

Desprendimiento de componentes electrónicos durante el segundo reflujo en tecnología de montaje superficial.

Javier Medina Briseño

Alumno del posgrado Manufactura Avanzada
xavemebri@hotmail.com

RESUMEN.

En un sistema de manufactura debe existir una estructura clara de los procesos para la fabricación de un producto.

En las líneas de producción durante el segundo proceso de reflujo de soldadura los componentes que poseen tecnología de montaje superficial (Surface Mount Technology, SMT), pueden desprenderse y/o caerse debido a la relación entre la masa del componente y la tensión superficial en las áreas de contacto de los pines con la tarjeta.

Determinar el lado secundario de la tarjeta electrónica, las dimensiones y material del componente electrónico, así como conocer el área soldable del componente con la tarjeta electrónica son factores importantes para obtener un diagnóstico adecuado y prevenir el problema.

Palabras Claves: Caída, Segundo reflujo, SMT.

1 INTRODUCCIÓN.

En un sistema de manufactura siempre debe existir una estructura clara de los procesos a utilizar, herramientas o equipos que proveerán buen desempeño y una organización que esté cerca de la perfección para poder obtener el producto final deseado.

Con el paso del tiempo se ha perfeccionado el sistema de manufactura, ahora es más esbelto, pero lamentablemente, siempre existirán variables que afectan al producto.

La producción comprende desde la adquisición de la materia prima, la transformación y la obtención del producto terminado, por lo que en la actualidad, ninguna empresa puede darse el lujo de dejar de utilizar todos los recursos disponibles debido a la alta demanda a nivel mundial.

Para poder tener un buen sistema de manufactura, se realizan estudios de diseño para manufactura (Design for Manufacturing, DFM), que se puede definir como una colección de programas, técnicas, métrica, herramientas y métodos para mejorar la fabricación de partes o simplificar el ensamble de productos, analizando valores, tolerancias, movimiento, complejidad y conveniencia para el ensamble manual, automático o flexible (robótico) para que encaje de manera óptima en un sistema de manufactura particular que resulta en costo y calidad excelente. [1]

Las tarjetas electrónicas que poseen tecnología de montaje superficial tanto en la capa superior e inferior y componentes que poseen pines que atraviesan la tarjeta (Pin Through Hole, PTH), podemos ahondar en la figura 1:



Figura 1. Proceso de Manufactura

Existe un problema en especial que no ha sido analizado para poder diagnosticar la causa y prevenir que afecte las tarjetas electrónicas. Específicamente en el segundo reflujo de soldadura, los componentes de montaje superficial, pueden caerse o desprenderse de la tarjeta electrónica, lo que ocasionaría pérdidas o problemas en la línea de producción afectando la elaboración adecuada del producto.

Por lo que dentro del equipo de DFM en el grupo de ingeniería avanzada (Advance Engineering Group, AEG) de Flextronics se deberán plantear cuales son los factores que afectan la relación entre la masa del componente y la tensión superficial de la tarjeta electrónica, así como establecer las áreas de contacto de los pines con la tarjeta para poder solucionar el problema.

Donde el objetivo es establecer un diagnóstico adecuado de los componentes electrónicos mediante la utilización del software Trilogy Valor de Mentor Graphics. [2]

2 FUNDAMENTOS.

Existen ciertos problemas durante el segundo reflujo de soldadura que afectan en gran medida a los componentes electrónicos, ocasionando que se desprendan o caigan, derivando problemas particulares como pérdidas económicas, de recursos (herramental y laborales) y de tiempo en la fabricación de las tarjetas electrónicas.

Para garantizar una adecuada soldadura por reflujo, es importante mencionar los siguientes factores:

Perfil de Soldadura: Este perfil va de la mano con el calor generado en el horno de reflujo, la temperatura debe ser controlada, con sus debidas rampas de calentamiento y enfriamiento que sean compatibles con la pasta de soldadura y el tipo de tarjeta electrónica.

El propósito es elevar la temperatura de la tarjeta y los componentes electrónicos suficientemente por encima de la temperatura de reflujo de la soldadura de pasta para que pueda existir una unión adecuada y fiable para el proceso, el cual tiene que ser apropiadamente caliente para permitir que la soldadura moje tanto la tarjeta como los componentes electrónicos, con su debida fase de enfriamiento controlado para asegurar las uniones inter-metálicas y evite el daño de los componentes electrónicos.

Si la temperatura de la pasta o el tiempo de reflujo no son los deseados, esta no se volverá líquida o no alcanzará a fluir por el espacio deseado.

Debido a todos estos factores, existen diferentes tipos de perfiles de soldadura, donde las variables de tiempo y temperatura son las que dictaminan el comportamiento del perfil.

Como primera etapa, existe la zona de precalentamiento para ir preparando la tarjeta y evite un choque térmico, al igual que es donde el solvente en la pasta empieza a evaporarse; después viene la zona de mojado, donde se aplican los fluxes para reducir la oxidación de los pines y almohadillas, proporcionando un equilibrio térmico adecuado; la zona de reflujo es donde ocurre la unión inter-metálica entre la tarjeta y los componentes por medio de la soldadura aplicada; por último, se llega a la zona de enfriamiento, apropiada para inhibir el exceso de formación inter-metálica o choque térmico a los componentes.

Estos factores varían según el tipo de aleación de soldadura, como estandarización, podemos hablar de las dos más utilizadas en las líneas de producción. Uno de ellos se puede observar en la figura 2, llamado aleación de 63% de Estaño y 37% de Plomo (Sn63Pb37), el otro que también es muy común lo podemos observar en la figura 3, llamado libre de plomo (Lead Free).

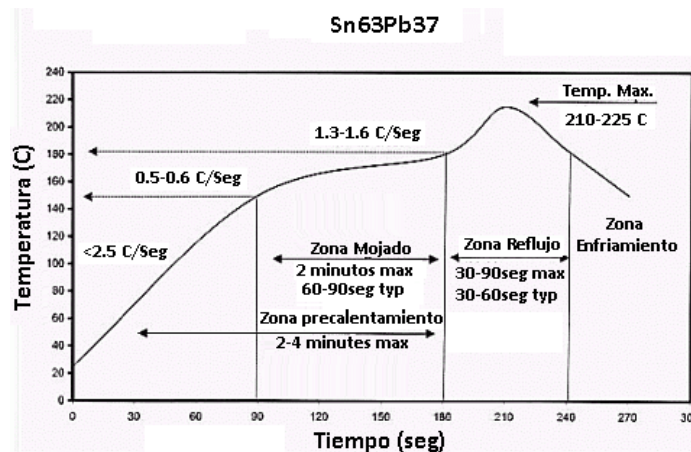


Figura 2. Perfil de Soldadura Sn63Pb37

Libre de Plomo

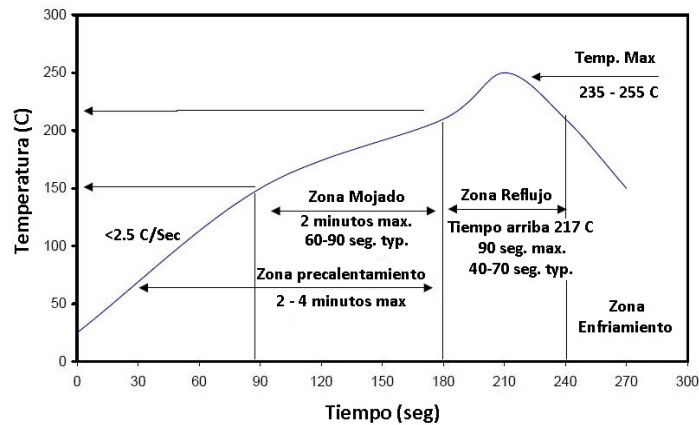


Figura 3. Perfil de Soldadura Libre de Plomo

Tensión superficial: Esto compete a la relación que existe entre el pin del componente y el área de contacto de la tarjeta electrónica, así como la masa del componente.

El material es importante para saber la densidad del componente, ya que este determinará la masa del mismo, lo que es un factor principal para el desprendimiento o caída durante el segundo reflujo de soldadura [3].

Se debe de tener una tensión superficial satisfactoria para que los componentes permanezcan siempre en la posición deseada. Para poder garantizar esta medida, en la actualidad se aplica un químico llamado flux, el cual sirve para expandir el mojado en los metales, removiendo ligeramente la oxidación y protegiendo la superficie de la re-oxidación durante la operación de soldadura [4].

Adhesivo debajo del componente: Para un mejor agarre entre el componente y la tarjeta electrónica, se utilizan adhesivos para poder mitigar el desprendimiento o caída de los componentes.

La función del adhesivo es de sostener los componentes que se encuentran en el lado superior de la tarjeta, para que tenga sujeción suficiente al momento de ser volteada para el segundo reflujo de soldadura y pueda mantener su posición, se puede observar la forma correcta de colocar el adhesivo en la figura 4.

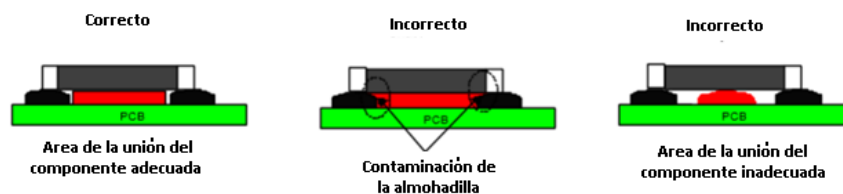


Figura 4. Colocación de Adhesivo correcto e incorrecto

Generalmente el espacio entre las almohadillas del componente dictamina la cantidad máxima permitida de adhesivo que debe de ser depositada. Esto es que debe de ser aproximadamente 2/3 partes del espaciado de las almohadillas [5].

La tecnología de montaje superficial es el método de construcción de dispositivos electrónicos más utilizado actualmente. Se usa tanto para componentes activos como pasivos, y se basa en el montaje de los mismos sobre la superficie del circuito impreso. Tanto los equipos así construidos como los componentes de montaje superficial pueden ser llamados dispositivos de montaje superficial (Surface Mount Device, SMD).

Existen tarjetas electrónicas que utilizan diferentes tipos de tecnologías [6], estas son las Tarjetas electrónicas con componentes de montaje superficial de un solo lado (a) y ambos lados (b), así como las tarjetas mixtas con componentes de montaje superficial de un solo lado (c) y ambos lados (d), como se puede apreciar en la figura 5.

Las tarjetas electrónicas mixtas se refieren a que poseen dos diferentes tipos de componentes electrónicos, los que atraviesan la tarjeta electrónica (PTH) y al igual poseen componentes electrónicos de montaje superficial (SMT).

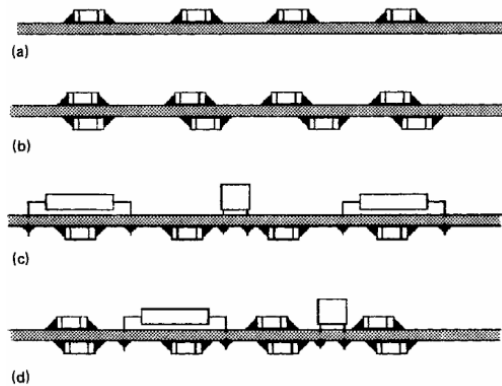


Figura 5. Tipos de tarjetas electrónicas

Existe una teoría principal por la cual se fundamenta el diagnostico de desprendimiento o caída de componentes electrónicos, esta sin duda alguna se refiere a la segunda ley de Newton (1).

$$F = mg \quad (1)$$

Lo cual define una fuerza en función de su masa y de su aceleración, y esto constituye la primera distinción clara entre la masa de un cuerpo (representada por su resistencia a la aceleración; con otras palabras: la cantidad de inercia que poseía) y su peso (representado por la cantidad de fuerza gravitatoria que existe entre el mismo y otro cuerpo, que generalmente era la Tierra) [7].

Por lo que existe una fuerza ejercida a la masa de los componentes aunada a la gravedad que existe por parte de la Tierra, entre mayor masa tenga el componente electrónico aunado con la velocidad del conveyor, existirá mayor riesgo que se desprenda.

3 PROCEDIMIENTO.

Para la investigación, se realiza un análisis con valores reales mediante la simulación de los componentes y la tarjeta electrónica a utilizar, mediante el software Valor de Mentor Graphics.

La simulación debe de conocer cuál es el lado secundario de la tarjeta electrónica, las dimensiones del cuerpo del componente, la información del área de contacto del footprint del componente, la simulación del área de contacto basado en el tipo de material y tipo de componente, para poder establecer el diagnóstico de cuales componentes se pueden caer durante el segundo reflujo de soldadura.

Por lo que se enlistan los factores necesarios para poder realizar el diagnóstico:

1) Determinar el lado primario y secundario de la tarjeta electrónica.

De acuerdo al tipo de componentes y/o características del diseño, el análisis será únicamente sobre los materiales que se encuentran en el 2º reflujo de soldadura.

2) Conocer las dimensiones del cuerpo del componente y tipo de material.

Mediante la creación de paquetes que contiene información del material, tipo de posición, tipo de paquete, cantidad de pines, distancia entre pines, cuerpo del componente (X, Y, Z) y revisión.

Se debe extraer la información del cuerpo del componente como podemos ver en la figura 6, obteniendo largo (Large) 3.2mm x ancho (Width) 2.5mm que será necesario para calcular la masa.

```
Comp #      9      : C155
Part       : 530840-001-00
Package    : CC1210_001_IR5

BOH INFO:
CPN       : 530840-001-00
IPN       :
MPN       : C3225X7R1C226MT
Manufacturer : TDK
BOH Package :

VPL INFO:
MPN       : C3225X7R1C226MT
Mcode     : TDK
VPL Package : *CDXD-R2/XC-L32W25T25
```

Figura 6. Cuerpo del componente

El tipo de material se puede conocer de igual manera desde el paquete como podemos ver en la figura 7, para este caso nos muestra C, el cual se refiere al código de material cerámico.

```

Comp #    9 : C155
Part     : 530840-001-00
Package  : CC1210_001_IR5

BOH INFO:
CPN      : 530840-001-00
IPN      :
MPN      : C3225X7R1C226MT
Manufacturer : TDK
BOM Package :

VPL INFO:
MPN      : C3225X7R1C226MT
Mcode    : TDK
VPL Package : *C155D-R2/XC-L32W25T25

```

Figura 7. Código de material del componente

En la figura 8 se muestran todos los tipos de materiales que engloban a cualquier componente, los cuales se les asigna un factor de multiplicación necesaria para determinar el valor simulado de la masa del componente, donde como ejemplo el plástico tiene menor factor que el metal.

Código	Material	Descripción
X	Otros	Partes que no entran en otra categoría
P	Plástico	Partes plásticas
C	Cerámico	Partes cerámicas
G	Cerámico, sellado-vidrio	Cerámicos con partes de vidrio selladas
L	Vidrio	Partes con vidrio
M	Metal	Partes metálicas
A	Plástico y mezcla metálica	Partes que contienen plástico y metal
E	Cerámico y mezcla plástica	Partes que contienen cerámica y plástico

Figura 8. Tipo de material del componente

3) Área de contacto del footprint de las almohadillas

La capa de mascarilla de la tarjeta utilizara las almohadillas definidas como referencia para poder realizar el cálculo del contacto de área en mm² como se puede apreciar en azul en la figura 9.

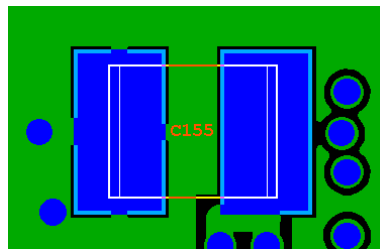


Figura 9. Footprint de las almohadillas

4) Área de contacto de la superficie soldable

El área de contacto está definido por la superficie que puede ser soldable y la cual es utilizada para la unión inter-metálica de los materiales. Para cada tipo de componente, como se puede apreciar en la figura 10, se asigna un factor de multiplicación para conocer qué tanta proporción puede ser soldable de ese componente, como ejemplo: Ball = 80%, Gullwing = 65%, Pin = 100%.

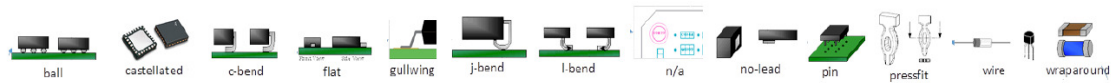


Figura 10. Footprint de las almohadillas

4 RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

Para poder establecer el valor que nos dictaminara el diagnóstico para conocer si el componente se caerá o desprenderá de la tarjeta electrónica, se pueden implementar las siguientes formulas y así integrarlas al software Valor.

La siguiente formula es importante para conocer el Área Total de contacto soldable (2), en otras palabras, se conocerá si el área total que se tiene es suficiente para mantener la masa del componente.

$$\text{Área Total de contacto Soldable} = \text{Número total de Pines} * (\text{Tamaño toeprint} * \text{Área de contacto Soldable}) \quad (2)$$

El resultado obtenido se dictamina en mm² para realizar el comparativo necesario.

Por lo que ahora, se debe calcular el peso simulado mediante la siguiente formula (3)

$$\text{Peso simulado} = \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Altura} * \text{Tipo de Material} * \text{Tipo de Componente} \quad (3)$$

Obteniendo el Peso simulado vs el Área Total de contacto Soldable, se puede realizar un comparativo en el software Valor para poder realizar el diagnostico necesario y conocer exactamente cuales compontes de SMT se pueden caer en el segundo reflujo de soldadura.

Para poder obtener un mejor resultado, se recomienda conocer exactamente el tipo de material y el tipo de componente de cada dispositivo, ya que esto evitaría mediciones incorrectas y proporcionaría el correcto factor de multiplicación para realizar los cálculos pertinentes, si no se asignan los valores correctos, se podrían reportar componentes que en la práctica jamás se caerían, o aun peor, no se podría reportar ningún componente y en la práctica si se caerían, ocasionando problemas directos en la línea de producción.

4 CONCLUSION.

Como conclusión podemos afirmar que es muy importante evitar este error común en la línea de producción; la caída y/o desprendimiento de componentes electrónicos de montaje superficial durante el segundo reflujo de soldadura se puede prevenir mediante el estudio adecuado del área de contacto que existe entre el los pines del componente, su masa y la sujeción inter-metálica con la tarjeta electrónica.

Conocer detalladamente cada componente es muy importante, obteniendo todas sus características se puede obtener más información para saber exactamente si será factible o no la caída o desprendimiento de la tarjeta electrónica.

Sin embargo, la correcta preparación en la línea de producción de la tarjeta electrónica para el segundo reflujo es muy importante; se podrá realizar el diagnóstico adecuado, pero si no existe un buen perfil de soldadura, una correcta aplicación de adhesivo o flux, o el tiempo necesario para que exista una buena unión inter-metálica, la simulación se verá afectada, ya que las condiciones adecuadas fallaron para poder obtener un proceso correcto.

REFERENCIAS

- [1] SANCHEZ R., Claudia Marcela; CORTES, Carlos Julio; Conceptos de diseño para manufactura (DFM) de piezas microfundidas. Ingeniería e Investigación. 2005, Vol. 25, No. 3.
- [2] Mentor Graphics. 2014. Valor NPI User's Manual.
- [3] VIANC, Peter; Printed Circuit Board Assembly & PCB Design Forum. SMT electronics assembly manufacturing Discuss, 2000.
- [4] OWEN-GL Circuit Technology, Fluxes, Enero, 2013.
- [5] MARONGELLI, R.; DIXON, D.; PORCARI, Sergio; CUMMINGS, W.; MURCH, F.; OSTERHOUT, A.; Practical Production uses of SMT Adhesives. Binghamton, 2004, p. 147-155.
- [6] KOSHAL, D.; Manufacturing Engineer's Reference Book, Linarcree House, Jordan Hill, 2002, 896 p.
- [7] ICARITO; Fuerza de Gravedad; Copesa; Universidad de Chile; Mayo, 2010.