adhesivo líquido | No se desperdicia espacio, transferencia de calor mejorado potencialmente, una mayor frecuencia de vibración natural | Tiempo de secado y demoras en la producción | Baja temperatura de reposo reducirá al mínimo la deformación |

7.3 Técnicas de Transferencia de Calor.

* Coeficiente de expansión térmica

Para aplicaciones con componentes de montaje superficial, el CET es de importante aplicación. Este factor está relacionado con la deformación total por ciclo de la unión de soldadura. Es importante reducir al mínimo las diferencias relativas en el CTE del componente y el impreso.

* Transferencia Térmica

Requiere un contacto de superficie extensa con la con un disipador de calor montado en la tarjeta.

* Coincidencia térmica
* Fiabilidad de diseño térmico

Este índice de fiabilidad (R) es un factor que puede ser utilizado para examinar si el conjunto va a sobrevivir en el medio ambiente para la vida esperada

**8. COMPONENTES Y MONTAJES**

El montaje de componentes cumple un rol importante en el diseño de un impreso. Además de los efectos de la densidad de componentes y el ruteo del conductor, el aspecto del diseño de la tarjeta también influye en la fabricación, montaje, el punto de soldadura, reparabilidad y prueba. Por lo tanto, es importante que el diseño refleje apropiadamente ventajas y desventajas que reconozcan este y otros aspectos de manufactura.

Todos los componentes deberán ser seleccionados para soportas la vibración, choques mecánicos, humedad, ciclos de temperatura y otras condiciones ambientales, el diseño debe soportar cuando los componentes estén instalados. Los siguientes son requisitos que el diseñador debe tener en cuenta y detallar en el dibujo del montaje en las notas específicas o ilustraciones.

Como mínimo, el montaje de componentes debe estar basado en las siguientes consideraciones:

* Especificaciones eléctricas y requerimientos eléctricos de espacio del diseño del circuito.
* Requerimientos ambientales.
* Selección de componentes electrónicos activos y pasivos y el hardware asociado.
* Tamaño y peso.
* Minimizar la generación de calor y los problemas de disipación de calor.
* Producción, elaboración y manipulación según requerimientos.
* Requisitos contractuales
* Requisitos de utilidad
* Equipos de uso y vida útil.
* Inserción automática y requisitos de ubicación, cuando los métodos de montaje se van a usar.
* Los métodos de prueba que deben ser empleados antes, durante y después del montaje.
* Campo de reparación y consideraciones de mantenimiento
* Repuestos
* Requerimientos adicionales

8.1 Requisitos de ubicación general.

* Montaje automático

Cuando la inserción automática de fijación de componentes se emplea, hay varios parámetros de diseño de impresos que se deben tener en cuenta que no son aplicables a las técnicas manuales de montaje.

* + Tamaño de la tarjeta – El tamaño de la placa varia. La estandarización de las operaciones de montaje automático se pude lograr a través del estándar de los componentes que se adoptan a una variedad de tamaños. Debe existir una colaboración con el fabricante de la tarjeta impresa con el fin de definir herramientas, ubicación de agujeros como herramienta, ubicación de tarjeta, etc.
  + Montajes mixtos – Procesos automáticos utilizados tanto para montaje como para through-hole montaje de componentes requiere especiales consideraciones de diseño de manera que los componentes montados en la primera fase del montaje no interfieran con la inserción de los demás en la segunda fase.
  + Montaje superficial – consideraciones para el montaje automático para componentes de montaje superficial incluye maquinas que  usan lugar y posición.
* Ubicación de componentes – En lo posible, through-hole partes y componentes deben ser montados en el lado contrario de la impresión de la tarjeta la cual debe estar en contacto con la soldadura.
* Orientación – Los componentes deben ser montados paralelamente en los límites impresos en la tarjeta. También se deben montar en paralelo o perpendicular el uno al otro con el fin de tener una apariencia ordenada. Cuando sea apropiado, el componente debe ser montado de tal manera que se optimice el flujo de aire para una mejor refrigeración.
* Accesibilidad

Los componentes electrónicos se encuentra espaciados de modo que los pad`s de cada componente no sean obstruidos por otro. Cada componente debe ser capaz de ser retirado del impreso sin tener que retirar ningún otro. Estos requisitos no aplican a las tarjetas fabricadas sin intensión de reparación.

* Diseño del impreso - Aparte de los componentes del impreso la tarjeta no debe interferir con su ubicación en el sitio final.
* Centrando el cuerpo del componente – Los cuerpos deben ser ubicados horizontalmente, las partes axiales con plomo deben estar centradas en los orificios de montaje.
* Montaje sobre zonas conductoras – Componentes de metal se montan adyacentes aislados de elementos conductores de electricidad. Los materiales de aislamiento deben ser compatibles con el circuito y el material impreso. Áreas conductoras deberán estar protegidos contra la humedad por los siguientes métodos:
* Aplicación de recubrimiento conforme con el material de acuerdo con el IPC-CC830
* Aplicación de recubrimiento de resina de curado mediante el uso de material de bajo flujo pre impregnado
* Aplicación de recubrimiento de polímero permanente (resistente a la soldadura) utilizando materiales según IPC-SM-840.
* Espacios libres – La distancia mínima entre los caminos y componentes será de mínimo 0.13mm. debe proveer de un espacio libre de aprox. 0.75mm
* Soporte Físico – Según el peso y las características de generación de calor, componentes de peso inferior a 5 gramos de plomo que disipan menos de un vatio, se debe montar con el cuerpo del componente con el contacto íntimo con la placa del circuito impreso.
  + Técnicas de montaje de componentes contra golpes y vibración – Componentes con un peso de 5 gramos o más debe ser asegurado a la placa utilizando abrazaderas.
* Disipación de calor – Diseño para la disipación de calor de los componentes se asegurara de que la temperatura máxima admisible del material de la placa y el componente no sea superada en condiciones normales de  funcionamiento.
* Stress relief – Tierras y terminales se deben diseñar de modo que los componentes puedan ser montados o puedan proporcionar curvas de alivio de tensión de tal manera que no exista sobrecalentamiento, vibración y choque.

 8.2 Requisitos generales de conexión

* Through-Hole  
  Para el montaje automático de placas con componentes de hueco pasante, la consideración específica se debe dar a la prestación de los espacios permitidos para  
  la inserción y remachado de los cables de los componentes.
* Montaje en Superficie  
  Se deberá mantener los espacios adecuados para posicionar las piezas en su orientación correcta y permitir suficiente espacio libre para la colocación.
* Ensambles mixtos

Requieren consideraciones especiales de diseño para que los componentes montados en la primera fase del montaje no interfieran con las cabezas de inserción durante la segunda fase.

* Consideraciones para soldar

Los componentes utilizados deberán ser capaces de resistir temperaturas de soldadura utilizados en el proceso de montaje.

* Conectores e Interconexiones

El tamaño de la placa y el peso son factores importantes en la elección del conector de montaje, y para decidir si la tarjeta será montada horizontalmente o verticalmente. Es una práctica común para montar un conector o bien a una placa madre, a bordo de bastidores o marcos, y luego insertar el componente tarjeta en el conector con guía apropiada y mecanismos de apoyo.

* Si los niveles de señal son bajos, o las condiciones ambientales adversas los contactos deben tener recubrimiento en oro.
* Los conectores montados en el contacto lleno con la tarjeta serán diseñados de modo que haya tanto el alivio de tensión interno al cuerpo de conector como cavidades (visibles u ocultas) que se opongan al bloqueo de los orificios pasantes.
* Por seguridad, el receptor por lo general contiene contactos hembra de potencia.
* El uso de conectores edge board no requiere procesamiento especial en el impreso, por ejemplo, recubrimiento en oro de contactos. Es importante estar seguro de que el método de montaje es suficientemente fuerte para soportar las fuerzas de acoplamiento.
* La fijación del hardware a instalar se debe establecer en el plano de montaje para dispositivos tales como remaches, tornillos, arandelas, tuercas, insertos y herrajes.
* Refuerzos

Están diseñados en la tarjeta para proporcionar rigidez al conjunto y evitar la flexión de la circuitería que podrían causar agrietamiento en soldadura y lámina de cobre a durante el movimiento mecánico. Los refuerzos pueden unirse a la tarjeta con soldadura o por elementos de fijación (remaches, tuercas y tornillos). Aislantes de fibra o plástico deben ser incorporados a distancia suficiente de la circuitería.

* Terminales de soldadura

Son utilizados para facilitar la instalación de los componentes, cables de puente, entrada / salida de cables, etc Los alambres o cables de componentes se sueldan a los puestos de los terminales de soldadura. Ojales y terminales de soldadura se deben considerar en el plano para la fabricación de la tarjeta.

* Terminal de Montaje-Mecánicos
* Terminal de montaje-Eléctrico
* En casos en los que está unido más de un cable a un terminal, el alambre de mayor diámetro se debe montar en el inferior para facilitar su posterior reproceso y reparación.
* Los requisitos para el uso de ojales en placas de circuito impreso son similares a aquellos para los terminales de soldadura.
* Cableado especial
* Cables de Puente

Puede ser necesario incluir un punto a punto de cableado a circuito impreso como una parte de la diseño original. Dicho cableado no se considera parte de la placa de circuito impreso, sino como parte del proceso de montaje y se como componente. Por lo tanto, su uso debe ser documentado en la placa de circuito impreso diagrama de armado.

* Clase punto a punto (Alambre desnudo, bus de alambre aislado, hilos de cadena, cable de bus).
* Los cables desnudos del bus no debe ser superior a 25 mm.
* Los cables desnudos de los buses no deben pasar por encima de los conductores de la tarjeta.
* Doble las radios para cables de puente deben ajustarse a la de requisitos de los componentes normales de plegado.
* El camino más corto XY del puente debe usar el enrutamiento a menos que diseño de la tarjeta indique lo contrario.

8.3 Through-Hole Requisitos.

Para el montaje de los componentes cuyos cables pasan a través de la tarjeta, se deben considerar las distancias permisibles para la inserción y anclaje de los cables ys componentes.

* La soldadura no debe extenderse más de 1,5 mm (medido verticalmente) de la superficie del circuito impreso.
* Dispositivos con cables de temperatura puede extenderse desde 0,25 mm a 2,0 mm, siempre y cuando no hayan interferencias eléctricas o mecánicas.
* Para asegurar los componentes parcialmente se doblan sus conectores entre 15 y 45 grados a excepción de los componentes tipo dip, para los cuales el máximo permitido es 30 grados.
* Los componentes perpendiculares deben estar encima por un máximo de 15 mm.

**9. INTERCONEXIONES.**

9.1 Requisitos generales de tierras - Las tierras proporcionan la conexión eléctrica a la tarjeta del circuito impreso. Las tierras son las más comunes, pero debe tenerse en cuenta que otras formas de tierra se pueden usar para mejor la eficiencia. La forma de la tierra deberá proveer la capacidad de conducción de corriente del circuito.

9.1.1 Todas las tierras u los anillos se potenciaran al máximo siempre que sea posible, en concordancia con buenas prácticas de diseño y requisitos eléctricos de limpieza. Para cumplir con los requisitos la tierra que rodea a un mínimo compatible o no compatible, la relación agujero tierra se establece por la ecuación:

Tamaño mínimo de tierra = a+2b+c

Donde, a= máximo diámetro del orificio

B= máximo anillo requerido

C= una asignación de fabricación estándar, que considera herramientas de producción y variaciones del proceso necesario en la fabricación de tarjetas.

El estándar de fabricación se detalla en la tabla 9-1, este considera las herramientas de producción principal y las variaciones de proceso necesarios para la fabricación de tarjetas.

Asignación mínima de fabricación estándar de interconexión de tierras

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nivel A** | **Nivel B** | **Nivel C** |
| 0.4mm | 0.25mm | 0.2mm |

9.1.2 Requisitos del pad – Un pad puede tener tres clases de diseño. Las especificaciones para la clase 1 y 2 pueden permitir rupturas parciales del agujero.

A. Anillo esterno – El anillo minimo para los agujeros se hara de acuerdo a la tabla 9-2

|  |  |
| --- | --- |
| **Anillo** | **Clase 1, 2 y 3** |
| Soporte interno | 0.03 mm |
| Soporte extreno | 0.05mm |
| Externo no compatible | 0.15mm |

9.1.3 Alivio térmico en conductores planos – El alivio térmico es requerido solo para agujeros que son sujetos a la soldadura en las áreas de conductor. El alivio se requiere para reducir el tiempo de permanencia de soldadura al proporcionar resistencia térmica durante el proceso de soldadura.

9.2 Agujeros

9.2.1 Localización – Todos los agujeros y perfiles deberán ser dimensionados en concordancia con 5.4.

Nota: Los patrones principales de la mayoría de los componentes a ser montados en la tarjeta deben ser la mayor influencia en la selección del sistema de medida (Medidas vs. Pulgadas).

9.2.2 Tolerancias de ubicación de los orificios – La tabla 9-3 está basada en materiales vidrio/epóxico, muestra los valores de tolerancias por agujero.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nivel A** | **Nivel B** | **Nivel C** |
| 0.25mm | 0.2mm | 0.15mm |

9.2.3 Cantidad – Un agujero se proporcionará para cada cable, terminal o final de cable que va a pasar a través de orificios.

9.2.4 Espacio entre agujeros adyacentes – Los espacios de los orificios pasantes recubiertos o no compatibles deben ser tales que las tierras que rodean los orificios deben satisfacer los requisitos de separación de la 6-3. Se deben tener en cuenta las necesidades del material impreso estructurales, con el material laminado no inferior a 0.5 mm.

9.2.5 – Variacion del patrón del agujero – Cuando un incremento cuadrícula modular se selecciona, véase 5.4.2, cuyas partes cables emanar en un patrón que varía desde las intersecciones de la rejilla del sistema modular dimensionamiento de la placa de circuito impreso, se puede montar en la placa de circuito impreso con uno de los siguientes patrones de agujeros.

Un patrón de orificios donde el agujero, para el plomo al menos una parte, se encuentra en una intersección de la cuadrícula del sistema de dimensionamiento modular, y los otros orificios del patrón está dimensionado según la ubicación de rejilla.

9.2.6 Relación de aspecto – La relación de aspecto de plated-throughholes juega un papel importante en la capacidad de proporcionar chapado suficiente en el orificio de paso metalizados.

9.2.6.1 Metalizados tolerancias de agujero - Cuando se utiliza el sistema de dimensionamiento básico, taladros metalizados utilizados para conectar cables de componentes o clavijas a la placa impresa debe ser expresada en términos de límites de MMC y LMC.

9.2.7 Vias – Plated-throughhole que conectan dos o más capas conductoras del impreso multicapa, pero no se extienden completamente a través de todas las capas del material de base que comprende la junta, se denominan vías ciegas o enterradas.

9.2.7.1 Vias Ciegas – A través de plated-through se extienden desde la superficie y conectan la capa de superficie con una o más capas internas. El camino ciego se puede producir a través de dos métodos: (1) Después de la laminación de múltiples capas mediante la perforación de un agujero de la superficie de las capas internas deseadas e interconectarlos eléctricamente, (2) antes de la laminación por multicapa la perforación del camino ciego a través de los orificios desde las capas superficiales a las capas primera o última enterrados y enchapadolos a través de, formación de imágenes y el grabado de los lados internos y, a continuación laminándolos en el proceso de unión de múltiples capas.

9.2.7.2 Vias enterradas – Enterradas a través de plated-throughhole no se extienden a la superficie, pero sólo interconectar las capas internas. Lo más común es la interconexión entre dos capas internas adyacentes. Estos son producidos por la perforación del material de laminado fino, enchapado los orificios y luego a través de un componente químico de la capa de patrón interno en las capas antes de la laminación de múltiples capas.

9.2.7.3 Tamaño del orificio de Vias Ciegas y enterradas – Los agujeros pequeños se utilizan generalmente ya sea para vías ciegas o enterradas y se pueden producir mecánicamente, por láser o por técnicas de plasma. El tamaño de agujero taladrado mínima para vías enterradas se muestra en la Tabla 9-4 y el tamaño del agujero perforado mínimo para vías ciegas se muestra en la Tabla 9-5.

Vias enterradas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Espesor de la capa** | **Clase 1** | **Clase 2** | **Clase 3** |
| <0.25mm | 0.10mm | 0.10mm | 0.15mm |
| 0.25 – 0.5mm | 0.15mm | 0.15mm | 0.20mm |
| 0.5mm | 0.15mm | 0.20mm | 0.25mm |

Vias Ciegas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Espesor de la capa** | **Clase 1** | **Clase 2** | **Clase 3** |
| <0.10mm | 0.10mm | 0.10mm | 0.2mm |
| 0.10 – 0.25mm | 0.15mm | 0.20mm | 0.3mm |
| 0.25mm | 0.20mm | 0.30mm | 0.4mm |

**10. CARACTERISTICAS Y REQUERIMIENTO GENERALES DEL CIRCUITO.**

10.1 Características del conductor – Los conductores en la placa de circuito impreso puede tomar una variedad de formas. Pueden tener forma de trazos conductores individuales. Las características críticas que pueden afectar el circuido son la distribución de inductancia, capacitancia, etc. Puede ser identificada

10.1.1 Espesor y ancho del conductor - El ancho y grosor de los conductores en la placa terminada impreso se determinará sobre la base de las características de la señal, capacidad de conducción de corriente requerida y el aumento máximo de temperatura permitido. El diseñador debe reconocer que el procesamiento puede variar el espesor de cobre en las capas de circuito. Ver Tablas 10-1 y 10-2. El mínimo ancho del conductor usado en la tarjeta terminado no deberá ser inferior a 0,1 mm.

Espesor interno de la capa

|  |  |
| --- | --- |
| **Camino de cobre** | **Mínimo** |
| 1/8oz | 3.5 µm |
| 1/4oz | 6.0 µm |
| 3/8oz | 8.0 µm |
| 1/2oz | 12.0 µm |
| 1oz | 25.0 µm |
| 2oz | 56.0 µm |
| 3oz | 91.0 µm |
| 4oz | 122.0 µm |
| Mayor 4oz | 13 µm Por debajo del espesor mínimo indicado ver IPC-MF-150 |

Espesor externo de la capa

|  |  |
| --- | --- |
| **Camino de cobre** | **Mínimo** |
| 1/8oz | 20 µm |
| 1/4oz | 20 µm |
| 3/8oz | 25 µm |
| 1/2oz | 33 µm |
| 1oz | 46 µm |
| 2oz | 76 µm |
| 3oz | 107 µm |
| 4oz | 137 µm |
| Por cada onza sucesiva de lámina de cobre, aumentar el grosor mínimo de 30,0 micras del conductor. | |

10.1.2 Espacio Eléctrico – Espacios libres son aplicables para todos los niveles de complejidad de diseño (A, B, C) y clases de rendimiento (1, 2, 3). Las marcas conductoras pueden tocar un conductor en un lado, pero un espacio mínimo entre el carácter marcado y conductores adyacentes se mantiene (véase la Tabla 6-1).

10.1.3 Conductor de enrutamiento – La longitud de un conductor entre dos tierras debe mantenerse a una distancia mínima. Sin embargo, los conductores que son líneas rectas y se ejecutan en X, Y, o direcciones de 45 grados es preferible ayudarse con documentación automatizado para los diseños de mecanizados o automatizados. Todos los conductores que cambian de dirección, donde el ángulo incluido es inferior a 90 grados, deben tener sus esquinas internas y externas redondeadas.

En ciertas aplicaciones de alta velocidad, las reglas específicas de enrutamiento se pueden aplicar. Un ejemplo típico es el enrutamiento de serie entre la fuente de señal, carga y terminales.

10.1.4 Espacio entre conductores – Separación mínima entre conductores, entre los materiales conductores (tal como marcaciones de conductores, véase 10.1.2, o piezas de montaje) y los conductores se definirá en el dibujo principal. Los espacios entre conductores se deben maximizar y optimizar siempre que sea posible.

10.1.5 Revestimiento – Se añaden las zonas metálicas que son no funcionales. Cuando se localiza dentro del perfil de placa terminada, permiten densidad de placas uniforme, dando espesor de recubrimiento uniforme sobre la superficie del tablero. Los Estados miembros no repercuten negativamente en el espacio mínimo del conductor ni violar los parámetros eléctricos necesarios.

10.2 Características de Tierra

10.2.1 Asignaciones de Manufactura – El diseño de todas las tierras tendrán en cuenta las normas de fabricación, especialmente los referentes al conductor en ancho y el espacio.

10.2.2 Tierras para montaje superficial – Cuando se requiere montaje superficial, los requisitos de 10,1 se consideran en el diseño de la placa de circuito impreso. La selección de la forma y la posición de la geometría de la tierra, en relación con la parte, pueden impactar significativamente la unión de soldadura. La posibilidad de pérdida de calor se reduce en un estrangulamiento del conductor cerca de la zona de soldadura. El diseñador debe entender las capacidades y limitaciones de la fabricación y montaje (ver IPC-SM-782).

Los distintos procesos de soldadura debidas al montaje de superficie tienen requisitos específicos de normas de tierra. Es deseable que el diseño del modelo de tierra debe ser transparente para el proceso de soldadura para ser utilizado en la fabricación. Esto será menos confuso para el diseñador y reducirá el número de tamaños de la tierra.

10.2.3 Puntos de prueba – Cuando se requiera por el diseño, los puntos de prueba para el sondeo se proporciona como parte de la plantilla y se identifica en el plano de montaje.

Vías, conductores de ancho, o tierras de montaje de componentes pueden ser considerados como puntos de prueba, siempre que se disponga de suficiente área para el sondeo, y mantener la integridad de la vía, el conductor, o conexión de soldadura de los componentes. Los puntos de prueba deben estar libres de material de revestimiento.

10.2.4 Símbolos de orientación – Símbolos especiales de orientación debe ser incorporado en el diseño para permitir la facilidad de inspección de la pieza montada. Las técnicas pueden incluir símbolos especiales o configuraciones especiales para identificar las características de la tierra como un pin de un paquete de circuito integrado. Se debe tener cuidado para evitar afectar adversamente el proceso de soldadura.

10.3 Areas Grandes conductoras – Amplias zonas conductoras están relacionados con productos específicos y se tratan en las normas de diseño seccionales.

**11.0 DOCUMENTACION.**

La documentación impresa suele consistir en el dibujo maestro, maestro de dibujo patrón o copias de los maestros de obras de arte (película o papel), dibujo impreso ensamblaje de la placa, listas de piezas y diagrama esquemático / lógica.

El paquete de documentación podrá presentarse en cualquiera de las copias duras o datos electrónicos. Todos los datos electrónicos deberán cumplir los requisitos de la IPC-2510 serie de normas.

Otra documentación puede incluir datos de control numérico para la perforación, enrutamiento, bibliotecas, ensayos, negativos y herramientas especiales. Hay características de diseño y documentación / requisitos que se aplican al diseño básico, el negativo, la placa de circuito impreso sí mismo.

La documentación de circuito impreso deberá cumplir con los requisitos de la IPC-D-325. Con el fin de proporcionar el mejor paquete de documentación posible, es importante revisar IPC-D-325 e identificar todos los criterios que son afectados por el proceso de diseño, tales como:

• Información sobre piezas

• Información sobre piezas no estándar

• Maestro de dibujo

• Artwork producción maestros

11.1 Herramientas Especiales – Durante la revisión del diseño formal previo a la elaboración, herramientas especiales que pueden ser generados por el área de diseño en forma de obra de arte o datos numéricos de control deberán ser considerados. Ejemplos de tales herramientas son:

•Los gráficos de los datos numéricos para ser utilizado como negativo de verificación.

• A través de la tierra para placas compuestas impresas para ayudar a distinguir entre cambios de cara que se van a perforar antes de la laminación y vías que se perforarán después de la laminación.

• Obra de superposiciones para proporcionar ayudas como el origen de perforación, avistamiento de tierras, agujeros pasantes sin tierras, impreso coordenadas cero, perfil impreso, perfil cupón o un perfil de las áreas internas enrutadas.

• Obra de resistencia a la soldadura que se utiliza en algunos procesos para la máscara de soldadura a través de cobre desnudo. Debe ser diseñado para permitir una resistencia a la soldadura en la interfaz cobre / estaño.

• Superposiciones ilustraciones que se pueden utilizar en conjunto para ayudar con la inserción de componentes.

• Los datos numéricos para el equipo de inserción automática en el montaje.

• Soldadura pegar datos

11.2 Plano

11.2.1 Visualización – El Diseño Siempre debe diseñarse según se ve desde el Lado primario de la junta. Para los propototipos de Generación de Fotolitos, los Requisitos de visualización Sera idéntica a la Disposición.

Las características distintivas se utilizan para diferenciar entre los conductores en diferentes capas de la tarjeta.

11.2.2 Precisión y Escala – La precisión y la escala de la disposición debe ser suficiente para eliminar las inexactitudes cuando la disposición se interpreta durante el proceso de generación de arte. Este requisito puede minimizar la adhesión estricta a un sistema de red que define todas las funciones de la placa de circuito impreso.

11.2.3 Notas de diseño – El diseño debe ser completado con la adición de anotaciones apropiadas, los requisitos de marcado y revisión / definición estado-nivel. Esta información debe ser estructurada para asegurar la comprensión completa de todos los que van ver el diseño. Las notas son especialmente importantes para el ciclo de revisión de ingeniería, las actividades de digitalización, y cuando el documento es utilizado por una persona distinta del autor.

11.2.4 Técnicas de automatizado-plano – Toda la información que es aplicable tanto a la generación de diseño manual y automatizado. Sin embargo, cuando las técnicas automatizadas de diseño se utilizan deben coincidir con el diseño del sistema que se emplea. Esto puede incluir el uso de la asistencia en la redacción asistido por ordenador que principalmente ayuda en la definición de los componentes y los conductores, o puede ser tan sofisticado como para añadir la colocación de circuito digital de puertas, la colocación de los componentes, y el encaminamiento de conductores.

Con las técnicas automatizadas, la base de datos debe detallar toda la información que se necesita para producir la placa de circuito impreso. Esto incluye todas las notas, los requisitos para galvanizado, grosor de la tabla, etc Una parcela testigo se debe emplear para verificar que la base de datos coincide con los requisitos.

11.4 Consideraciones fotolito – La configuración de la tierra y dimensiones nominales puede ser utilizado para preparar el fotolito para la plantilla o de la pantalla utilizada para la aplicación de pasta de soldadura.

Resistencia a la soldadura fotolitos de revestimiento se pueden preparar de dos maneras. El primer método consiste en proporcionar un patrón de tierra especial para cada componente usando formas más grandes para establecer la resistencia a la soldadura espacio libre alrededor del patrón conductor (véase la Figura 11-3).

**12.0 CONTROL DE CALIDAD.**

Conceptos de garantía de calidad debe ser considerada en todos los aspectos del diseño de la placa impresa. Las evaluaciones de control de calidad en materia de proyecto debe constar de lo siguiente:

• Material

• Conformidad inspección

• Evaluaciones de control de procesos

En esta sección se define la muestra diversos componentes que deben ser considerados durante el proceso de diseño. También se incluye la lógica y el propósito para el uso de cada muestra.

12.1 Conformidad muestra de ensayo – Muestra las pruebas de conformidad, cuando sea necesario, se hará de conformidad con esta sección. Disposiciones de garantía de calidad a menudo requieren el uso de procedimientos específicos de prueba o evaluación para determinar si un producto cumple los requisitos del cliente o especificaciones. Algunas de las evaluaciones se realizan visualmente, otros se llevan a cabo a través de pruebas destructivas y no destructivas.

12,2 Material de Aseguramiento de la Calidad – Inspecciones materiales se componen normalmente de certificación por el fabricante con el apoyo de verificación de los datos basado en el muestreo estadístico que todos los materiales que se convierten en una parte del producto terminado es de conformidad con el dibujo principal, especificaciones de materiales, y / o documentación de adquisición.

12.3 Evaluación de Conformidad – Se llevan a cabo en los tablones de producción y / o la muestra de conformidad. Si un tribunal de producción se ha seleccionado para la evaluación de conformidad, debe ser capaz de satisfacer los requisitos de la Tabla 12-1. Espécimen requerido para la evaluación de la conformidad como se define en este documento. Muestra de Conformidad deberá ser conforme con el panel de producción.

12.3.1 Muestras cantidad y ubicación – El sistema de circuitos de prueba de conformidad compuesta de la muestra se describe en 12,4 será una parte de cada panel utilizado para producir placas de circuito impreso cuando sea requerido por la especificación de funcionamiento.

12.3.2 La identificación de muestras – Circuitos de las pruebas de conformidad proporcionará espacio para:

• Junta de número y letra de la revisión

• Trazabilidad de identificación

• Lote código de fecha

• La identificación del fabricante de, por ejemplo, Comercial y de Gobierno Entidad (CAGE), logotipo, etc

Sistemas especiales de codificación pueden utilizarse siempre que se identifican en el dibujo principal.

12.3.3 Requisitos Generales muestras –Esta información consiste en satisfacer las necesidades de los agujeros, conductores, espacios, etc Cuando la muestra se utilizan para establecer los parámetros de control de procesos, siempre se utiliza un tamaño de orificio único o la configuración de la tierra, que refleja el proceso. Características del proceso y las características generales de la junta deben coincidir (es decir, la tecnología de umbral, tecnología de punta, etc.)

12.3.3.1 Tolerancias - Las tolerancias para la fabricación de muestra de prueba deberá ser el mismo que los de la placa de circuito impreso.

12.3.3.2 Cartas Grabado – Letras grabados que aparecen en la muestra son sólo de referencia.

12.3.3.3 Agujeros capa intermedia de conexión – Cada vez que un diseño multicapa incorpora orificios de capa intermedia de conexión en forma de vías ciegas o enterrados, la muestra A, B, y D deberán estar diseñados para incorporar este tipo de agujeros que conectan las capas apropiadas. La descripción de muestra individual contiene información sobre cómo estos agujeros se han de incorporar. El número específico de orificios para la evaluación debe ser un mínimo de tres de cada muestra de ensayo, con un mínimo de muestra de ensayo se requieren dos para cada panel individual.

12.3.3.4 Núcleos Metálicos – Cada vez que un diseño de capas múltiples utiliza núcleos de metal, el mismo núcleo (s) se incorpora en el diseño de la muestra. Si el núcleo metálico (s) de capa intermedia de conexión tiene agujeros que pasan a través del núcleo sin contacto, el diseño de la muestra deberá ser representativa de esa característica. Si los contactos del agujero del núcleo, que caracteriza también estará representado en la muestra. El número mínimo de agujeros para esta evaluación son tres ejemplares como mínimo de dos muestras en cada panel individual.

12,4 Muestra Individual – Diseño de la muestra de ensayo individuales están diseñados para evaluar las características específicas individuales de las placas de circuito impreso que representan (véase también el IPC-A-22).

12.4.1 Muestras A y B – El tamaño del agujero nominal para la prueba de soldadura deberá ser el diámetro más pequeño de la soldadura y el terreno nominal será el diámetro de la tierra utilizada para ese hoyo. Para el estrés térmico, el tamaño del orificio nominal será el diámetro del orificio más pequeño y el tamaño de la tierra nominal será el diámetro de las tierras utilizadas para ese hoyo. La forma de la tierra será el mismo que el utilizado en la placa de circuito impreso para estos terrenos y agujeros.

12.4.2 Muestras C – Esta muestra se utiliza para evaluar la adhesión de la soldadura a la superficie a J-STD-003 requisitos.

12.4.3 Muestras D – Se utiliza para evaluar la resistencia a la interconexión, continuidad y otros criterios de rendimiento.

12.4.3.1 Pruebas de Conformidad – En prueba de conformidad, el número de capas, poner en marcha, configuración capa, y el uso de las tierras no funcionales se modificará para reflejar el diseño de la placa. La longitud de la muestra variará con el número de capas.

 12.4.3.2 Control de Procesos - control de procesos.

12.4.4 Muestras E y H (resistencia de aislamiento) - Estas muestras se utilizan para evaluar la resistencia de aislamiento, resistencia a granel y la limpieza del material después de la exposición a una temperatura elevada y humedad cíclica bajo una tensión aplicada.

 12.4.4.1 Muestra E - se utiliza para los propósitos generales de ensayo. Es menos sensible a la suciedad y contaminantes iónicos.

12.4.4.2 Muestra H - se utiliza para las pruebas de aislamiento más alto nivel, como las telecomunicaciones. Requiere un proceso de limpieza más intensiva. Este ejemplar no se hace referencia en el IPC-6012. Si se utiliza, los criterios del método de prueba y el rendimiento se especificarán en la documentación de adquisición.

12.4.5 Registrar muestra - El propósito de la muestra de registro es evaluar el anillo anular interno. Aunque la muestra A y B se pueden usar para la evaluación de registro, las técnicas requieren microsecciones múltiples.

12.4.6 Muestras G –La obra deberá prever resistencia a la soldadura para cubrir toda la muestra.

12.4.7 Muestras M –Esta muestra puede ser utilizada para evaluar la soldabilidad de las tierras de montaje de superficie Esta muestra no se hace referencia en IPC-6012. Si se utiliza, los criterios del método de prueba y el rendimiento se especificarán en la documentación de adquisición.

12.4.8 Muestras N – Esta muestra puede ser utilizado para evaluar la fuerza de adhesión y resistencia al pelado de las tierras de montaje superficial. Este ejemplar no se hace referencia en el IPC-6012. Si se utiliza, los criterios del método de prueba y el rendimiento se especificarán en la documentación de adquisición.

12.4.9 Muestras S - Esta muestra se utiliza para evaluar metalizados soldabilidad agujero cuando una población más grande de agujeros lo requiera. El diámetro del orificio debe ser de 0,8 mm ± 0,13 mm necesarios para ser llenado de soldadura. Este ejemplar no se hace referencia en el IPC-6012. Si se utiliza, los criterios del método de prueba y el rendimiento se especificarán en la adquisición documentación.

04.12.10 Muestra T - Esta muestra se utiliza para validar las características cuando se resiste a soldar se utilizan para placed-throughhole. El diámetro del agujero será el mayor agujero plateado que será cubierto con resistencia a la soldadura.

12.4.11 Control del proceso de prueba de muestras - El control de procesos muestra de ensayo se utilizan en puntos estratégicos en el flujo del proceso para evaluar un proceso específico o un conjunto de procesos. Los diseños de la muestra de prueba de control de proceso son, la opción del fabricante de la placa de circuito impreso. Cada diseño es específico de los procesos para los cuales el fabrica