

Mantenimiento y ensamble de equipos electrónicos

## Normativa técnica



## Normativa técnica

Para entender la importancia de una norma aplicada al diseño, ensamble y documentación de tarjetas electrónicas debemos entender la definición de norma o estándar dada por el IDEAM:

Se entiende como acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas o criterios precisos que son utilizados como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplen con su propósito. A nivel internacional, existen diferentes organismos que implementan o regulan normas o especificaciones que definen esquemas de manejo e intercambio de información. (IDEAM, 2016).

### 1. ¿Qué normas existen en relación al diseño y fabricación de PCB y quién las hace?

A nivel mundial se pueden encontrar diferentes entidades o corporaciones encargadas de estandarizar procesos de diseño, producción, mejoramiento, revisión y divulgación de nuevas normativas para el desarrollo de la industria electrónica. Estas corporaciones son:

- ISO (*International Organization for Standardization*), se centra en la elaboración de normas técnicas internacionales.
- UIT (International Telecommunication Union) regula las telecomunicaciones.
- IEC-International Electrotechnical Commission, para ensayos y certificación de productos para eléctrica, electrónica y afines.
- IPC (Association Connecting Electronics Industries) para placas electrónicas o circuitos impresos, (Aldelta\_Technologies, 2022)

Las normas IPC son una guía para estandarizar y optimizar las prácticas de diseño, fabricación y ensamble de las PCB. La IPC es la asociación mundial que ayuda a los OEM, EMS, fabricantes de PCB, fabricantes de cables y proveedores de la industria electrónica a construir productos de calidad. Como organización es un fuerte líder de normas industriales, formación, inteligencia industrial y promoción de políticas públicas.



A continuación, una descripción de las normas IPC más usadas en el diseño de las placas de circuito impreso PCB.

- Norma IPC 2220: es un conjunto de normas para el diseño de las PCB que incluye:
  1. 2221B: Norma genérica sobre diseño de circuito impreso.
  2. 2222A: Estándar de diseño seccional para placas orgánicas rígidas.
  3. 2223D: Estándar de diseño seccional para placas impresas flexibles/rígidas-flexibles.
  4. 2224: Estándar para PCB de PC.
  5. 2225: Estándar de diseño seccional para módulos orgánicos multichip (MCM-L) y MCM-L.
  6. 2226: Estándar de diseño seccional para placas de interconexión de alta densidad (HDI).
  
- Norma IPC 2221: Esta es la norma más usada ya que define los requisitos generales para el diseño de PCB y algunos aspectos de ensamble de tarjetas electrónicas, principios y recomendaciones. Incluye el montaje o ensamble de los componentes, tipo THT o de huecos pasantes, de superficie SMT. Usualmente es usada junto con la 7351, la IPC T 50 y la IPC D 325.
  
- IPC 7711/21 Rework, Modification and Repair of Electronic Assemblies: Recomendada para empresas o personas que se desempeñen reparando, modificando o retrabajando PCB ensamblados o sin ensamblar, para aplicaciones tanto de productos de consumo, como profesionales y de alta confiabilidad. Son los manuales guía electrónicos de la Industria a nivel mundial, para la remoción o reemplazo de componentes electrónicos y la reparación de circuitos con el impacto mínimo en la calidad y la confiabilidad del producto, de acuerdo a las especificaciones, sin afectar su vida útil y cumpliendo con los requerimientos del cliente.
  
- IPC-T-50 Terms and Definitions for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits: Es un diccionario de términos y definiciones para circuitos, PCB y empaquetados de toda la industria, para quien necesite conocer todos los conceptos y términos.
  
- IPC-D-325 Documentation Requirements for Printed Boards, Assemblies and Support Drawing: guía de ensambles y diagramas de soporte para documentar profesionalmente un diseño de PCB o electrónico que requiera ser entregado, mejorado o conservado.

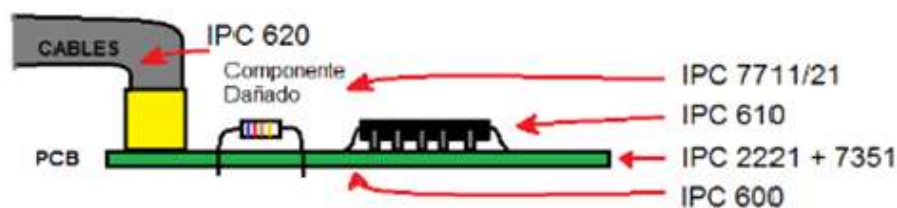
- IPC 7351 Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard: para diseñadores que trabajen con circuitos impresos con componentes de montaje superficial, contiene geometrías, componentes, tamaños, formas y tolerancias apropiadas para asegurar una soldadura óptima que cumpla con otras normas de manufactura que exigen empresa, entidades o multinacionales.
- IPC-2252 Design Guide For Rf/microwave Circuit Boards: guía de diseño para placas de circuito de RF/Microondas para diseñadores avanzados, Incluye estándares para la fabricación y prueba de PCB utilizadas en aplicaciones de alta frecuencia (100 MHz a 30 GHz). Tipos de interconexiones y estrategias de montaje de chips.
- IPC 2251 Design Guide for the Packaging of High Speed Electronic Circuits: Guía de diseño para empaquetados de circuitos de alta velocidad, contiene las directrices para el diseño de circuitos de alta velocidad, para diseñadores de circuitos e ingenieros fabricantes de tableros.

## 2. Alcance y aplicabilidad

Las normas del IPC son una herramienta guía de las mejores prácticas de diseño, fabricación, ensamble, inspección de circuitos impresos o PCB (Printed Circuit Board), cables, conectores, insumos de soldadura, entre otros. Al aplicarlas ayudan a alcanzar altos niveles de calidad.

**Figura 1**

Normas IPC 610 Aceptabilidad de ensambles electrónicos



**Nota:**

Adaptado de Aplicación de normas técnicas IPC en PCB, Adelta technologies, 2018 .

<https://www.aldeiatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/ipc-a-610-aceptabilidad-ensambles/>.

Las reglas IPC son de uso voluntario, utilizarlas favorece la optimización, solidez, confiabilidad y duración del producto; además, utilizada con otras reglas, puede minimizar los niveles de contaminación electromagnética y aportar en las certificaciones a las que son sometidos los productos electrónicos para ser vendidos en el mercado global.



### 3. Inspección de calidad y aceptabilidad

Es de gran importancia implementar estándares de calidad que garanticen una correcta elaboración de una PCB. Aunque no es obligatorio contar con dichas certificaciones que obliguen al uso de la norma, si se da su correcta implementación y desarrollo de una PCB sujeto a la normatividad correspondiente, está contaría con la aprobación internacional que promueve su uso.

La norma a la cual se hace referencia es la IPC 610 Acceptability of Electronics Assemblies: Se usa para ensambladores, soldadores, diseñadores y fabricantes de productos electrónicos, cables y reparadores, que trabajen con ensambles electrónicos o circuitos ensamblados. La norma provee criterios de inspección de calidad visual para estos y es la más difundida en la industria electrónica mundial, además apoya las actividades de diseño, manufactura y mantenimiento en electrónica.

También están las normas utilizadas para fabricar y ensamblar PCB.

**IPC 600 – Acceptability of Printed Boards:** Se usa para fabricantes de circuitos impresos y quienes en una empresa reciben e inspeccionan la calidad de los fabricantes, de circuitos sin ensamblar, para fabricantes, sirve para mejorar la calidad y la comunicación con proveedores y clientes. Uno de los estándares más usados en el mundo.

**IPC JSTD 001 Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies:** Esta norma es usada por las personas o empresas que trabajen con ensambles electrónicos de circuitos, que requieren conocer a profundidad los requisitos para conexiones eléctricas y electrónicas, materiales, métodos y criterios de verificación para la producción de interconexiones soldadas de alta calidad con y sin plomo, control de procesos y requisitos de conexiones electrónicas. Se usa mucho con la IPC 610.

**IPC 7711/21 Rework, Modification and Repair of Electronic Assemblies:**

Recomendada para empresas o personas que se desempeñen reparando, modificando o retrabajando PCB ensamblados o sin ensamblar, para aplicaciones tanto de productos de consumo, como profesionales y de alta confiabilidad. Son los manuales guía electrónicos de la Industria a nivel mundial, para la remoción o reemplazo de componentes electrónicos y la reparación de circuitos con el impacto mínimo en la calidad y la confiabilidad del producto, de acuerdo a las especificaciones, sin afectar su vida útil y cumpliendo con los requerimientos del cliente.



***IPC 620 Requirements and Acceptance for Cable and Wire Harness Assemblies:***

Para quien trabaja en ensamble de cables y alambres, para la fabricación e instalación de cables y arneses.

También se pueden visualizar otras de las normas más relevantes en la corporación IPC Build Electronics Better, estas permiten el mejoramiento continuo de las empresas que pertenecen a la industria electrónica.

***IPC-1601A: Guía para el manejo y almacenamiento de tarjetas impresas***

Esta norma establece las directrices para la manipulación, el embalaje y el almacenamiento de placas de circuito impreso desnudas para protegerlas de la contaminación, los daños físicos, la degradación de la soldabilidad y la absorción de humedad.

***IPC-6012DS-SP: Adición de aplicaciones de aviónica militar y espacial del ipc-6012d, clasificación y especificación de rendimiento para los tableros impresos rígidos***

Prescribe los requisitos para la cualificación y el rendimiento de las placas impresas rígidas diseñadas según los números de documento de la serie IPC-2220. (IPC Build Electronics Better, 2015)

***IPC-6012D-SP: Clasificación y especificación de rendimiento para los tableros impresos rígidos***

Prescribe los requisitos para la cualificación y el rendimiento de las placas impresas rígidas diseñadas según los números de documento de la serie IPC-2220.

***IPC-2591: Intercambio en fábricas conectadas (CFX)***

Este estándar establece los requisitos para el intercambio de información entre procesos de fabricación y sistemas anfitriones asociados que se utilizan para la fabricación de ensambles. El estándar se refiere a la comunicación entre todos los procesos ejecutables en la fabricación de ensambles de tarjetas de circuitos impresos, ya sean automáticos, semiautomáticos o manuales, y es igualmente aplicable a procesos de ensamblaje mecánico o de tipo transaccional relacionados con los primeros.

***IPC/JEDEC-J-STD-033D: Manejo, embalaje, transporte y uso de componentes sensibles a la humedad/reflujo y/o al proceso***

Proporciona a los fabricantes de dispositivos de montaje superficial y a los usuarios con métodos estandarizados para el manejo, embalaje, transporte y uso de componentes sensibles a la humedad/reflujo. Estos métodos ayudan a evitar daños por la absorción de humedad y por la exposición a las temperaturas de la soldadura por reflujo que pueden tener como resultado una degradación de la producción y de la fiabilidad.

***IPC-7711/21C-AM1: Retrabajo, Modificación y Reparación de Ensamblajes Electrónicos Enmienda 1***

Enmienda 1 al IPC-7711/21C, el documento proporciona los procedimientos para la extracción y la instalación de componentes D-Pak.

***IPC-A-610H: Aceptabilidad de Ensamblajes Electrónicos***

Es la norma de aceptación de ensamblajes electrónicos más utilizada en la industria. Incluye una actualización general del documento, introduce varios nuevos tipos de componentes de montaje en superficie y elimina las condiciones ideales. Este documento es imprescindible para inspectores, operarios, y aquellos con un interés en el criterio de aceptación de ensamblajes electrónicos.

***IPC/WHMA-A-620D: Requisitos y admisibilidad de ensamblajes con cables y mazos de cables***

Es el único estándar consensuado por el sector en esta materia. Describe los materiales, métodos, pruebas y criterios de aceptabilidad para la producción de interconexiones crimpadas, mecánicamente aseguradas o soldadas y las actividades de ensamblaje relacionadas con cables.

***IPC-J-STD-020E: Clasificación de la sensibilidad a la humedad / reflujo de dispositivos de montaje superficial no herméticos***

Se utiliza para determinar qué nivel de sensibilidad a la humedad (MSL) se debería utilizar, de tal manera que los dispositivos de montaje superficial (SMDs) se puedan embalar, almacenar y manipular correctamente con el fin de evitar daños durante las operaciones de soldadura por reflujo en el ensamblaje y/o retrabajo.

***IPC-A-600K: Admisibilidad de las placas impresas***

El IPC-A-600K es la guía ilustrada definitiva de admisibilidad de las placas impresas. El IPC-A-600K es un documento a cuatro colores donde se recogen fotografías e ilustraciones de las condiciones objetivo, aceptables y no conformes que son observables de forma interna o externa en placas impresas vacías. Verifique que sus operadores, inspectores e ingenieros dispongan de la más actualizada información de consenso de la industria. El IPC-A-600K, con gran cantidad de fotografías e ilustraciones nuevas o revisadas, ofrece una nueva y mayor cobertura de temas como el agrietamiento, estructuras con perforaciones de profundidad controlada, islas de conectores de borde, revestimiento de envoltura de cobre, huecos y micro anomalías del revestimiento, perforación de islas objetivo de micro vía, separación de capa interna y proyección del revestimiento. (IPC Build Electronics Better, 2020)

***IPC-J-STD-001GS: Adenda para dispositivos electrónicos utilizados en aplicaciones militares y espaciales, realizada al documento IPC J-STD-001G titulado Requisitos de ensamblajes soldados eléctricos y electrónicos***

Complementa o sustituye los requisitos identificados específicamente en el estándar IPC J-STD-001G para ensamblajes soldados eléctricos y electrónicos que deben resistir las vibraciones y los ciclos térmicos que se producen al entrar y durante el funcionamiento en el espacio y en aplicaciones militares.

***IPC-7711/21C: Reparación, modificación y reparación de ensambles electrónicos.***

Esta guía proporciona procedimientos de retrabajo, reparación y modificación de ensambles de tablero impreso. En esta revisión están incluidos los procedimientos previamente lanzados como páginas con cambios, información general actualizada y las secciones de procedimientos comunes y nuevos procedimientos de BGAs utilizando sistemas enfocados de reflujo de infrarrojos con precalentadores y actualizaciones generales integradas a todos los demás procedimientos.

***IPC-7711/21B-SP: Retrabajo, modificación y reparación de ensambles electrónicos***

Ofrece una actualización de los procedimientos para garantizar la aplicabilidad tanto a los conjuntos soldados sin plomo como a los tradicionales con SnPb. Este volumen único incluye todos los cambios publicados anteriormente y varios procedimientos nuevos para BGAs (incluido el reballing) y la reparación de impresiones flexibles.

***IPC/WHMA-A-620B-SP: Requisitos y aceptabilidad de cables y mazos de cables.***

Incluye criterios ampliados para el moldeado, encapsulado, empalme, contactos de compresión sin soporte de aislamiento, conectores en línea con desplazamiento del aislamiento, conectorización, cables rígidos y flexibles, fundas flexibles, atados múltiples estilo retama y pruebas.

***IPC-WHMA-A-620C: Requisitos y Aceptabilidad de Cables y Mazos de Cables.***

Esta es la revisión más reciente del único estándar de consenso de la industria sobre los requisitos y la aceptabilidad de ensambles de cables y mazos de cables. Incluye nuevas secciones sobre alambres y cables de seguridad, pasamuros y bandejas junto a información actualizada en muchas secciones del libro. Con más de 700 fotos e ilustraciones, este estándar describe los materiales, métodos, pruebas y criterios de aceptabilidad para la producción de interconexiones crimpadas, mecánicamente aseguradas y soldadas y las actividades asociadas a ensambles y mazos de cables.

***IPC-A-600J-SP: Aceptabilidad de Tableros Impresos***

Esta norma proporciona fotografías e ilustraciones de las condiciones objetivo, aceptables y no conformes que son observables interna o externamente en los tableros impresos desnudos, de acuerdo con los requisitos de la serie IPC-6010 de especificaciones de rendimiento de los tableros impresos.