**FORMATO PARA EL DESARROLLO DE COMPONENTE FORMATIVO**

| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Tecnología en desarrollo de productos electrónicos |
| --- | --- |

| COMPETENCIA | 291901060. Ensamblar tarjetas electrónicas según especificaciones y normativa técnica. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 291901060-1. Planificar el ensamble de tarjetas electrónicas, de acuerdo con procedimientos y normativa. |
| --- | --- | --- | --- |

| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 6 |
| --- | --- |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Ensamble de tarjetas electrónicas según especificaciones y normativa técnica. |
| BREVE DESCRIPCIÓN | Este componente formativo presenta los conceptos básicos acerca del ensamble de tarjetas electrónicas, teniendo en cuenta las normas internacionales relacionadas con el ensamble electrónico, además de revisar aspectos de la producción de tarjetas electrónicas que son necesarios. |
| PALABRAS CLAVE | aceptabilidad, pad, pin, pista, soldadura |

| ÁREA OCUPACIONAL | 9 - Procesamiento, fabricación y ensamble |
| --- | --- |
| IDIOMA | Español |

1. **Tabla de contenidos**

**Introducción**

**1. Planificación del ensamble de tarjetas electrónicas**

1.1 Equipos de ensamblaje electrónico

1.2 Técnicas y sistemas de microscopía óptica y ampliación de imágenes

1.3 Funcionalidades y características de accesorios

1.4 Métodos de uso, procesos de ensamble, accionamiento y configuración

**2. Soldadura en electrónica**

2.1 Técnicas, tipos y propiedades de aleaciones y aceleradores

2.2 Métodos de uso y mantenimiento de herramientas

2.3 Características de soldabilidad

2.4 Técnicas de retiro y limpieza de excesos

**3. Tratamiento térmico**

3.1. Efectos del calor en componentes electrónicos

3.2. Técnica de reflujo

3.3. Perfil ideal de temperatura

1. **Desarrollo de contenidos**

**Introducción**

Dentro del proceso de fabricación de equipos electrónicos está el subproceso de ensamble de las tarjetas electrónicas, el cual implica una serie de elementos muy importantes que influyen de gran manera en la calidad del producto final.

A continuación, se expone un proceso general de ensamble de tarjetas electrónicas.

**Figura 1**

*Proceso de ensamble*



| El ensamble de tarjetas electrónicas requiere de técnicas adecuadas y de la aplicación de normas de calidad que aseguren que este proceso cumpla con los parámetros solicitados. |
| --- |

Para la elaboración de este componente, se abordaron varios autores conocidos en **ensamble de tarjetas electrónicas**, de quienes se han citado y referenciado conceptos y ejemplos para los fines educativos de esta materia, en el entendido de que el conocimiento es social y, por lo tanto, es para ser usado por quienes necesitan adquirirlo. Se espera que este documento sea útil para todos aquellos, aprendices y lectores en general, que estén interesados en acercarse a asuntos básicos del **desarrollo de productos electrónicos**.

**1. Planificación del ensamble de tarjetas electrónicas**

La planificación es una fase importante de cualquier proceso. En el ensamble de tarjetas, esto influye mayormente en el resultado de la producción general de cualquier equipo electrónico. Una mala planificación traerá muchas consecuencias, desde errores de ensamble hasta pérdidas económicas para una empresa.

La planificación requiere que se tenga un conocimiento amplio de la naturaleza de la tarjeta a ensamblar, es necesario contar con los planos y la documentación completa del proyecto, tal como se observa en la figura.

**Figura 2**

*Planificación del ensamble*



* 1. **Equipos de ensamblaje electrónico**

Los equipos usados para el ensamblaje electrónico son muy variados, dependiendo de si el proceso es manual o automatizado, pero todos cumplen el mismo propósito: posicionar y fijar con soldadura los componentes electrónicos a la PCB (*Printed Circuit Board*).

Los equipos más destacados son los siguientes:

**Figura 3**

*Equipos destacados*



A continuación, se explica cada uno de ellos:

**a. Estación de soldadura**

La estación de soldadura es un equipo que reemplazó, con el paso de los años, el uso del típico cautín. Es un equipo encargado básicamente de regular a través de la potencia que entrega al elemento calefactor la temperatura en la punta del mango que es el elemento que tiene contacto final con el estaño y el elemento a soldar.

Esta se caracteriza por ser una caja metálica que cuenta con controles manuales digitales o analógicos para dominar la temperatura de cada mango por separado. Generalmente, cuenta con algún tipo de elemento de visualización, como *display* o pantalla, que permite observar de forma precisa la temperatura presente en cada mango, y en algunos casos, si hay algún tipo de fallo, también cuenta con puertos conectores donde se ancla el cable que lleva la alimentación al elemento calefactor; en la mayoría de casos, cada mango es también la entrada de señal de algún sensor que detecta la temperatura en la punta del mismo.

| soldering iron, technology, tool, solder, soldering station, close-up, indoors, selective focus, music, metal | En algunas estaciones se cuenta con una función adicional, que consiste en brindar un flujo de aire caliente para soldar (mangos de aire caliente) o desoldar componentes, y en las estaciones más especializadas se cuenta con una función de succión, donde se tiene un mango especial hueco, el cual tiene también un calefactor, que ayuda, mediante una bomba ubicada en la estación, a absorber la soldadura fundida (mango extractor). Esta función es usada para desoldar componentes de hueco pasante (*thru-hole*). |
| --- | --- |

En la siguiente imagen, se pueden observar varios tipos de estaciones de soldadura electrónica.

**Figura 4**

*Tipos de estaciones de soldadura electrónica*



Las estaciones de soldadura electrónica que más mantenimiento requieren por parte del ensamblador, el técnico/tecnólogo u operador son las que cuentan con mango extractor, ya que estas cuentan con un filtro que evita que los trozos de soldadura extraídos paren dentro de la bomba que genera la succión.

| Es necesario que cada vez que el mango pierde poder de succión, se extraiga este filtro, se desocupe y se limpie, para evitar su avería. |
| --- |

**b. Hornos de reflujo**

A nivel industrial, se hace necesario que la producción y el ensamble de las tarjetas sea un proceso más ágil. El ensamble manual es engorroso y toma tiempo, además de requerir de una gran experticia por parte del ensamblador, por esto son muy útiles equipos como el horno de reflujo. Es una máquina de convección, que posee un control sofisticado de temperatura que permite crear el llamado “perfil”, el cual es la curva de temperatura durante el proceso de reflujo de la soldadura.

| gray industrial machine | El reflujo es el proceso mediante el cual la soldadura en pasta se derrite mientras se sueldan así los componentes. |
| --- | --- |

El perfil depende de varios factores asociados: el tamaño del horno, el tipo de la soldadura, el tipo de fundente y, por supuesto, las características del horno como tal. Generalmente, los fabricantes de estos hornos ya tienen caracterizados estos perfiles, los cuales son los recomendados, pero en el proceso se pueden ir ajustando de acuerdo con las necesidades de la parametrización que se hace con el control mismo del horno.

Los perfiles son muy similares y tienen como objeto hacer un control preciso de la temperatura, para asegurar una correcta soldadura protegiendo así la integridad de los componentes. La siguiente imagen presenta una estructura básica de un perfil.

**Figura 5**

*Perfil de temperatura*

|  |
| --- |
| Estructura básica de un perfil de temperatura típico de un horno de reflujo.  Nota. Tomada de Voigt (s. f.). |

Existen hornos de reflujo prácticamente de todos los tipos, pero en general todos funcionan igual y su perfil es parecido al mostrado en la figura anterior. Los hornos de tipo industrial cuentan con una banda que mueve las tarjetas por diferentes zonas de calentamiento, de forma que aseguran la ejecución del perfil y permiten procesar una gran cantidad de tarjetas al mismo tiempo, generando un proceso continuo y en serie.

**Figura 6**

*Hornos de reflujo*



**c. Equipos de soldadura por ola**

La soldadura por ola es usada exclusivamente para los componentes del tipo hueco pasante (*thru-hole*). Básicamente, el equipo contiene un recipiente con un calefactor que derrite una cantidad considerable de estaño y lo mantiene en su estado líquido. Dentro de este, hay un equipo de bombeo, que genera literalmente una pequeña ola; también cuenta con un sistema de *spray* que pulveriza fundente sobre las tarjetas previo a la soldadura.

También, dentro del equipo, hay un sistema de rieles que mueven constantemente los lotes de tarjetas, las cuales ya tienen previamente insertados y acomodados los componentes. Las tarjetas pasan por la sección donde se les aplica el fundente y, luego, por la ola de estaño, la cual suelda instantáneamente los componentes de una manera muy eficiente; la gravedad se encarga de retirar el exceso de temperatura.

**Figura 7**

*Estructura del equipo de soldadura por ola*

|  |
| --- |
| Estructura del equipo de soldadura por ola.  Nota. Adaptada de PCBgogo (2019) |

En los últimos años, se desarrolló un avance en este tipo de equipos y es la ola selectiva, la cual conserva el mismo principio pero, en vez de ser una ola que baña toda la tarjeta, es un sistema que puede movilizar un pequeño tanque con una ola muy pequeña que va soldando pin por pin. Esto es útil cuando las tarjetas tienen una tecnología combinada entre hueco pasante (*thru-hole*) y superficie (SMD).

**d. Máquinas de posicionamiento automático de componentes**

Las máquinas automatizadas, mejor conocidas como *Pick and Place*, son máquinas que, mediante el uso de uno de los archivos generados en el diseño de la tarjeta, están en capacidad de posicionar de manera automática los componentes en la tarjeta.

**Figura 8**

*Típica máquina Pick and Place en funcionamiento*

| Typical pick and place machine in use  Nota. Tomada de Electronics notes (s. f.) | Estos equipos son usados, esencialmente, cuando hay en su mayoría componentes de superficie que por su tamaño se hace más complejo su posicionamiento. |
| --- | --- |

La siguiente figura presenta el proceso que realiza este tipo de equipo.

**Figura 9**

*Proceso de una máquina de posicionamiento automático*



**1.2 Técnicas y sistemas de microscopía óptica y ampliación de imágenes**

Antes de realizar el ensamble, es necesario inspeccionar el PCB, en busca de posibles fallas de fabricación o defectos que pueden llegar a afectar su correcto funcionamiento, para ello existen diferentes equipos. Una vez ensamblada, es necesario realizar nuevamente una revisión minuciosa de la misma.

Normas internacionales que rigen este tipo de procesos, como la IPC 610E, especifican los aspectos a tener en cuenta para elegir un equipo de aumento visual adecuado para cada tarea, tal como se presenta en las siguientes tablas, adaptadas de la IPC-A-610E-2010.

**Tabla 1**

*Normatividad en la ampliación de imágenes*

| Aumento visual para inspección (ancho de pistas) | | |
| --- | --- | --- |
| Ancho de pistas o diámetro de pads1 | Potencia de aumento visual | |
| Rango de inspección | Arbitraje máximo |
| >1.0 mm [0.0394 pulg.] | 1.5X to 3X | 4X |
| >0.5 to ≤1.0 mm  [0.0197 a 0.0394 pulg.] | 3X to 7.5X | 10X |
| ≥0.25 to ≤0.5 mm  [0.00984 a 0.0197 pulg.] | 7.5X to 10X | 20X |
| 0.25 mm [0.00984 in] | 20X | 40X |
| Nota 1: una porción de un patrón conductivo usado para hacer la conexión y/o unión de componentes | | |

**Tabla 2**

*Normatividad en la aplicación del aumento de imágenes*

| Aplicaciones de ayuda de aumento visual | |
| --- | --- |
| Limpieza (con o sin procesos de limpieza) | No se requiere aumento visual. Ver Nota 1 |
| Limpieza (procesos *no-clean*) | Nota 1 |
| Recubrimientos conformal y encapsulados | Notas 1, 2 |
| Marcados | Nota 2 |
| Otros (daños a componentes y alambres, etc.) | Nota 1 |
| Nota1: La inspección visual puede requerir el uso de un aumento visual; por ejemplo, cuando está presente un *fine pitch*, o un ensamble de alta densidad, pudiera ser necesaria la ayuda de un aumento visual mayor, para determinar si hay una contaminación que afecte forma, ajuste o función. | |
| Nota 2: Si se utiliza aumento visual, está limitado a 4X máximo. | |

Como se puede observar en la anterior tabla, se puede notar que, dependiendo de la tarea y del ancho de las pistas, se establece un aumento visual determinado. La norma establece, sin embargo, que el aumento máximo para tareas como la inspección de la limpieza no puede ser superior a 4X.

**1.3. Funcionalidades y características de accesorios**

Dentro de la tarea de ensamblar una tarjeta, existen muchos accesorios que pueden ser utilizados para facilitar este proceso, lo que se aplica exclusivamente a la tarea de ensamble manual. A continuación, se presentarán algunas herramientas útiles para ello.



**1.4 Métodos de uso, procesos de ensamble, accionamiento y configuración**

En el ensamble electrónico, hay muchos factores que demarcan su calidad y el uso adecuado de las herramientas dentro de los procesos. La correcta planeación de la producción, junto con un seguimiento minucioso de los detalles, puede hacer la diferencia entre un ensamble con criterios de aceptabilidad o un ensamble con defectos.

| No existe gran literatura acerca de las técnicas más adecuadas, las normas solo nos hablan de cómo debe quedar el resultado final y los criterios para determinar los defectos del ensamble en aspectos como la orientación de los componentes, la limpieza, aspectos eléctricos, entre otros. |
| --- |

Vale la pena resaltar que, luego de inspeccionar las tarjetas a ensamblar en busca de defectos, el paso a seguir es realizar una correcta limpieza de la tarjeta, con alcohol isopropílico; después, se procede a hacer el alistamiento de la documentación necesaria para el ensamble. Es necesario tener disponibles los planos esquemáticos y los diagramas de posicionamiento de los componentes, brindados por el diseñador; estos serán la guía para el ensamblador, ya que le brindarán la información requerida para posicionar cada uno de los componentes.

| En procesos industriales, las máquinas de posicionamiento automático, o *Pick and Place,* se alimentan de los archivos digitales del diseño para realizar esta tarea de forma automática.  De manera general, en los procesos industriales, luego de que todos los componentes son posicionados, se procede al proceso de soldadura; la interacción humana allí es mínima y solo se interviene supervisando el correcto funcionamiento de las máquinas y poniendo los carretes con componentes que se requieran para el ensamble. Al final, la inspección de calidad se hace o por el ojo experto de un técnico supervisor o con la ayuda de máquinas de visión artificial que están programadas para ello. | Robot que ensambla una placa de circuito electrónico. Nota. Tomada de ImageQuest (s. f.) |
| --- | --- |

En un ensamble manual, se procede, con la ayuda de la documentación mencionada, a posicionar componente por componente y se dispone entonces a su soldadura, de tal manera que componente que se posiciona, componente que se suelda a la placa; esa es la gran diferencia con los procesos industriales automatizados: el posicionamiento de los componentes no es un proceso al azar ni algo que se deba ejecutar de cualquier manera, dados los parámetros que debe cumplir de acuerdo con las normas internacionales, como la IPC-610.

La secuencia recomendada dependerá del tipo de tarjeta. Si esta solo contiene componentes de hueco pasante (*thru-hole*) o solamente de montaje superficial (*surface mount*) se le conoce como *tarjeta de* *tecnología;* por el contrario*,* en caso de que la tarjeta contenga de los dos tipos de componentes, se le conoce como una *tarjeta de tecnología mixta*.

A continuación, se explica cuáles son los pasos a seguir de acuerdo con esta clasificación.



**2. Soldadura en electrónica**

La soldadura tiene un propósito doble. Por un lado, provee la conexión eléctrica efectiva entre los componentes, al unir cada uno a la tarjeta donde los caminos llevan esta interconexión a los demás elementos. Su segundo propósito es brindar una sujeción mecánica de los componentes.

|  | Un ejemplo claro de ello son los conectores de puertos periféricos, como el USB, que, a parte de los pines que hacen la conexión con el puerto, tienen generalmente dos pines más, cuyo propósito principal es el anclaje mecánico del puerto como tal; sin estos pines, la conexión de este elemento quedaría vulnerable a fracturas por desgaste mecánico al conectar y desconectar elementos de este puerto. |
| --- | --- |

| La soldadura es el proceso de unir por medio de una fusión dos metales que, en este caso, resultan ser conductores. Esta fusión requiere un proceso térmico de calentamiento, que da como resultado, al fundirse perfectamente los metales, que queden como un solo elemento metálico y conductor. |
| --- |

**2.1 Técnicas, tipos y propiedades de aleaciones y aceleradores**

Existen básicamente dos tipos de soldaduras para el uso en electrónica: soldadura con plomo y libre de plomo. Están compuestas a base de estaño y se les conoce, a veces, como *soldaduras blandas,* ya que requieren una temperatura baja, con respecto a otros tipos de soldaduras, para generar esa fusión. En el caso de la electrónica, esta es una capa que mide apenas unos pocos micrómetros, por lo que se le conoce como capa *intermetálica*.

| fotografía macro, verde, placa de circuito, la seguridad cibernética, red, Internet, cortar, ciber, seguridad, teclado, circuito, de cerca, Mira, macro, sistema, hardware, computadora, electrónica, ordenadores, tablero, tarjeta de circuito impreso, impreso, chip, dentro, ordenador personal, Mac, tarjeta madre, color verde, Chip de computadora, tecnología, Industria electrónica, industria, equipo de computadora, nadie, fotograma completo, conexión, equipo, complejidad, comunicación, antecedentes, adentro, enfoque selectivo, parte de la computadora, Componente eléctrico, UPC, equipo eléctrico, fuente de alimentación, 2K |
| --- |
| La capa intermetálica es una microfusión del estaño y el metal sobre el que se está soldando, que puede ser la pista de cobre o el pin de un componente. |

Una soldadura bien adherida requiere, según Microensamble (2016), de lo siguiente: “su componente primario debe disolver parte del metal de la superficie donde se va a soldar. Este proceso forma una capa compuesta básicamente por una aleación de los dos metales a unir, recibiendo el nombre de intermetálicos”.

| intermetalics |
| --- |
| Capas intermetálicas formadas por soldaduras con plomo y libres de plomo. Nota. Tomada de Microensamble (2016). |

La soldadura con plomo está compuesta en un 63% de estaño con un contenido de 37% de plomo, también existe una proporción de 60/40 de estaño – plomo. Aunque aún se encuentra comercialmente esta soldadura, está destinada a desaparecer porque el plomo es un elemento altamente tóxico para el hombre y la naturaleza, mientras la soldadura sin plomo es una soldadura que no tiene ese inconveniente y, por lo tanto, se ha venido posicionando cada vez más en la producción de todo tipo de equipos electrónicos.

| Según Microensamble (2016): “existe una gran variedad de soldaduras que no contienen plomo, como las aleaciones SnAg3.5 y Sn96.5Ag3Cu0.5 (SAC 305), entre otras” |
| --- |

Ahora bien, dejando a un lado el aspecto químico, lo más importante aquí es tener en cuenta la temperatura a la cual se funden estos dos tipos de soldadura, lo cual genera una de las diferencias más trascendentales a la hora de ensamblar o planear una producción.

La soldadura con plomo se funde entre 183 ºC a 225 ºC mientras que la soldadura sin plomo se funde entre 217ºC y 227ºC, como es evidente se requiere de mayor temperatura para lograr fundir soldadura libre de plomo, por esta razón, es necesario trabajar siempre con una estación que nos permita llevar ese control preciso de la misma.

| Logotipo sin plomo  Símbolo libre de plomo | La identificación entre una y otra puede hacerse fácilmente por color o por el símbolo de libre de plomo característico. Generalmente, todas las soldaduras libres de plomo vienen en un empaque de color verde con el símbolo de libre de plomo. |
| --- | --- |

La presentación de la soldadura también permite una clasificación, ya que existen soldaduras en alambre blando, soldaduras en pasta y lingotes de soldadura. Dependiendo de la manera como se ensamblen las tarjetas se requerirá uno u otro, tal como se aprecia en la siguiente figura.

**Figura 13**

*Uso de los tipos de soldadura*



Los fundentes, por su parte, son básicamente substancias que proveen dos funcionalidades importantes a la hora de soldar:

1. Proteger la capa intermetálica de la formación del óxido, proveniente de las partículas de agua presentes en el momento de la soldadura.
2. Concentrar la temperatura y distribuirla de manera más uniforme.

Estos fundentes pueden clasificarse básicamente en dos tipos: los que contienen colofonia (un tipo de resina) y los que no la contienen. También, podría decirse que uno es del tipo *No clean*, es decir, que no requiere limpieza, y el que requiere limpieza por tener colofonia.

**Figura 14**

*Limpieza de soldadura*

Las presentaciones comerciales de los fundentes conocidos comúnmente como FLUX son muy variadas, ya que hay desde aerosoles, geles y líquidos, hasta presentaciones en polvo. La selección de cada presentación depende del tipo de ensamble que se hará, es decir si este es automatizado o manual.

| Variedad de presentaciones de los fundentes comerciales.  Nota. Tomada de MovilOne (2018). |
| --- |
| En el mercado podemos encontrar presentaciones en jeringa, botes y hasta en lápiz tipo marcador que permite, literalmente, pintar las pistas con la cantidad de flux necesaria. |

**2.2 Métodos de uso y mantenimiento de herramientas**

El procedimiento general de la soldadura es el mismo, pero se debe tener en cuenta, como siempre, si este es automático o si es manual. En general, el procedimiento para soldar dos piezas se expone en la siguiente figura.

**Figura 15**

*Procedimiento para soldar piezas con estaño*





Ahora bien, hay algunas consideraciones muy particulares para la soldadura manual que deben ser tenidas en cuenta, si se quiere lograr una soldadura de calidad. Entre ellas, se encuentran las siguientes:



**2.3 Características de soldabilidad**

En general el estaño es un material soldable al cobre, bronce y a la chapa de hierro; y aunque es válido tenerlo presente, no es una propiedad relevante, ya que todos los materiales usados en los ensambles electrónicos están diseñados para asegurar la solubilidad con el estaño.

| Lo que sí se debe tener en cuenta es que esta propiedad puede llegar a perderse por culpa de contaminantes tan comunes como el sudor humano, el polvo y la corrosión generada por la humedad; por lo tanto, los componentes electrónicos y las tarjetas deben estar almacenados por corto tiempo y, en caso de que deban permanecer por largos periodos, se recomienda usar indicadores de humedad y un correcto almacenaje, así como manipulación por parte del ensamblador, quien debe usar siempre guantes de nitrilo para que no se transfieran impurezas a las tarjetas ni a los componentes. | persona, participación, placa de circuito, tarjeta de circuito impreso, tecnología, impreso, Ingenieria, industria, tarjeta madre, componente, semiconductor, técnico, electrónica, electrónico, color verde, de cerca, Industria electrónica, centrarse en primer plano, una persona, parte del cuerpo humano, Chip de computadora, trabajando, guante protector, adulto, persona irreconocible, naturaleza, pequeña, guante quirurgico, economía, 5K |
| --- | --- |

Un consejo muy útil es que, en caso de que los componentes o la tarjeta hayan sufrido contaminación, se deben limpiar con alcohol isopropílico. También algunos pines de considerable tamaño, como los de las borneras, pueden ser ligeramente raspados con la ayuda de un bisturí, antes de proceder a hacer la soldadura. Este último procedimiento no es recomendado con componentes nuevos y sellados.

**2.4 Técnicas de retiro y limpieza de excesos**

Así como el proceso de ubicar los componentes y soldarlos es crucial en el ensamble, el proceso de retiro de excesos de soldadura y la limpieza de impurezas posterior también es de vital importancia, ya que los restos de fundente son extremadamente peligrosos, especialmente de aquellos con mayor capacidad.

| Desafortunadamente, los mejores fundentes son extremadamente resinosos (grasosos) y, al enfriarse, se vuelven conductores, generando resistencias parásitas y cortos dentro de la placa ensamblada. |
| --- |

A nivel industrial, se usan lavadoras que utilizan ultrasonido, combinado con alcohol isopropílico, para limpiar las impurezas. Su funcionamiento es muy simple, en realidad. Se trata de un receptáculo metálico que puede vibrar a muy altas frecuencias; dentro de este, se pone una cantidad de alcohol que apenas cubre las tarjetas que son puestas allí; la lavadora, al vibrar, genera ondas dentro del alcohol que disuelven y desprenden las impurezas.

| Lavadora de ultrasonido industrial.  Nota. Tomada de Soltec (2010) |
| --- |
| Son muy populares en el mantenimiento de equipos móviles, ya que, después de una reparación, se debe hacer una limpieza minuciosa de la tarjeta. |

Cuando no se cuenta con estos equipos de limpieza, se debe recurrir a técnicas manuales tradicionales. Una de las más reconocidas por los ensambladores es la llamada técnica japonesa, la cual consiste en poner un paño especial para la limpieza de PCB sobre la tarjeta; luego, se rocía alcohol sobre este, de tal manera que se humedezca por completo; luego, con un cepillo antiestático, se frota el paño contra la tarjeta, de tal forma que las impurezas quedan pegadas a este.

**3. Tratamiento térmico**

| La temperatura es un factor determinante dentro de todo el proceso de ensamble, ya que establece tanto la calidad del ensamble como la integridad de los componentes que se están soldando. Por tanto, es importante conocer y dominar las características específicas térmicas de cada uno de los elementos que interactúan en el proceso de ensamble. | welder, soldering, electronics, arts culture and entertainment, music, indoors, technology, focus on foreground, close-up, musical instrument, musical equipment, studio, recording studio, string instrument, guitar, no people, communication, studio shot, audio equipment, stage, input device, amplifier, microphone, electric guitar, nightlife, 5K |
| --- | --- |

A continuación, se abarcarán los efectos del calor, la técnica de reflujo y el perfil ideal de temperatura.

**3.1. Efectos del calor en componentes electrónicos**

Todos los componentes electrónicos se ven afectados con los cambios de temperatura. Los fabricantes especifican en sus hojas de datos los límites máximos que pueden soportar los componentes; esto es un insumo para los ensambladores y diseñadores como referencia para saber las capacidades de cada componente.

De manera típica, cada componente tiene un par de parámetros que indican las temperaturas máximas que puede aguantar. Como se puede observar en la siguiente imagen, el último ítem indica las recomendaciones del fabricante a la hora de soldar. El “*lead temperature*” se refiere a la temperatura máxima que puede aguantar por 10 segundos alejado del cuerpo del componente, que en este caso es hasta los 300°C.

|  |
| --- |
| Parámetros máximos del integrado controlador TPS64200.  Nota. Tomada de Texas Instruments (2003, p. 2). |

| La temperatura puede llegar a afectar de gran manera el desempeño óptimo de un componente electrónico, cambiando las propiedades resistivas de los materiales, lo que afectará el comportamiento en general del circuito. |
| --- |

**3.2. Técnica de reflujo**

Las tarjetas con componentes de montaje superficial usualmente son soldadas con la técnica de reflujo, la cual no es más que derretir la soldadura puesta previamente sobre los *pads* de la tarjeta y sobre la cual se han posicionado los componentes para que esta fusión de soldadura genere en sí misma las uniones requeridas entre los pines de los componentes y la tarjeta.

Lograr que este proceso, llamado en inglés *reflow*, que se traduce literalmente como “reflujo”, pero en un sentido más simple es la fusión de la pasta de soldadura, sea exitoso (es decir, que genere los puntos adecuados de soldadura con una capa intermetálica idónea) se ha vuelto unos de los principales problemas de la industria, ya que un reflujo exitoso no solo depende de un adecuado perfil. El problema se debe considerar desde el mismo diseño.

| green and white circuit board | Existe, por ejemplo, un fenómeno conocido como “lápida”, en el cual, si no están adecuadamente equilibradas las áreas circundantes de los *pad* de un elemento de dos pines, como un condensador o una resistencia, al pasar por el horno de reflujo, los condensadores tienden a levantarse y a quedar literalmente como una lápida despegándose de uno de los pads, lo cual obviamente es un defecto grave de la tarjeta. |
| --- | --- |

Hay otras consideraciones importantes, como el diseño de zonas de cobre que sirven como disipadores de calor y que, a su vez, ayudan a mantener la integridad de ciertos circuitos. En este proceso, llega a influir, incluso, la calidad de la pasta de soldadura usada.

| Es importante recalcar que las soldaduras tienen un tiempo de vida útil de dos años. Cuando este tiempo se excede o está por cumplirse, la calidad de los puntos de soldadura obtenidos no es la misma que cuando la soldadura está fresca. |
| --- |

El proceso completo puede ilustrarse con la siguiente figura, donde se ve la secuencia completa.

**Figura 16**

*Proceso de reflujo e inspección de calidad*



**3.3 Perfil ideal de temperatura**

Tal vez el elemento más crucial y determinante en el proceso de soldadura por horno de reflujo es el perfil idóneo de temperatura, que nos permita obtener los mejores resultados de ensamble soldado. Este perfil no es otra cosa que una función que describe el comportamiento de la temperatura dentro del horno *versus* el tiempo o la velocidad de la banda que transporta las tarjetas.

En general, un perfil de temperatura tiene cuatro partes o zonas. A continuación, a través de un perfil ideal de temperatura de un horno típico de reflujo, se amplía un poco más sobre cada una de ellas.



1. **Actividades didácticas (opcionales si son sugeridas)**

| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD DIDÁCTICA | |
| --- | --- |
| Nombre de la actividad |  |
| Objetivo de la actividad |  |
| Tipo de actividad sugerida |  |
| Archivo de la actividad  (anexo donde se describe la actividad propuesta) |  |

1. **Material complementario**

| Tema | Referencia APA del Material | Tipo de material  (Video, capítulo de libro, artículo, otro) | Enlace del Recurso o  Archivo del documento o material |
| --- | --- | --- | --- |
| Técnicas de soldadura manual | Techspray. (s. f.). *Ultimate Guide to Electronic Soldering.* <https://www.techspray.com/ultimate-guide-to-electronic-soldering> | Sitio *web* | <https://www.techspray.com/ultimate-guide-to-electronic-soldering> |
| Defectos en la soldadura | Seeed Studio. (2021). *13 Common PCB Soldering Problems to Avoid.* <https://www.seeedstudio.com/blog/2021/06/18/13-common-pcb-soldering-problems-to-avoid/> | Sitio *web* | <https://www.seeedstudio.com/blog/2021/06/18/13-common-pcb-soldering-problems-to-avoid/> |
| Perfiles de temperatura del proceso de reflujo | Microensamble. (2016c). *Perfil de temperatura para circuitos impresos*. <https://microensamble.com/perfil-de-temperatura-circuitos-impresos/> | Sitio *web* | <https://microensamble.com/perfil-de-temperatura-circuitos-impresos/> |
| Técnica de reflujo | Microensamble. (2016a). *¿Cómo se forma la soldadura SMT en los hornos de reflow?* <http://microensamble.com/soldadura-smt-hornos-reflow/> | Sitio *web* | <http://microensamble.com/soldadura-smt-hornos-reflow/> |

1. **Glosario**

| Término | Significado |
| --- | --- |
| Componente: | elemento electrónico que será adherido con soldadura a la tarjeta |
| PCB: | del nombre en inglés *Printed Circuit Board*, o tarjeta de circuito impreso, que contiene pistas en cobre que interconectan los componentes en un circuito. |
| *Pad*: | dona de cobre puesta sobre la tarjeta que cuenta con un agujero que atraviesa la misma; la función del *pad* es alojar el pin de un componente. |
| Pin: | conexión externa de un componente que le permite hacer contacto eléctrico con los demás elementos del circuito. |
| Componente tipo axial: | es un componente electrónico de dos conexiones cuyos pines se ubican a lado y lado del cuerpo del componente. |

1. **Referencias bibliográficas**

Das, S. (2021). *SMT Reflow Soldering Equipment / Machine*. Electronics and You. <http://www.electronicsandyou.com/blog/smt-reflow-soldering-equipment-machine.html>

Electronics notes (s. f.) *Pick and Place Machine for PCB Assembly*. <https://www.electronics-notes.com/articles/constructional_techniques/pcb-assembly-process-manufacture/pick-place-machine.php>

IPC (2010). *IPC-A-610E-2010. Acceptability of Electronic Assemblies*.

Microensamble. (2016b). *Los intermetálicos en una soldadura, ¿una pesadilla? »*. <http://microensamble.com/los-intermetalicos-una-soldadura-una-pesadilla/>

Microensamble. (2016d). *Precauciones con la mezcla de soldaduras normal con libre de plomo*. <http://microensamble.com/precauciones-la-mezcla-soldadura-normal-libre-plomo/>

MovilOne. (2018). *Flux para soldar, qué es y cómo utilizarlo*. <https://www.movilone.es/blog/flux-para-soldar-que-es-y-como-utilizarlo/>

Qtsolder. (2021). *Solder Reflow Oven: PCB Assemble and Solder Paste*. <https://www.qtsolder.com/solder-reflow-oven-pcb-assemble-and-solder-paste/>

Stakhniak, Y. (2012). *Choosing a soldering station*. ToolBoom. <https://toolboom.com/en/articles-and-video/how-to-choose-a-soldering-station/>

Soltec. (2010). *Utilización de la máquina de limpieza por ultrasonidos SOLTEC 3300 ETH en la fábrica Eletech en Bitonto Bari Italia*. <http://www.soltec.it/d1/es/limpieza-pcb-eletech>

Voigt, R. (s. f.). *Selecting a Reflow Oven*. DDM Novastar. <https://www.ddmnovastar.com/smt-quick-tips-selecting-a-reflow-oven>

1. **Control del documento**

|  | Nombre | Cargo | Dependencia | Fecha |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Autor(es) | Ángela Rocío Sánchez Ruiz | Experto Técnico | Regional Distrito Capital - Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones. | Julio 2021 |
| Miroslava González Hernández | Diseñador y Evaluador Instruccional | Regional Distrito Capital - Centro de Gestión Industrial. | Agosto 2021 |
| Ana Catalina Córdoba Sus | Revisora Metodológica y Pedagógica | Regional Distrito Capital – Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica. | Agosto 2021 |
| Rafael Neftalí Lizcano Reyes | Asesor pedagógico | Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura. | Agosto 2021 |
| Darío González | Corrección de estilo | Regional Tolima – Centro Agropecuario La Granja | Agosto 2021 |

1. **Control de cambios**

|  | Nombre | Cargo | Dependencia | Fecha | Razón del cambio |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Autor (es) |  |  |  |  |  |