

# RETOS EN EL ENSAMBLAJE SMT Y SOLUCIONES PROBADAS PARA MEJORAR LOS RENDIMIENTOS

Robert Dervaes  
FCT Assembly  
Greeley, CO, USA  
rdervaes@fctassembly.com

## ABSTRACTO

Las tecnologías de ensamblaje superficial (SMT) se vuelven más complicadas a medida que los avances en las áreas de producción de circuito impreso (PCB) y el diseño de componentes se hacen más populares. La mayoría de los procesos de fabricación de SMT hoy en día deben de ser capaces de construir ensamblajes “híbridos”, los cuales cuentan tanto con la generación previa de tecnología y avances tecnológicos más vanguardistas. Mejorar los rendimientos de ensamblaje SMT es imperativo, pero a medida que nuevas tecnologías siguen siendo implementadas, se vuelve cada vez más complicado el simple hecho de mantener los rendimientos, cuánto más en mejorarlos,

Existen muchas variables en el proceso de ensamblaje SMT. Algunas como, el equipo de ensamblaje SMT, parámetros de proceso y el personal, son controlados directamente por la compañía de ensamblaje SMT. Otros como, el diseño del PCB, su fabricación, disponibilidad del componente, sustitución del componente y la fabricación de stencil de soldadura en pasta son proporcionadas ya sea por el usuario final o a través de proveedores. Hay muchas ocasiones en que todo en el proceso de ensamblaje SMT esta dentro de las especificaciones, pero aún pueden ocurrir defectos y los rendimientos no son los esperados. ¿Qué retos a encarar se pueden esperar en el ensamblaje SMT al construir estos ensamblajes más avanzados? ¿Qué se puede hacer, si a caso, para reducir los defectos SMT y mejorar los rendimientos del proceso?

En este documento se presentarán los retos más comunes a enfrentar en el rendimiento SMT en la actualidad, se discutirá su causa raíz y se brindarán soluciones que son probadas, reaplicables y económicas.

Palabras clave: Análisis de causa raíz, mejora de rendimiento, defectos SMT, stencil, soldadura en pasta, liberación de pasta, reflujo

## INTRODUCCIÓN

Un 100% de rendimiento es como el Santo Grial en el mundo del ensamblaje SMT. Alcanzar esta recompensa tan codiciada es extremadamente complicado. Mantenerlo es aún más complicado ya que el deseo de poner “más poder” en componentes más pequeños es una parte importante del avance tecnológico.

La mayoría de los electrónicos de hoy día utilizan, en cierta medida, componentes de tecnología de ensamblaje superficial (SMT). Sin la SMT, la reducción en tamaño de los componentes y productos sería extremadamente complicada. Sin embargo, reducir el tamaño de los componentes aumenta la complejidad de colocarlos en tabillas de circuito impreso (PCB). Entre más pequeño el tamaño,

más difícil puede ser imprimir soldadura en pasta en el PCB, colocar el componente de manera precisa, y mandarlo por el horno de reflujo sin problemas.

Existe una infinidad de defectos SMT (insuficiencia de pasta, bridging, bolas de soldadura, vacíos, etc.) que el ensamblaje SMT tiene que probar y prevenir o superar. Mientras que al construir millones del mismo product ciertamente brinda más oportunidades de mejorar los rendimientos, un rendimiento del 100% nunca es una garantía. En algunos casos sólo hay una producción de ensamblaje SMT y únicamente una oportunidad de tratar de obtener todo a la perfección.

Los defectos comunes “universals” SMT son la liberación pobre de soldadura en pasta en la impresión, bridging en la impresión, volumen insuficiente de soldadura en el reflujo y el bridging en el reflujo. Se presentarán análisis de causa raíz de estos problemas comunes, junto con soluciones probadas y reaplicables para reducir dramáticamente, y en muchos casos, eliminar estos defectos SMT en particular.

## METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Determinar la causa raíz de un defecto SMT en específico, en un ensamblaje en específico, usando un equipo SMT específico puede llevarse a cabo a través de un experimento cuidadosamente controlado. Los resultados pueden ayudar a determinar una solución para este ensamblaje en particular, pero esta solución puede o no ser aplicable a otros ensamblajes sin pruebas adicionales.

Determinar la causa raíz de un defecto SMT “universal”, que es más independiente del ensamblaje, implica probar un conjunto bastante amplio de ensamblajes durante un periodo mucho más prolongado de tiempo que pueda encajar en un solo experimento. Las variaciones en el diseño PCB, los pesos de cobre del PCB y acabados superficiales, componentes SMT, equipo SMT, parámetros de proceso, ambiente, etc, deben ser considerados y evaluados para determinar si los defectos son específicos de un solo ensamblaje, un solo cliente, una sola línea de ensamblaje SMT, etc. o si ocurrirán independientemente de donde se construye un producto.

Se analizaron 1,000 ensamblajes SMT diferentes para este documento, durante un periodo de 4 años, para determinar la causa raíz y la solución de los defectos SMT específicos. Estos ensamblajes no fueron probados en el mismo ambiente, pero fueron ensamblajes de producción reales, con cientos de diferentes clientes de ensamblaje SMT, ubicados alrededor del mundo. Muchos de los tipos de defectos fueron los mismos, pero las variables del equipo y proceso SMT fueron

completamente diferentes e independientes.

Para determinar la precisión del análisis causa raíz y la efectividad de la solución, los clientes reportaron sobre que tan bien funcionó la solución recomendada al reducir o eliminar el/los defecto(s) SMT reportados. En la mayoría de los casos, la respuesta fue tan simple como un correo electrónico del cliente indicando que el defecto SMT fue eliminado por completo. Cuando el defecto fue reducido dramáticamente, pero no eliminado, se brindó información cuantificable en algunos casos. En todos los casos, el cliente tuvo la habilidad de determinar si la solución recomendada tuvo o no un impacto medible en mejorar los rendimientos de producción.

En las secciones siguientes se observan las causas raíces de los defectos SMT comunes que han sido validadas por cientos de clientes independientes en 1,000 ensamblajes diferentes. Los defectos pueden ser reducidos dramáticamente, eliminados o prevenidos usando las soluciones recomendadas.

## RESULTADOS

### Liberación pobre de soldadura en pasta

#### Causa Raíz

Los dos métodos para determinar la liberación de soldadura en pasta en la impresión del stencil son la relación de aspecto y la relación de área superficial. El primero, relación de aspecto (Figura 1), compara la dimensión más pequeña de la apertura del stencil (w) al grosor de la lámina del stencil (t). comúnmente, la relación de aspecto más baja aceptada es de 1.5. mientras la relación de aspecto es una determinación válida del potencial de desempeño del stencil, este esta limitado a formas simples como cuadros, rectángulos y círculos.

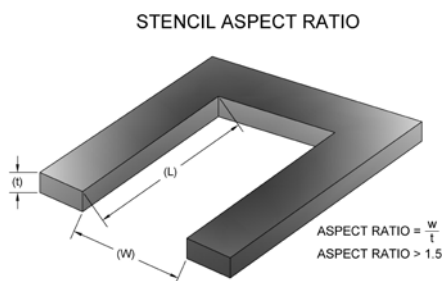


Figura 1: Relación de Aspecto

Un método más preciso y detallado para determinar el potencial de desempeño de impresión del stencil es la relación de área superficial (Figura 2). Se puede usar en cualquier apertura del stencil, independientemente de su forma, y compara el área superficial de la apertura del stencil (LxW) al área superficial de las paredes de las aperturas del stencil ((2L)+(2W))x(t). Comúnmente, la relación de área más baja aceptada es de 0.66.

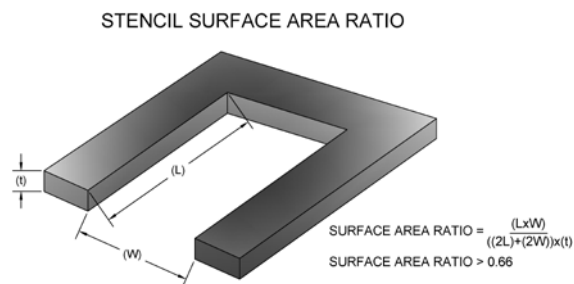


Figura 2: Relación de área superficial

La realación de aspecto y la relación de área superficial actuales del stencil solamente toman en cuenta el grosor del stencil y el tamaño de apertura del stencil al momento de predecir la liberación de soldadura en pasta. La tablilla de circuito impreso (PCB) no se considera como un factor, pero es la adhesión de la soldadura en pasta a la pad SMT lo que extrae la soldadura en pasta del stencil. La fuerza de adhesión de la soldadura en pasta a la pad SMT se determina por el tamaño de la misma pad, y el área superficial correspondiente. Las diferencias en los pesos del cobre y los acabados superficiales producirán diferencias en los tamaños de las pad SMT y estas diferencias se vuelven críticas a medida que los componentes miniature se vuelven más populares.

Comúnmente las tablillas de circuito impreso cuentan con un peso de cobre pre-acabado de 0.38 oz, 0.5 oz, 1.0 oz, o 2.0 oz en las capas exteriores. El proceso de fabricación del PCB consiste de grabar el cobre para producir el sistema de circuitos (traces, pads SMT, via pads, etc.). El proceso de grabado del cobre producirá una sección transversal en el pad SMT (Figure 3) donde la parte superior del pad SMT será más pequeña que la base.

#### SMT PAD CROSS SECTION

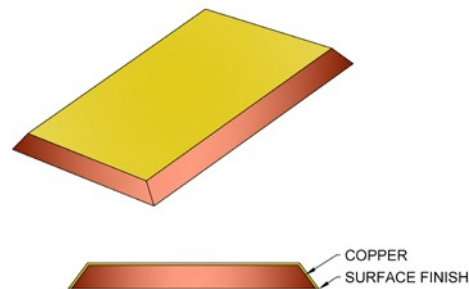
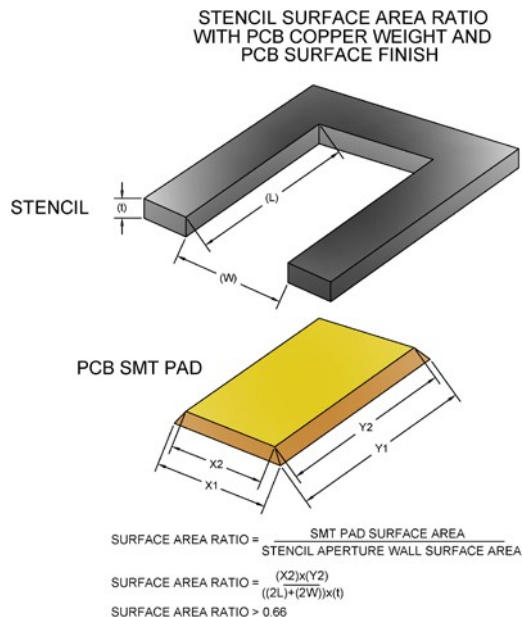


Figura 3: Sección transversal del Pad SMT

En la mayoría de los casos, la base del pad SMT coincidirá con el tamaño de los archivos electrónicos del PCB, debido a los requerimientos de impedancia y del IPC de donde se tomarán las medidas durante la fabricación de PCB. La parte superior de la pad SMT será más pequeña y la diferencia en tamaño, de abajo hacia arriba, es determinada por el grosor del cobre, ej. tamaño del cobre. El tamaño más pequeño de la parte superior debe ser usado para determinar la relación de área superficial del stencil ya que el menor tamaño cuenta con menos área superficial para generar la adhesión de la soldadura en pasta.

## Solución

Para determinar de manera precisa la liberación de soldadura en pasta en la impresión, y reparar/prevenir problemas potenciales de liberación de soldadura en pasta, la configuración del PCB (peso del cobre y acabado superficial) debe ser una parte de la fórmula de la relación de área superficial. El resultado es una relación de área superficial modificada que compara el área superficial del pad SMT (en la parte superior) y el área superficial de las paredes de las aperturas del stencil (Figura 4).



**Figura 4:** Relación de área superficial modificada

Esta comparación modificada toma en consideración cambios en los tamaños del pad SMT del PCB debido a las variaciones en los pesos del cobre y acabados superficiales. Pesos de cobre más pesados producirán diferencias de tamaños más grandes de abajo hacia arriba. Los acabados superficiales lisos, como ENIG, OSP, inmersión en Ag, e inmersión en Sn, le permiten a la soldadura en pasta adherirse por completo a la superficie superior de la pad SMT (asumiendo que la alineación del PCB al stencil es exacta) para una máxima fuerza de adhesión. Los acabados superficiales no lisos, como HASL y HAL, tienen una superficie más abovedada/irregular y la superficie semi circular hace más difícil que la soldadura en pasta se adhiera por completo a la superficie. Esto reducirá la fuerza de adhesión entre la soldadura en pasta y la pad SMT. Comúnmente las reducciones de tamaño de la pad SMT, debido al peso de cobre y acabado superficial se muestran en la Tabla 1.

Peso del cobre (oz)	Grosor del cobre (µm)	Reducción de tamaño (ENIG, OSP, Ag, Sn), pulgadas	Reducción de tamaño (HASL & HAL), pulgadas
0.38	13	0.0015	0.0035
0.50	17.5	0.002	0.004
2.00	70	0.004	0.006

**Tabla 1:** Reducciones de tamaño de la pad SMT

El uso de las reducciones de tamaño de la pad SMT en la Tabla 1 brindará una representación mucho más realista de qué tamaños de pad SMT esperar en los PCB físicos. Esta información, junto con la relación de área superficial modificada brinda una predicción mucho más acertada

de la liberación de soldadura en pasta en la impresión. Los resultados pueden confirmar los problemas actuales con la liberación de soldadura en pasta, así como también prevenir futuros problemas. Esto depende de los tamaños de pad SMT en los archivos del PCB, peso del cobre y acabado superficial, pero puede aplicarse a cualquier ensamblaje independientemente de donde sea construido.

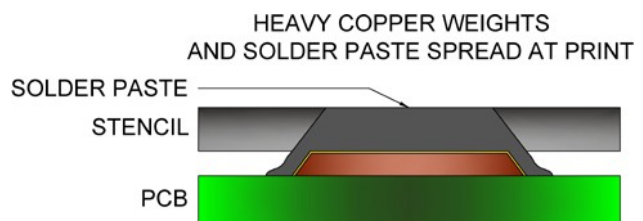
## Bridging en la

### impresión

#### Causa Raíz

Como se discutió en la sección anterior, los pesos del cobre y acabados superficiales del PCB pueden tener un gran impacto en la liberación de soldadura en pasta. Sin embargo, estos cambios de tamaño de la pad SMT no se limitan a afectar únicamente la liberación de soldadura en pasta. Estos también pueden tener un impacto en otro defecto común de SMT – bridging.

El proceso de impresión de soldadura en pasta depende grandemente de un buen sello, o empaque, entre el PCB y el stencil. Este sello depende en buena medida del tamaño de la pad SMT y el tamaño de apertura del stencil. Mientras que el tamaño de apertura del stencil no tiene que ser más pequeña que la pad SMT para crear un buen sello, las aperturas del stencil que son más grandes que la pad SMT hacen más difícil el prevenir que la soldadura en pasta se derrame entre el PCB y el stencil. Las reducciones grandes de tamaño en la pad SMT, debido a pesos pesados de cobre y/o acabados superficiales no lisos, pueden degradar fácilmente este sello y permitir que la soldadura en pasta se derrame durante la impresión (Figura 5). En algunos casos, lo suficiente como para causar bridging en la impresión. En algunos otros, no lo suficiente como para causar bridging en la impresión, pero un volumen extra suficiente de soldadura en pasta puede causar bridging en el reflujo SMT.



**Figura 5:** Propagación de soldadura en pasta

#### Solución

La mayoría de las reglas de diseño de stencil de soldadura en pasta no consideran el peso del cobre, ni el acabado superficial del PCB al determinar la reducción de la anchura para las aperturas del stencil. La anchura de la apertura del stencil es reducida en una medida estándar, independientemente de la configuración del PCB, y esta ligado comúnmente al pitch del componente, tipo de componente, y/o el tamaño de la pad de tierra SMT en los archivos electrónicos del PCB.

Los pesos de cobre más pesados y acabados superficiales no lisos requieren una reducción de anchura más agresiva para las aperturas del stencil. Esto minimiza las oportunidades de derrame de la soldadura en pasta entre el PCB y el stencil. Ajustes recomendados para las aperturas del stencil, basados en el peso del cobre y acabado superficial del PCB, se muestran en la Tabla 2.

Peso del cobre (oz)	Grosor del cobre (µm)	Reducción de la anchura del stencil (ENIG, OSP, Ag, Sn), pulgadas	Reducción de la anchura del stencil (HASL & HAL), pulgadas
0.38	13	0.001	0.002
0.50	17.5	0.001	0.002
1.00	35	0.002	0.003
2.00	70	0.003	0.004

**Tabla 2:** Reducciones de anchura de la apertura del Stencil

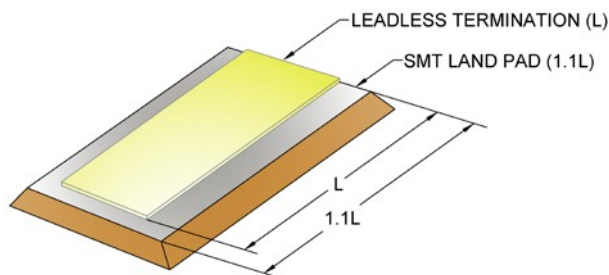
### Volúmen insuficiente de soldadura en el reflujo SMT

#### Causa Raíz

El volúmen insuficiente de soldadura es un defecto SMT muy común que es notado, por lo general, al final del proceso de ensamblaje SMT durante la inspección óptica automatizada (AOI) o inspección visual. En algunos casos, el potencial de volúmen insuficiente de soldadura es descubierto antes de la producción durante un diseño de revisión de fabricación (DFM). Sin embargo, un análisis DFM no esta siempre disponible o accessible. Cuando el volúmen insuficiente ocurre, este se asocia comúnmente con los paquetes leadless (QFN, DFN, RNET, etc.).

El volúmen suficiente de soldadura en pasta con paquetes leadless es provisto cuando la longitud de la pad de tierra del PCB es ~110% de la longitud de la terminación leadless (Figura 6). Sin embargo, la inspección y el retrabajo de los componentes leadless son extremadamente complicados cuando casi 100% de la pad de tierra esta debajo del componente. Por esta razón, la mayoría de los diseños de pad de tierra leadless prolongarán la pad de tierra del PCB más allá de la terminación del componente.

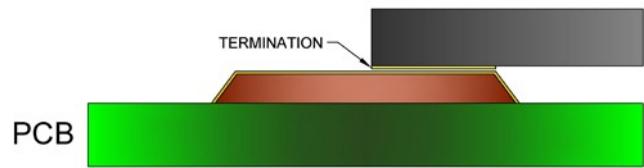
#### PCB LAND PAD/LEADLESS TERMINATION



**Figura 6:** Tamaño de pad de tierra de paquete leadless

Al estar en el horno de reflujo, el diseño de paquete leadless (Figura 7) tiende a obstruir más el flujo de aire de convección e IR, comparado con un componente de tipo ala de gaviota. Las temperaturas de la pad de tierra del PCB y la terminación leadless aumentarán de una manera bastante uniforme y estarán muy juntas en el liquidus, a menos que el PCB cuente con pesos extremadamente pesados de cobre. Esto producirá una humectación uniforme de la soldadura a lo largo de las superficies.

#### LEADLESS COMPONENT



**Figura 7:** Componente Leadless

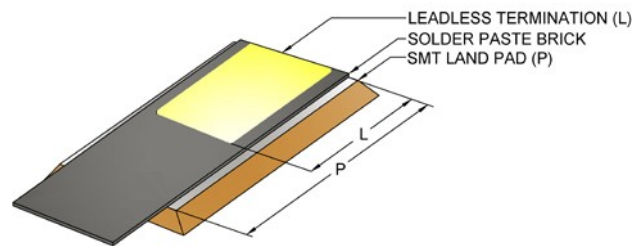
Aumentar la longitud de la pad de tierra más allá del 110% de la longitud de la terminación aumenta el área superficial que la soldadura debe cubrir. Mientras esto ayuda a esta inspección en el retrabajo, también puede forzar el retrabajo a menos que el volúmen de soldadura en pasta sea incrementado en la impresión del stencil.

#### Solución

El incremento requerido de volúmen se basa en la diferencia de tamaño de la terminación leadless y la pad de tierra del PCB, y se aplica al stencil. Con referencia a la Figura 8, el incremento de volúmen se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Incremento de Volúmen (\%)} = 50 * \left(1 - \left(\frac{L}{P}\right)^2\right)$$

#### PCB LAND PAD/LEADLESS TERMINATION STENCIL DESIGN



**Figura 8:** Diseño de stencil de paquete leadless

El volúmen de soldadura en pasta adicional debe ser impreso siempre en el lado de la "punta" para los componentes leadless (debe evitarse el extender el ladrillo de soldadura en pasta más allá de debajo del paquete leadless, debido al potencial de bridging) y también se debe evitar el aumentar la anchura de apertura del stencil. Extender la soldadura en pasta más allá de la pad de tierra SMT, hasta 0.040", no es un problema con las soldaduras leaded o lead-free (ambas confluyen y se retraen de la pad de tierra extremadamente bien). Sin embargo, es extremadamente raro que una sobreimpresión siquiera se acerque a 0.040" con componentes leadless (una sobre impresión a esta medida esta comúnmente reservada para aplicaciones de pasta-en-hoyo). La mayoría del tiempo la extensión se encuentra en un punto entre 0.005" y 0.010".

Ademas de incrementar el tamaño de apertura del stencil, el grosor de la lámina del stencil también es de gran importancia. Se requiere un grosor de lámina de 0.005" para la mayoría de los componentes leadless. Si se tiene que reducir el grosor de la lámina para acomodar otros componentes SMT, se debe aumentar, por consiguiente, el volúmen de apertura del stencil para los componentes leadless. Los volúmenes de soldadura son críticos y no se necesita tanto como una reducción de volúmen para comenzar a causar problemas de rendimiento.

## Bridging en el reflujo SMT

### Causa Raíz

Se presentó con anterioridad el bridging en la impresión de soldadura en pasta en este documento. Su causa raíz claudicó en el derrame de soldadura en pasta entre el PCB y el stencil en la impresión, depositando así mucho volúmen adicional de soldadura en pasta. En algunos casos, el bridging era obvio después de la impresión. En otros, el bridging no se observa en la impresión, pero sólo después del reflujo SMT. Independientemente de esto, el defecto SMT se generó en el proceso de impresión de soldadura en pasta.

Hay ocasiones en que el bridging en la impresión del reflujo SMT no está ligado a ningún problema en la impresión de soldadura en pasta. Algunas veces la causa raíz puede ser asociada con problemas de fabricación de PCB, presión en la colocación de componentes, configuraciones del horno de reflujo, etc. En muchos de estos casos, el diseño de PCB y/o las sustituciones de componentes son la causa raíz del defecto SMT y el bridging podría ocurrir independientemente de la calidad del PCB, calidad de la impresión de soldadura en pasta, colocación de componentes o las configuraciones del horno de reflujo. Cuando todo en el proceso de ensamblaje SMT es óptimo y aun así ocurre el bridging en el reflujo SMT, es comúnmente asociado con los paquetes de ala de gaviota/leadless (QFP, SOIC, etc.)

Mientras que los paquetes leadless tienden a obstruir el calor de convección e IR en el horno de reflujo SMT, los paquetes de ala de gaviota/leadless exponen por completo los pines de los componentes al calor de convección e IR (Figure 9). Los paquetes leadless tendrán una calefacción bastante uniforme, y unas temperaturas más uniformes, entre los pads del PCB y las terminaciones del componente. Las guías de ala de gaviota, por su exposición, son mucho más susceptibles a diferencias de temperatura entre sí y los pads del PCB.

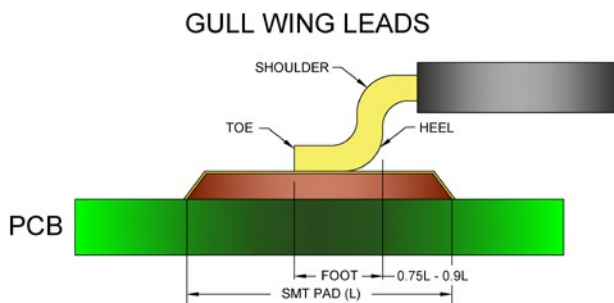


Figura 9: Guías de ala de gaviota

Cuando el pie de la ala de gaviota es un 75% - 90% de la longitud de la pad SMT (L), las temperaturas entre estos dos estarán muy juntas entre sí, en el liquidus, y hay un área superficial adecuada en la guía de ala de gaviota para humectar la soldadura disponible. Cuando el pie de ala de gaviota disminuye un 75% la longitud de la pad SMT (L), tanto la masa térmica como el área superficial de la guía de ala de gaviota son reducidas. Una masa térmica menor le permite a la guía de ala de gaviota calentarse más rápido y crea una discrepancia de temperatura más grande entre la guía de ala de gaviota y la pad del PCB. Entre más grande sea la diferencia de temperatura en el liquidus, menos simétrica será la humectación de la soldadura.

La soldadura líquida es más atractiva para las temperaturas más altas. Cuando hay una diferencia más grande de temperatura, la soldadura líquida será más atractiva a la temperatura más alta. La soldadura humectará la superficie de la pad del PCB, pero la mayoría del volúmen de la soldadura líquida comenzará a acumularse en la "punta" y el "talón" debido a las temperaturas más altas de la guía de ala de gaviota. La guía de ala de gaviota tiene una cantidad limitada de área superficial para humectar la soldadura. Si se acumula mucha soldadura en la "punta" y el "talón", el exceso se derramará de la pad del PCB. Bridging puede ocurrir en pads adyacentes en el caso de componentes de pitch fino.

Este escenario se puede crear cuando el diseño de PCB está lejos de ser óptimo, pero también se puede crear debido a la sustitución del componente. Alternar los componentes provee la misma función, pero todas las dimensiones mecánicas, primordialmente las dimensiones de la guía del alternado no son una garantía de coincidir con el original. Diferencias mínimas en las longitudes del pie de ala de gaviota no son de gran importancia, pero diferencias más considerables pueden fácilmente crear problemas de bridging en el reflujo SMT. La solución es reducir el volúmen de soldadura en pasta.

### Solución

La disminución requerida de volúmen se basa en la diferencia de tamaño de la guía de ala de gaviota y la pad de tierra del PCB y se aplica al stencil. Con referencia a la Figura 10, la disminución de volúmen se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Disminución de Volúmen (\%)} = 57 * \left(1 - \frac{L}{P}\right)$$

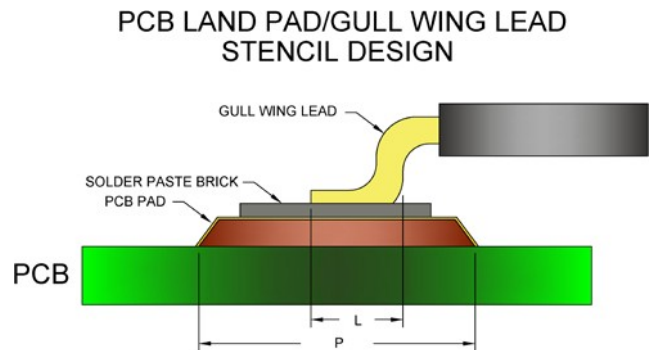


Figura 10: Diseño de stencil de componente de ala de gaviota

La reducción del volúmen de soldadura en pasta debe centrarse siempre en el pie de ala de gaviota y no en la pad del PCB. Si el centrar la nueva apertura del stencil en el pie de ala de gaviota fuerza a la soldadura a desprenderse de la pad del PCB, la apertura del stencil debe ser devuelta de nueva cuenta a la pad del PCB. Esto no es debido al peligro de bolas de soldadura o bridging, sino para mantener la mayor relación de área posible. Algunas veces el pie de ala de gaviota es extremadamente corto y las reducciones de volúmen pueden ser tan altas como un 50%. Una reducción de esta magnitud puede reducir substancialmente la relación de área superficial.

Para la mayoría de los ensamblajes, estas reducciones de volúmen reducirán dramáticamente, y eliminar de manera frecuente, el bridging en los componentes de ala de gaviota. Sin embargo, se debe tomar cuidado cuando el acabado superficial del PCB es OSP y la soldadura es lead-free. La soldadura lead-free no humecta tan bien como la soldadura leaded y las reducciones considerable de volúmen pueden dejar algo del OSP expuesto después del reflujo.

El OSP expuesto puede crear problemas de confiabilidad a largo plazo. En estos casos, esta solución recomendada puede no ser aplicable.

## CONCLUSIONES

Algunos defectos SMT son únicos de un ensamblaje en específico, en una línea de ensamblaje específica, o en una ubicación en específico. Sin embargo, algunos defectos SMT, como la liberación pobre de soldadura en pasta, bridging en la impresión, volumen insuficiente de soldadura en el reflujo SMT y bridging en el reflujo SMT pueden ocurrir en cualquier lugar y no son específicos a un grupo único de variables.

Las causas raíces comunes para estos defectos “universales” SMT, y sus soluciones correspondientes, han sido validadas durante un periodo de 4 años usando 1,000 ensamblajes diferentes, en locales de cientos de clientes ubicados alrededor del mundo. Se ha demostrado claramente que los pesos del cobre del PCB y los acabados superficiales son muy importantes para los procesos de rendimiento SMT y configuraciones diferentes del PCB, y sus efectos deben ser considerados.

## TRABAJO FUTURO

La validación de los defectos “universales” SMT presentada en este documento sigue en curso. La validación de otros defectos “universales” SMT ej. Lapidación, bolas de soldadura, y vacíos también sigue su curso y los resultados serán presentados en una fecha posterior.

## REFERENCIAS

- [1] R. Dervaes, FCT Assembly, “Successful Stencil Printing: Performance is on the Surface”, 2013.
- [2] R. Dervaes, FCT Assembly, “Improving SMT Assembly Yields: Eliminating Insufficient Solder Volume with Leadless SMDs”, 2013
- [3] R. Dervaes, FCT Assembly, “Solder Bridging, PCB Copper Weight and PCB Surface Finish: A Cause and Effect Relationship”, 2013



Click or call us today and set-up an evaluation with one of our Field Application Engineers

**970-346-8002**



Contact us today and request samples of our SMT solders, stencils and coatings

**support@fctassembly.com**



Visit our website today and download *FREE* technical papers and presentations

**www.fctassembly.com**