

TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL.

1. CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE LA TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL.

1.1. ¿Qué es la Tecnología de Montaje Superficial?

La tecnología de montaje superficial (conocida como SMT, del inglés “Surface Mount echnology”) es el sistema o conjunto de procesos usados para soldar componentes de montaje superficial (SMC, “Surface Mount Component”) en una tarjeta de circuito impreso (PCB, “Printed Circuit Board”). Los SMC son componentes micro miniaturizados con o sin terminales que se sueldan directamente en unas zonas conductoras situadas en la superficie de la PCB llamadas huellas (“lands”) sin la necesidad de ser insertados y atravesar la tarjeta (THT, “Through Hole Technology”). Hasta mediados de los años 80, los SMC se usaban casi exclusivamente en circuitos híbridos (circuitos con componentes de distintas tecnologías) de bajo volumen de producción, principalmente debido a la carencia de equipo de producción automatizado que pudiera montar placas de circuito impreso (PCA, “Printed Circuit Assembly”) grandes. Sin embargo los avances tecnológicos han hecho aparecer en el mercado una diversidad de equipos de producción automatizados capaces de trabajar con una gran variedad y cantidad de componentes, densidades de montaje, etc. pudiéndose así fabricar PCA con un coste total más bajo que si se utiliza la tecnología convencional de inserción.

1.2. Reseña Histórica de la SMT.

La tecnología de montaje superficial tiene sus raíces en la década de los 50. El primer uso de componentes electrónicos que no utilizaban terminales para inserción se remonta al empleo del encapsulado plano (“flat-pack”), un empaque de metal con terminales salientes de dos lados. Este tipo de tecnología fue muy usado en aplicaciones militares de alta fiabilidad así como en la electrónica aeroespacial. Con la creciente complejidad de los circuitos integrados, el uso de los terminales salientes fue más necesario. Este tipo de empaques era muy costoso y fue reemplazado por un empaque cerámico con dos hileras de terminales, estos son los llamados integrados DIP (“Dual Inline Package”). Fueron creados para facilitar la inserción de los componentes en las tarjetas impresas. Esta tecnología demostró ser muy confiable y fácil de acoplar. En la década de los 60 aparecieron más componentes SMT para satisfacer las necesidades del limitado mercado de circuitos híbridos. Los substratos de los circuitos híbridos son cerámicos, por lo que se necesita soldar los componentes en la superficie del substrato.

En los años 70, la creciente industria electrónica europea y japonesa, fuertemente orientadas al mercado de consumo, esto es, construir electrónica en serie por medio de líneas de producción; fue empujada a una reducción de costes. Este tipo de productos, además requería una miniaturización para adaptarse a las necesidades del mercado. Los primeros componentes más ampliamente usados fueron resistencias y condensadores. Los japoneses se dieron cuenta rápidamente de que manipular un componente cilíndrico o rectangular sin terminales es mucho más fácil que preformar, cortar y remachar terminales.

A finales de los 70 y comienzo de los 80, la industria del circuito se había hecho muy sofisticada y los circuitos integrados muy complejos, aumentando enormemente su número de terminales, en muchos casos por encima de 100. La utilización de encapsulado DIP se convirtió en una carga debido a la gran cantidad de espacio requerido para acomodar estos monstruos. La mejor solución fue un encapsulado de plástico, ligeramente más delgado de que encapsulado de DIP, con terminales en los cuatro lados, generalmente llamado QP (“Quad Pack”). Este encapsulado era el génesis para el BQFP (“Bumpered Quad Flat Pack”) de hoy en día.

Hoy en día y en las últimas dos décadas la industria de la SMT está creciendo a pasos agigantados. Los componentes para SMT se usan en casi todos los productos comerciales y de consumo y en un amplio surtido de ellos.

¿Por qué utilizar la Tecnología de Montaje Superficial?

Indudablemente son muchas las ventajas que trae consigo esta tecnología, la relación entre precio y prestaciones del producto mejora ampliamente, esto es en parte consecuencia de una significativa reducción de peso y tamaño. La disminución de tamaño de las tarjetas de circuito impreso armadas también es debida a la posibilidad de colocar componentes en ambas caras de la tarjeta así como la eliminación de los agujeros de inserción y sus anillos anulares de contacto con el componente. El resultado total es un ahorro de más de 50 por ciento en tamaño, muy importante cuando se necesita introducir estos circuitos dentro de una caja pequeña. **Figura 2.1.**



Figura 2.1. Miniaturización de componentes

Al igual que el tamaño, el menor peso de los SMC indica otra gran mejoría, esta es una característica de particular interés en aplicaciones aeroespaciales y equipos portátiles. La disminución de masa también puede dar a la SMT una distinguida ventaja en ambientes de alta vibración y/o alto impacto.

El hecho de que los SMC presenten terminales externos totalmente miniaturizados o hasta en algunos casos carezcan de ellos presenta un aumento del desempeño de SMT sobre los componentes de inserción (IMC, “Insertion Mount Component”) en varias áreas; como por ejemplo, en los retardos de la señal producido por las inductancias y resistencias parásitas que se crean en los puntos de soldadura de los componentes y en la inmunidad al ruido.

Normalmente, se produce un incremento en el rendimiento del proceso de producción ya que la fabricación en SMT conlleva a la automatización en la colocación de componentes. La automatización mejora la calidad gracias a la repetibilidad. El uso de equipo de fabricación controlado por computadora hace el control del proceso mucho más fácil y sencillo.

Como siempre el costo es un factor determinante en la escogencia para realizar diseños electrónicos. La SMT constituye una solución más económica a los circuitos integrados de número de terminales elevado. Una ventaja adicional y que no siempre se tiene en cuenta, es la reducción de coste a nivel de componente individual. Los procesos de repaso y reparación de las tarjetas SMT se han simplificado. Las herramientas normales son soldadores de punta fina o de aire caliente. Ambas herramientas requieren una inversión pequeña.

La SMT lleva asociada consigo también algunas pequeñas desventajas. El mercado de distribución nacional reacciona lentamente ante un cambio tan drástico como este, creando una total dependencia del mercado extranjero. Como consecuencia, no todos los tipos de componentes están disponibles en encapsulado para montaje superficial. Por otro lado las pruebas a nivel de tarjeta son mucho más difíciles ya que el espaciado entre puntos de prueba es menor, por lo que se requiere sondas de prueba más pequeñas.

Se requieren equipos de colocación de componentes muy sofisticados lo que implica un desembolso de capital muy grande y la necesidad de aprender muchos procesos nuevos y distintos.

Clasificación y Tipos de Montaje Superficial.

Los ensamblajes de montaje superficial se clasifican en dos tipos: Tipo 1 y Tipo 2. Y a su vez en tres clases: Clase A, Clase B y Clase C. Esto ha sido necesario para diferenciar dónde se montan los componentes, en una cara o en dos caras, y el tipo de componente utilizados, para inserción y/o SMT. La Clase B y la Clase C también se pueden subdividir en compleja y simple.

- o *Tipo 1.* Componentes montados en una sola cara de la PCB.
- o *Tipo 2.* Componentes montados en ambas caras de la PCB.

- *Clase A.* Sólo componentes de inserción.
- *Clase B.* Sólo componentes de montaje superficial.
- *Clase C.* Una mezcla de ambos tipos de componentes.

Así, un ensamblaje de Tipo 2B tiene solamente componentes de montaje superficial en ambas caras de la placa.

Esta clasificación aparece en el documento IPC-CM-770 “Printed Board Component Mounting” elaborado por la organización IPC (Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits), y aunque existen otras clasificaciones hecha por

organizaciones o fabricantes distinta a esta los criterios de clasificación son los mismos: ubicación en una o dos caras y los tipos de componentes.

Procesos Básicos y Flujos de Procesos.

Los procesos asociados con el montaje de una tarjeta (PCA) dependen del tipo de SMT que se realice, pero en general, se pueden destacar algunos de manera de detallar la secuencia que se sigue en todo el transcurso del proceso de fabricación de estas tarjetas. Estos procesos son:

- **Aplicación de la pasta de soldar o del adhesivo:** Consiste en aplicar repetidamente cantidades controladas del material a la superficie de la placa. Normalmente se emplean dos métodos para aplicar la pasta de soldar y el adhesivo a una tarjeta de circuito impreso, la impresión y la deposición, ambos son regidos por la dinámica de fluidos.

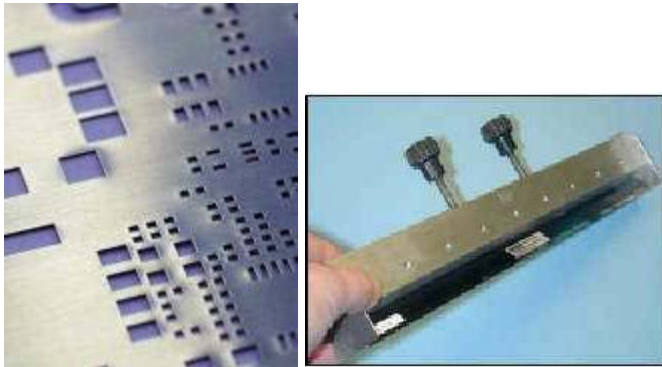


Figura 2.2. Pantalla (“*stencil*”) y Espátula (“*squeegee*”).

El proceso de impresión es bastante simple, la superficie de la PCB se coloca cerca o en contacto con la superficie inferior de la pantalla (Placa delgada de latón o de acero inoxidable sujeta a un marco y con aberturas que corresponden con las huellas de la superficie de la placa. “*stencil*”). El material se empuja a través de la pantalla mediante una rasqueta o espátula (“*squeegee*”) relleno de material. El material también hace contacto con la superficie de la placa y se adhiere a ella, finalmente la pantalla es separada de la placa, dejando la imagen impresa en la superficie de la misma.



Figura 2.3. Deposición manual de pasta soldadora.

El método de deposición se realiza con jeringuillas manuales o equipos de deposición automáticos. La aplicación más común es la deposición del adhesivo que se usa para sostener el componente en su lugar hasta que se suelda. Una de las mayores ventajas de la deposición es la posibilidad de variar la altura de la gota, lo que no puede hacerse mediante el método de impresión.

- **Colocación de componentes:** se está convirtiendo en la parte más desarrollada y evolucionada de todo el proceso de ensamblaje de montaje superficial, probablemente porque ha sido objeto de la mayor atención por parte de la robótica en el transcurso de los años. El sistema de colocación es significativo por dos razones, una es que es generalmente el equipo más caro de la línea de ensamblaje y la otra es que es el proceso que determina la capacidad de la línea de montaje (placas/hora). Los equipos de colocación se pueden clasificar de varios modos diferentes, siendo los modos de clasificación más claros por diseño (de puente X-Y o de torreta giratoria con una mesa) y por funcionalidad (flexible o dedicada).

El cabezal de colocación es el responsable de retirar mediante una boquilla de vacío el componente del alimentador, desplazarlo, orientarlo correctamente y colocarlo en la placa.

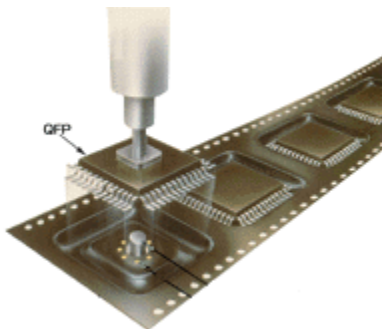


Figura 2.4. El cabezal de colocación retira el componente de la cinta del alimentador.

- **Secado de la pasta o del adhesivo:** Esta etapa también es conocida como “Curación” y no es etapa indispensable en el proceso de montaje, las pastas de soldar solo son curadas algunas veces mientras que los adhesivos son secados en la mayoría de las veces. La cura de la pasta de soldar es realizada mediante una cocción prolongada en un horno a baja temperatura, por lo general ésta se realiza previo a la soldadura tipo Fase-Vapor que es explicada en el punto 6.1 de éste capítulo. Es necesario que el aumento de temperatura dentro del horno se realice de manera lenta y controlada para evitar la explosión de los gases volátiles despedidos. La curación de los adhesivos es hecha de la misma manera que la descrita para las pastas de soldar.

- **Soldadura de los componentes:** Sin duda es el proceso principal de toda la cadena de ensamblaje, es el proceso donde se unen dos metales similares o diferentes, es decir, el terminal del componente y su huella en la placa utilizando una aleación blanda, para formar no solo una interfaz eléctrica sino también una interfaz mecánica. Debido a la importancia de este proceso se le dedica el punto 6 de este capítulo donde se explica con mayor amplitud los detalles de este proceso.

- **Limpieza:** En este proceso se eliminan los restos de material sobrante luego del proceso de soldadura (pastas, fluxes, adhesivos, etc.) Desde un punto de vista estrictamente de proceso, se pueden clasificar las máquinas limpiadoras según el solvente usado. Las máquinas acuosas usan agua usualmente con saponificante (agente que se convierte en jabón) como agente limpiador y las máquinas de limpieza con disolvente que usan disolvente de base orgánica, estos están en decadencia por las preocupaciones acerca de la repercusión en el medio ambiente. Existen también máquinas que usan una combinación de agua y disolvente orgánicos. Desde el punto de

vista de manejo de materiales estas máquinas se pueden dividir en máquinas por lotes o en continuo.

- **Revisión y Reparación:** Este es un proceso manual y debe entenderse como un proceso negativo, por que no añade valor a la placa. El repaso es un proceso que requiere excelentes habilidades del operador pudiendo producir fácilmente problemas de fiabilidad en caso de que no lo sea. Se puede decir que utilizando las herramientas y con un entrenamiento adecuado, el repaso de componentes de montaje superficial debería ser más fácil que el de componentes de inserción. El repaso se hace utilizando uno de estos tres métodos de soldadura: por contacto, por aire caliente o por infrarrojos. Hay características que son comunes a todos los tipos de repaso, pero la más importante es su capacidad de calentar la unión o uniones defectuosas hasta la temperatura de liquidus adecuada (temperatura de fusión de una aleación) todo esto con el cuidado de no sobrecalentarlos para evitar el choque térmico de componentes o zonas de cobre levantadas.

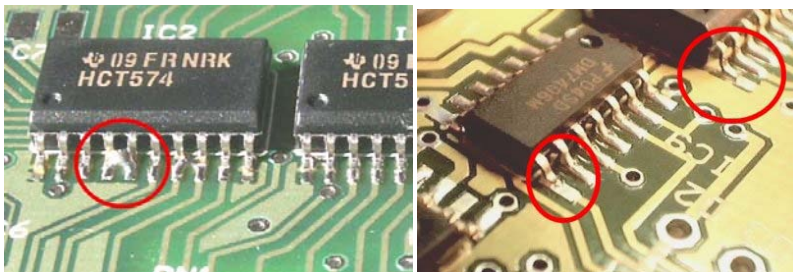


Figura 2.5. Errores necesarios de reparación.

2. COMPONENTES DE MONTAJE SUPERFICIAL Y SUS ENCAPSULADOS.

La industria de los componentes de montaje superficial ha sufrido un enorme crecimiento en los últimos años. Se está haciendo muy difícil mantenerse al día. Una forma de afrontar es usar las normas industriales, disponibles de grupos tales como: EIA (Electronic Industries Association), EIAJ (Electronic Industries Association of Japan), JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) y IPC. Estas pueden servir de gran ayuda, aunque no existen normas para todos los componentes y cuando las hay no siempre se usan.



RESISTOR



MELF



CAPACITOR



SOT

Figura 2.6. Componentes SMT comunes.

2.1. Componentes “CHIP”.

Los componentes “chip” abarcan componentes tales como resistencias, condensadores e inductancias. Son los encapsulados más pequeños de montaje superficial. Han sido mucho más usados que cualquier otro componente de montaje superficial. Se les asigna un número que indica primero la longitud y después el ancho. Por ejemplo: 0805. Longitud 08 (0,080”) y Ancho 05 (0,050”).

2.1.1. Resistencias en “chip”.

Las resistencias en “chip” para montaje superficial se suministran habitualmente en tres tamaños: 0805, 1206 y 1210. Aunque existen encapsulados 0603 y 0402 usados en aplicaciones de alta densidad, principalmente usado por los fabricante Japoneses.

Figura 2.7.

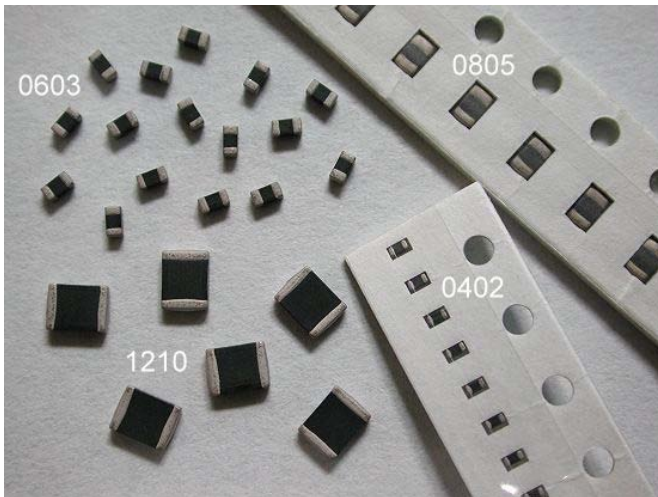


Figura 2.7. Diferentes tamaños de componentes Chip.

Estas resistencias se fabrican utilizando un sustrato de alúmina. El elemento resistivo se deposita en el sustrato. El siguiente proceso es ajustarla hasta su valor. A continuación se hacen las terminaciones en tres lados: el superior, inferior y el extremo. La metalización de las terminaciones se realiza con pasta de plata, níquel y estaño, por este orden.

El marcaje del valor en las resistencias de montaje superficial normalmente supone un coste extra y por lo general no se marcan. De cualquier forma en algunos casos si se utiliza el marcaje bajo un sistema de tres dígitos; dos dígitos significativos y un dígito multiplicador en componente con cinco por ciento de tolerancia y un sistema de cuatro dígitos para componentes de uno por cien de tolerancia. Las bobinas generalmente llevan un marcaje específico requerido por cliente o el estándar establecido por el suministrador.

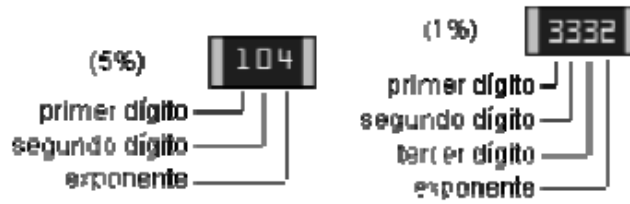
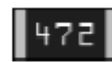


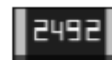
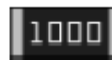
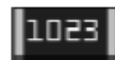
Figura 2.8. Marcaje de Resistencias Chip.

Ejemplos 1: Resistores con 3 dígitos (5%):



650	332	472
1° dígito = 6	1° dígito = 3	1° dígito = 4
2° dígito = 5	2° dígito = 3	2° dígito = 7
3° dígito = $10^0 = 1$	3° dígito = $10^2 = 100$	3° dígito = $10^2 = 100$
$65 \times 1 = 65 \text{ ohms}$	$33 \times 100 = 3300 \text{ ohms}$	$47 \times 100 = 4700 \text{ ohms}$

Ejemplos 2: Resistores con 4 dígitos (1%):



1023	1000	2492
1° dígito = 1	1° dígito = 1	1° dígito = 2
2° dígito = 0	2° dígito = 0	2° dígito = 4
3° dígito = 2	3° dígito = 0	3° dígito = 9
4° dígito = $10^3 = 1000$	4° dígito = $10^0 = 1$	4° dígito = $10^2 = 100$
$102 \times 1000 = 102 \text{ Kohms}$	$100 \times 1 = 100 \text{ ohms}$	$249 \times 100 = 24.9 \text{ Kohms}$

Se pueden obtener resistencias de montaje superficial de una altura de hasta 0,3mm en encapsulados 0805 y 0603; esto permite situarlas en el centro de un zócalo de PGA ("Pin Grid Array") para ahorrar aún más espacio. Por lo general la altura que presentan los encapsulados 0805 o superiores, varía entre el rango de 0,457mm y 0,660mm.

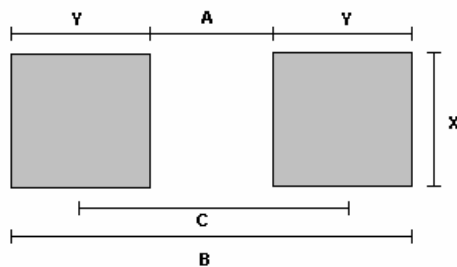


Figura 2.9. Huella de Resistencia Chip.

Tabla 2.1. Dimensiones de la huella de resistencias chip. (mm)

Tamaño	A	B	C	X	Y
0805	0,8	3,8	2,3	1,4	1,5
1206	1,8	5,0	3,4	1,6	1,6
1210	1,8	5,0	3,4	2,6	1,6

Fuente: Rowland, R. "Tecnología de Montaje Superficial Aplicada".

2.1.2. Condensadores en "chip".

El aspecto de los condensadores de montaje superficial es similar de las resistencias, excepto por tener terminaciones en cinco lados: el superior, el inferior, ambos laterales y el extremo. La metalización de las terminaciones es similar a la de las resistencias.

Los condensadores de montaje superficial monolíticos están disponibles en tres tipos diferentes de dieléctrico: Z5U, XYR y NPO o COG. Teniendo en cuenta que el uso más común de condensadores es para desacoplo, los dieléctricos más usados son X7R y Z5U debido a su bajo costo. Los NPO proporcionan una alta estabilidad para un amplio rango de temperaturas, frecuencias y voltajes, y por supuesto cuestan bastantes más.

Los condensadores de montaje superficial, también conocidos como condensadores "chip" multicapa o MLC ("Multilayer Chip Capacitors"), tienen una estructura muy compleja. Un MLC típico tiene de 10 a 15 capas. Se usan dos métodos de fabricación diferentes, comúnmente conocidos como proceso húmedo y proceso seco. El proceso seco fue desarrollado primero. En este proceso se apilan capas de cerámica muy finas, de 0,025mm de espesor, unas encima de otras en forma escalonada, hasta alcanzar los parámetros de diseño. Una cara de cada capa tiene el electrodo depositado. Cada componente individual se corta entonces a sus dimensiones y se hornea. Posteriormente se realizan las terminaciones.

El proceso húmedo se diferencia en que las capas se realizan con cerámica húmeda. Esto permite que las capas sean mucho más finas. Los formatos 0602 ó 0402 han convertido el proceso húmedo en una necesidad.

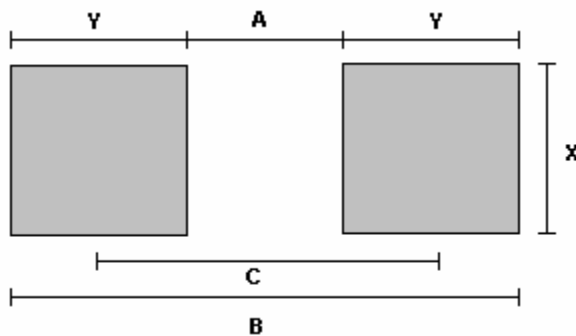


Figura 2.10. Huella de Condensador Chip.

Tabla 2.2. Dimensiones de la huella de condensadores chip. (mm)

Tamaño	A	B	C	X	Y
0603	1,0	2,0	1,5	1,0	0,5
0805	0,8	3,8	2,3	1,4	1,5
1206	1,8	5,0	3,4	1,6	1,6
1210	1,8	5,4	3,6	2,6	1,8
1812	3,2	6,8	5,0	3,2	1,8
1825	3,2	6,8	5,0	6,6	1,8

Fuente: Rowland, R. "Tecnología de Montaje Superficial Aplicada".

Existen los llamados condensadores moldeados que son diferentes de los condensadores cerámicos porque normalmente están polarizados y por tal razón no deberían montarse nunca invertidos ya que explotan. Su valor es también mucho más alto que el de los cerámicos. El dieléctrico que emplean es tántalo. Su capacidad varía entre $0,1\mu\text{F}$ y $100\mu\text{F}$ y los hay para tensiones de 4 a 50 voltios DC.

Las terminaciones del componente moldeado son diferentes que las de los chips, y en muchos casos los fabricantes doblan el terminal por debajo del componente.



Figura 2.11. Condensadores moldeados.

2.1.3. Componentes cilíndricos (MELF).

Los componentes cilíndricos son conocidos en la industria como MELF, del inglés "*Metal Electrode Leadless Face*". Este tipo de encapsulado se puede usar para diodos, resistencias y condensadores cerámicos y de tántalo, pero se utiliza principalmente para resistencias. Estas tienen básicamente el mismo cuerpo usado en la fabricación de resistencias estándar con terminales, pero sin los terminales ni el revestimiento.

Los dos tamaños más comunes son MLL34 y MLL41. Al ser cilíndricos, tienen tendencia a rodar sobre cualquier superficie a la que no estén adheridos, por esta razón ya casi no se usan.

2.2. Transistores en Encapsulado SOT.

Existen tres tipos de encapsulado SOT (“Small Outline Transistor”): SOT23, SOT89 y SOT143. El SOT23 y el SOT89 tienen tres terminales, mientras que el SOT143 tiene cuatro terminales. Los diodos también se fabrican en estos encapsulados.

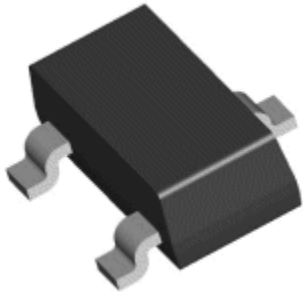


Figura 2.12. SOT23.

El SOT23 es de, de los tres, el encapsulado más frecuentemente utilizado y se puede conseguir en tres perfiles diferentes: alto, medio y bajo. Los perfiles no son ni mucho menos intercambiables.

Así por ejemplo, si se emplea el de perfil bajo y se pega a la PCB, es importante no sustituirlo por uno de perfil medio o alto. La gota de pegamento podría no ser suficientemente alta para tocar y adherirse al componente. El perfil más alto se utiliza típicamente en aplicaciones que requieren limpieza completa.

Las dimensiones del componente SOT23 varían entre estos mínimos y máximos:
Largo: (2,80-3,05)mm; Alto: (0,85-1,20)mm; Ancho con terminales: (2,10-2,50)mm;
Ancho cuerpo: (1,20-1,40)mm.

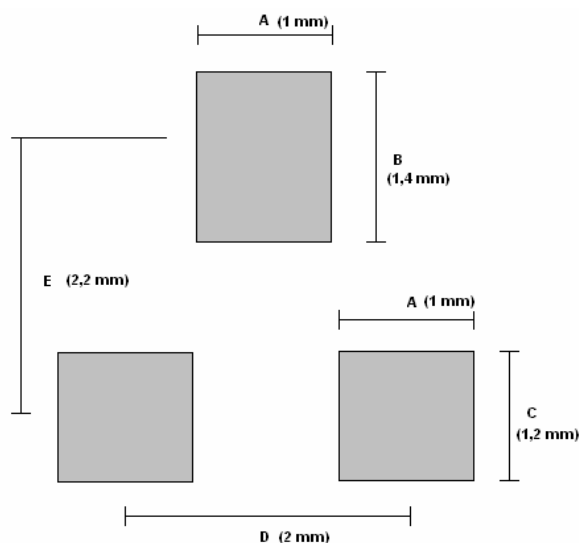


Figura 2.13. Huella de SOT23

El encapsulado SOT89 fue diseñado para transistores de potencia que no es posible encapsular en SOT23, su uso en la industria es más limitado.

Las dimensiones del componente SOT89 varían entre estos mínimos y máximos:
Largo: (4,40-4,60)mm; Alto: (1,40-1,60)mm; Ancho con terminales: (3,94-4,25)mm;
Ancho cuerpo: (2,29-2,60)mm.

El aspecto del SOT143 es similar al del SOT23 excepto porque tiene 4 terminales. Son muy populares en las aplicaciones de radiofrecuencias (RF) en miniatura. Además la limpieza no es problema con este encapsulado.

Las dimensiones del componente SOT143 varían entre estos mínimos y máximos:
Largo: (2,80-3,10)mm; Alto: (0,85-1,20)mm; Ancho con terminales: (2,10-2,60)mm;
Ancho cuerpo: (1,20-1,70)mm.

Hay que aclarar que existen otros tipos de encapsulados SOT producto de variaciones o modificaciones a partir de los ya explicados. El DPAK es una versión para mayor potencia del encapsulado SOT. Es capaz de disipar el equivalente a un TO-252 en encapsulado con terminales. Sus dimensiones son mayores a los encapsulados SOT y en especial el tamaño de su huella.

2.3. Encapsulados SO (“Small Outline”).

El encapsulado SOIC (“Small Outline Integrated Circuits”) es similar al DIP pero tiene exactamente la mitad de tamaño: el ancho de cuerpo es de 3,81mm en lugar de 7,62mm y el paso entre terminales 1,27mm en lugar de 2,54mm. Hay un encapsulado SO para circuitos integrados grandes llamado SOLIC (“Small Outline Large Integrated Circuits”) cuyo ancho de cuerpo es de 7,62mm.



Figura 2.14. Encapsulados SOIC.

Se pueden conseguir con terminales “ala de gaviota” en dos lados logrando un máximo aprovechamiento de superficie por debajo de 20 terminales; para más de 20 terminales encapsulados con terminales en los cuatro lados, como el PLCC (ver punto 2.4.), consiguen un mejor aprovechamiento de la superficie.

El encapsulado SOJ (“Small Outline J-leaded”) con terminales en “J” se usa habitualmente para encapsular memorias DRAM (“Dynamic Random Acces Memory”).

En el caso del SOJ los terminales están solamente en dos lados. Este encapsulado presenta numerosas variaciones de tamaño por lo tanto lo más seguro es diseñar la PCB con la huella sugerida por el propio suministrador.

2.4. Encapsulado PLCC (“Plastic Leaded Chip Carrier”).

Inicialmente este encapsulado se fabricaba en cerámica pero debido a que el mercado necesitaba un encapsulado más barato para el mercado de consumo, surgió este encapsulado plástico. Tiene los terminales doblados por debajo del cuerpo en forma de “J”. El paso entre terminales es de 1,27mm. Son mayoritariamente cuadrados, con el mismo número de pines en cada uno de los cuatro lados, excepto los de 22, 28 y 32 terminales que son rectangulares.

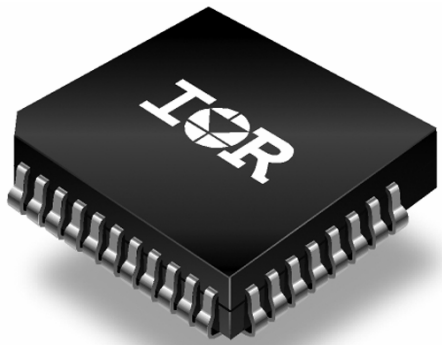


Figura 2.15. PLCC de 44 pines.

2.5. Encapsulados de paso fino. (QFP, BQFP, TSOP, SSOP).

Los encapsulados de paso fino se refieren a aquellos cuya distancia de separación entre terminales, llamado paso (“pitch”) es especialmente pequeña. El encapsulado QFP (“Quad Flat Pack”) se desarrolló a finales de los 80 como solución para los circuitos integrados que excedían los límites del PLCC. Actualmente los pasos más comunes son de 0,63mm y 0,508mm. El BQFP (“Bumpered Quad Flat Pack”) que presenta unos topes que permiten suministrar el componente a la máquina colocadora tanto en tubos como en bandejas moldeadas. En Estados Unidos los tamaños estándares son de 52, 68, 84, 100, 132 y 196; mientras que en Japón varían entre 44 y 304. El tipo de terminal de estos tipos de encapsulados es ala de gaviota.

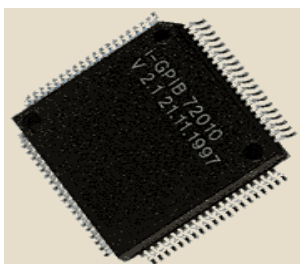


Figura 2.16. QFP.

El encapsulado TSOP (“Thin Small Outline Package”) tienen de 20 a 48 terminales en ala de gaviota y su paso típico es de 0,5mm. Surgieron por la necesidad de un encapsulado para circuitos integrados que se pudiese implantar tan fácil como un SOIC pero con un cuerpo aún más pequeño. Dependiendo si los terminales salen de los lados estrechos o de los lados anchos, este encapsulado se clasifica en Tipo I o Tipo II respectivamente.

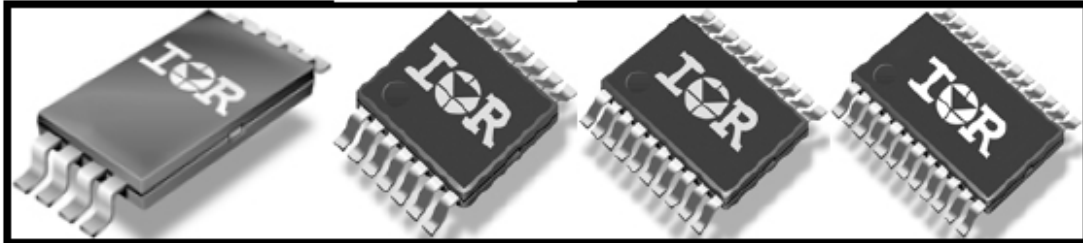


Figura 2.17. Encapsulados TSOP.

Existe otro encapsulado de tipo SO más pequeño conocido como SSOP. Tiene de 8 a 30 terminales en ala de gaviota con un paso de 0,65mm. Se utilizan para aplicaciones que requieren un perfil muy pequeño.

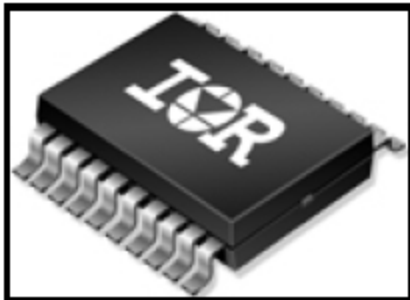


Figura 2.18. SSOP.