|  |  |
| --- | --- |
| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Mantenimiento y ensamble de equipos electrónicos |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| COMPETENCIA | 291901060 - Ensamblar tarjetas electrónicas según normativa y documentación técnica. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 291901060-01 - Preparar tarjeta electrónica de acuerdo con procedimientos y normativa. |

|  |  |
| --- | --- |
| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | CF7 |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Diseño, ensamble y documentación de tarjetas electrónicas. |
| BREVE DESCRIPCIÓN | Este componente formativo permite visualizar el diseño, desarrollo e implementación de las tarjetas electrónicas, conocidas como PCB, las cuales son el núcleo de cualquier dispositivo tecnológico, ya que soportan y programan los componentes electrónicos a través de caminos de cobre interconectados de manera predeterminada, permitiendo el correcto funcionamiento de cada uno de ellos, según las normas establecidas para este propósito. |
| PALABRAS CLAVE | Circuito, impresión, placa, montaje, tecnología, PCB (*Printed Circuit Board*). |

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

# **Tabla de contenido**

**Introducción**

1. **Alistamiento y preparación de tarjetas electrónicas de acuerdo a procedimientos y normativas.**
   1. Tarjeta de circuito impreso
   2. Tratamiento térmico
   3. Normativa técnica
2. **Ensamble y documentación de componentes sobre tarjetas electrónicas de acuerdo a procedimientos normativos**
   1. Equipos de ensamble electrónico
   2. Riesgo de ensamble
   3. Soldadura electrónica
   4. Sistemas de información

**Introducción**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Apreciado aprendiz, bienvenido a este recurso educativo orientado al diseño, ensamble y documentación de tarjetas electrónicas. En este componente formativo, podrá aprender sobre el alistamiento y preparación de este tipo tarjetas, así como el ensamble y documentación de componentes sobre las mismas y de acuerdo a procedimientos y normativas.  El siguiente video presenta, de manera general, los saberes que se desarrollarán en este componente formativo.  Le deseamos una grata experiencia de aprendizaje. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Video motion | | | |
| **NOTA** | **La totalidad del texto locutado para el video no debe superar las 500 palabras aproximadamente** | | | |
| **Título** | Diseño, ensamble y documentación de tarjetas electrónicas | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración** | **Texto** |
| **1** |  | Música de fondo | Apreciado aprendiz, bienvenido a un nuevo componente formativo de mantenimiento y ensamble de equipos electrónicos. A lo largo de este proceso de formación comprenderá cómo funcionan, para qué sirven y cuál es la importancia de las tarjetas electrónicas para el funcionamiento de los dispositivos electrónicos. | Implementación de tarjetas electrónicas. |
| **2** |  | Música de fondo | Para iniciar, se desarrollan los conceptos asociados con las PCB (*Printed Circuit Board* o Placas de Circuito Impreso), abordando los componentes que intervienen en las etapas de diseño y fabricación, así como las técnicas de ensamble para el correcto funcionamiento de cada uno de los componentes de los dispositivos electrónicos. | Placas de circuito impreso  diseño y fabricación.  Implementación de técnicas. |
| **3** |  | Música de fondo | En un segundo momento, se analiza el comportamiento energético de la pieza desarrollada, los niveles de temperatura que soportan y las implicaciones de los cambios térmicos en el circuito impreso y sus componentes. Asimismo, también se conoce la manera de proteger los componentes con técnicas de reflujo o enfriamiento y las herramientas de medición térmica que ayudan a detectar los cambios de temperatura en ellos. | Comportamiento energético,  técnicas de reflujo o enfriamiento. |
| **4** |  | Música de fondo | En tercer lugar, se aborda la normatividad que rige el desarrollo e implementación de las diferentes tarjetas electrónicas y la importancia de estas normas de diseño en la optimización del producto final, conociendo qué es el IPC sus normas más utilizadas y las certificaciones que avalan un diseño que cumpla con todos los parámetros técnicos. | Normatividad.  Optimización del producto final  certificados. |
| **5** |  | Música de fondo | En cuarto lugar, se visualizan los equipos de ensamble electrónico con la aplicación de la normatividad, comprendiendo el funcionamiento, las técnicas y los accesorios que intervienen en su desarrollo; además de conocer cómo realizar la configuración y el accionamiento de las tarjetas electrónicas. | Equipos de ensamble electrónico.  Configuración y accionamiento de tarjetas electrónicas |
| **6** |  | Música de fondo | El quinto momento permite saber cómo prevenir las cargas y sobrecargas del circuito electrónico y comprender el riesgo del ensamble, teniendo en cuenta la compatibilidad electromagnética requerida para evitar daños en los componentes, además de conocer cómo se realiza el mantenimiento de los accesorios. | Cargas y sobrecargas del circuito electrónico  Compatibilidad electromagnética  Mantenimiento de los accesorios |
| **7** |  | Música de fondo | En el sexto lugar, se da a conocer el proceso y aplicación de la soldadura en la electrónica, cuál es la técnica implementada, las herramientas que intervienen en este proceso, así como el mantenimiento, la soldabilidad, la limpieza y el retiro de excesos para un buen acabado de la pieza. | Soldadura |
| **8** | Insertando imagen... | Música de fondo | Para finalizar, se verifica el sistema de información implementado, que permite saber la estructura de formatos y esquemas utilizados, así como los datos requeridos, la documentación utilizada; como fichas técnicas y los archivos de diseño electrónico. | Sistema de información.  Fichas técnicas.  Archivos de diseño electrónico. |
| **9** |  | Música de fondo | En este componente, se conoce la aplicabilidad, entendimiento y uso correcto de las tarjetas electrónicas al momento de desarrollar productos tecnológicos competentes para el mercado. | Tarjetas electrónicas |
| **Nombre del archivo** | 839317\_v1 | | |  |

1. **Alistamiento y preparación de tarjetas electrónicas de acuerdo a procedimientos y normativas**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Para comprender el proceso de desarrollo de una tarjeta electrónica se requiere visualizar su composición, su forma, conocer qué elementos intervienen en su funcionamiento y de qué manera se disponen para lograr un correcto ensamble. También entender los riesgos del dispositivo con relación a su uso y la función que va a desempeñar, con el fin de garantizar la funcionalidad del producto final con métodos que lo protejan de factores externos o del calor que emita el mismo dispositivo. Además, tener en cuenta las guías de la normatividad para respaldar su correcto proceso de elaboración. Para ello, es necesario comprender conceptos y definiciones de algunos componentes y procesos. |

**1.1. Tarjeta de circuito impreso**

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de recurso | Cajón de texto de color |
| Doñate (2018), indica que “una tarjeta de circuito impreso o también llamada PCB *(Printed Circuit Board)*, es una placa o superficie donde se ensamblan y conectan eléctricamente diversos componentes electrónicos por medio de pistas de cobre”.  Comprender esta definición es indispensable, ya que estas tarjetas se usan en la mayoría de dispositivos electrónicos que son cada vez más pequeños y versátiles. Con las PCB se logra implementar la industria 4.0 a través de conexiones a internet (Internet de las cosas o IoT), su uso no es únicamente militar o gubernamental; también se aplica en campos cómo el automotriz, el industrial o el aeroespacial, además de la implementación en el ámbito doméstico y de uso personal, catapultando la economía y el consumo de nuevos dispositivos por medio del desarrollo de inteligencias como la domótica con el desarrollando aspiradoras robots, cámaras de seguridad inalámbricas, sensores de movimiento para controlar las puertas, *switches* inteligentes en el hogar controlados desde el celular y diferentes aplicaciones que facilitan la vida del ser humano.  En la Figura 1 se aprecia, una PCB con sus componentes ensamblados, en la parte superior y una sin componentes en la parte inferior.  **Figura 1**  *PCB con y sin componentes electrónicos*    Imagen. 839317\_1  *Nota:*adaptado de*Tarjeta de Circuito Impreso – Definiciones y Terminología*. EmmanuelCianca, 2018, (https://pcbcentral.com/tarjeta-de-circuito-impreso-definiciones-y-terminologa-utilizada-parte-i) | |

**Componentes electrónicos**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Al momento de desarrollar una PCB hay que tener en cuenta que en ella intervienen diferentes componentes elementales sin los cuales no sería posible su funcionamiento. A través del ensamble y la ubicación de los componentes del circuito electrónico es posible conocer el objetivo para el cual ha sido diseñado.    **Imagen:** 839317\_i2 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Carrusel de tarjetas | |
| **Introducción** | A continuación, se presentan los componentes más importantes que intervienen en el desarrollo de una PCB: | |
| **Imagen: 839317\_i3** | | |
| ***Resistencias***  Son el componente pasivo más común en cualquier circuito eléctrico. Su función es establecer una relación entre intensidad eléctrica y tensión. Es difícil pensar una PCB que no contenga alguna resistencia, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i4 |
| ***Condensadores***  Los condensadores son componentes frecuentes en filtrado, su función es el desacoplamiento de las señales. Los condensadores cerámicos dan rangos de 270pF a 47uF y son los más utilizados, para capacitancias mayores hay condensadores electrolíticos de 22uF a 470uF que cuentan con polaridad. También hay condensadores de tantalio que se encuentran en rangos de 10uF a 470uF, sin embargo, hay que tener en cuenta que su costo es más elevado, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i5 |
| ***Inductancias***  El tercer y último elemento pasivo son las inductancias o bobinas en las cuales la alteración de la magnitud es equivalente al voltaje, siendo su comportamiento contrario al de los condensadores. Su uso es menos recurrente en circuitos de grado inicial, sin embargo, son elementos ampliamente empleados para filtrado, cambios de tensión y construcción de circuitos osciladores, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i6 |
| ***Diodos***  Componente electrónico que presenta una resistencia muy superior al paso de la electricidad en un sentido que en el otro. | | **Imagen:** 839317\_i7 |
| ***Diodos rectificadores***  Son diodos de baja velocidad que cuentan con altos valores de intensidad. Usualmente son utilizados en aplicaciones de potencia como conversores AC-DC, rectificadores, o diodos de *flyback* para proteger la electrónica de cargas inductivas. No están indicados para aplicaciones superiores a 10 Khz y tienen una caída de tensión de 0.7V*,* (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i8 |
| ***Diodos tipo zener***  Es un diodo de silicio diseñado para trabajar en zona inversa. Su principal función es, al polarizarse de forma inversa, imponer una tensión constante y casi invariante a variaciones de carga o temperatura. Son parte fundamental de reguladores de tensión, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i9 |
| ***Diodos Schottky***  Diodos que sustituyen la unión de semiconductores P-N por una unión semiconductor metal. Su función principal es proporcionar una velocidad de conmutación rápida, y una menor caída de tensión. Como desventaja, tienen una menor capacidad de conducción de corriente, y soportan menores tensiones en inverso. (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i10 |
| ***Led***  Se conoce también como diodo emisor de luz (*Light Emitting Diode*), es un diodo en que el cambio de estado de los electrones se emplea para emitir luz. Los hay de distintos tamaños y colores, y están determinados por la caída de tensión para la que han sido diseñados, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i11 |
| ***Varistor***  Un varistor (*variable resistor*) es un elemento electrónico cuya resistencia se reduce una vez se incrementa el voltaje que se le aplica. Generalmente son empleados como limitadores de picos de tensión. Su confiabilidad se ve reducida ya que tienden a degradarse, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i12 |
| **Cristales**  Los cristales o resonadores sirven para producir frecuencias, que después se emplean en los demás de dispositivos como procesadores. Se encuentran entre 3.2 MHz y 400 MHz, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i13 |
| **Transistores**  Se usan principalmente como amplificadores o interruptores eléctricos. | | **Imagen:** 839317\_i14 |
| **Transistores BJT**  Entre los transistores NPN, los de uso más frecuente son el 2N3904 para una tensión de 40V y 0.2A, y el 2N2222 para 40V y hasta 1A. En formato PNP están los equivalentes 2N3906 de 40V y 0.2A, el 2N2905/2N2907 para 40V y 0.6A, así como el BC807, para 45V y 0.5ª, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i15 |
| **Transistore*s Mosfet***  Para el canal -N es ampliamente utilizado el AO3402 A29T, para 30V y hasta 4A. Para el canal- P se utiliza el AO3401 A19T para 30V y hasta 4.2ª, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i16 |
| **Reguladores de voltaje**  Se utilizan para establecer una tensión constante, normalmente son usados para alimentar un dispositivo, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i17 |
| **Amplificadores operacionales**  Son de gran utilidad, ya que sirven para comparar tensiones, también pueden emplearse en amplificadores, sumadores, integradores, entre otros, (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i18 |
| **Optoacoplador**  Empleado para conectar dos piezas electrónicas manteniendo el aislamiento galvánico entre ellas y transmitiendo la información a través de luz. | | **Imagen:** 839317\_i19 |
| **Fusibles**  Son elementos de protección para los dispositivos, producen una ruptura cuando pasa una corriente no apta para estos. | | **Imagen:** 839317\_i20 |
| **Micro interruptores**  Algunos son de enclavamiento (Interruptores) y otros de acción temporal (Pulsadores), se pueden encontrar abiertos o cerrado,. (Llamas, 2020). | | **Imagen:** 839317\_i21 |

**Técnicas de ensamble**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Según (Jordana, 2018): “el diseño de PCBs cuenta con un área en constante desarrollo debido a que cada día los elementos son más pequeños, con mayor cantidad de pines y con frecuencias de reloj más altas.” Por ello, es necesario tener un plan que cuente con la implementación de dispositivos y tecnologías cómo FPGAs, DSPs, sensores digitales, entre otros elementos que se requieren para conocer bien cuáles son las técnicas implementadas, además del funcionamiento de los programas de diseño.  Para ello se define el proceso adecuado para el desarrollo de las PCB’s. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Pestañas o tabs verticales |
| **Introducción** | A continuación, se presentan los elementos que deben ser considerados en las técnicas de ensamble: |
| **Imagen:** 839317\_i22 | |
| **Diseño** | En el Manual OrCAD Layout (s.f), se afirma que: “en la actualidad el método de diseño se hace por medio de herramientas CAD idóneas a este objetivo. Las herramientas CAD (Diseño Asistido por PC, de sus siglas en inglés *Computer Aided Design*) se asocian con el dibujo” este método facilita en gran medida la elaboración del circuito impreso ya que modela y simula su funcionamiento. El diseño CAD es empleado mayormente en dibujo, y cuenta con herramientas útiles que mejoran el rendimiento y evitan que durante el montaje físico haya inconvenientes en su rendimiento. Algunos de los programas para el diseño más usados mundialmente son: ALTIUM, Designspark, EAGLE, KICAD, entre otros.  También es necesario tener en cuenta los dos tipos de diseño que intervienen: Diseño esquemático y Diseño Layout (*Board*). |
| **Disposición de elementos** | Esta etapa se inicia con el cálculo de su tamaño máximo para que la disposición de los elementos cuente con exactitud en la PCB, luego es necesario ubicar los componentes, inicialmente los de entrada/salida, de acuerdo al diseño que se haya realizado anteriormente, para finalmente agruparlos por bloques lógicos con el fin de reducir las trazas de conexión para que las pistas sean más cortas y de esta manera se reduzcan los efectos resistivos que afecten el funcionamiento, (Bravo, 2018) |

**Placas**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Video motion | | | |
| **NOTA** | **La totalidad del texto locutado para el video no debe superar las 500 palabras aproximadamente** | | | |
| **Título** | Placas | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración** | **Texto** |
|  |  | Música de fondo | Las placas se clasifican según el uso que se le dará al dispositivo, éstas varían de acuerdo a sus componentes, aplicabilidad y complejidad; según los componentes usados y la precisión que requiere su desarrollo para diferentes fines, las placas se pueden denominar de aplicación de alta frecuencia, que requieren de una gran exactitud en su elaboración y son empleadas normalmente en ámbitos aeroespaciales o de uso militar; o de baja frecuencia, para aplicaciones más sencillas. Esta clasificación se realiza conforme a las capas de interconexión de los elementos que intervienen y la presencia o no de agujeros metalizados (Vías). | Clasificación de las placas  Componentes |
|  |  | Música de fondo | ***Single-sided printed circuit boards* (PCB de una cara)**  En el artículo ‘Descripción, fabricación y montaje de una CPB' Joaquim Bravo indica que “En las PCBs de una sola capa, la interconexión de elementos se hace en una sola cara del substrato, la cara de soldadura (*solder side*). Los componentes se colocan en la otra cara del substrato.”  Su uso es para implementaciones simples que requieran de bajo costo de fabricación. El método utilizado en su elaboración es el de 'impresión y grabar' o mediante el uso de un troquel que lleva una imagen del patrón de cableado. |  |
|  |  | Música de fondo | ***Double-sided Printed Circuit Boards* (PCB de dos caras)**  Bravo Jornada sostiene que “en las PCBs de dos capas, la interconexión de elementos se hace en las dos caras del sustrato. En una se emplea la soldadura y en la otra sus componentes. Se utiliza principalmente en circuitos de mayor densidad de componentes y pistas”. |  |
|  |  | Música de fondo | ***Multi-layer PCB* (PCB multicapa, más de dos capas de interconexión)**  Los circuitos actuales han aumentado drásticamente la densidad de empaquetado, así como el número de líneas de interconexión a causa del enorme número de pines in/out de muchos chips. Debido a diferentes factores que pueden afectar la placa de circuito impreso, surge la necesidad de tener más dos capas de interconexión. Por ello, Bravo Jordana indica que las PCB multicapa “son láminas de substrato más finas junto con capas de material aislante prensadas entre sí para formar la PCB final, desarrollo que ha facilitado la reducción del tamaño, peso y volumen de los sistemas”. |  |
|  |  | Música de fondo | **PCBs flexibles**  La utilización de substratos como el poliéster o poliamida están dando lugar a una nueva innovación en el mundo de las PCBs, ya que logran dar flexibilidad a la placa de circuito impreso, sustituyendo cables de conexión y conectores que hacen que la placa sea inevitablemente más robusta. Según Bravo Jordana: “La tecnología *flex printed circuits* (FPC) en la que los circuitos están impresos en materiales flexibles se adapta a un menor volumen para implementar dispositivos más compactos.” |  |
| **Nombre del archivo** | 839317\_v2 | | |  |

**Serigrafía**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| La serigrafía es la técnica que permite depositar la pasta para soldar en los puntos donde se posicionan los componentes, los dos tipos de serigrafía más usados son: |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Pestañas o tabs Verticales |
| **Introducción** | A continuación, se presentan las técnicas empleadas en la serigrafía: |
| **Imagen:** 839317\_i23 | |
| **Impresión serigráfica** | ***Impresión serigráfica***  Según (Contaval, 2016) “Esta técnica utiliza tintas especiales resistentes al grabado para marcar el patrón en la capa de cobre. La pintura se puede aplicar con plantillas o con un plotter específico para PCB’s.” y requiere que al finalizar la pieza sea limpiada con productos químicos para eliminar el cobre sobrante. |
| **Fotograbado** | ***Fotograbado***  Se utiliza luz ultravioleta (UV) para transferir el patrón a la placa por medio de la transparencia en negativo. Las placas deben ser fotosensibles, y requieren de una capa de cobre cubierta con una resina fotosensible, para que se transfiera la transparencia del patrón. En las zonas en las que la transparencia deja pasar la luz UV, la resina reacciona a ella, (Jordana, 2018) |

**Otros elementos de la tarjeta de circuito**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Como se ha mencionado, las tarjetas de circuito se componen de diferentes elementos que en conjunto le permiten realizar el trabajo para el que han sido diseñadas, entre ellos, se encuentran: componentes electrónicos, técnicas de ensamble, placas, máscara de soldado, serigrafía, pads y pistas, encapsulados, patrones de circuito, documentación de diseño y polaridad de componentes. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 1 |
| **Introducción** | A continuación, se presenta el concepto de pads y pistas, encapsulados, patrones de circuito, documentación de diseño y polaridad de componentes. |
| **Imagen:** 839317\_i24 | |
| **Pads y pistas**  En el blog de herramientas tecnológicas profesionales ‘HETPRO’ (Torres, 2015) indica que:  “La separación mínima entre pistas depende de la tensión que estas soportan. Por ello es necesario tener en cuenta que para tensiones de trabajo digitales (5V-10V) una separación mínima de 0,3mm es suficiente. Además, en el trazado de las pistas es importante evitar ángulos de 90º y no se deben pasar pistas entre dos terminales de componentes activos”.  Cuando dos o más pistas discurren paralelas debe mantenerse la distancia de separación mínima. Es recomendable utilizar softwares para determinar y calcular las dimensiones de pistas a usar según parámetros solicitados; ya que estas dimensiones, mal diseñadas, podrían incrementar el valor de una resistencia no deseada, causar problemas por caídas de tensión o servir de fusible al limitar el paso de corriente. Todo material conductor presenta una resistividad propia y según las dimensiones del mismo, tendremos una resistencia eléctrica, (Bravo, 2018) | |
| **Encapsulados**  La función del encapsulado es proteger los componentes a través de la aplicación de un polímero orgánico que proporciona aislamiento, salvaguardando los componentes de factores externos como temperaturas extremadamente altas, exceso de humedad o frío, baja resistencia de aislamiento o corrosión del conductor. Según (Díaz, 2021): “La encapsulación se da por medio de una resina que proporciona una fuerte protección a golpes físicos o productos químicos que puedan dañar los componentes y a su vez mejora su rendimiento eléctrico”.  ***¿Cómo se realiza el encapsulado?***  Para el blog de electrónica Moko technology (2021): “Se coloca la placa de circuito impreso en un recipiente abierto, conocido también como olla abierta, donde se deposita el líquido que contiene un compuesto que acelera el proceso de endurecimiento y que al momento de solidificarse juega un papel protector.” Esto permite determinar de qué forma proteger la placa de los componentes que tiene el líquido vertido, pueden ser con un recubrimiento de uretano, para mejorar la protección frente a los productos químicos o mediante epoxi y silicona para proteger la placa de altas temperaturas. | |
| **Patrones de circuito**  Al momento verificar el circuito se deben tener en cuenta sus patrones y la disposición de las bobinas y transformadores que debe tener una orientación perpendicular con el fin de evitar las influencias magnéticas sobre otros circuitos; ya que, en un solenoide, el campo magnético se concentra sobre su eje axial. Para los circuitos de alta frecuencia, es recomendable que las curvas de las pistas no superen un ángulo de 45°, ya que podría producirse una autoinducción sobre la misma, deformando su señal. Para evitar las interferencias electromagnéticas (EMI) y brindar protección eléctrica, se deben separar los planos de tierra analógico y digital o utilizar acoplamientos (transformador, opto acopladores, aisladores de radio frecuencia, etc). Además, para circuitos susceptibles, se debe dejar espacio para fijar las jaulas de Faraday, (Bravo, 2018) | |
| **Documentación de diseño**  En la parte de documentación se puede visualizar el uso del formato de archivo Gerber, el cual fue desarrollado por Gerber Systems Corporation, empresa fundada por Joseph Gerber. Es un formato de archivo estándar de la industria electrónica utilizado para comunicar información de diseño a la fabricación de muchos tipos de placas de circuito impreso y es considerado un componente central en la cadena de suministro de fabricación electrónica. El formato Gerber contiene la información necesaria para la fabricación de las PCB, sus ficheros se componen tanto de las dimensiones de la placa, las pistas existentes y los pads de los componentes en la PCB, como de la información geométrica, las trazas sobre el cobre y los agujeros, (Bravo, 2018). | |
| **Polaridad de componentes**  Se debe prestar particular atención a los elementos de polaridad a lo largo del proceso de procesamiento de PCB, pues un error en este sentido puede causar accidentes que representan el fracaso de todo el proceso. Para ello es importante entender el concepto de polaridad, refiriéndose a que el positivo y el negativo o el primer pin del componente, y el positivo y el negativo o el primer pin del PCB están en la misma dirección. Si la dirección del componente y la placa PCB no coinciden, se denomina falla inversa, (PCB Future, 2021). | |

**1.2. Tratamiento térmico**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Una de las mayores preocupaciones de los diseñadores de PCB’s es la generación de calor que produce el circuito impreso y cómo abordar su disipación, este aspecto es fundamental, ya que la implementación de las placas con mayor rendimiento en superficies cada vez más pequeñas hace que los componentes queden más cerca unos de otros y las pistas sean cada vez más reducidas, produciendo un incremento de calor en los componentes y generando fallas en el dispositivo. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | | Pestañas o tabs Verticales |
| **Introducción** | | Los efectos de la temperatura son factores determinantes en el tratamiento térmico, a continuación, podrá identificar en qué consiste cada uno de ellos: |
| **Imagen:** 839317\_i25 | | |
| **Efectos del calor** | **Efectos del calor** Para la Revista española de electrónica, (Revista española de electrónica 2017):  “Las altas temperaturas por pérdidas resistivas que pueden ampliarse en entornos difíciles, afectan las propiedades eléctricas, como la impedancia, y provocan un comportamiento impredecible en el circuito. Las distintas tasas de expansión térmica de los componentes y la PCB generarán tensiones de tracción y de corte y, en el caso del ciclo térmico, fatiga, fragilidad y fallos”.  Si no se toma en cuenta la seguridad de los componentes, las temperaturas pueden ser tan altas en los sustratos, que pueden llegar a dañarse por completo, fundiéndose o incluso quemándose, además puede comprometer la integridad de las soldaduras o de las propias capas de la placa, debido a la expansión y contracción sus materiales. | |
| **Niveles de temperatura** | **Niveles de temperatura - técnicas de reflujo** El proceso de reflujo se visualiza en etapas antes de su implementación, y consiste en la aplicación de pasta de soldadura en la tarjeta impresa una vez se depositan los componentes electrónicos para luego introducir la placa a un horno de reflujo que realiza el proceso de calentamiento con una temperatura determinada, suficiente para adherir los componentes a la placa de circuito. Para ello, es importante que la soldadura sea de la calidad requerida, y que cada uno de los puntos (fijaciones) sean consistentes para lograr un buen acabado. | |

**Etapas en el proceso de reflujo**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Infografía estática |
| **Texto introductorio** | La información que se presenta a continuación, le permitirá identificar las etapas del proceso de reflujo en el marco de los niveles de temperatura. |
| **Figura 2**  *Etapas en el proceso de reflujo* | |
| **Código de la imagen** | **Imagen:** 839317\_i26 |

**Enfriamiento de tarjetas de circuito impreso**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Según (Olmos, 2005): “En la etapa de enfriamiento el proceso debe ser lento para evitar cambios abruptos en la pasta de soldadura ya que si la misma está líquida puede causar una estructura granulada que conlleva a tener puntos débiles en el montaje. La tasa de enfriamiento requiere ser controlada entre 1 y 2 grados centígrados por segundo.”  **Conducción y convección**  Para la empresa Proto Electronics, (Proto-Electronics.Com, 2019):  “Una elevada temperatura de la PCB puede gestionarse extrayendo el calor producido y transfiriéndolo a otras zonas de la misma. Si el componente caliente está montado en la parte superior del PCB y tiene una superficie lo suficientemente amplia, puede instalarse un disipador térmico que extraiga el calor primero por conducción y luego por convección”.  Esta técnica es usada con regularidad por los diseñadores y consiste en insertar una gran cantidad de vías térmicas en la PCB para transferir el calor desde el componente caliente hasta una capa de cobre situada en la parte superior desde donde puede transferirse posteriormente a un disipador térmico adecuado. |

**Condensación e inmersión**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| D. Gudeczauskas, G. Milad, (1997) nos dice que:  “los métodos de revestimiento o de acabado de la superficie más utilizados para proteger las PCB son la plata de inmersión (IAg), estaño de inmersión (ISn), revestimiento de oro de inmersión de níquel no electrolítico (ENIG) y oro de inmersión de paladio no electrolítico de níquel no electrolítico (ENEPIG). Estos métodos mejoran el rendimiento y la confiabilidad del cobre, ya que protegen los componentes de la corrosión y la oxidación superficial de esta sustancia”.    Asimismo es indispensable conocer los componentes de la soldadura, ya que existen regulaciones internacionales que establecen su correcta utilización. En el simposio internacional sobre microelectrónica, (Tdgk2005, 2008) se destacó que “ahora se utilizan nuevos compuestos de soldadura para lograr el cumplimiento de la directiva RoHS en la UE que restringe el uso de plomo. Uno de estos compuestos sin plomo es el SN100CL, que contiene 99,3% de estaño, 0,7% de cobre, 0,05% de níquel y un valor nominal de 60 ppm de germanio”. |

**Instrumentos de medición térmica**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Se han desarrollado métodos para identificar y medir los puntos conflictivos en las placas de circuitos impresos. Los métodos principales de medida del calor se dividen en dos grupos: con y sin contacto. La medición con contacto requiere el uso de sondas o el montaje de termopares. Las propias sondas pueden afectar la lectura de la temperatura, ya que a menudo tienen una masa térmica mayor que los componentes que comprueban, por lo que la lectura es inexacta. Cuando se utilizan sondas para comprobar componentes con una masa térmica reducida, contribuyen a disipar el calor, (Proto-Electronics.Com, 2019)  **Figura 3**  *Las mediciones de las temperaturas de funcionamiento y las simulaciones térmicas*    ***Nota****:* Adaptado de *Distribución de calor en PCB: uso de imágenes termográficas para obtener resultados más precisos*, Electronica, 2017 <https://www.redeweb.com/articulos/distribucion-de-calor-en-pcb/?cn-reloaded=>  **Imagen**: 839317\_i28  Las cámaras de infrarrojos ofrecen ventajas importantes respecto a las técnicas de medida por contacto tradicionales. Las imágenes termográficas de infrarrojos son las únicas con las que se obtienen datos fiables en condiciones de funcionamiento normales. Estas pueden influir significativamente en la producción de placas de circuitos impresos, tanto en el diseño como en las pruebas de producción. (Proto-Electronics.Com, 2019)  **Figura 4**  *Imágenes térmicas de la PCB*    **Nota:** Adaptado deDistribución de calor en PCB. <https://www.redeweb.com/articulos/distribucion-de-calor-en-pcb/?cn-reloaded=1). 2017>.  **Imagen**: 839317\_i29 |

**1.3. Normativa técnica**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Para entender la importancia de una norma aplicada al diseño, ensamble y documentación de tarjetas electrónicas lo invitamos a leer el documento “Normativa técnica”. Para acceder al documento haga clic aquí. |

1. **Ensamble y documentación de componentes sobre tarjetas electrónicas de acuerdo a procedimientos y normativas**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Estos procesos se basan en la normatividad recomendada IPC-J-STD-075-spanish: clasificación de componentes electrónicos no-ic para procesos de ensamble:  Esta norma proporciona métodos de ensayo para clasificar las limitaciones del proceso térmico en el peor de los casos para los componentes electrónicos. La clasificación se refiere a los perfiles de soldadura por ola y por reflujo habituales en la industria, incluido el procesamiento sin plomo, (IPC Build Electronics Better, 2008). |

**2.1. Equipos de ensamble electrónico**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Los equipos actuales para el ensamblaje electrónico son verdaderos laboratorios tecnológicos en líneas de producción de tarjetas PCB, existen diferentes proveedores y marcas, minimizando los tiempos de fabricación con altos volúmenes de producción y supliendo las necesidades del mercado más rápidamente. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Tarjetas Animadas |
| **Introducción** | A continuación, se describen las fases principales de un laboratorio: |
| **Imagen**: 839317\_i30 | **Trazador de placas de circuitos**  El trazador de placas de circuitos es aquel que realiza la placa con perforaciones de orificios y las pistas necesarias por medio de un sistema de fresado que ayuda a la separación final de las placas, obteniendo una muy alta calidad. Este método se puede realizar por arranque de material o por medio de láser, obteniendo resultados similares. |
| **Imagen**: 839317\_i31 | **Soldadura de placas**  Las placas pueden ser soldadas posteriormente para continuar con el ensamble, ubicando los componentes necesarios y aplicando luego una pasta de soldadura por medio de una impresión acompañada de una interfaz de usuario que indica paso a paso el procedimiento. Esta técnica se apoya en una cámara que permite visualizar el proceso e inspeccionar la correcta aplicación de soldadura, terminando el proceso con un tratamiento en un horno de reflujo. Todo el procedimiento está soportado por un software que integra cada una de las etapas y da la posibilidad de obtener procesos estandarizados y precisos. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 2 |
| **Introducción** | Ahora lo invitamos a conocer algunas de las técnicas, características, métodos de uso y configuraciones de equipos de ensamble electrónicos. |
| **Imagen:** 839317\_i32 | |
| **Técnicas y sistemas de microscopias**  El microscopio se usa para diferentes aplicaciones en la electrónica. En el control de calidad se usan microscopios digitales de instalación fija que ofrecen al usuario más posibilidades de orientación, lo cual le permite comprobar cada segmento de la placa individualmente, se recomienda verlo a través de una pantalla. Esta técnica permite la comprobación de cortocircuitos o alguna línea cortada comparando un patrón de contornos y la continuidad en orificios, evitando los usuales contactos en las soldaduras con los pines y pistas contiguas.  En soldaduras frías suele ser muy útil, dado que no se establecen contactos entre los pines de conexión y las partes. Cabe aclarar que los microscopios se utilizan en el ensamblaje de PCB, pero también en el mantenimiento de las mismas. | |
| **Características de los accesorios**   * Los accesorios presentan características dependiendo de sus usos, algunos son de corte (láser o por arranque de material), de unión (soldaduras) o de recubrimiento (capas de materiales). * Los accesorios de corte, tienen características con filo y diferentes formas, dependiendo si es de perforado o de fresado. * Los de unión, tienen presencia de temperaturas altas y suelen ser peligrosos para los usuarios si no se tiene la protección necesaria. * Los de recubrimiento, son aquellos que dan acabados finales y protecciones especiales a los componentes. | |
| **Métodos de uso**  Los equipos actuales requieren de un conocimiento técnico y de herramientas ofimáticas por parte del usuario, son operados por medio de manuales y fichas, las cuales deben ser difundidas con anterioridad. Se requiere de habilidad para el montaje y desmonte de piezas y partes en los equipos, además de interpretación de planos eléctricos. Los equipos pueden ser operados de forma manual o automática, reconociendo que en ambos casos se requiere de la intervención humana y reconociendo los principios de funcionamiento y sistemas propios de cada equipo. | |
| **Accionamiento y configuración**  Cada equipo requiere un accionamiento y configuración específico, siempre se debe apoyar el uso en las recomendaciones de los fabricantes, siguiendo los procedimientos que se sugieren en la empresa, esto depende de los equipos que se tengan para realizar las intervenciones, pero siempre se tiene que preservar la seguridad tanto de los usuarios como de los equipos, sabiendo que se operan con conexiones especiales y que pueden ocasionar lesiones. | |

**2.2. Riesgo en ensamble electrónico**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| La electricidad es la principal fuente de energía de los dispositivos eléctricos y electrónicos, la cual es de difícil detección y puede ocasionar accidentes considerables a las personas o a la infraestructura, tales como incendios, quemaduras, caídas a diferentes niveles, golpes y choques eléctricos.  Aunque este tipo de accidentes no suelen presentarse con frecuencia, cuando ocurren revisten un alto grado de afectación al organismo con consecuencias graves que pueden significar hasta la pérdida de la vida. La gravedad del daño depende de diferentes factores asociados a las tensiones que manejan los aparatos y al tipo de cuidado que se debe tener para evitar los accidentes, aunque no existe ninguna medida que evite la presencia de los riesgos. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Infografía interactiva Punto caliente | |
| **Texto introductorio** | A continuación, se presentan los riesgos en ensamble electrónico. | |
| **Figura 5**  *Riesgo en ensamble electrónico* | | |
| **Código de la imagen** | 839317\_i33 | |
| **Punto caliente 1** | **Concepto**  Los riesgos están relacionados con las situaciones que pueden ocasionar o poner en peligro la integridad de las personas, en electrónica no se es ajeno a esta situación dado que se puede trabajar con altas temperaturas, exposición a vapores o humos, contacto con elementos cortopunzantes, agentes químicos y tensiones eléctricas. |  |
| **Punto caliente 2** | **Descargas electrostáticas**  Son aquellas descargas de electricidad estática hacía la tierra, en ellas se evidencia la transferencia de cargas electrostáticas entre dos cuerpos con diferentes potenciales, produciendo una transferencia que puede ser por un contacto directo. Esto ocurre cuando una persona toca un objeto cuyo potencial eléctrico es menor y se pasa una corriente. Es necesario realizar descargas electrostáticas en los equipos para evitar daños, además de utilizar las pulseras destinadas para este fin, así como el uso de superficies que eviten este tipo de descargas. |  |
| **Punto caliente 3** | **Sobrecargas eléctricas**  Primero es necesario entender que la sobrecarga eléctrica es un exceso de energía en una corriente a través de un circuito, se puede producir al conectar demasiados dispositivos a una misma instalación, sobrecargándola y propiciando fallas. |  |
| **Punto caliente 4** | **Prevención de descargas y sobrecargas**  Para evitar este tipo de daños, se recomienda utilizar el 80% de la capacidad instalada de la red, para no sobrecargarla, sin dejar de lado las normas para la instalación y construcción de los circuitos eléctricos. Si se desconoce el diseño y construcción de la instalación, es importante evitar realizar demasiadas conexiones en un mismo punto. |  |
| **Punto caliente 5** | **Mantenimiento de accesorios**  No es suficiente tener un plan de mantenimiento en la empresa, se requiere mantener los accesorios en buen estado para poder implementarlo de forma eficiente. Para ello tendremos en cuenta las siguientes claves:   * **Limpieza de las piezas:** al mantener las piezas limpias se evitan cortos, deterioro y malos contactos, evitando la acumulación de polvo y partículas. Se recomienda programar una limpieza periódica, puede ser semanal, realizar una higienización, de ser posible diaria, para evitar deterioro y ayudar en la seguridad para evitar el contagio de virus. * **Desarrollar un sistema centralizado y confiable:** es necesario no solo para los equipos sino para los accesorios, tener en cuenta las fechas de vencimiento, condiciones ambientales de almacenamiento, rotación por demanda, limpieza de zonas, entre muchos otros factores, llevando un control detallado que ayude a proporcionar alertas para una rotación adecuada. Las herramientas también son incluidas en este sistema, para inspeccionarlas y darles un mantenimiento adecuado. * **Indicaciones de los fabricantes:** es importante seguir las indicaciones de los fabricantes para hacer un correcto uso y alargar la vida útil de los accesorios, dado que cada uno puede tener un uso específico, en caso de alguna duda es necesario consultar los manuales, fichas e información proporcionada por estos. * **Conseguir un proveedor de confianza:** la confiabilidad de un proveedor ayuda a la consulta de información relevante para el mantenimiento de los accesorios, se recomienda apoyarse en estos por su experiencia, diligencia y veracidad de la información, así como en el correcto y rápido aprovisionamiento de los accesorios. * **Servicio técnico:** es un aspecto relevante para brindar apoyo y confianza en caso de requerir insumos, repuestos, equipos, etc. La rápida respuesta de este servicio facilita las labores de la organización. |  |
| **Punto caliente 6** | **Compatibilidad electromagnética**  Es la capacidad que presenta un equipo o un sistema para no causar interferencias electromagnéticas a otros y funcionar correctamente a su vez ante las perturbaciones que pueden presentarse en su entorno. Se resume en dos conceptos básicos:   * EMI: *Electromagnetic Interference* (Emisiones) * EMS: *ElectroMagnetic Susceptibility* (Inmunidad)   La importancia de la compatibilidad electromagnética se evidencia en el aumento de equipos electrónicos en ambientes hogareños e industriales, los cuales son cada vez más grandes y complejos en su operación y funcionamiento. También se presentan nuevas frecuencias de trabajo y aumento en las telecomunicaciones. |  |

**2.3. Soldadura en electrónica**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Es un proceso en el cual se unen dos o más piezas, fundiendo un material que aporta alguna sustancia igual o parecida a ellos. En electrónica se utilizan las soldaduras blandas, las cuales funden a menos de 200°C, encontrando la soldadura de estaño como la principal utilizada en este tipo de ensambles, (IPC Build Electronics Better, 2010). |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 1 |
| **Introducción** | A continuación, se presentan algunas de las normas a tener en cuenta para la soldadura en electrónica: |
| **Imagen:** 839317\_i34 | |
| **IPC-J-STD-001H: Requisitos para ensambles eléctricos y electrónicos soldados**  IPC-J-STD-001H es reconocido mundialmente por sus criterios sobre procesos y materiales de soldadura. Actualizado con participantes de 27 países que proporcionan información y experiencia, la norma IPC-J-STD-001H trae los últimos criterios a la industria, incluyendo pautas sobre el uso de rayos X para inspeccionar condiciones de soldadura en orificios con soporte que no son visibles bajo ningún otro medio. Es imprescindible para aquellos en la industria electrónica con un interés en el proceso y los criterios de aceptación para ensambles eléctricos y electrónicos. (IPC Build Electronics Better, 2020) | |
| **IPC-J-STD-001HS: Suplemento del IPC J-STD-001H Requisitos para ensambles eléctricos y electrónicos soldados para aplicaciones espaciales y militares de dispositivos Electrónicos**  Esta norma establece los requisitos del proceso y los criterios de aceptación de los conjuntos electrónicos, (IPC Build Electronics Better, 2021) | |
| **Norma IPC-J-STD-001G-AM1: J-STD-001G-AM1-SP**  Provee requisitos para materiales de soldadura y procesos para ensambles, establece los requisitos del proceso y los criterios de aceptación de los conjuntos electrónicos, (IPC Build Electronics Better, 2010) | |

**Alineación y aceleradores**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Los mejores hilos de estaño más utilizados para realizar soldaduras son los eutécticos, en los que el punto de fusión es inferior al de los materiales que componen la aleación. Existen otras alternativas y aleaciones, cambiando las temperaturas de fusión de acuerdo a estos, (Vuelapluma S.L., 2007). |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Carrusel de tarjetas | |
| **Introducción** | A continuación, se presentan algunos de los componentes de los materiales de aleación y los aceleradores. | |
| **Imagen:** 839317\_i35 | | |
| **Estaño SnPB 60/40**  Se compone de 60% de estaño y 40% de plomo, con un punto de fusión de 183°C. | | **Imagen:** 839317\_i36 |
| **Estaño SAC305**  Se compone de 96.5% de estaño, 3% de plata y un 0.5 de cobre, con un punto de fusión de 220°C. | | **Imagen:** 839317\_i37 |
| **Estaño SnPbAg**  Se compone de 62% de estaño, 36% de plomo y 2% de plata, con un punto de fusión de 190°C. | | **Imagen:** 839317\_i38 |

**Métodos de uso**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Los métodos de uso se basan en la práctica y la experiencia de la persona que va a realizar el proceso de soldado, se recomienda tener en cuenta algunas consideraciones, en lo que se refiere a los materiales empleados. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Rutas / pasos. Verticales 1 |
| **Introducción** | A continuación, encontrará las recomendaciones de uso: |
| **Imagen:** 839317\_i39 | |
| **Botón 1** | **Estaño SnPB 60/40**  Es el más utilizado en soldaduras electrónicas, pero contiene plomo, el cual es contaminante y tiende dejar de usarse cada vez más. |
| **Botón 2** | **Estaño SAC305**  Es la soldadura que mejor calidad brinda, lo que requiere calentar los componentes con relación a la soldadura anterior. |
| **Botón 3** | **Estaño SnPbAg**  Es una alternativa intermedia entre las soldaduras anteriores. |

**Mantenimiento de herramientas**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Para las herramientas se requiere de cuidado y buen uso, buscando alargar la vida útil de los equipos. Para ello se dan algunas recomendaciones generales. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Rutas / Pasos. Verticales 2 | |
| **Introducción** | A continuación, se presentan las recomendaciones y cuidados que se deberán tener con las herramientas de trabajo: | |
| **1** | **Puntas soldadores**  Trabajar las puntas de los soldadores a las temperaturas más bajas posibles. | Imagen: 839317\_i40 |
| **2** | **Posición del soldador**  Colocar el soldador en la posición recomendada y en una base adecuada, evitando accidentes, también permitir que el equipo descanse de forma adecuada. | Imagen: 839317\_i41 |
| **3** | **Limpieza**  Limpiar constantemente la punta del soldador con una esponja húmeda. | Imagen: 839317\_i42 |
| **4** | **Almacenamiento soldadores**  No almacenar los soldadores calientes, pueden ocasionar daños en los cables de conexión o conflagraciones por temperatura. | Imagen: 839317\_i43 |
| **5** | **Disposición del material**  Evitar el exceso de material de soldadura y dejar los soldadores sobre los componentes electrónicos. | Imagen: 839317\_i44 |

**Accesorios, dispositivos, soldabilidad, retiro y limpieza de excesos**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| **Introducción** | Para la soldadura se requiere de accesorios, herramientas y dispositivos que faciliten el proceso, a continuación, se presentan algunos de ellos: | |
| **Accesorios y dispositivos**  Para realizar la soldadura manual en electrónica, se utiliza el soldador tipo lapicero con su base, denominado de este modo por su forma similar de utilizarse en la mano, es conocido comúnmente como cautín. Para lograr una mejor soldadura se recomienda utilizar las bases con lupas, soportes, tapetes, etc.  Las estaciones de soldadura dan la oportunidad de realizar trabajos automatizados y con una mayor precisión, porque utilizan tecnología y equipos especializados con técnicas que ayudan a la fabricación de las placas de los circuitos. Para esto se requiere de personal capacitado que opere correctamente los equipos. | | **Imagen:** 839317\_i45 |
| **Soldabilidad**  Es una capacidad que tienen los materiales para ser unidos entre sí, utilizando soldaduras y las técnicas necesarias para ello, conociendo las propiedades y las características para evitar daños en los elementos.  Es importante saber que los materiales unidos deben de procurar una continuidad eléctrica entre los metales que se van a unir, para que funcionen los circuitos ensamblados. | | **Imagen:** 839317\_i46 |
| **Retiro y limpieza de excesos**  Para realizar el retiro de los excesos se utiliza un desoldador, el cual se aplica para fundir el estaño y se retira por medio de aspirado, es posible que este proceso se deba realizar varias veces para evitar los excesos de material en zonas muy pequeñas. | | **Imagen:** 839317\_i47 |

**2.4. Sistemas de información**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Un sistema de información es donde se pueden consignar todos los documentos de un mismo proceso sin limitar ninguno de los archivos que puedan existir en este. Tiene la característica de compilar archivos tanto de forma física como digital según la necesidad de la organización, clasificándolos en centralizados, descentralizados y mixtos. Cada organización cuenta con su nomenclatura propia para la codificación de los archivos. Lo invitamos a aprender y profundizar en este tema, realizando la lectura del documento ‘Sistemas de Información’. |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| **¡Excelente!** Ha finalizado el estudio de este componente formativo a través del cual ha aprendido sobre el diseño, ensamble y documentación de tarjetas electrónicas. Ahora lo invitamos a estudiar la síntesis, donde podrá recordar de forma general los saberes que se han desarrollado; y a realizar la actividad de aprendizaje para poner a prueba lo aprendido, así como a consultar el material complementario y el glosario que le servirán como refuerzo y profundización. |

**Síntesis**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Síntesis |
| Mantenimiento y ensamble de equipos electrónicos  Síntesis: Diseño, ensamble y documentación de tarjetas electrónicas. | |
| **Introducción** | El siguiente diagrama le permitirá reconocer los saberes desarrollados en este componente formativo. |
| **Figura 6**  *Tarjetas electrónicas*    Imagen:839317\_i48 | |

**Actividad didáctica**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Actividad didáctica. Opción múltiple | |
| La actividad didáctica que presentamos a continuación pone a prueba los conocimientos adquiridos con este componente formativo. Seleccione la opción correcta para cada pregunta. Es importante leer detenidamente cada enunciado. | | **Imagen 1:** 839317\_i49 |
| Las tarjetas de circuito impreso son placas o superficies donde se ensamblan y conectan los diversos componentes electrónicos por medio de pistas de cobre y se denominan: | | **imagen 2:** 839317\_i50 |
| CAD (Computer Aided Design) | | ISO (International Organization for Standardization) |
| CAM (Computer Aided Manufacturing) | | PCB (Printed Circuit Board). (correcta) |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  **¡Muy bien!** Ha seleccionado la respuesta es correcta.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, No se desanime!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar resolver nuevamente las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |
| La herramienta manual con la cual se realiza la soldadura se llama: | | **Imagen 3:** 839317\_i51 |
| Flautín | | Pinza |
| Destornillador | | Cautín (correcta) |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  Acertó con la respuesta. ¡Felicitaciones!, Excelente proceso.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, No se desanime!!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar resolver nuevamente las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |
| La norma genérica para el diseño de circuitos impresos es: | | **Imagen 4:** 839317\_i52 |
| 2221A | | 2223D |
| 2224 | | 2222B (correcta) |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  **¡Exacto!** La respuesta seleccionada es la correcta. Siga así.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, no se desanime!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar resolver nuevamente las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |
| El método de diseño actual para dibujo y diseño de PCB, se hace por medio de herramientas: | | **Imagen 5:** 839317\_i53 |
| PCB (Printed Circuit Board). | | CAM (Computer Aided Manufacturing) |
| CAD (Computer Aided Design) | | ISO (International Organization for Standardization) |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  **¡Felicitaciones, ha seleccionado la respuesta correcta!** Excelente proceso.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, No se desanime!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar resolver nuevamente las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |
| Las dos técnicas de serigrafía más usadas son: | | **Imagen 6:** 839317\_i54 |
| Fotocopiado y sinterizado | | Soldado y foto curado |
| Curado y sellado | | Impresión serigráfica y fotograbado |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  La respuesta es correcta, ¡Muy bien! Felicitaciones por este logro.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, No se desanime!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar resolver nuevamente las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |
| La principal energía utilizada en los dispositivos eléctricos y electrónicos es: | | **Imagen 7:** 839317\_i55 |
| Energía cinética | | Energía potencial |
| Energía eléctrica | | Energía eólica |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  ¡Felicitaciones, ha seleccionado la respuesta correcta! Siga así.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, No se desanime!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar resolver nuevamente las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |
| Los métodos principales de medida del calor se dividen en dos grupos: | | **Imagen 8:** 839317\_i56 |
| Con y sin soldadura | | Con y sin temperatura |
| Con y sin impacto | | Con y sin contacto |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  La respuesta es correcta, ¡Muy bien! Excelente proceso.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, No se desanime!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar resolver nuevamente las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |
| Las normas \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ son una herramienta guía de las mejores prácticas de diseño, fabricación, ensamble, inspección de circuitos impresos o PCB. | | **Imagen 9:** 839317\_i57 |
| Normas ICONTEC | | Normas ISO |
| Normas SAE | | Normas IPC |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  ¡Exacto! la respuesta seleccionada es la correcta, Felicitaciones por este logro.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, No se desanime!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar resolver nuevamente las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |
| Las etapas en el proceso de reflujo son: | | **Imagen 10:** 839317\_i58 |
| Calentamiento, procesado y reflujo. | | Precalentamiento y reflejo. |
| Procesamiento, enderezado y soldado. | | Precalentamiento, secado y reflujo. |
| **Retroalimentación.**  **Respuesta correcta**  ¡Felicitaciones, ha seleccionado la respuesta correcta! Siga así.  **Respuesta incorrecta**  **¡Vuelva a intentarlo, No se desanime!** Puede volver a revisar los temas vistos en este componente formativo e intentar nuevamente resolver las actividades propuestas. Ánimo, es posible lograr los objetivos propuestos. | | |

**Material complemetario**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tipo de recurso | Material complementario | | |
| Tema | Referencia APA del material | tipo | Enlace |
| Desarrollo y construcción de prototipos electrónicos. | Serna R. A., & García G. J. (2000). Desarrollo y construcción de prototipos electrónicos. Madrid: Paraninfo. | Libro. | [https://sena-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=sena\_aleph000034022&context=L&vid=SENA&lang=es\_ES&search\_scope=](https://sena-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=sena_aleph000034022&context=L&vid=SENA&lang=es_ES&search_scope=sena_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=sena_completo&query=any,contains,dise%C3%B1o%20de%20pcb&offset=10)**[sena](https://sena-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=sena_aleph000034022&context=L&vid=SENA&lang=es_ES&search_scope=sena_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=sena_completo&query=any,contains,dise%C3%B1o%20de%20pcb&offset=10)**[\_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=sena\_completo&query=any,contains,dise%C3%B1o%20de%20pcb&offset=10](https://sena-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=sena_aleph000034022&context=L&vid=SENA&lang=es_ES&search_scope=sena_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=sena_completo&query=any,contains,dise%C3%B1o%20de%20pcb&offset=10) |
| Descripción, fabricación y montaje de una PCB | Jordana, J. B. (2018). Descripción, fabricación y montaje de una PCB. d | Informe de investigación | <https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/151210/Memoria_EPSU0862.pdf?s> |
| Diseño de circuitos impresos con EAGLE | Lajara V. J, et al (2014). Diseño, *circuitos impresos con EAGLE* (Primera edición. Ed), | Libro. | <https://sena-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=sena_aleph000078453&context=L&vid=SENA&lang=es_ES&search_scope=sena_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=sena_completo&query=any,contains,dise%C3%B1o%20de%20pcb&offset=10> |
| IPC 2221B requisitos Parte1 [Tips para usar la Norma Genérica de diseño de PCB]. | [Aldelta Technologies](https://www.youtube.com/c/AldeltaTechnologies). (2021). *IPC 2221B requisitos Parte1 Tips para usar la Norma Genérica de diseño de PCB,* [Vídeo]. YouTube. | Video. | <https://www.youtube.com/watch?v=WKonehj93hk> |
| Tutorial: Diseño de PCB con Fritzing | [Andrés Argudo](https://www.youtube.com/channel/UCSYIsOnu5XtcvaNAqFBvB9Q). (2021).  *Diseño de PCB con Fritzing, [video], You Tube* | Video. | <https://www.youtube.com/watch?v=DamOAfvkFjo> |
| IPC-J-STD-075-Spanish: Clasificación de componentes electrónicos no-IC para procesos de ensamble | IPC Build Electronics Better. (01 de 09 de 2008). IPC-J-STD-075-Spanish: Clasificación de componentes electrónicos no-IC para procesos de ensamble. | Norma | <http://www.ipc.org/TOC/J-STD-075-SP-TOC.pdf> |
| IPC-1601A: Guía para el manejo y almacenamiento de tarjetas impresas | IPC Build Electronics Better. (01 de 06 de 2016). IPC-1601A: Guía para el manejo y almacenamiento de tarjetas impresas. | Norma | <http://www.ipc.org/TOC/ipc-1601A-SP-TOC.pdf> |
| IPC-2591: Intercambio en fábricas conectadas (CFX) | IPC Build Electronics Better. (01 de 03 de 2019). IPC-2591: Intercambio en fábricas conectadas (CFX). | Norma | <http://www.ipc.org/TOC/IPC-2591-Spanish-toc.pdf> |

**Glosario**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Glosario obtenido de (Peterson, 2020) |
| ASIC | Circuito integrado para aplicaciones específicas (por sus siglas en inglés). |
| CAD | Diseño asistido por computadora (por sus siglas en inglés); las herramientas CAD se usan para diseñar PCB para fines de fabricación. |
| Circuito | Agrupación de componentes eléctricos y/o electrónicos que llevan a cabo una función específica al conectarlos entre sí. |
| DFA | Diseño para montaje (por sus siglas en inglés); son las especificaciones de diseño para el proceso de ensamblaje de PCB. |
| DFT | Diseño para testeabilidad (por sus siglas en inglés); se diseña una PCB para poder realizarle pruebas. |
| EDA | Automatización de diseño electrónico (por sus siglas en inglés). |
| FPGA | Matriz de compuertas programables (por sus siglas en inglés). |
| IC | Circuito integrado (por sus siglas en inglés); es un paquete con diferentes componentes electrónicos. |
| Placa | Tablero en el cual se hace el circuito impreso. |
| SMD | Dispositivo de montaje en superficie (por sus siglas en inglés). |
| SMT | Tecnología de montaje superficial (por sus siglas en inglés). |
| Soldar | Proceso en el cual una aleación se usa para unir metales cuando alcanza un punto de fusión. |

**Bibliografía**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Bibliografía |
| Aldelta\_Technologies. (2022). *Normas para diseño de PCB y electrón,*  <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/normas-pcb-y-electronica/>  Altium\_Limited. (2022). *Recursos y apoyo*.: <https://resources.altium.com/es>  Contaval. (2016), *¿Cómo se fabrica una placa electrónica,Electronica blog* <https://www.contaval.es/como-se-fabrica-una-placa-electronica/>  Bravo, Jordana, J, (2018), *Descripción, fabricación y montaje de una PCB,* https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/151210/Memoria\_EPSU0862.pdf?s  D. Gudeczauskas, G. Milad . (1997). *" Fiabilidad de las juntas de soldadura de los acabados superficiales de oro (ENIG, ENEPIG y DIG) para PWB ensamblados con aleación SAC sin plomo ".*  Díaz, M. J. (2021). *Normas Básicas y Recomendaciones en el Diseño de PCB's.* [file:///C:/Users/Laura%20Franco/Downloads/Tema5-NormasBasicasyRecomendacionesenDisenoPCB.pdf](about:blank)  Doñate, R. (2018). *Tarjeta de Circuito Impreso – Definiciones y Terminología Utilizada parte I*. <https://pcbcentral.com/tarjeta-de-circuito-impreso-definiciones-y-terminologa-utilizada-parte-i>  IDEAM. (2016). *Definción y Entes Normalizadores*. [http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/normas-estandares#:~:text=En%20un%20%C3%A1mbito%20formal%2C%20se,y%20servicios%20cumplen%20con%20su](http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/normas-estandares" \l ":~:text=En%20un%20%C3%A1mbito%20formal%2C%20se,y%20servicios%20cumplen%20con%20su)  IPC Build Electronics Better. (2008). *IPC-J-STD-075-Spanish: Clasificación de componentes electrónicos no-IC para procesos de ensamble*. <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/j075-0-0-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2009). *IPC-7711/21B-SP: Retrabajo, Modificación y Reparación de Ensamble Electrónicos*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/771121-0-b-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2009), *IPC-7711/21B-SP: Retrabajo, Modificación y Reparación de Ensamble Electrónicos*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/771121-0-b-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2010), *IPC-J-STD-001G-AM1: Provee requisitos para materiales de soldadura y procesos para ensambles*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/standards/j001-a1-g1-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2012), *IPC/WHMA-A-620B-SP: Requisitos y Aceptabilidad de Cables y Mazos de Cables*. <https://shop.ipc.org/general-electronics-space-and-defense/standards/a620-0-b-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2012), *IPC/WHMA-A-620B-SP: Requisitos y Aceptabilidad de Cables y Mazos de Cables*. <https://shop.ipc.org/general-electronics-space-and-defense/standards/a620-0-b-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2015), *IPC-6012DS-SP: Adición de aplicaciones de aviónica militar y espacial del IPC-6012D, Clasificación y especificación de rendimiento para los tableros impresos rígidos*.<https://shop.ipc.org/space-and-defense/standards/6012-s-d-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2015), *IPC-J-STD-020E: Clasificación de la sensibilidad a la humedad / reflujo de dispositivos de montaje superficial no herméticos*. <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/j020-0-e-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2015), *IPC-J-STD-020E: Clasificación de la sensibilidad a la humedad / reflujo de dispositivos de montaje superficial no herméticos*. <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/j020-0-e-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2016), *A-600J-SP-Aceptabilidad de Tableros Impresos*. <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/a600-0-j-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2016). *IPC-1601A: Guía para el manejo y almacenamiento de tarjetas impresas*. <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/1601-0-a-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2016). *IPC-6012D-SP: Clasificación y especificación de rendimiento para los tableros impresos rígidos* <https://shop.ipc.org/automotive-general-electronics-medical-space-and-defense/standards/6012-0-d-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 05 de 2016). *IPC-A-600J-SP: Aceptabilidad de Tableros Impresos*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/a600-0-j-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 01 de 2017). *IPC-7711/21C: Reparación, Modificación y Reparación de Ensambles Electrónicos - Spanish*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/771121-0-c-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 01 de 2017). *IPC-7711/21C: Reparación, Modificación y Reparación de Ensambles Electrónicos - Spanish*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/771121-0-c-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 10 de 2017). *IPC-J-STD-001GS: Adenda para dispositivos electrónicos utilizados en aplicaciones militares y espaciales, realizada al documento IPC J-STD-001G titulado Requisitos de ensambles soldados eléctricos y electrónicos*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/space-and-defense/j001-s-g-spanish>  IPC Build Electronics Better. (10 de 01 de 2017). *IPC-J-STD-001GS: Adenda para dispositivos electrónicos utilizados en aplicaciones militares y espaciales, realizada al documento IPC J-STD-001G titulado Requisitos de ensambles soldados eléctricos y electrónicos*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/space-and-defense/j001-s-g-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 01 de 2017). *IPC-WHMA-A-620C: Requisitos y Aceptabilidad de Cables y Mazos de Cables - Spanish*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics-space-and-defense/standards/a620-0-c-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 01 de 2017). *IPC-WHMA-A-620C: Requisitos y Aceptabilidad de Cables y Mazos de Cables - Spanish*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics-space-and-defense/standards/a620-0-c-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 03 de 2018). *IPC/JEDEC-J-STD-033D: Manejo, embalaje, transporte y uso de componentes sensibles a la humedad/reflujo y/o al proceso*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/j033-0-d-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 03 de 2019). *IPC-2591: Intercambio en fábricas conectadas (CFX)*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/2591-0-0-spanish>  IPC Build Electronics Better. (23 de 06 de 2020). *IPC/WHMA-A-620D: Requisitos y admisibilidad de ensambles con cables y mazos de cables*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics-space-and-defense/standards/a620-0-d-spanish>  IPC Build Electronics Better. (23 de 06 de 2020). *IPC/WHMA-A-620D: Requisitos y admisibilidad de ensambles con cables y mazos de cables*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics-space-and-defense/standards/a620-0-d-spanish>  IPC Build Electronics Better. ( 2020). *IPC-7711/21C-AM1: Retrabajo, Modificación y Reparación de Ensambles Electrónicos Enmienda 1*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/771121-a1-c1-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2020). *IPC-A-600K: Admisibilidad de las placas impresas*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/a600-0-k-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2020). *IPC-A-600K: Admisibilidad de las placas impresas*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics/standards/a600-0-k-spanish>  IPC Build Electronics Better. (02020). *IPC-A-610H: Aceptabilidad de Ensambles Electrónicos*. <https://shop.ipc.org/automotive-general-electronics-telecom/standards/a610-0-h-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2020). *IPC-J-STD-001H: Requisitos para Ensambles Eléctricos y Electrónicos Soldados*. <https://shop.ipc.org/general-electronics/j001-0-h-spanish>  IPC Build Electronics Better. (01 de 05 de 2021). *IPC-J-STD-001HS: Suplemento del IPC J-STD-001H Requisitos para Ensambles Eléctricos y Electrónicos Soldados para Aplicaciones Espaciales y Militares de Dispositivos Electrónicos*. Obtenido de <https://shop.ipc.org/general-electronics-space-and-defense/standards/j001-s-hs-spanish>  IPC Build Electronics Better. (2022). *The Global Association for Electronics Manufacturing*. Obtenido de <https://www.ipc.org/>  Laverde, A. (09 de 02 de 2016). *Aldelta Technologies*. Obtenido de <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/normas-pcb-y-electronica/>  Leon, E. C. (2018). *PCB Central*. Obtenido de <https://pcbcentral.com/tarjeta-de-circuito-impreso-definiciones-y-terminologa-utilizada-parte-i>  Llamas, L. (2020), *COMPONENTES HABITUALES EN PCBS*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/componentes-habituales-en-pcbs/>  Manual OrCAD Layout. (s.f.). *Capitulo 4, Ddiseño del PCB.* Obtenido de <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Manual%20del%20orcad%20Layout.pdf>  Ministerio\_de\_Ambiente\_y\_Desarrollo\_Sostenible. (2013). *Ley 1672*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1672-2013.pdf>  Moko technology, (2021), *Encapsulado de PCB VS Revestimiento conformado*. <https://www.mokotechnology.com/es/pcb-potting-vs-conformal-coating/>  Olmos Pardo, F. J. (2005), *Control De Un Horno De Reflujo Utilizando Una Plataforma,* <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/22213/u262268.pdf?sequence=1>  PCB Future. (2021), *Cómo identificar la polaridad del componente SMT*. <http://es.pcbfuture.com/news/how-to-identify-smt-components-polarity/>  Peterson, Z. (09 de 02 de 2020). *Guía para la terminología de PCB para Altium Designer*. Obtenido de <https://resources.altium.com/es/p/guide-to-pcb-terminology-for-altium-designer>  Proto-Electronics.Com. (2019). *PCB en un entorno hostil: ¿qué precauciones deben tomarse?* Obtenido de <https://www.proto-electronics.com/es/blog/precauciones-pcb-entorno-hostil>  Revista española de electrónica, ( 2017), *Distribución de calor en PCB: uso de imágenes termográficas para obtener resultados más precisos,* <https://www.redeweb.com/articulos/distribucion-de-calor-en-pcb/?cn-reloaded=1>  Tkgd2005 ( 2008), *placas de circuito impreso de alta densidad,*  <https://hmong.es/wiki/Printed_circuit_board>  Torres, H. (2015). *Guía diseño de PCB con EAGLE*. <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/guia-diseno-de-pcb-con-eagle/>  Vuelapluma S.L., A. B. (2007). *Principios de electrónica* (Séptima edición. ed. ed.). Madrid: McGraw-Hill. | |