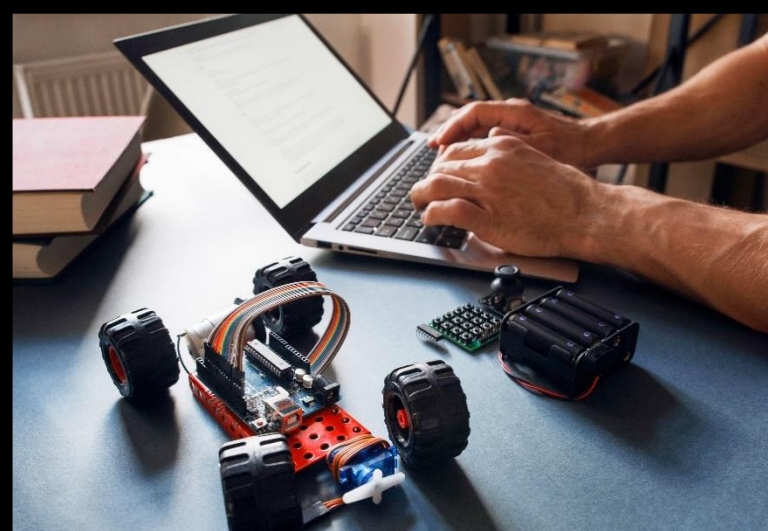
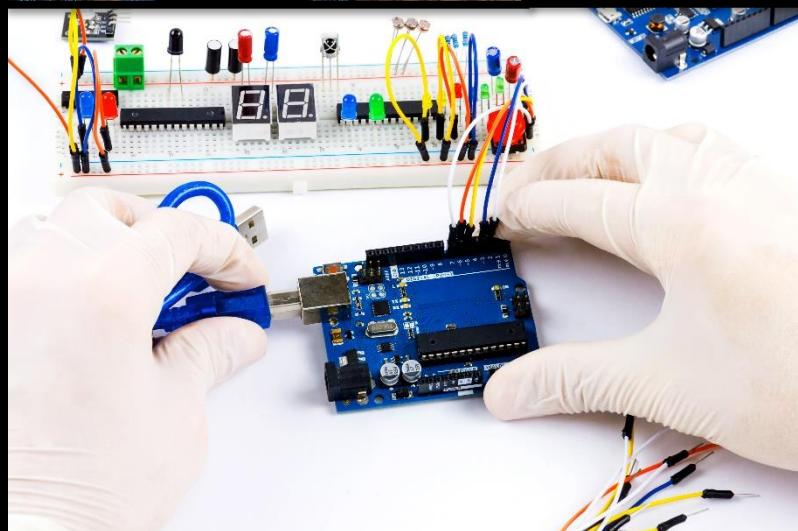
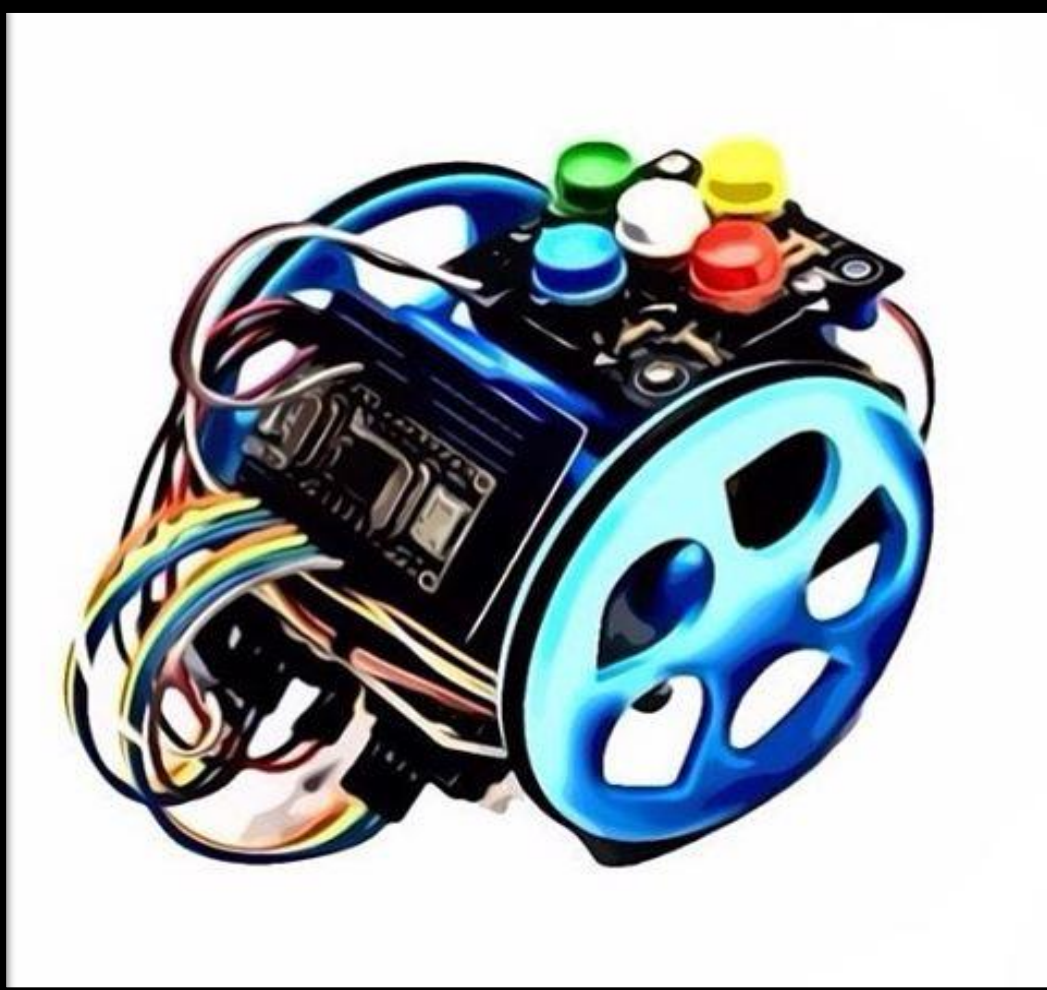


TÉCNICAS DE SOLDADURA



Índice

1. Datos generales	1
2. Introducción a los Circuitos Impresos	1
3. Técnicas de soldadura	6
3.1. THD (Through Hole Device)	6
3.2. SMD (Surface Mount Device)	7
3.2.1. Proceso de soldadura SMD con pistola de aire caliente	8
3.2.2. Proceso de soldadura SMD con horno	9
3.2.3. Proceso de soldadura SMD con Cautín/Soldador de mano	10
3.3. Herramientas necesarias para soldar PCBs	12
3.3.1. Soldador	12
3.3.2. Fundente y Pasta de Soldar	13
3.3.3. Alambre para Soldar y Pelacables	13
4. Problemas Comunes de Soldar	14
4.1. Problemas de Soldadura Causados por Soldar Manualmente	14
4.2. Problemas de Soldadura Causados por Fabricantes y procesos automáticos de soldadura	17
5. Técnicas para Reducir los Problemas de Soldadura	19
6. Actividad a realizar	20

1. Datos generales

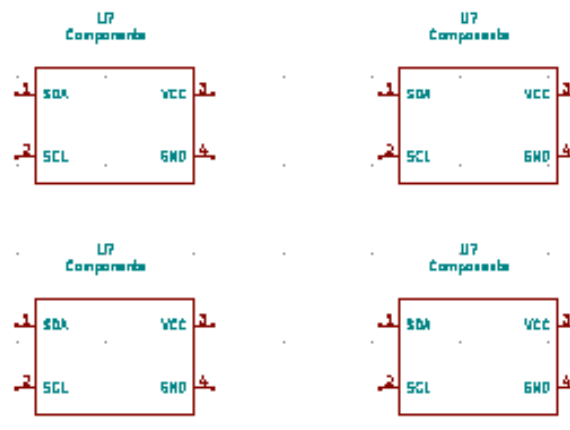
- Proyecto: Curso Prototipado y Fresadoras CNC
- Acción formativa: Técnicas de Soldadura
- Empresa: Amanecer Digital S.L. (Academia Maker)
- Programa: Subvención para la mejora de las competencias digitales de la población residente en Canarias, cofinanciadas con Fondos Estructurales Europeos. Convocatoria 2022
- Órgano que tramita: Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI)
- Docentes: Miqueas Fortes González
Alfonso Rodríguez Lecuona
Augusto Samuel Hernández Martín
Alejandro Piñero Platero
Raúl Mosquera Roquero
- Modalidad: Presencial
- Lugar: Instituto Tecnológico de Canarias. Plaza Sixto Machado, 3, oficina 124. 38009. Santa Cruz de Tenerife
- Duración: 3 horas
- Fecha: 14/11/2022
- Mínimo de plazas: 20
- Máximo de plazas: 25

2. Introducción a los Circuitos Impresos

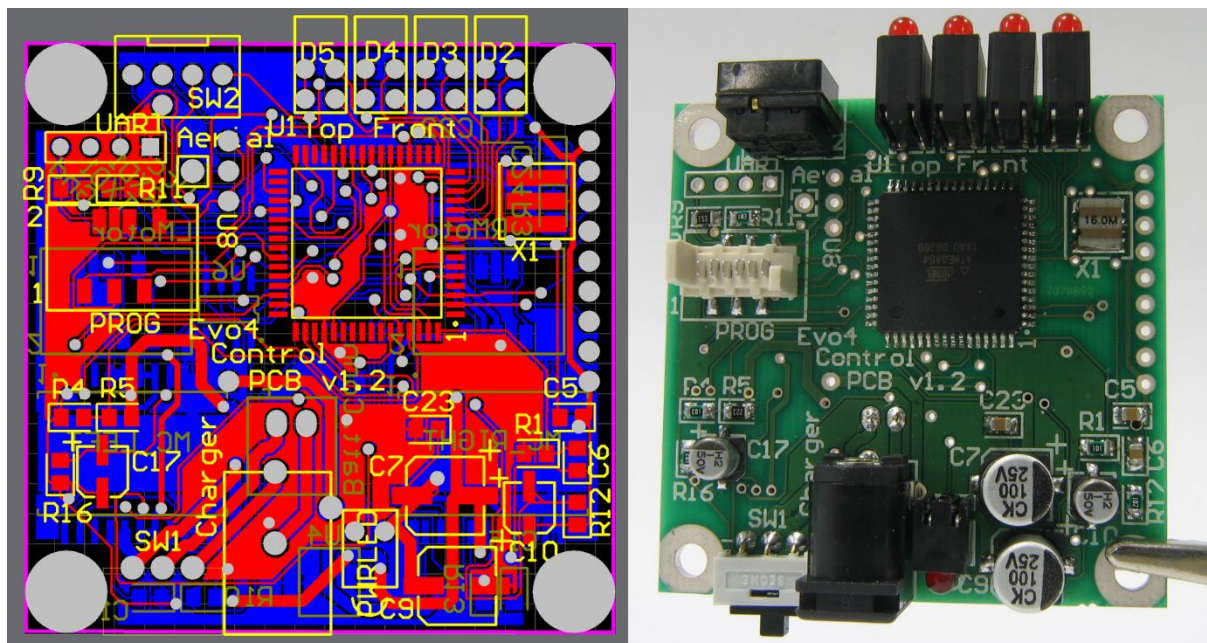
Antes de comenzar con el diseño electrónico, es necesario conocer una serie de conceptos básicos que permitirán conocer qué es un Circuito Impreso y su proceso de fabricación.

A continuación se enumeran los conceptos básicos con una breve definición:

- **Esquemático o Layout:** Es el nombre que recibe el plano que contiene el esquema del circuito electrónico. En él aparecen los componentes a emplear con su símbolo y las conexiones entre ellos. Permite identificar rápidamente los elementos necesarios, sus conexiones y el funcionamiento del circuito.

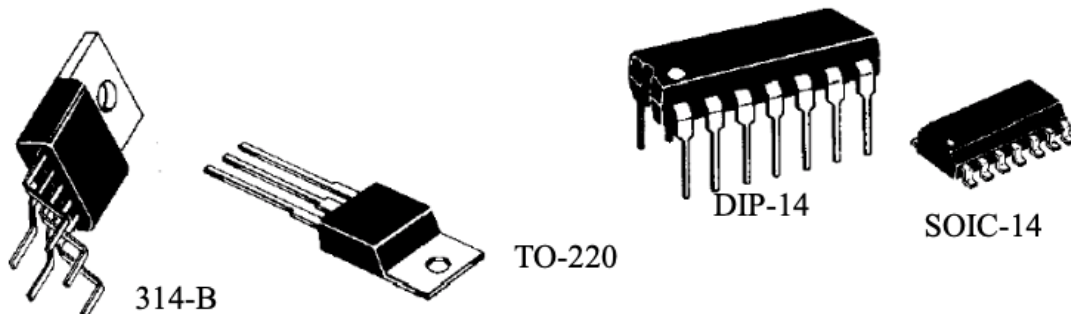


- **PCB o Placa de Circuito Impreso:** En electrónica, una placa de circuito impreso es una superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora. El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Las pistas son generalmente de cobre, mientras que la base se fabrica generalmente de resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica, plástico, teflón o polímeros como la baquelita.

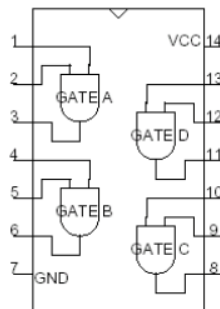


- Video de 'Así se hace' sobre montaje de PCB:
<https://www.youtube.com/watch?v=LgaRELYZ1yE>
- Video 'Dentro de una gran fábrica de circuitos Impresos':
<https://www.youtube.com/watch?v=IjOoGyCso8s>

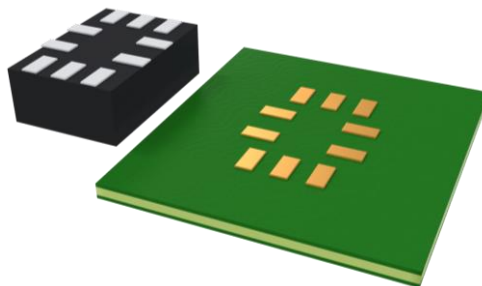
- **Encapsulado:** Es el nombre que recibe el aspecto del componente. Cada componente puede presentarse en encapsulados diferentes, es decir, su “empaquetado” puede ser variado sin alterar sus características.



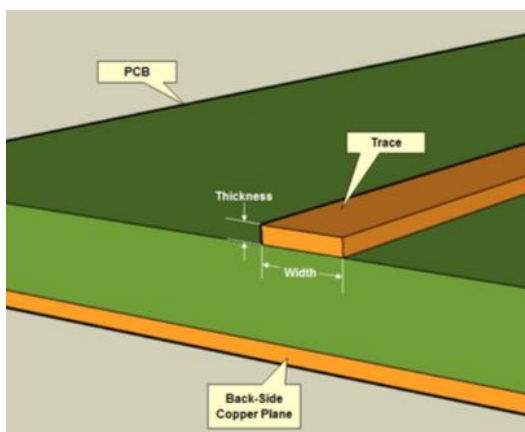
- **Pin(es):** Son los puntos de conexión de los diferentes componentes electrónicos.
- **Pinout:** Es la definición funcional de cada uno de los pines del encapsulado, es decir, dice qué es lo que contiene electrónicamente cada pata del componente.



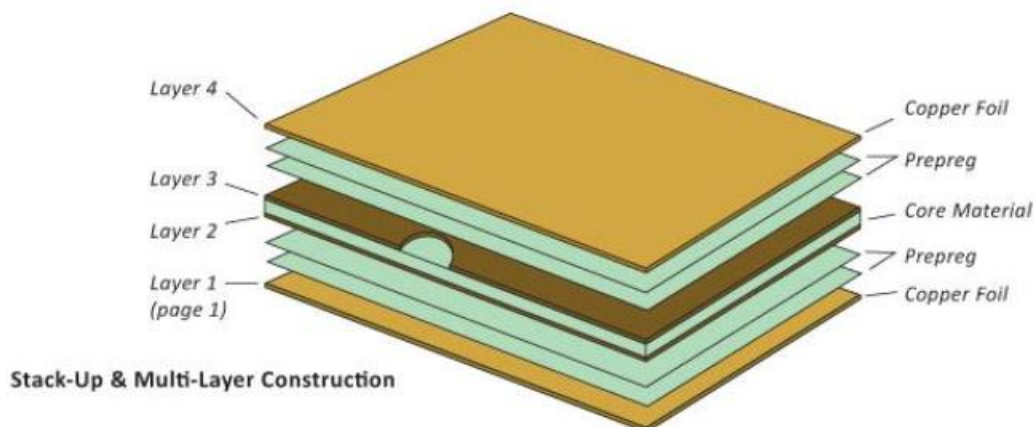
- **Bus:** Conjunto de líneas, que transfieren datos entre diferentes componentes. Pueden ser de tipo paralelo (si existe una línea para cada tipo de dato) o serie (si los diferentes datos son transmitidos por un conjunto definido de líneas, que en general son 2 o 3).
- **Footprint o huella:** Representación gráfica que el programa de diseño de PCB hace de cada encapsulado. Es decir, es la vista en planta de cada componente. Contiene como mínimo la siguiente información:
 - Forma real y tamaño del componente
 - Tamaño del agujero
 - Área de cobre necesaria
 - Nombre del componente
 - Referencia del componente
 - Número de pin



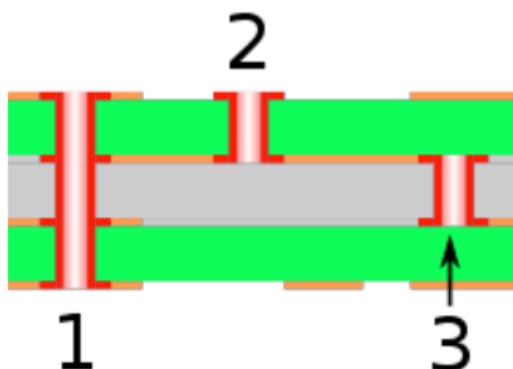
- **Pista:** Tramo de cobre en una PCB que establece la conexión eléctrica entre dos puntos de la placa.



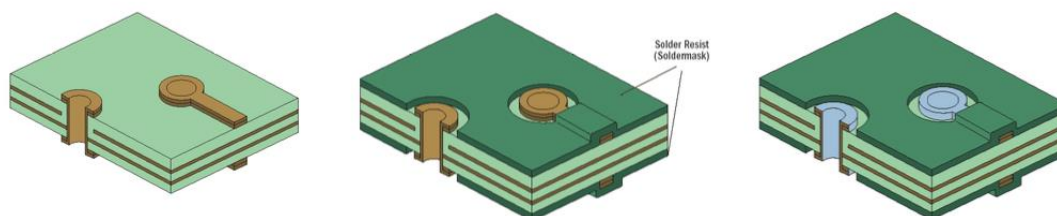
- **Pad:** Zona de cobre que permite la soldadura de los pines de los componentes, para establecer la conectividad entre el componente y el cobre de la PCB.
- **Capa:** Cada uno de los estratos diferentes en que se divide una PCB. Cuando se ordena desde el programa la creación del archivo de diseño, estos objetos se ordenan y se representan juntos.
 - Monocara: Presenta la capa de cobre y los sustratos
 - Doble cara: Presenta una capa de cobre por cada lado y un material aislante (sustrato) aislándolas.
 - Multicapa: Pueden existir capas de cobre interiores, existiendo placas con más de dos caras de cobre (Pueden verse en PCB de dispositivos electrónicos como teléfonos móviles o placas bases de PC).



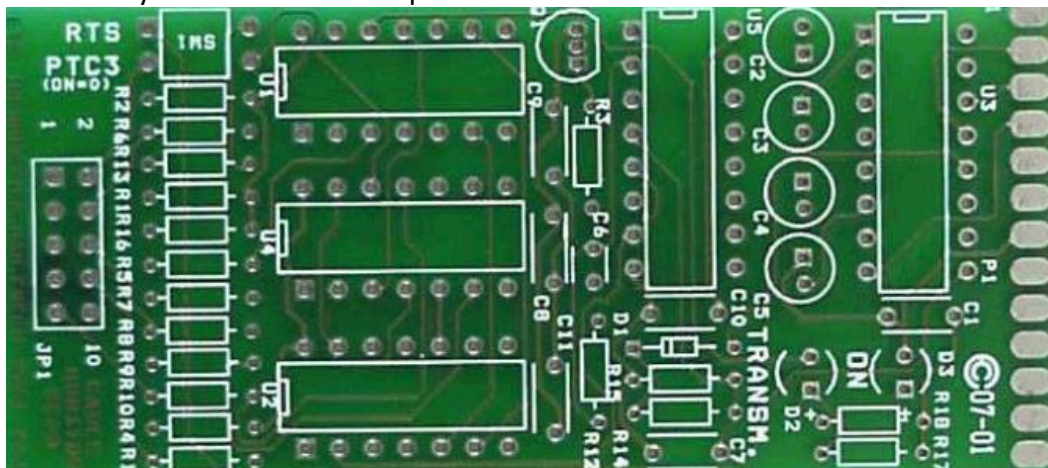
- **Vía:** Pequeño agujero metalizado (compuesto por cobre) que establece la conexión eléctrica entre pistas de diferentes capas.



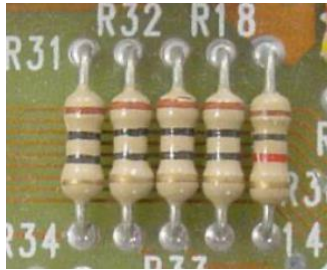
- **Máscara:** Capa compuesta por una combinación de resinas de color verde, que cubre las pistas para evitar su deterioro y deja libres los pad de soldadura.



- **Serigrafía:** Grabado mediante pintura, sobre la máscara que contiene el contorno, referencia y nombre de los componentes.



- Tecnología de los componentes:
 - **THT:** Tecnología de agujero pasante. Los componentes se insertan en agujeros taladrados para ser soldados.



- **SMD:** Tecnología de montaje superficial. No es necesario taladro, los componentes se sueldan en la misma cara en la que se coloca el componente.



3. Técnicas de soldadura

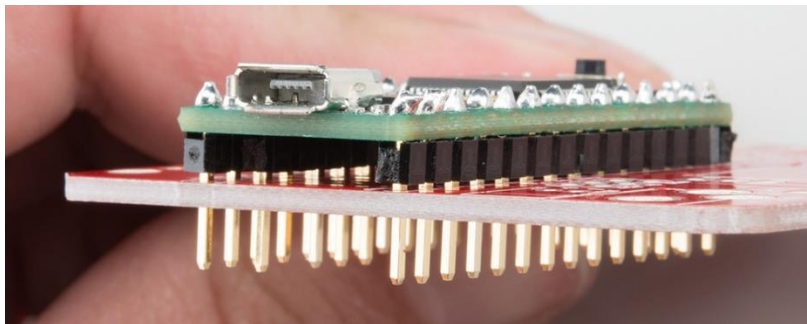
La soldadura es el método para colocar uno o más componentes electrónicos en la PCB utilizando un soldador. Por ello, la soldadura de PCB también se denomina soldado de PCB. La soldadura se funde y fija los componentes electrónicos en su lugar. El punto de fusión del metal de la soldadura es menor que el de los componentes y el PCB.

Por lo tanto, el proceso de soldadura tiene un gran número de aplicaciones. Se puede utilizar en la fontanería, la reparación de la electrónica doméstica, la electrónica y los proyectos eléctricos, etc. El funcionamiento y el rendimiento de su circuito electrónico dependen en gran medida de una soldadura de PCB ideal. Primero, hay que ser un experto para desarrollar todo el circuito PCB. Y si no tienes experiencia, necesitas conocer los trucos de soldadura.

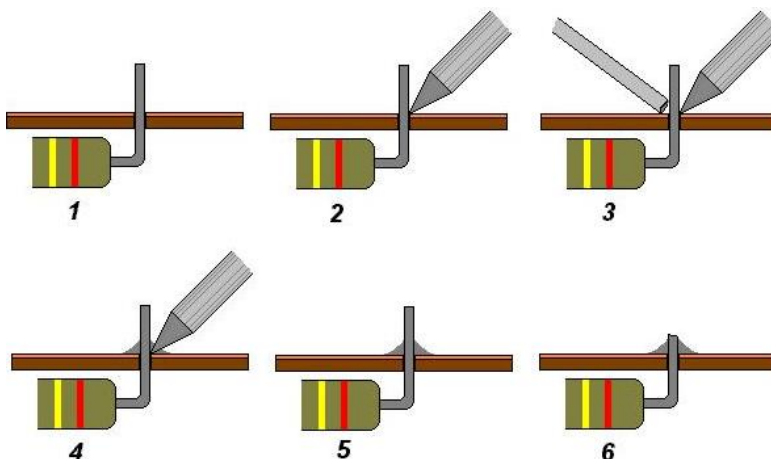
Existen muchas técnicas y herramientas para soldadura de componentes electrónicos, pero a modo de introducción cabe destacar dos categorías en particular correspondientes a los dos grandes grupos de componentes en función de su estructura:

3.1. THD (Through Hole Device)

THD (Through Hole Device) o Dispositivos de Agujero Pasante: son aquellos componentes cuyos pines de conexión atraviesan la placa de circuito impreso (PCB).



La técnica de soldadura utilizada para estos casos es la más común, y los pasos correctos son: **apoyar la punta del soldador** sobre la pata del componente y el pad de la placa donde se desea soldar, **aplicar estaño** con cuidado, **retirar el estaño** manteniendo la punta del soldador, **retirar la punta del soldador**. Una soldadura correcta tiene forma de cono y ocupa la mayor superficie posible del pad, pero sin llegar a convertirse en una bola. Véase la siguiente imagen:

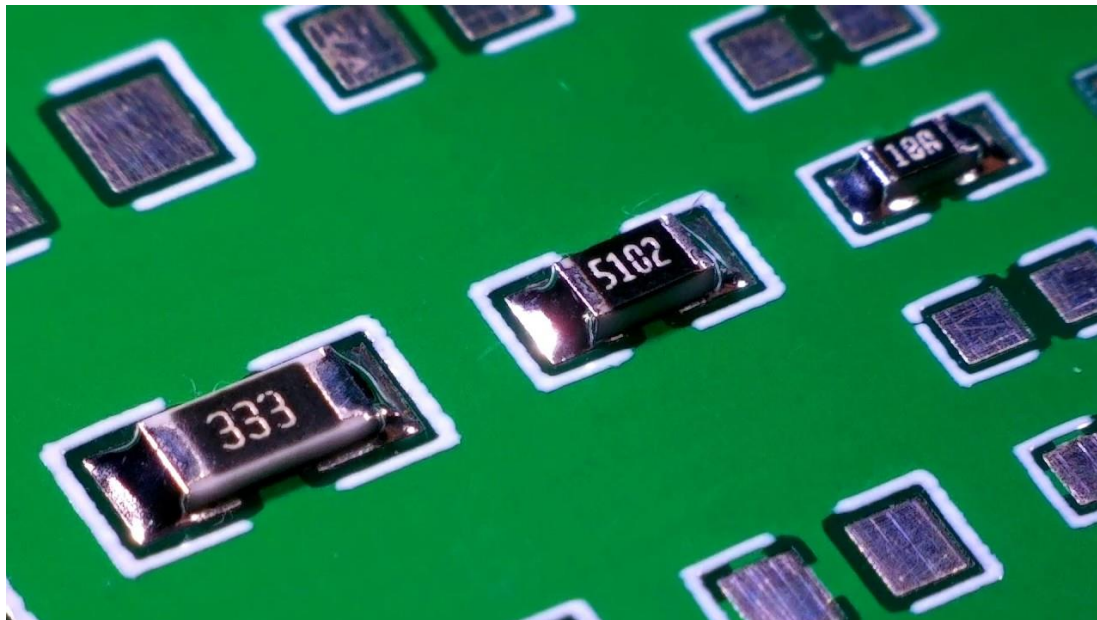


3.2. SMD (Surface Mount Device)

SMD (Surface Mount Device) o Dispositivos de Montaje Superficial: son aquellos componentes cuyos pines de conexión apoyan sobre la superficie de la placa de circuito impreso (PCB).



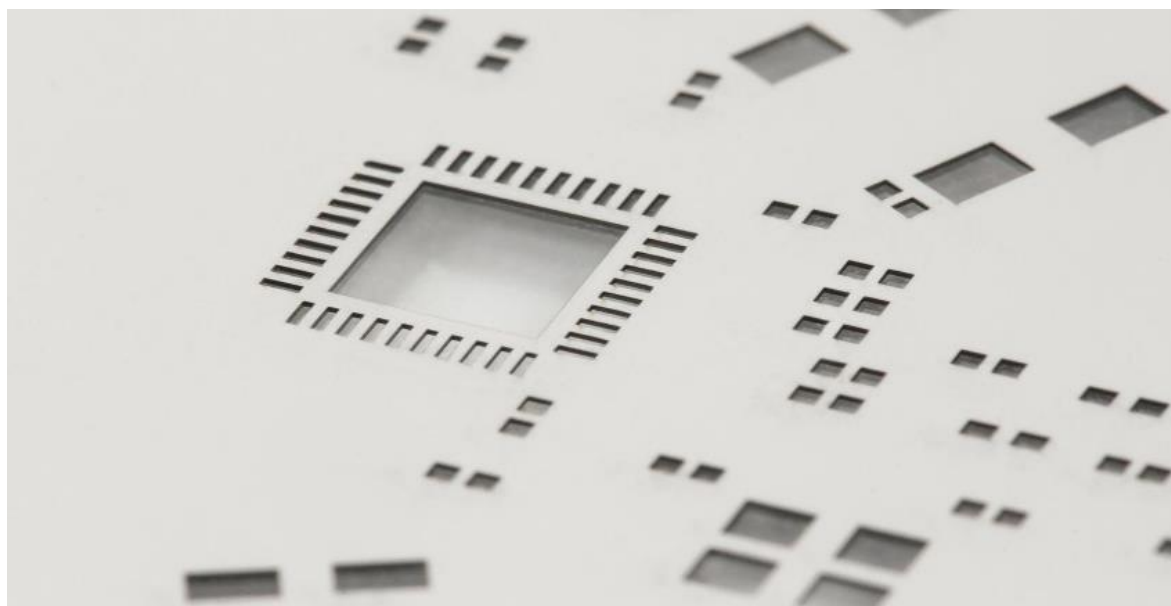
En estos casos las técnicas pueden ser más variadas en función de si empleamos un soldador común tipo “cautin”, estación de aire caliente, pinza soldadora, bobina de estaño o pasta para soldar, pero en cualquier caso la apariencia final de una buena soldadura SMD debe ser la siguiente:



3.2.1. Proceso de soldadura SMD con pistola de aire caliente

Para realizar esta soldadura, es necesario emplear pasta de soldadura en lugar de hilo de estaño.

- En primer lugar, mediante la jeringuilla y con ayuda de la punta adecuada, se deposita una pequeña cantidad de pasta de soldadura (de un tamaño ligeramente inferior al *pad*).
- Una vez depositada la pasta, se procede (con ayuda de unas pinzas) a alinear y colocar el componente. Se debe observar cuidadosamente que todos los pines del componente estén correctamente alineados con los pads. Es muy importante evitar hacer presión hacia abajo con el componente, de lo contrario la pasta podría desplazarse y unir varios pads entre sí.
- Finalmente, se procede a aplicar calor con la pistola de aire caliente. Se debe establecer una temperatura lo suficientemente alta (entre 275-300 °C y en caso de dificultad para derretir el estaño elevarla hasta 350°C) y ajustar el caudal de aire según el tamaño de los *pads* y el grueso de la boquilla seleccionada hasta conseguir que el estaño en pasta se capilarice.



Una herramienta útil para aplicar la pasta de soldadura en PCB compleja son los 'stencil' (plantillas para colocar la pasta de soldadura).

- Puede verse un video de ejemplo con el proceso aquí:
<https://www.youtube.com/watch?v=rqcupYOnvBo>

3.2.2. Proceso de soldadura SMD con horno de convección

En este caso, el proceso es similar al de aire caliente, salvo el momento final. En este caso, la PCB una vez tenga todos los componentes colocados se introduce en un horno con un perfil de temperatura (curva que regula la variación de temperatura a lo largo del tiempo) adecuado para los componentes instalados. Esto puede consultarse en el *datasheet* del fabricante.



Proceso de soldadura de PCB en horno.

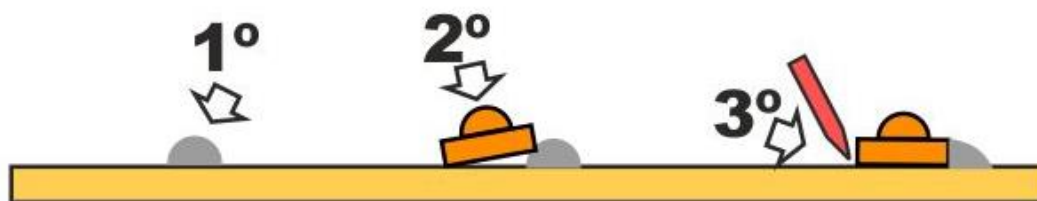


Forma típica de un perfil de soldadura.

3.2.3. Proceso de soldadura SMD con Cautin/Soldador de mano

En este caso, se emplea hilo de estaño y un soldador 'tradicional' o cautin. El proceso consiste en:

- Primero se deposita de forma previa estaño en uno de los pads.
- Tras esto, se procede a posicionar el componente y calentar dicho pad hasta que el estaño se derrita y permita sujetar el componente.
- Una vez solidificado, se procede a soldar el resto de pads de igual forma.



- Es posible ver un ejemplo de este proceso aquí: <https://youtu.be/xY7QMKP68Pk>
- Otro ejemplo puede verse aquí: <https://youtu.be/Og3OJZv44o8>

Por otro lado, es posible clasificar la soldadura en dos métodos diferentes: Soldadura dura (que a su vez se divide en soldadura fuerte y soldadura de plata) y soldadura blanda.

- **Soldadura dura:** Esta categoría de soldadura implica la conexión de dos componentes de metales mediante un soldador sólido. El soldador se extiende en los huecos de los elementos que son visibles debido a la alta temperatura. El metal de relleno de los huecos mantiene altas temperaturas, que pueden ser superiores a 450°C. Este es el concepto básico de la soldadura fuerte. Ahora, hablaremos de la soldadura fuerte y de la soldadura de plata.
- **Soldadura de Plata:** Es un método impecable, útil para la fabricación de pequeños elementos, herramientas elaboradas y para hacer mantenimiento irregular. Deberás comprar una aleación de plata, que actuará como metal de relleno de huecos. Sin embargo, la soldadura de plata no se recomienda para el relleno de huecos. Sugeriremos que utilices un fundente diferente para obtener resultados precisos de la soldadura de plata.
- **Soldadura Fuerte:** En la soldadura Fuerte, dos componentes se conectan mediante la creación de un relleno metálico líquido. Esta masilla seguirá el recipiente y recorrerá las uniones. A continuación, se enfriará para proporcionar una unión sólida a los componentes electrónicos. El magnetismo atómico y la difusión son los procesos responsables de esta unión sólida. Verás que este tipo de soldadura hace una unión muy fuerte. El metal de latón se utiliza sobre todo para rellenar los huecos.
- **Soldadura Blanda:** La soldadura blanda es la técnica utilizada para colocar piezas compuestas muy pequeñas que tienen puntos de fusión bajos. Las piezas compuestas se habrían agrietado durante el proceso de soldadura. ¿Adivina por qué? Porque la soldadura se realiza a altas temperaturas. Por lo tanto, en este caso, tendrás que conseguir una aleación de estaño para el metal de relleno de huecos.

3.3. Herramientas necesarias para soldar PCBs

3.3.1. Soldador

El soldador es la herramienta básica necesaria para el proceso de soldadura. Actúa como fuente de calor para la soldadura blanda. Puedes utilizarlo para soldar componentes electrónicos manualmente. Derrite el hilo de soldadura para que pueda pasar por los huecos entre dos conexiones. Para la mayoría de los proyectos de electrónica, lo mejor son las pistolas de soldar con una potencia de entre 15 y 30 W.

Además, si quieres soldar cables y elementos pesados, debes comprar un soldador con mayor capacidad de potencia. Normalmente, una potencia de 40 W o superior es suficiente.



Soldador o cautin



Una pistola de soldar lista para soldar componentes electrónicos (son de mayor potencia que los cautin).

3.3.2. Fundente y Pasta de Soldar

También tendrás que comprar una pasta o crema de soldar para que la soldadura sea perfecta. Esta crema de soldar contendrá fundente de soldadura. La pasta de soldar se utiliza para unir las patas de circuitos integrados (CI) a los puntos de conexión de una PCB. Las patas son los cables de los circuitos integrados o paquetes de chips.

El flujo de soldadura incluido es un agente químico purificador. Es bueno para el proceso de soldadura, ya que tiene tres funciones principales. Primero, elimina el óxido de los elementos electrónicos que se van a soldar. Segundo, mantiene el aire fuera y así elimina el óxido adicional. Y, tercero, adelanta la capacidad de impregnación de la soldadura fluida.



Pasta de soldar.

3.3.3. Alambre para Soldar y Pelacables

Por último, sin duda necesitarás un hilo de soldar y su pelador. El hilo de soldar es el hilo metálico que actuará como soldadura blanda. Tiene un punto de fusión bajo y actúa como relleno de las juntas de la PCB. En otras palabras, es simplemente una “soldadura”. En los proyectos de electrónica se pueden encontrar alambres para soldar de estaño y plomo.



Bobina de estaño de soldadura y pelacables/ ‘corta-rente’.

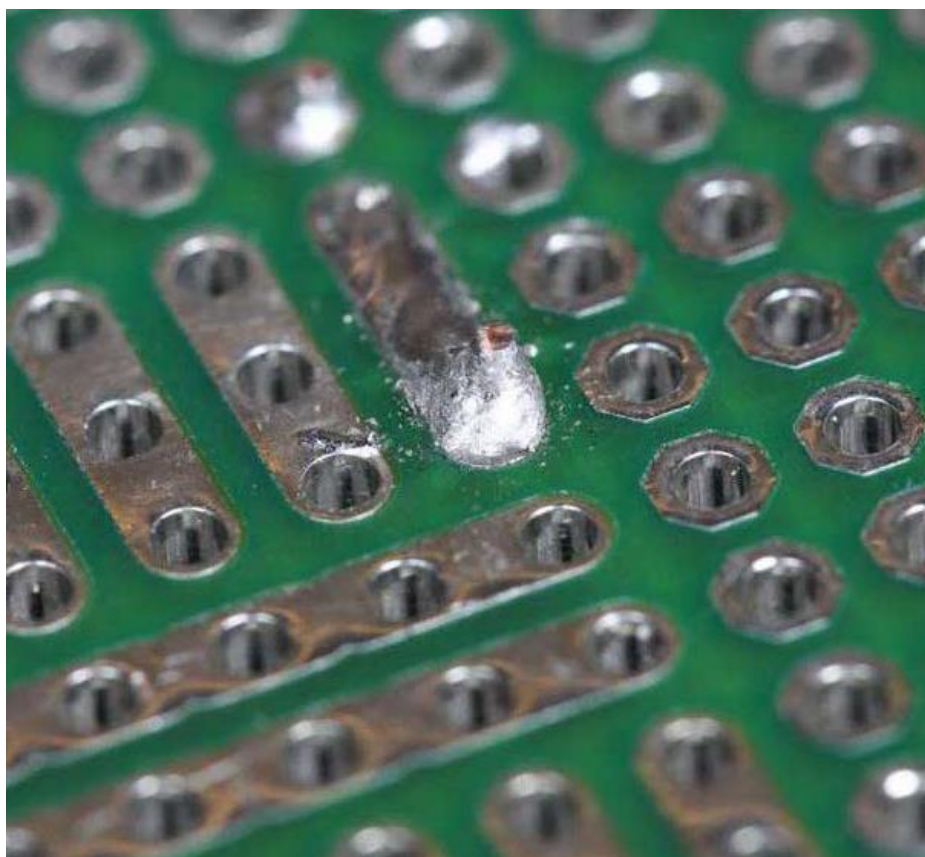
4. Problemas Comunes de Soldar

Pueden surgir algunos problemas al soldar cuando se modela una placa de circuito impreso. Estos problemas pueden aumentar sus costes y disminuir el rendimiento de la fabricación. Lo peor de todo es que tu producto sufrirá retrasos al pasar de la mesa de dibujo al usuario. Además, estos problemas son en su mayoría el resultado de fallos en el proceso de fabricación o diseño de sus proyectos. Por suerte, existen soluciones para evitar estos problemas.

4.1. Problemas de Soldadura Causados por Soldar Manualmente

A continuación se enumeran los seis problemas más comunes causados por la soldadura manual:

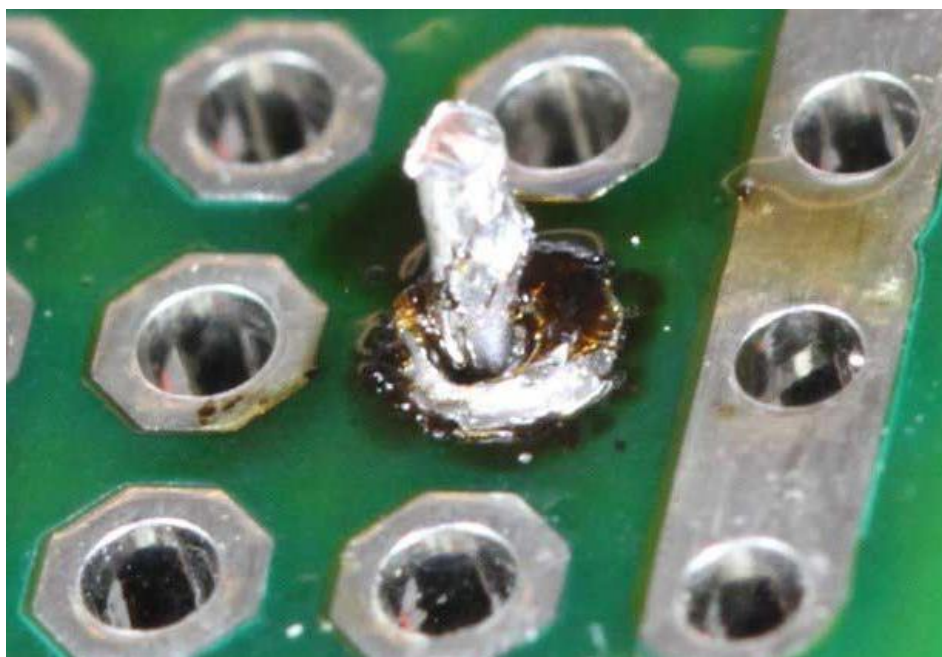
- **Unión Alterada:** Una unión alterada es el resultado del movimiento de la soldadura mientras se solidifica. La unión puede tener una superficie cristalina, áspera o escarchada. También se denomina a veces “junta fría” o “soldadura fría”. El siguiente punto define lo que es una junta fría. La figura siguiente muestra una unión alterada.



- **Unión fría:** Se producirá una “junta fría” si no se ha dejado fundir completamente la soldadura. Una superficie irregular o áspera suele categorizar la unión. La conexión de la soldadura será pobre, y las roturas pueden producirse con el paso del tiempo. La figura siguiente ilustra una unión fría.



- **Unión Sobrecalentada:** Te encontrarás con una junta sobrecalentada si la soldadura no ha corrido bien. Y, la fijación de esta unión se hace difícil debido a los restos del fundente quemado. La figura que se muestra a continuación ilustra una unión sobrecalentada.



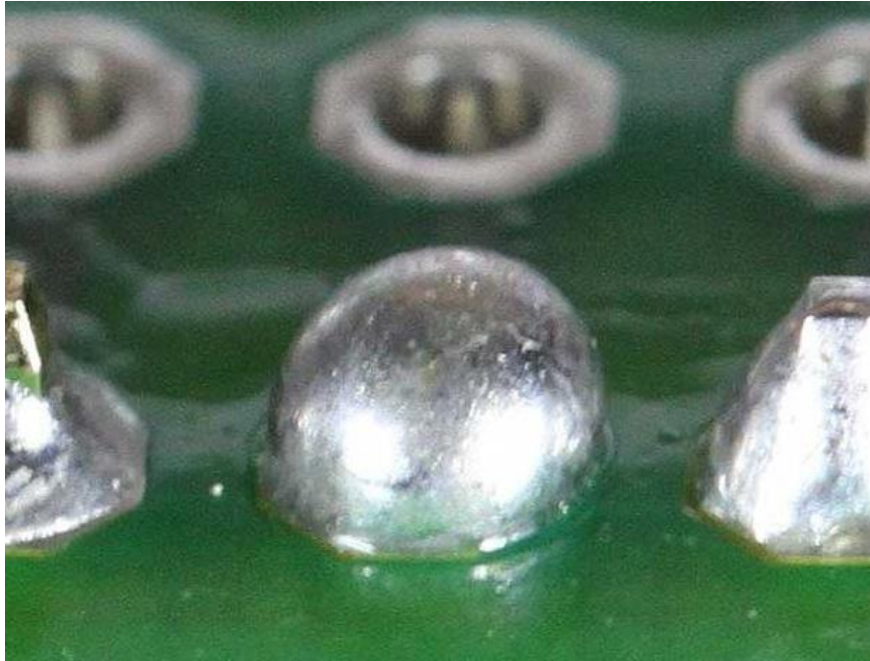
- **Humectación Insuficiente:** En este caso, la soldadura moja bien los cables, pero no forma una conexión madura con el *pad*. Este problema puede producirse si no proporcionas calor a la patilla ni al *pad*. La figura que se muestra a continuación demuestra una humectación insuficiente.



- **Soldadura sin Tensión:** Si no se utiliza suficiente soldadura, se producirá una unión sin tensión. El resultado será una unión débil y puede causar roturas por tensión y daños con el tiempo. La figura que se muestra a continuación demuestra una unión de soldadura sin tensión.



- **Demasiada Soldadura:** No se debe poner demasiado estaño en una unión, ya que esto también causa un problema. Existe la posibilidad de que ni el pad ni la clavija se mojen. Asegúrate de dar a la junta de soldadura una superficie cóncava como se muestra en la figura siguiente.



4.2. Problemas de Soldadura Causados por Fabricantes y procesos automáticos de soldadura

Si te preguntas si los problemas de soldadura sólo se producen al trabajar manualmente, te equivocas. Incluso los fabricantes de PCBs, que utilizan máquinas, pueden causar problemas de soldadura que deben ser abordados.

A continuación, se enumeran los cuatro problemas más comunes causados por los fabricantes:

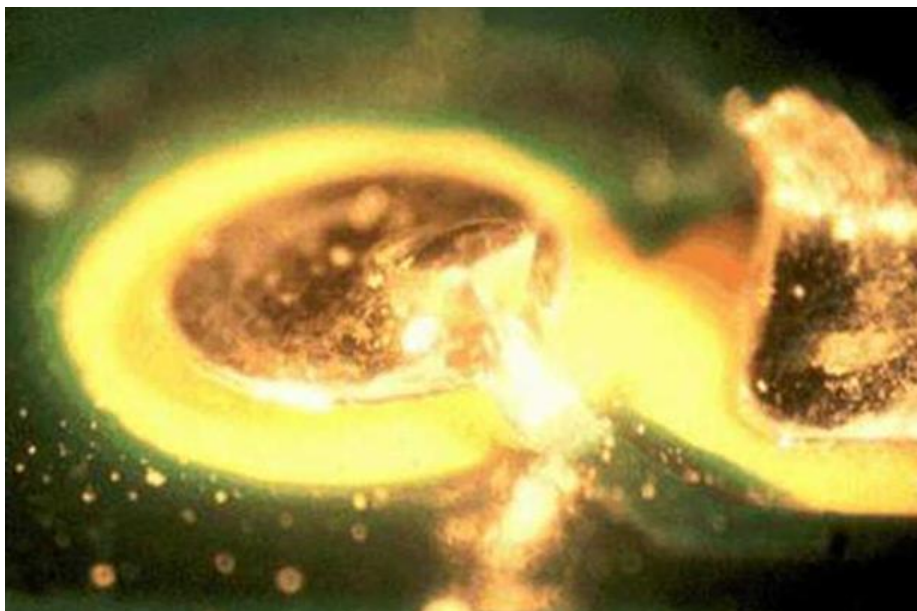
- **Puente de Soldadura:** En un puente de soldadura, dos juntas de soldadura hacen una conexión inesperada. Esta conexión puede provocar cortocircuitos en el circuito. La figura siguiente muestra un puente de soldadura.



- **Componentes Levantados:** Durante la soldadura por ola realizada por los fabricantes, los componentes electrónicos pueden levantarse de la superficie de su PCB. La figura que se muestra a continuación ilustra los componentes levantados.



- **Pads levantados:** Cuando se intenta desoldar los componentes, sus pads pueden levantarse de la superficie de tu PCB. La figura que se muestra a continuación muestra los pads levantados.



- **Bola de Soldadura:** En la bola de soldadura, un trozo pequeño de soldadura se pega a tu PCB. Esto ocurre durante la soldadura por ola. La figura que se muestra a continuación muestra una bola de soldadura.



5. Técnicas para Reducir los Problemas de Soldadura

En este apartado, explicaremos en detalle cómo puedes reparar rápidamente todos los problemas de soldadura mencionados anteriormente.

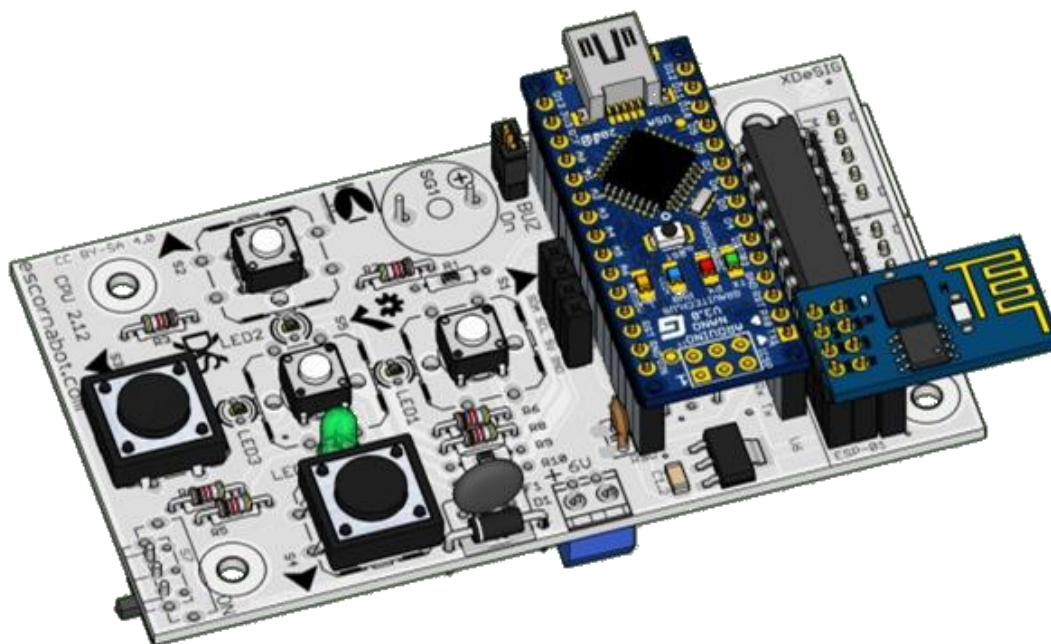
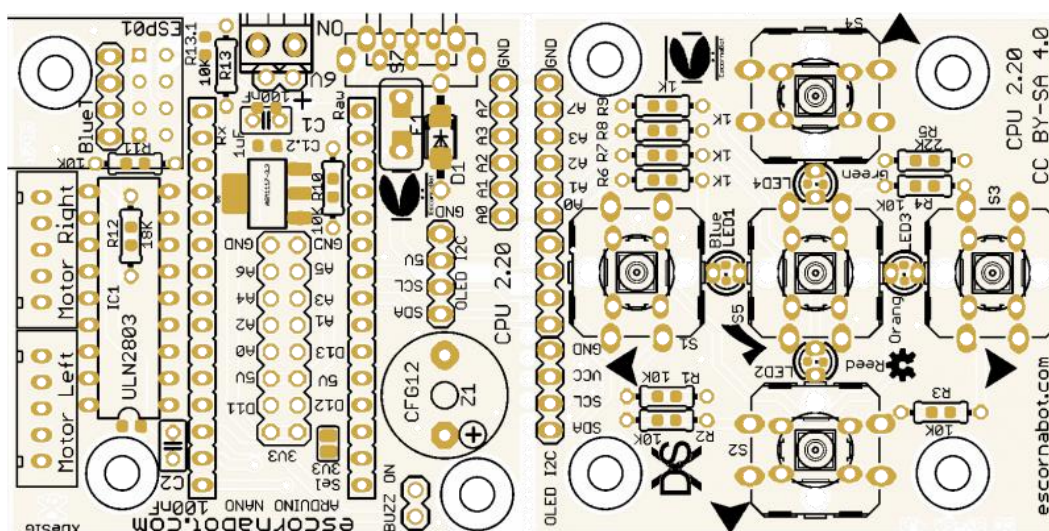
- **Reparación de Unión Alterada:** Se puede recalentar y dar tiempo a que se enfríe sin interrupción.
- **Reparación de Unión Fría:** También en este caso, puedes recalentarla hasta que la soldadura empiece a fluir.
- **Reparación de Unión Sobrecaentada:** Limpia tu PCB usando un cepillo de dientes o un poco de alcohol isopropílico. Esto eliminará el fundente quemado.
- **Reparación de la Humectación Insuficiente:** Basta con poner la punta del soldador en el extremo de la unión hasta que la soldadura empiece a fluir. Esta soldadura líquida cubrirá entonces el pad.
- **Reparación de Soldadura Insuficiente:** Debes añadir más soldadura después de recalentar la unión.
- **Reparación del Exceso de Soldadura:** El exceso de soldadura se puede retirar con la punta del soldador caliente, la mecha de soldadura o un desoldador.
- **Reparación del Puente de Soldadura:** El exceso de soldadura puede eliminarse con la punta del soldador, la mecha de soldadura o un succionador de soldadura.
- **Prevenir el Levantamiento de Componentes:** Los fabricantes deben utilizar una PCB fuerte durante el proceso de soldadura por ola. La PCB no debe doblarse si los elementos se mantienen planos.
- **Reparación de Pads Levantados:** Puede conectar el cable a una traza de cobre que aún esté en su sitio mediante soldadura.

- **Prevención Contra la Bola de Soldadura:** De nuevo, se puede reparar recalentando. Para la prevención, los fabricantes no deben establecer temperaturas demasiado altas en la máquina de soldadura por ola.

6. Actividad a realizar

Una vez conocidos los diferentes métodos de fabricación de PCB y soldadura de componentes, se les propone soldar los componentes de la PCB de nuestro robot *Escornabot* y verificar el correcto funcionamiento. Para ello, deberán hacer uso de las habilidades y conocimientos adquiridos durante la sesión de Instrumentación Electrónica.

La Placa de circuito Impreso a soldar es la siguiente:

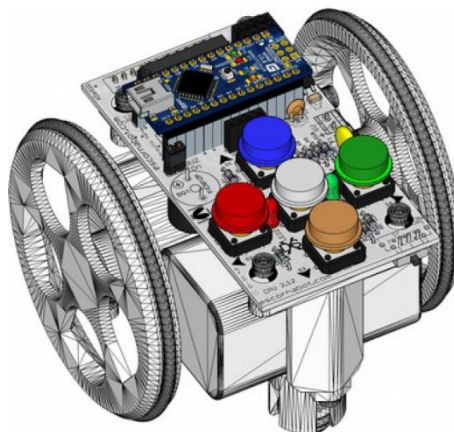


El listado de materiales necesario para el montaje de la PCB es el siguiente:

Cantidad	Nombre	Huella
2	Condensadores 100 nF	C-EU025-025X050
1	Condensador 22uF SMD 1206	
6	Resistencia 10kOhm	R-EU_0204/7
1	Resistencia 18kOhm	R-EU_0204/7
3	Resistencia 1kOhm	R-EU_0204/7
1	Resistencia 22kOhm	R-EU_0204/7
1	Diodo 1N4001	DO41-10
2	Conectores motores XH2.54 mm 5 pines	XH2.54 5P
5	Pulsadores 12x12 mm + capuchón	
4	Leds de 3mm, uno de cada color	LED3MM
1	Zumbador pasivo CFG12	F/CM12P
1	Fusible PTC PolySwitch 500mA	PFRA.050
1	Puente en H ULN2803A	ULN2803A
1	Zócalo PCB DIP16	
1	Jumper 2.54mm	
1	<i>PinHeader</i> Macho 2P 2.54mm	
2	<i>PinHeader</i> Hembra 2x04P 2.54 mm	
1	<i>PinHeader</i> Hembra 1x04P 2.54 mm	
1	Conector Roscado 5mm 2P	
2	<i>PinHeader</i> Hembra 1x15P 2.54mm	
1	Regulador de tensión 3.3V AMS1117	AMS1117
1	Placa Arduino Nano	
1	Interruptor deslizante	SK12D07 VG2

Una vez soldada la placa, es posible comprobar la correcta colocación de las resistencias mediante la medición de Resistencias con el multímetro entre los pines A7 y GND.

- Al pulsar el botón izquierdo (verde), deberá medirse aproximadamente 62 kOhm.
- Al pulsar el botón central (blanco) deberá medirse 40 kOhm.
- Al pulsar el botón delantero (naranja), deberá medirse 30 kOhm.
- Al pulsar el botón derecho (rojo) deberá medirse 20kOhm.
- Al pulsar el botón atrás (azul) deberá medirse 10kOhm.



Coloca la punta de prueba roja del multímetro en el pin A7, la punta de prueba negra en el pin 5V. El multímetro deberá medir una resistencia de 10kOhm aproximadamente.

Tras esto, conectar la punta roja en el pin TX, la punta negra en GND. El multímetro debe medir 28Kohm aproximadamente.

For Pull-up into the cpu, not place R7 (R7.1)

