

# Seminario de Procesos Industriales

Procesos de Industria Electronica

Docente: Marco A. Felix  
Carrera: Ingeniería Industrial  
Tijuana, B. C., Enero de 2024

# Tema 1. Procesos en la Industria Electrónica

- 1.1 Introducción, generalidades y clasificaciones de la industria electrónica (componentes, SMT, TH)

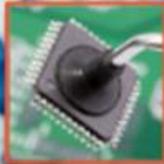
Fuente: <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/pcb-que-es-y-para-que-sirve/#comoseclasificaPCB>

# Pasos del SMT

- ❑ Preparación del PCB para su ensamble: inspección y manejo de exceso de humedad
  - ❑ Caracterización o perfil de la pasta de soldadura
  - ❑ Inserción de componentes sobre la superficie del PCB
  - ❑ Soldadura, reflujo, horneado, curado, inspección
- 
- ❑ fuente: <https://education.ipc.org/product/electronics-assembly-engineers>

# SMT Surface Mounting Technology

## Introduction



Leads or terminations of SMT components are placed directly onto lands on the surface of the board

Some SMT assemblies also undergo hand soldering or pin-in-paste processes

SMT assembly processes ensure all components on a PCA are attached correctly

# SMT Inspección (layout, espesor, rugosidad ... y manejo de exceso de humedad)



## PCB Prep: Incoming Inspection

Checking that each PCB is ready to receive components and meets customer requirements

# SMT libre de humedad ya que pueden generarse fallas-defectos

## Handling Moisture Sensitive Devices



Complies with IPC/JEDEC J-STD-0  
and all REACH regulations

### LEVEL 2 PARTS

60%



Bake parts  
if 60% is NOT blue

### LEVEL 2A-5A PARTS

10%



Bake parts if  
10% is NOT  
blue and 5%  
is pink

5%



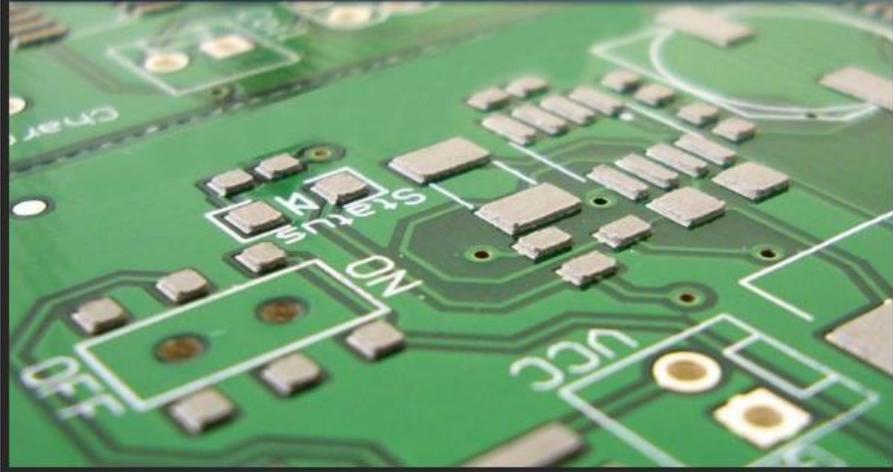
Initial Use: Do not put this card into  
a bag if 60% is pink

Moisture can cause defects

HICs, dessicants, and MBBs  
are used to measure and  
control humidity

# SMT Aplicación de pasta de soldadura, entencil, pasta, inspección aleatoria.

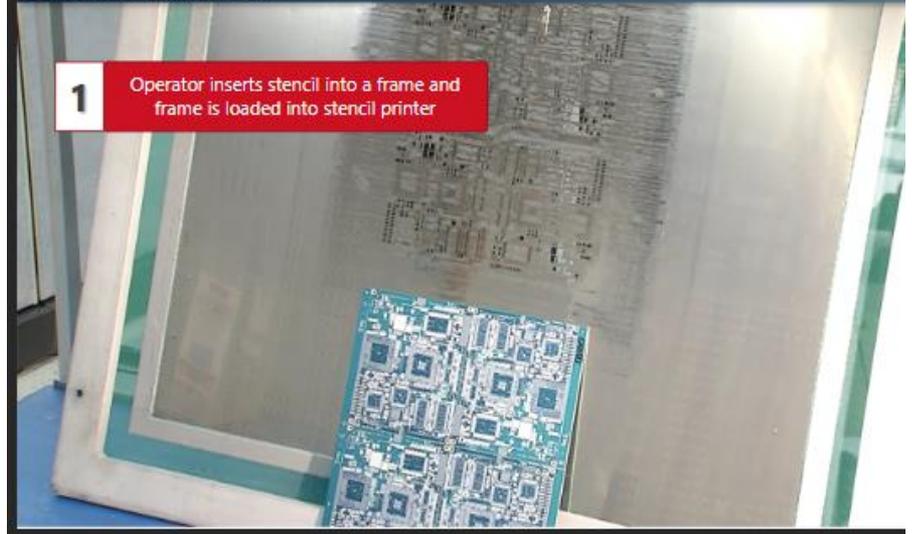
Solder Paste Application



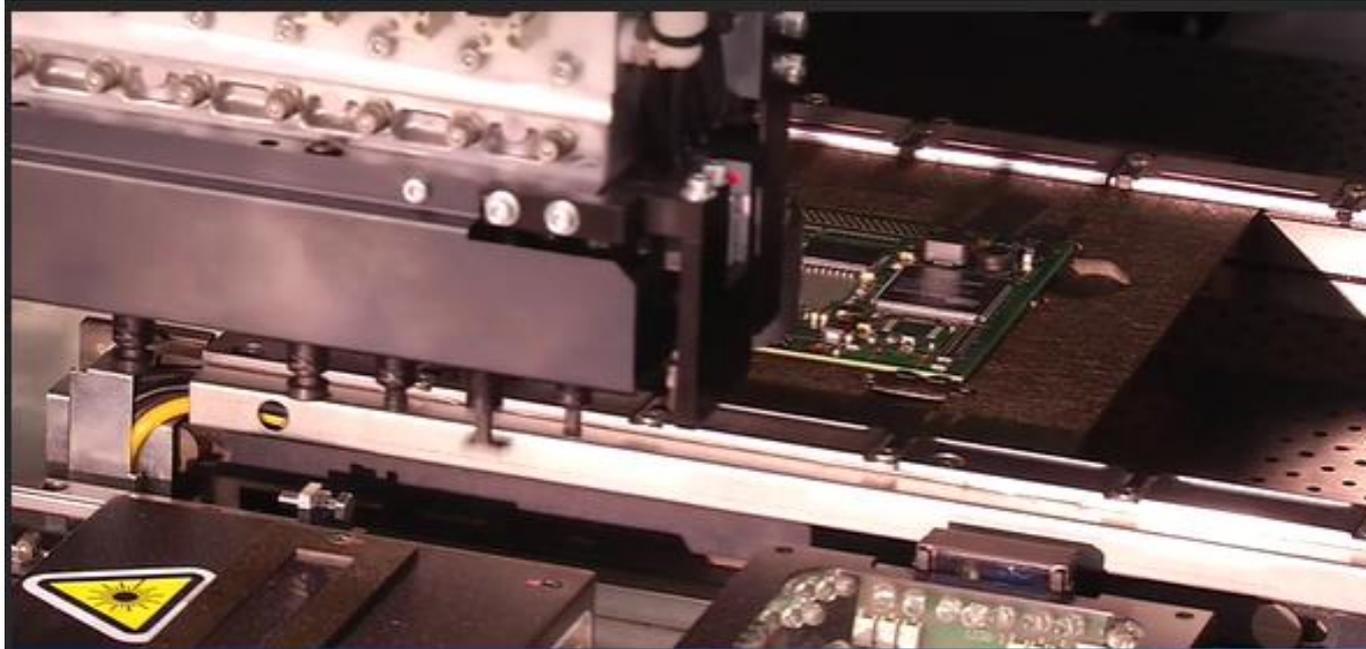
Solder Paste Application

1

Operator inserts stencil into a frame and frame is loaded into stencil printer



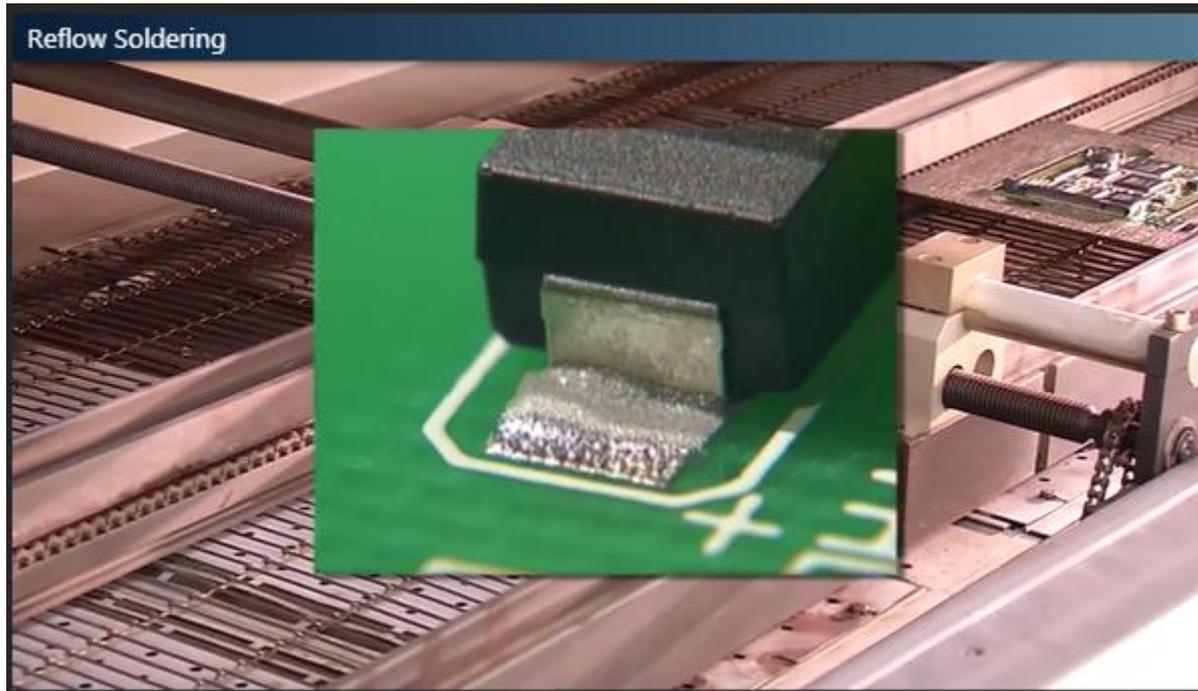
# SMT autoinserción de componentes en el PCB



## Component Placement

Pick-and-place machines put each component quickly and accurately on specified land

# SMT activación de la soldadura mediante perfiles termales



# SMT versus Through-Hole



# Proceso híbrido de autoinserción + manual + soldadura.



Placement of SMT components



Manual insertion of TH components



Reflow soldering of PCA

## Pin-in-Paste

Mixed technology boards include both SMT and TH components

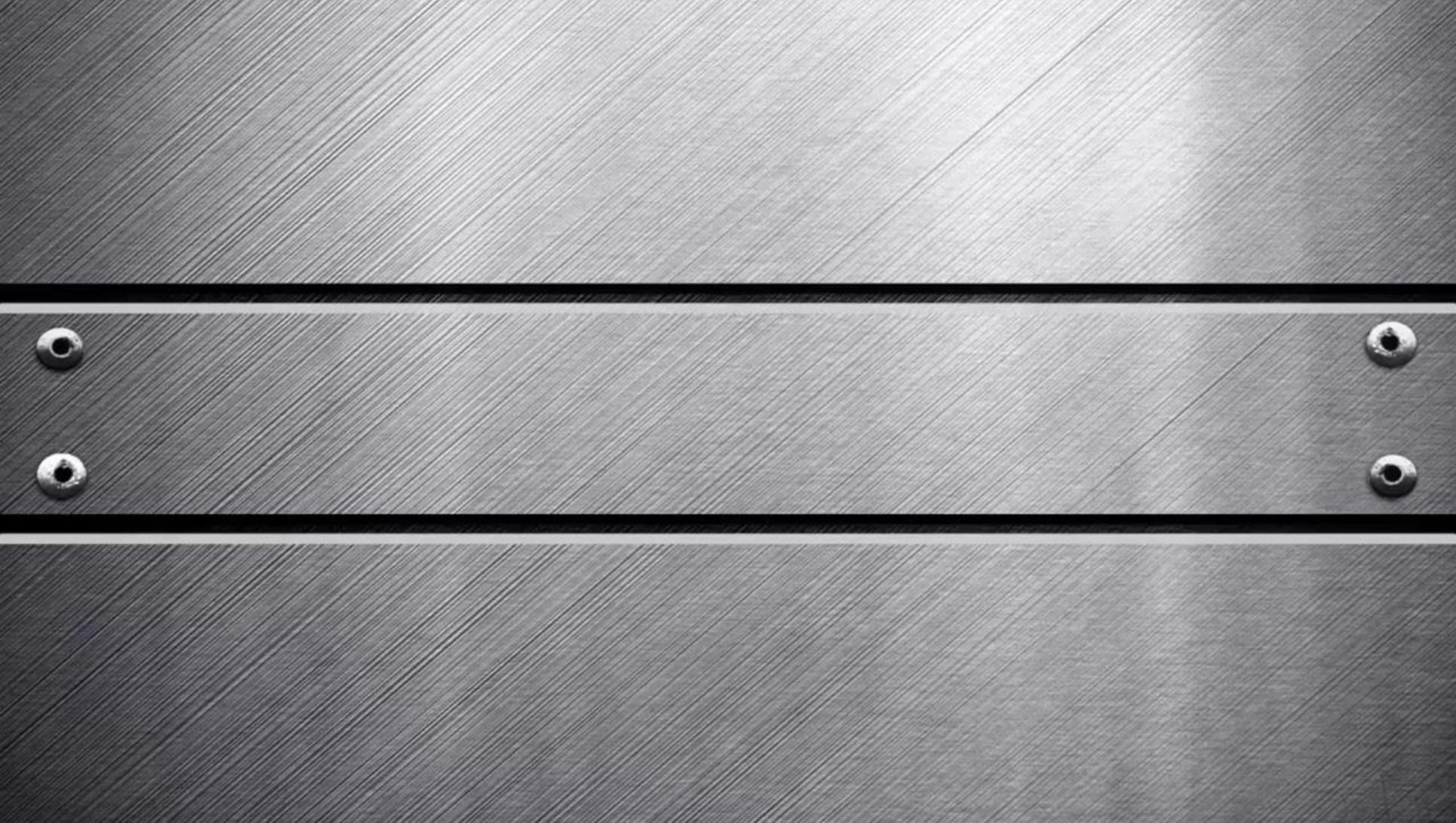
Stencil includes cut-outs for plated through-holes on a mixed technology PCB

TH components placed by hand after SMT component placement

## Proceso de ensamble con nivel de complejidad:







**MEDY P**

# Tema 1. Procesos en la Industria Electrónica

- 1.1 Introducción, generalidades y clasificaciones de la industria electrónica (componentes, SMT, TH)
- 1.2 Normas/Estándares que rigen la Industria Electrónica.

\* ISO, IEC (International Electrotechnical Commission), **IPC** (Institute for Printed Circuits)

Fuente: <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/pcb-que-es-y-para-que-sirve/#comoseclasificaPCB>

## IPC:

Los estándares IPC cubren prácticamente todo el proceso de la fabricación electrónica, desde el diseño y la fabricación de las tarjetas de circuito impreso hasta la producción e inspección de equipos electrónicos completos. implantación, certificación y uso son muy interesantes.

***IPC = Institute for Printed Circuits***

## IPC:

Las **normas IPC** ayudan a clasificar el producto: por tipo, su complejidad, **desempeño** y aspectos de producción, de manera que todas las partes (**cliente, usuario, diseñador, estudiante, investigador, docente, fabricante**), cumplan con dicha normativa, se comuniquen, hablen el mismo lenguaje, con las **especificaciones** optimas se diseñe, fabrique y entregue al cliente o usuario, un producto a **satisfacción**, tal como desde el inicio se le prometió, o de acuerdo con el contrato o los **requerimientos** del diseño.

**NORMAS IPC**  
Beneficios para quien las usa

**HABLAR EL MISMO LENGUAJE**  
Entre el cliente, usuario, diseñador, estudiante, investigador, docente, fabricante.

**SE OBTENGA LA CALIDAD DESEADA**  
Desde el diseño, pasando por la fabricación, ensamble y pruebas, usando las normas.

**SE MEJORE EL PRODUCTO Y PROCESO**  
Al usar las mejores prácticas y la experiencia de otros, se genera mayor eficiencia y tiempo de mercado.

aldeltatec.com

## Estándar o Norma IPC:

Al IPC están afiliadas más de 3500 compañías entre las que se encuentran las multinacionales como Samsung, Motorola, Siemens, también fabricantes como Jabil, Sanmina, Flextronics, como también **fabricantes** de circuitos impresos, **diseñadores, consultores, estudiantes, ingenieros, técnicos, ensambladores** y en general especialistas e interesados en la **conectividad** IPC (en electrónica, incluyendo cables, soldaduras, materiales, productos completos, cajas), así como los estudios de mercado, políticas y reglamentación que afecten la industria.

## Clasificación del desempeño dependiendo de su uso o aplicación final:

Todos los productos no son iguales, las clases se relacionan con el aumento de la **complejidad**, sofisticación, los requerimientos de desempeño funcional y la frecuencia de las pruebas e inspección. El **usuario** o cliente del PCB es quien **debería** determinar la clase a la que pertenece su producto.

### CLASE DE DESEMPEÑO IPC

Funcionamiento, exigencia en  
fabricación, pruebas, confiabilidad.



**Clasificación del desempeño dependiendo de su uso o aplicación final: Clase 1, general**

## **CLASE 1 - ELECTRONICA GENERAL**

Productos Generales, de electrónica de consumo. Computadores, donde las imperfecciones físicas no son importantes y lo que se quiere es que funcione.



**Clasificación del desempeño dependiendo de su uso o aplicación final: Clase 2, Servicio dedicado**



**CLASE 2  
PROFESIONALES O DE  
SERVICIO DEDICADO:**

Equipos de comunicaciones, máquinas sofisticadas de negocios o industria, instrumentos y equipo militar. El rendimiento y la vida útil es necesaria, servicio ininterrumpido, pero no es de vida o muerte. Las Imperfecciones físicas se permiten.

**Clasificación del desempeño dependiente de su uso o aplicación final: Clase 3, Alta Confiabilidad**

## **CLASE 3: ALTA CONFIABILIDAD**

Productos comerciales, militares, médicos. El funcionamiento continuo y el rendimiento son críticos, vitales, no se toleran fallos o tiempos muertos. Equipos de soporte de vida médicos; o sistemas de defensa.



[aldeltatec.com](http://aldeltatec.com)

## IPC A 610:

La norma IPC A 610 Aceptabilidad de Ensamblajes Electrónicos, es el estándar de calidad de circuitos impresos PCB, más usado por la Industria Electrónica. Elaborada por el IPC (*Association Connecting Electronics Industries*) de Estados Unidos de América y las empresas líderes en producción electrónica en el mundo



# Tema 1. Procesos en la Industria Electrónica

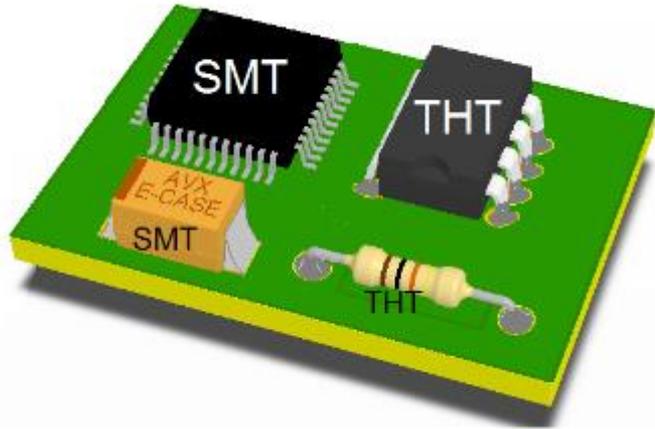
- 1.1 Introducción, generalidades y clasificaciones de la industria electrónica (componentes, SMT, TH)
- 1.2 Normas/Estándares que rigen la Industria Electrónica.
- **1.3 Procesos de Manufactura**
  - **1.3.1 Componentes: Placas de Circuitos Impresos (PCB), soldaduras y aleaciones.**
  - **1.3.2 Maquinaria y Procesos de soldado: sus variables. (pasta, esténcil, conveyor-conveccion, ola)**
  - **1.3.3 Ensamble manual de componentes electrónicos (Trough Hole)**

\* tipos de PCB por su diseño y su complejidad de uso

Fuente: <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/pcb-que-es-y-para-que-sirve/#comoseclasificaPCB>

Material con el que se construye un PCB:

Soporte o base: baquelita o fenólico  
Conductores, pistas, huellas, caminos, de material cobre.



A propósito, el material de **fibra de vidrio** más usado es el **FR-4**, este traduce **flame retardant** o retardante a la combustión, pues el lógico que demore la combustión en un producto o instalación en caso de **incendio**.

## CLASIFICACION DE TIPO DE TARJETA O TABLILLA PCB:

### Existen 6 clasificaciones:

Tipo 1, circuito impreso de 1 cara.

Tipo 2, circ. Impreso de 2 caras.

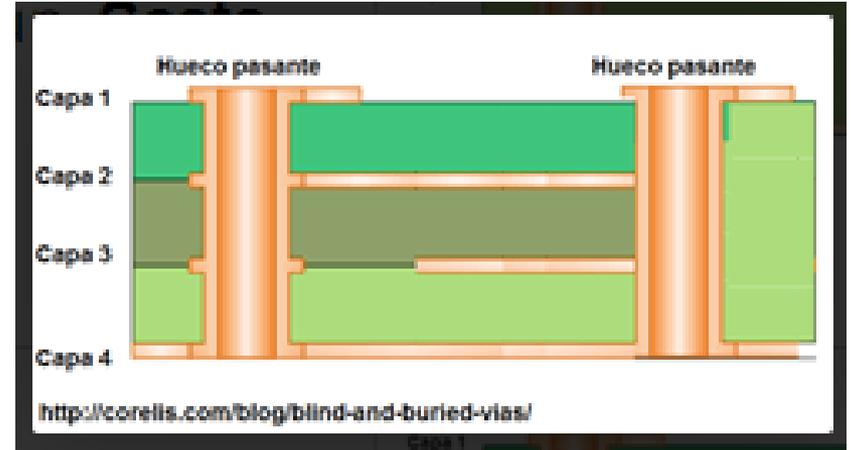
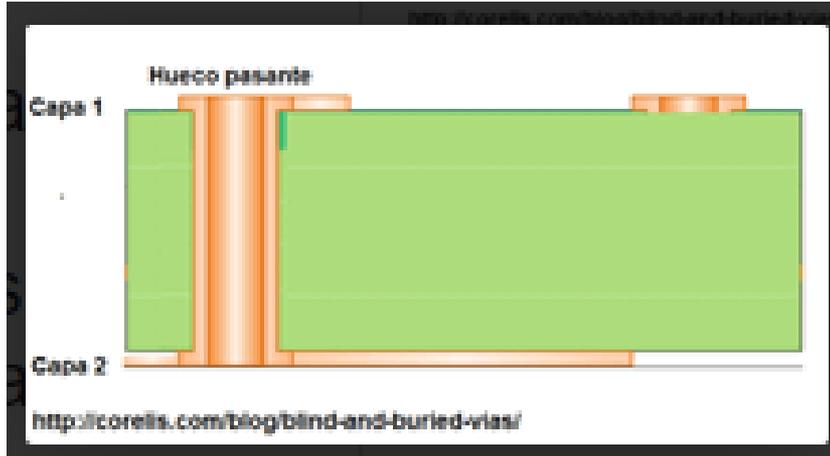
Tipo 3, circ. Impreso multicapa sin vías enterradas o ciegas.

Tipo 4, circ. Impreso multicapa con vías enterradas o ciegas.

Tipo 5, circ. Impreso con núcleo de metal, multicapa y sin vías enterradas o ciegas.

Tipo 6, circ. Impreso con núcleo de metal, multicapa, con vías enterradas o ciegas.

# CLASIFICACION DE TIPO DE TARJETA O TABLILLA PCB:



# CLASIFICACION DE TIPO DE TARJETA O TABLILLA PCB:

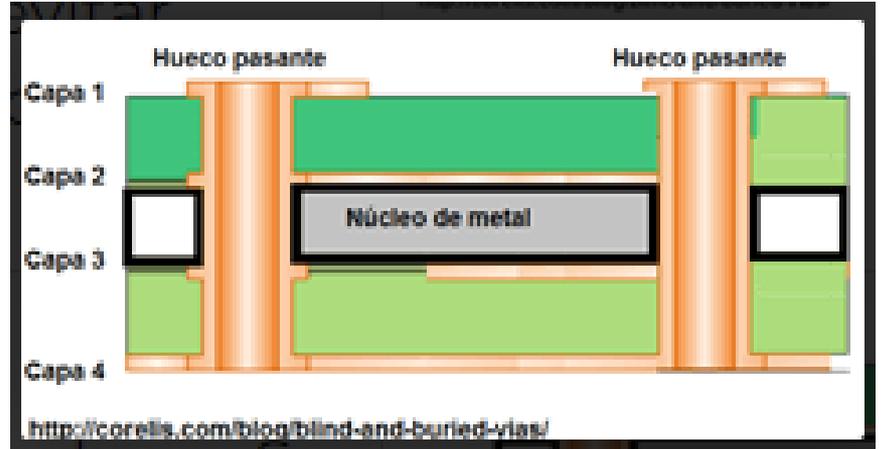
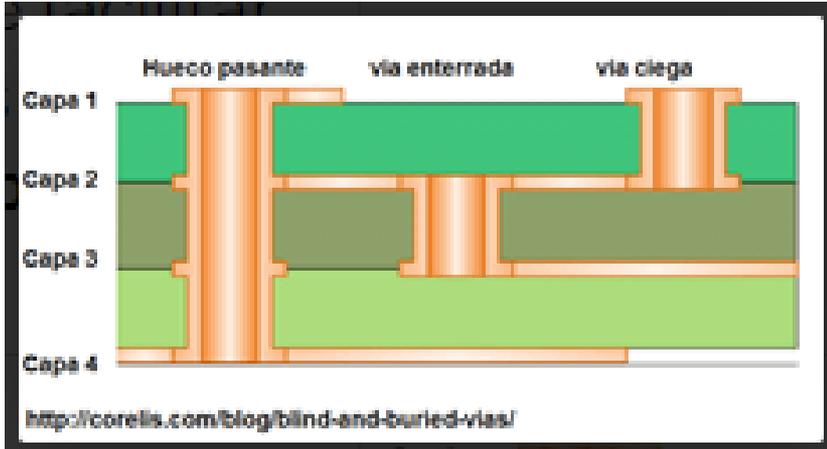
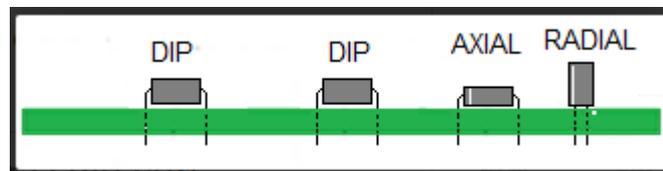


FOTO de parte de proceso de fabricación de **PCB**:



## CLASIFICACION DE TIPO DE ENSAMBLE del PCB:

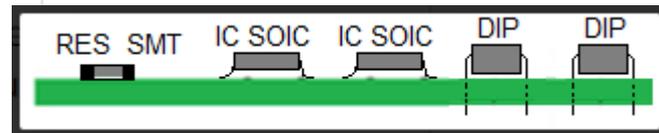
	Descripción
Tipo 1 Clase A: Ensamble en una cara:	El más común, con componentes THT – Through Hole Technology que se insertan en huecos que atraviesan el PCB. <b>Costo bajo.</b>
Tipo 1 Clase B: Solo SMT 1 cara:	Ensamble de una cara solo con componentes de tecnología SMT – Surface Mount Technology, o SMD (devices) tipo pasivo (chip component) y IC SOIC, recomendado con componentes grandes. <b>Costo bajo.</b>



## CLASIFICACION DE TIPO DE ENSAMBLE PCB:

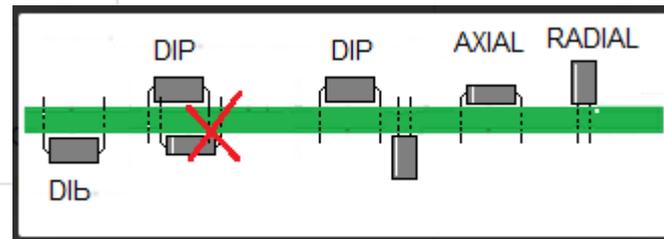
Tipo 1 Clase  
C: THT y  
SMT:

Componentes mezclados tipo SMT y THT sencillos. Recomendado con componentes grandes, en una sola cara, para empezar a adquirir experiencia. **Costo bajo.**



Tipo 2 Clase  
A:

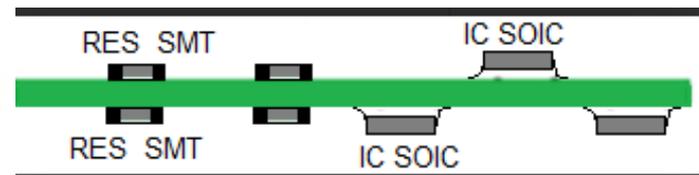
THT de dos caras, no recomendable, pues se presta para muchos errores de ensamble e interferencia.



## CLASIFICACION DE TIPO DE ENSAMBLE PCB:

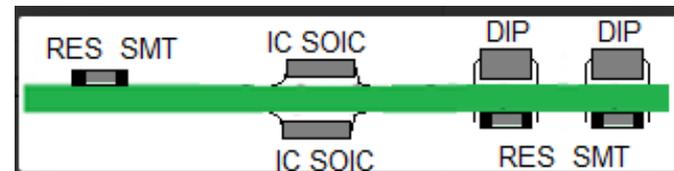
Tipo 2 Clase B:

Componentes SMT Solamente, por las dos caras. Requiere experiencia, para sujetar los componentes livianos por la cara con adhesivo. **Más costoso.**



Tipo 2 Clase C:

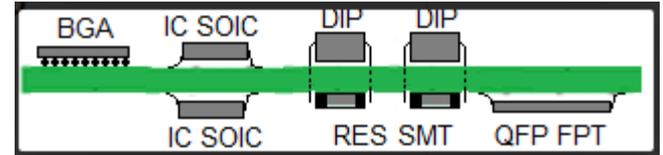
Componentes SMT y THT mezclados, con SMT simple bajo la cara de abajo. THT y SMT Se usa típicamente, porque componentes THT soportan más esfuerzo mecánico y se aprovechan las ventajas de SMT. **Costo moderado.**



## CLASIFICACION DE TIPO DE ENSAMBLE PCB:

Tipo 3 Clase  
Z:

Componentes SMT y THT mezclados, con SMT complejo bajo la cara de abajo, como BGA y fine pitch, puede tener más costos de todos, por la complejidad de los componentes SMT. **Costo alto.**



**Repaso, proceso  
de ensamble de  
comp.  
electrónicos:**



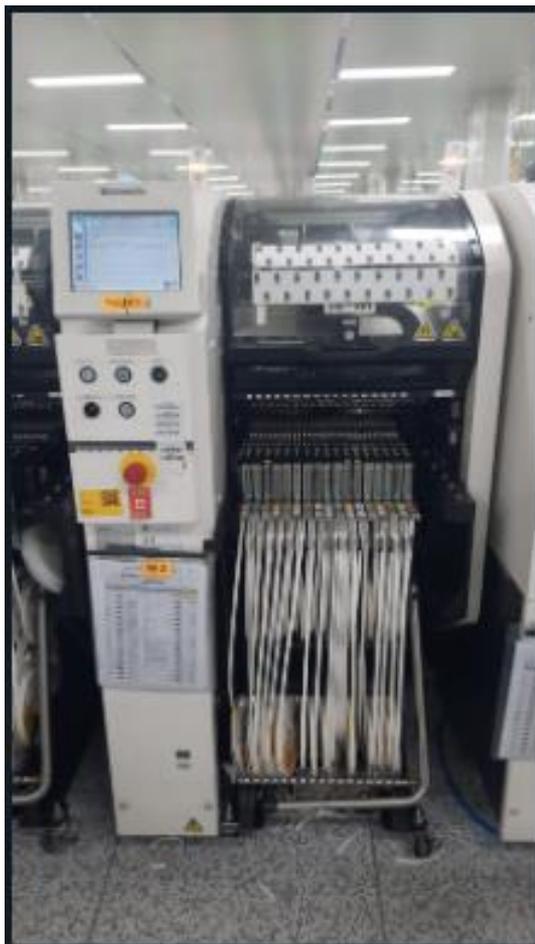
**Inicio de  
ensamble:**

**Estencil para  
aplicar  
soldadura en  
pasta, sobre  
cada PCB del  
layout**

## Soldadura en pasta con estencil



## Empaques conteniendo componentes para su ensamble:



## Cientos de componentes para ser ensamblados:



## Sujetadores de componentes para el “pick and place” nozzle o ventosas



## Pruebas o verificaciones en línea, automaticas, previo a reflujo – horno convección



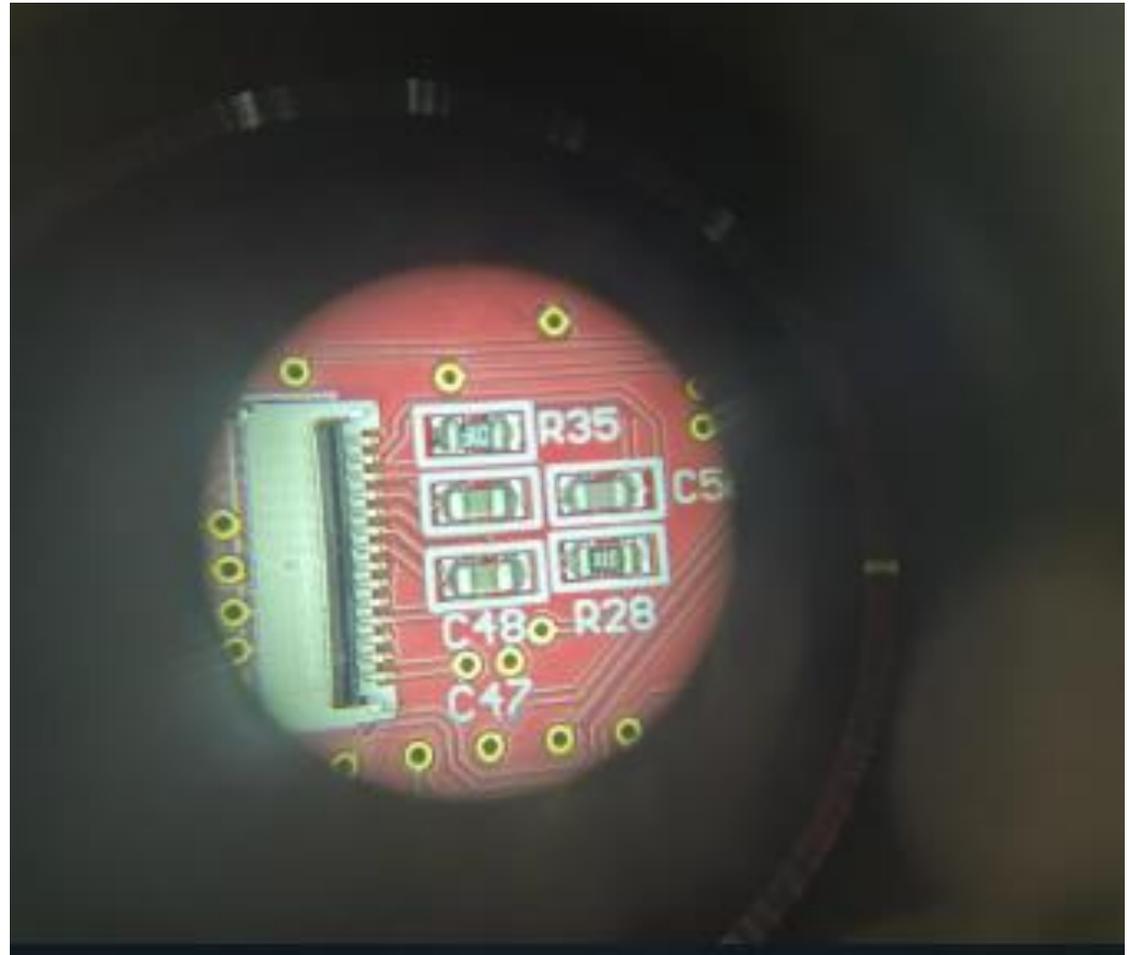
## Reflujo en camara con alta temp. para soldar componentes a los PCB



Ensamble de comp.  
mediante SMT  
y TH ya unidos  
con mediante  
la soldadura  
de pasta al  
PCB



Vista en  
microscopio



## Monitoreo y control de temperatura en secciones de la camara de horno



## Pruebas, verificaciones, AOI, ICT (CTQ)



The screenshot displays the CTQ software interface. At the top, it shows "Production data-teach Feeder" with two entries: "2 2751C\_17445K\_T\_R" and "1 2751C\_17445K\_T\_F". The interface includes a navigation menu on the left with icons for home, search, and other functions. The main area shows "Parts recog" and "Part pickup offset" tabs. A table displays the following data:

Addr	Complname
0505	002883

A dialog box titled "Recog. result" is open, showing the following data:

Recog.	Test	Recog result
ANS		100
$\Delta X$		-0.075
$\Delta Y$		0.146
$\Delta \theta$		-0.732
$\Delta T$		-

The dialog box also includes buttons for "Mgfc. x1", "Re-recognize", "Pickup again", and "ESC". The bottom of the screen shows the date "2024. 2. 12. 09:54. 14" and the version "VER. 14. 160".

## Verificaciones de posición y Rayos X

5

Vacuum sensor Error

2 3148A\_20471L\_T\_R

1 3001B\_19791Z\_T\_F

YBL 10

YBL 9

Data saving

After chk status of parts.  
Please resume running.

TBL Pos	ADR	Err type
9	3	3L Parts drop

Mount state: **Over** No

Lamp >>>

1 1

Run resume

0824 11 26 13:24:33 NMI-D3 (F.LNDNozz1.e R.LNDNozz1.e) V18.14.160

8

Proddata-Teach tray

2 MC92A280\_753A\_T\_R

1 MC92A280\_753A\_T\_F

YBL 16

YBL 15

Parts recog Tray pickup pos. Pre-pickup Insp

Tray ADR A19

3703A0101185

StartPos. X: T Y: T

Parting taking

Next pos.

Height Adj

Lamp >>>

1 10

Image 1.00

0824 11 26 13:25:18 NMI-TF (F.3Nozz1.eV2 R.3Nozz1.eV2) V18.14.16A

## Disposiciones, ensambles OK y/o Not OK



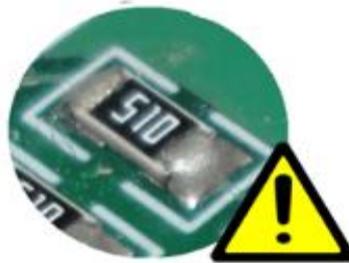
# Tema 1. Procesos en la Industria Electrónica

- 1.1 Introducción, generalidades y clasificaciones de la industria electrónica (componentes, SMT, TH)
- 1.2 Normas/Estándares que rigen la Industria Electrónica.
- 1.3 Procesos de Manufactura (tipos de PCB y tipos de ensamble de PCB)
- 1.4 Sistemas de Inspección
  - Sistemas automáticos de inspección (AOI), sistema de rayos X

Fuente: <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/pcb-que-es-y-para-que-sirve/#comoseclasificaPCB>

<https://www.surtel.es/blog/sistemas-aoi-de-revision-optica/>

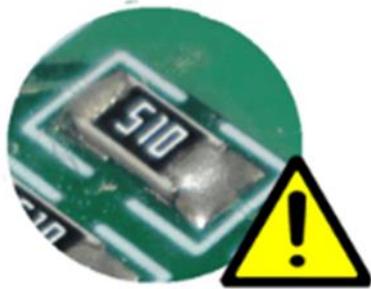
También es importante cumplir con los requisitos de las normas IPC de diseño IPC 2221, fabricación de PCB como la IPC 600 o diseño de huellas o footprints como la IPC 7351.



Para **evaluar o inspeccionar visualmente** un ensamble, se usan los criterios de aceptación IPC 610, estos se pueden presentar en **cuatro condiciones**: ideal, aceptable, indicador de proceso, defecto.



**Ideal:** una condición del ensamble casi perfecto, muy deseable, pero a veces es difícil de alcanzar, porque requiere el control muy preciso de variables como temperatura, insumos, maquinaria, habilidad, entrenamiento. Puede no ser imprescindible para asegurar la fiabilidad .



**Aceptable:** no es ideal, pero mantiene la **fiabilidad** del ensamble y sus características óptimas, en su vida útil.

Uso comercial o no crítico!



### **Defecto:**

condición que no asegura la fiabilidad de un ensamble, pues no tiene la **forma** adecuada (por ejemplo, la forma de la soldadura irregular), ni se **ajusta** al ensamble, pieza o componente (por ejemplo un conector que no se puede encajar o ensamblar con sus contrapartes), ni **funcionará** como se espera (por ejemplo con el calor se podrá desconectar o desprender un pad).

**Validación FFF ( Form + Fit + Function )**

Al encontrar algún ensamble o piezas en condición de defecto pueden tomarse 4 decisiones diferentes:



El ensamble o piezas en condición de **defecto** puede ser retrabajado, reparado, dejado como esta o desecharlo, según lo disponga el cliente (si él no sabe, deberíamos ayudarlo a decidir).

Tenemos 2 condiciones si se desea salvar el producto o ensamble, (*descartando las otras 2 que eran: el “use as is” y el “scrap”*):

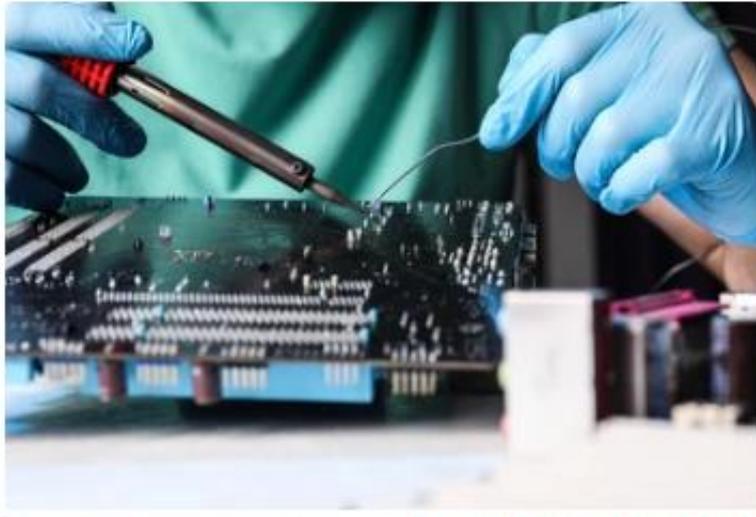
**Retrabajar**

y

**Reparar**

**Retrabajo:** significa recrear las condiciones del proceso para actuar en el defecto y dejarlo casi como original. (*reemplaza, ensamble vuelve a una etapa de la línea*)

**Reparado** es modificarlo, para asegurar que éste en las condiciones óptimas de funcionamiento. (*corrige, fuera de línea*)



*Reparar / re-touch*

versus

*Retrabajo / reemplaza, cambia*



**Indicador de proceso:** criterio que no es un defecto, pero que aporta en la mejora del proceso, pues algo está sucediendo con los materiales, herramientas, máquinas u operador.

# ¿Para que sirven los criterios de aceptación IPC 610?

Estos son muy útiles para la mejora de procesos, es decir cuando se implementa acciones de planificación, implementación y evaluación de procesos, para elevar la calidad de un proceso de producción, o cuando se usa control estadístico de la calidad.

Tomado de: <http://kailean.es/spc-como-me-entero-si-el-proceso-ha-cambiado/>



## Sistemas de Inspección:

### La norma IPC A 610 Aceptabilidad de Ensamblados:

En el diseño y manufactura electrónica, se usan los criterios de aceptación IPC 610, evaluación o inspección, para aceptar o rechazar los PCB, la soldadura de tarjetas o productos electrónicos. Antes de entender los criterios de aceptabilidad (o criterios de soldadura para la inspección) de componentes SMD o THT, con las normas IPC de calidad o soldadura, como se suelen llamar, entendamos primero, que es un requisito de la norma IPC 610:



## **1.4.1 Sistemas Automaticos de Inspección AOI**

(Inspección Optica Automatizada)

En el procedimiento de ensamblaje de una placa electrónica pueden ocurrir inconvenientes de muy diversa índole que pueden llevar asociados tanto fallos humanos, como defectos de fábrica en las piezas utilizadas; por ello, será necesaria una prueba o test que determine que la placa electrónica se encuentra en las condiciones requeridas por el fabricante.

## Continuación **AOI** (Automated Optical Inspection)

Hace unos años la prueba visual que se realizaba para comprobar daños aparentes a simple vista la realizaban los propios técnicos, que dedicaban minutos a analizar cada placa asegurándose de que todos sus componentes se encontraran en su posición correcta y funcionando con normalidad. Sin embargo, la visión humana contaba con muchos factores limitantes como el cansancio, las distracciones, la falta de repetibilidad por otros compañeros, etc. Esto, unido a la miniaturización de los componentes electrónicos y a las grandes densidades de elementos que se manejan en las placas electrónicas modernas, hizo que el sector acusara la necesidad de contar una tecnología que ejecutara este trabajo de forma objetiva en un lapso de tiempo mucho más ajustado. Es de esta forma como los fabricantes desarrollan un sistema capaz de garantizar la confianza en el funcionamiento de un circuito, automatizando y desarrollando los sistemas AOI o Automatic Optical Inspection.

## Continuación 2 **AOI** (Automated Optical Inspection)

Estas máquinas de inspección, están formadas por una cámara que escanea visualmente la superficie del PCB de forma automática, repitiendo este tratamiento por cada una de las tarjetas que los técnicos han precargado previamente. Los sistemas AOI tienen la capacidad de detectar gran variedad de defectos de muy diversa índole en la superficie de la placa:

- **Componentes incorrectos**
- **Componentes ausentes**
- **Componentes con una incorrecta colocación**
- **Presencia de nódulos, manchas o rasguños en la placa.**

## Continuación 3 **AOI** (Automated Optical Inspection)

**Reparación** - re touch o corrección de un PCBA con falla



## Continuación 3 **AOI** (Automated Optical Inspection)

### **¿En qué punto del proceso de montaje de placas se colocan los sistemas AOI?**

Los sistemas de inspección óptica automatizada se pueden colocar en diversas estaciones dentro de la línea de producción, aunque se recomiendan que estas se sitúen tras el proceso de soldadura. Colocarlas en este punto nos aportará información sobre posibles fallos desde el inicio del proceso de producción, lo que nos aligerará posibles problemas posteriores más complicados de solventar.



## Continuación 4

(~~AOI~~ Prueba Funcional)

**Prueba funcional**, el final del proceso de montaje de placas electrónicas.

Aún con toda esta tecnología AOI, debemos tener en cuenta que las máquinas de inspección óptica no tienen la capacidad de determinar si la placa puede realizar su función correctamente (una prueba visual nunca nos dará datos sobre la conductividad de los componentes), por lo que a la prueba visual debemos añadirle una prueba funcional de la tarjeta.

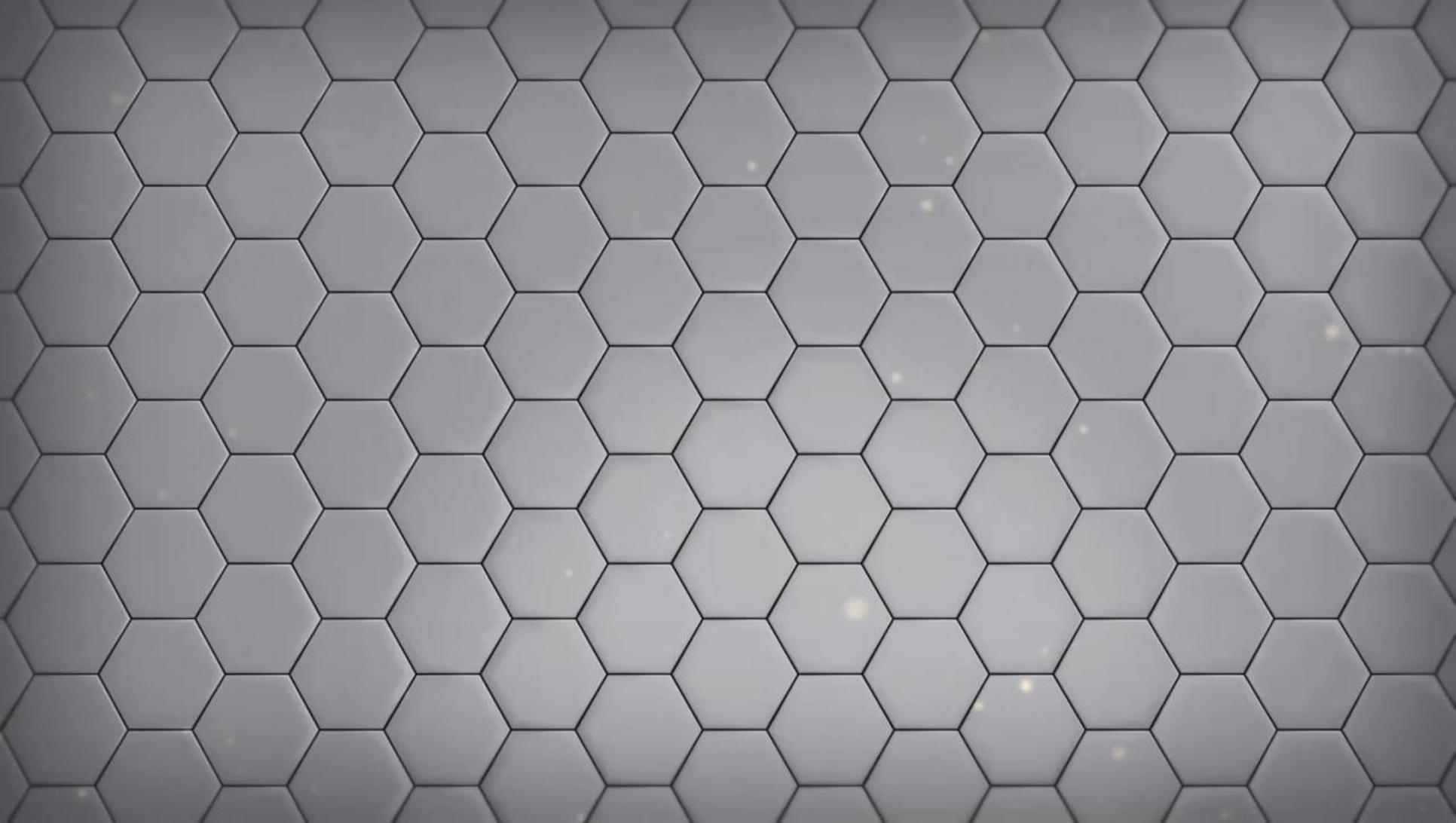
## 1.4.1 Inspección rayos X

En el procedimiento de ensamblaje de una placa electrónica pueden ocurrir inconvenientes de muy diversa índole que pueden llevar asociados tanto fallos humanos, como defectos de fábrica en las piezas utilizadas; por ello, será necesaria una prueba o test que determine que la placa electrónica se encuentra en las condiciones requeridas por el fabricante.

## Inspección rayos X

La inspección por rayos X en la industria electrónica es un procedimiento **no destructivo** que ha cobrado una relevancia importante en los procesos de fabricación y ensamble de circuitos impresos para detectar fallas al interior y por debajo de sus componentes y sus estructuras, que de otra forma no se podrían observar. Un ejemplo de ello es la necesidad de detectar defectos en las capas internas de un circuito impreso multicapa o de poder inspeccionar las soldaduras ubicadas bajo los componentes que no tienen pines, procedimientos que hacen imprescindible poder ver a través de ellos para localizar lo que estamos buscando.





## 1.4.1 Inspección de PCBA:

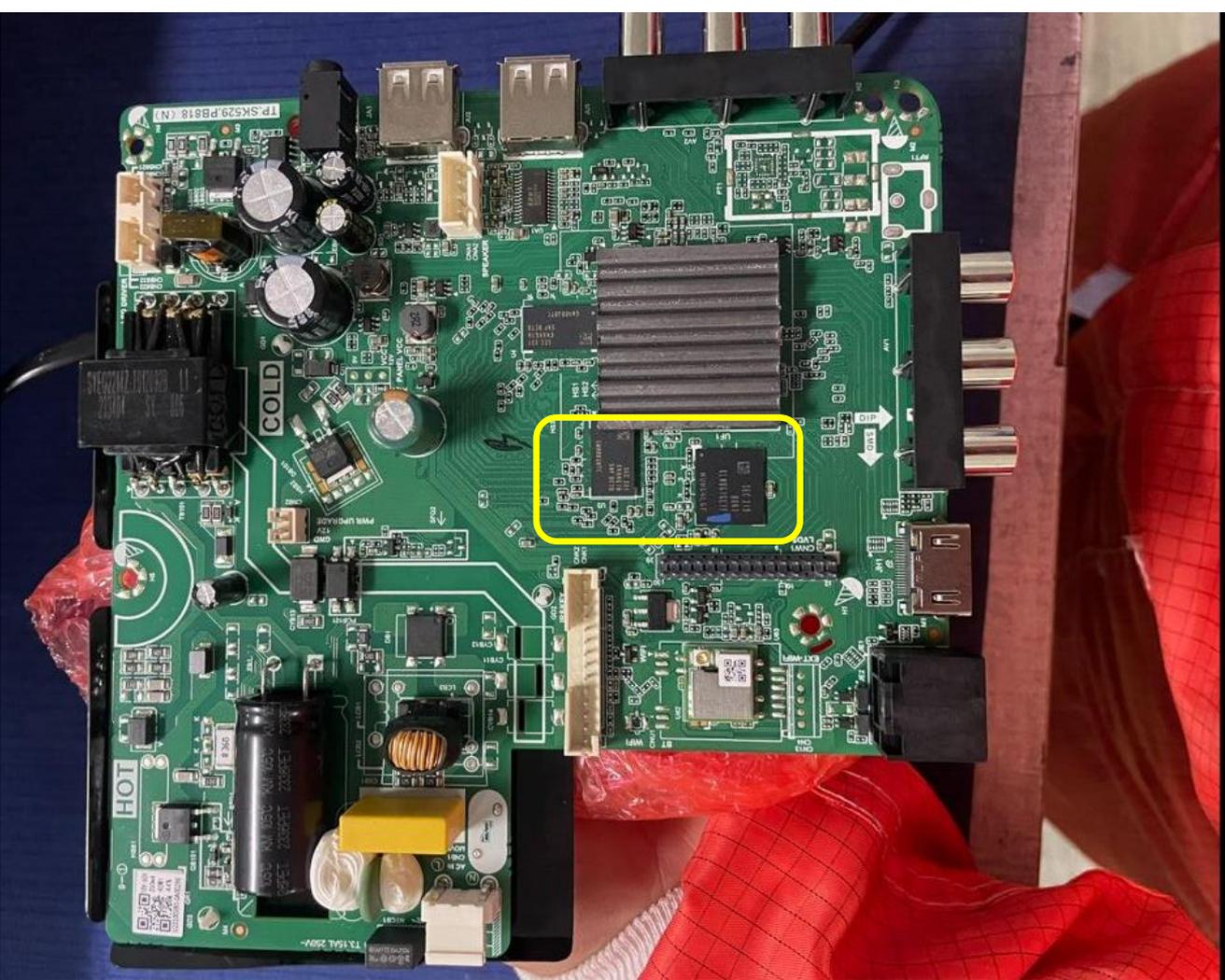
El método de inspección por rayos X es utilizado en empresas de ensamble de tarjetas electrónicas, que necesitan garantizar un alto nivel de confiabilidad de sus procedimientos en los siguientes procesos:

- **Análisis de soldaduras:** La industria electrónica ha desarrollado componentes de alta densidad y dispositivos que carecen de los terminales tradicionales (*Leadless Devices*), para ser soldados y que no podemos ver a simple vista como los que se observan en la figura inferior. Los circuitos integrados con encapsulados tipo BGA, LGA, QFN, etc., poseen sus pads de conexión ubicados bajo el cuerpo del componente, haciendo imposible la inspección de sus soldaduras utilizando métodos visuales o automáticos de análisis de imágenes (AOI).

Existen PCB con circuitos integrados con encapsulados tipo BGA, LGA, QFN, etc., poseen sus pads de conexión ubicados bajo el cuerpo del componente :



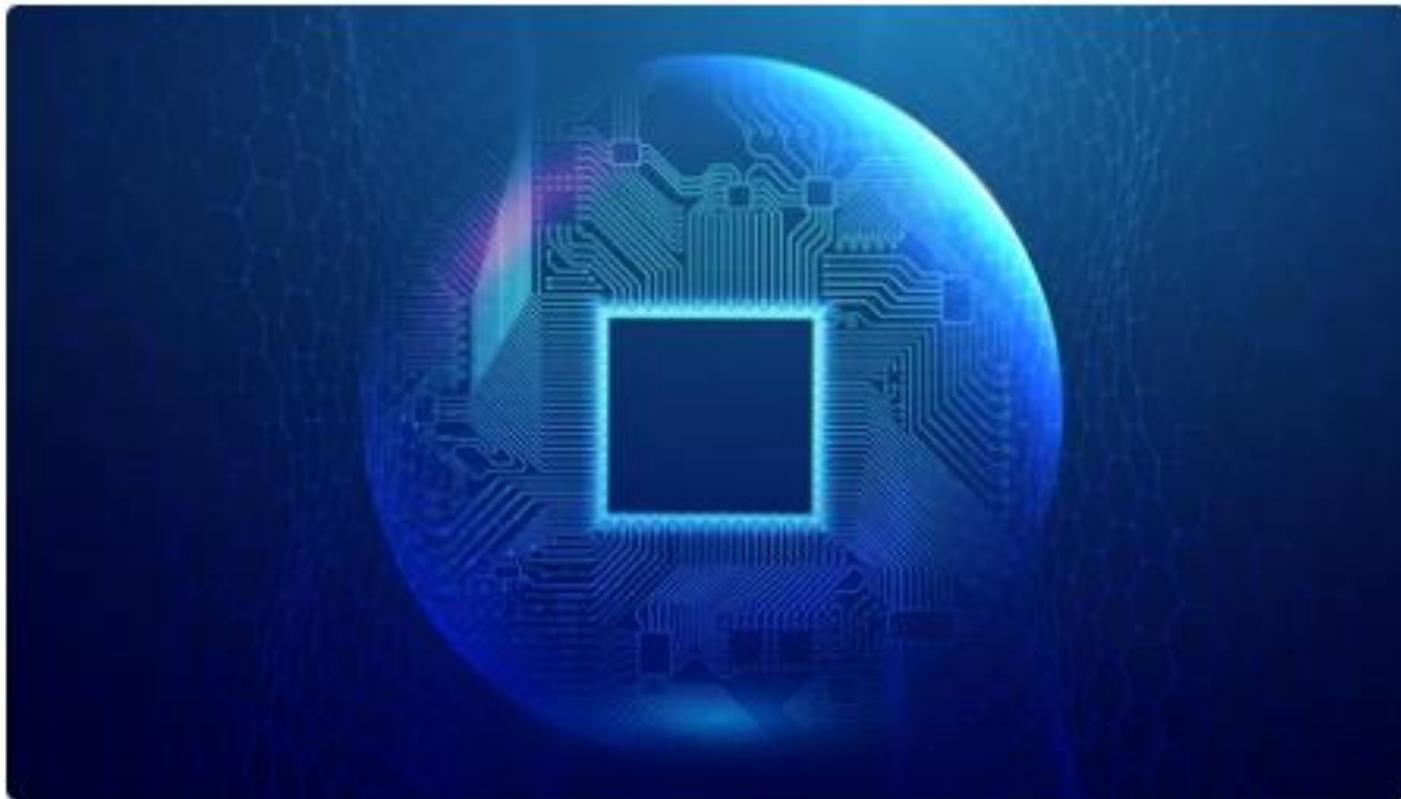
**Ejemplo de  
Circuito  
electronico  
en una  
empresa  
ensamble de  
TV local.**



### 1.4.1 Inspección automática por rayos X (AXI):

La interpretación visual de las imágenes de rayos X de las soldaduras de este tipo de componentes, es una tarea dispendiosa dependiendo de la cantidad de pines y del # de componentes a inspeccionar. La alta densidad actual de los circuitos BGA ha superado los 1600 puntos de conexión por componente con un pitch de 0.3 mm, lo que ha conducido al desarrollo de algoritmos de análisis automático de soldaduras de componentes BGA, QFN, LCC, Etc., que combinados con una alta precisión de los mecanismos CNC utilizados en estos sistemas, permiten obtener un alto rendimiento en los procesos de inspección. Adicionalmente, el cálculo del porcentaje de poros en las soldaduras de componentes BGA es un tema que solo puede ser evaluada por algoritmos diseñados para tal fin como podemos observar en la siguiente figura.

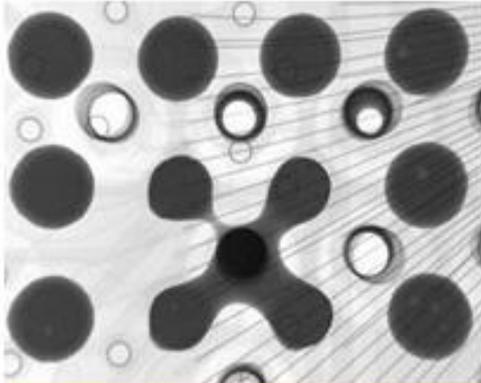
## 1.4.1 AXI



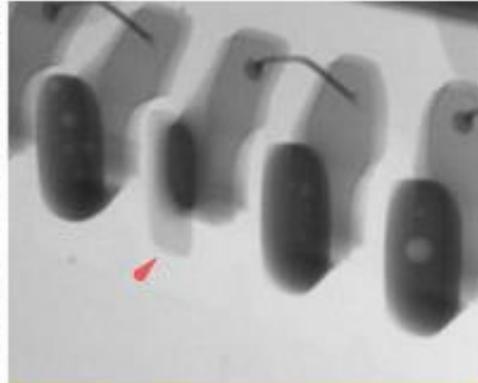
# 1.4.1 AXI



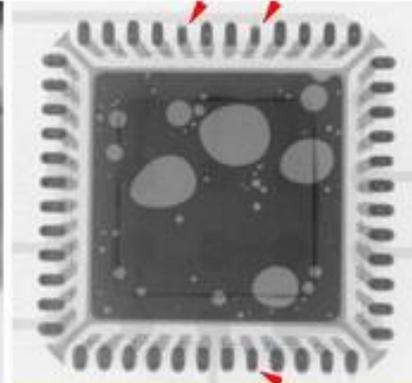
Usando esta tecnología, nos permite visualizar los errores en las soldaduras de dichos componentes así como lo ilustra la siguiente figura, para ajustar los parámetros de los procesos que conduzca a la prevención de estos defectos o si son ocasionales, efectuar la reparación del caso:



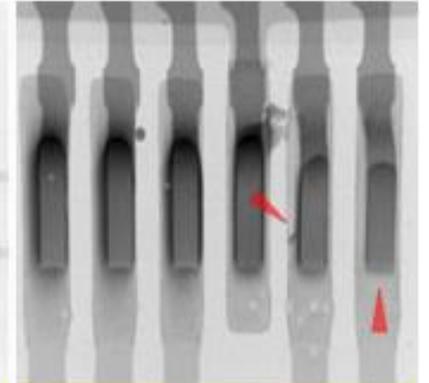
Cortos entre esferas de soldadura en un BGA



Defecto de soldadura en un pin de un QFN



Múltiples soldaduras defectuosas en un QFN



Soldadura insuficiente y ausencia total en un QFP

## 1.4.1 Inspección automática por rayos X (AXI):

### ***Conclusiones:***

El uso de esta tecnología en los procesos de ensamble es muy valioso ya que nos permite ajustar con precisión el perfil de temperatura de los procesos de soldadura en tarjetas que contienen componentes sin pines, al poder observar la microestructura de sus soldaduras. Su implementación en los controles de calidad de un fabricante, indudablemente mejorará la robustez y confiabilidad del producto, obteniendo además lo mas importante: La satisfacción del cliente.

### ***Bibliografía:***

•**Automated X-Ray Inspection AXI for PCB and BGA**

[http://www.radio-electronics.com/info/t\\_and\\_m/ate/automated-x-ray-inspection-pcb-bga.php](http://www.radio-electronics.com/info/t_and_m/ate/automated-x-ray-inspection-pcb-bga.php)

### **1.4.1 Inspección funcional, Prueba en Circuito (ICT):**

Este test, realizado después de la etapa de ensamblaje, verifica el correcto funcionamiento y posición de cada componente electrónico en la PCB. El test incluye la verificación de cortocircuitos, los circuitos abiertos, la resistencia, la capacitancia y otros parámetros. Para ello se utiliza una sonda volante, compuesta por un conjunto de excitadores y sensores que realizan las mediciones requeridas por el test moviéndose libremente en la placa. La sonda se controla mediante un software adecuado, que puede modificarse adaptando el mismo sistema de ensayo a placas con diferentes diseños.

### 1.4.1 Inspección funcional, Prueba en Circuito (ICT):

Como alternativa, se puede utilizar un banco de ensayo, que consiste en una base de clavijas diseñada para el dispositivo objeto de ensayo (DUT - Device Under Test) específico.

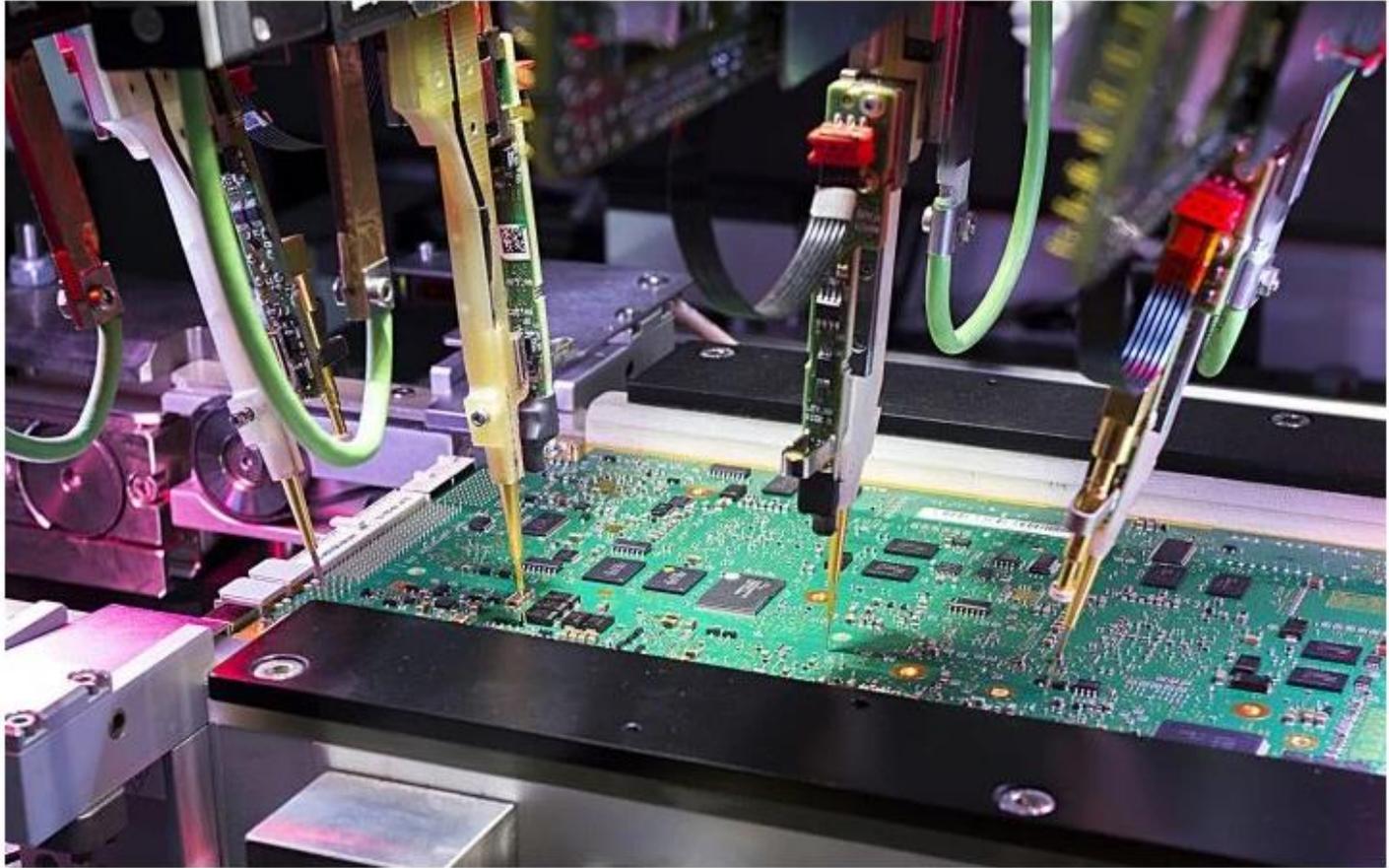
Cada "clavija" se comporta como un sensor real, capaz de conectar eléctricamente un punto específico del DUT al sistema de ensayo. La base de clavijas es una técnica costosa y no demasiado flexible (cada placa requiere la suya propia); además, presenta ciertas dificultades a la hora de probar placas con alta densidad de componentes, en las que se reduce el espacio entre las clavijas.

### 1.4.1 Inspección funcional, Prueba en Circuito (ICT):

La técnica ICT reporta la ventaja de detectar varios defectos, relacionados tanto con los componentes individuales como con sus conexiones, y puede realizarse sin necesidad de energizar la placa. Su inconveniente está relacionado con sus costos (*complejidad de la base de clavijas y del programa informático de control*) y la imposibilidad de probar los conectores, lo que constituye una limitación significativa en los sistemas analógicos y digitales compuestos por varias tarjetas

## 1.4.1 Inspección funcional, Prueba en Circuito (ICT):

*En la figura 1 se muestra una máquina para realizar tests de funcionamiento (ICT) con una sonda voladora.*



## 1.4.1 Inspección funcional, Prueba en Circuito (ICT):

*En la fig 2 se muestra un banco de pruebas personalizado, preparado para la ejecución del test de la base de clavijas*



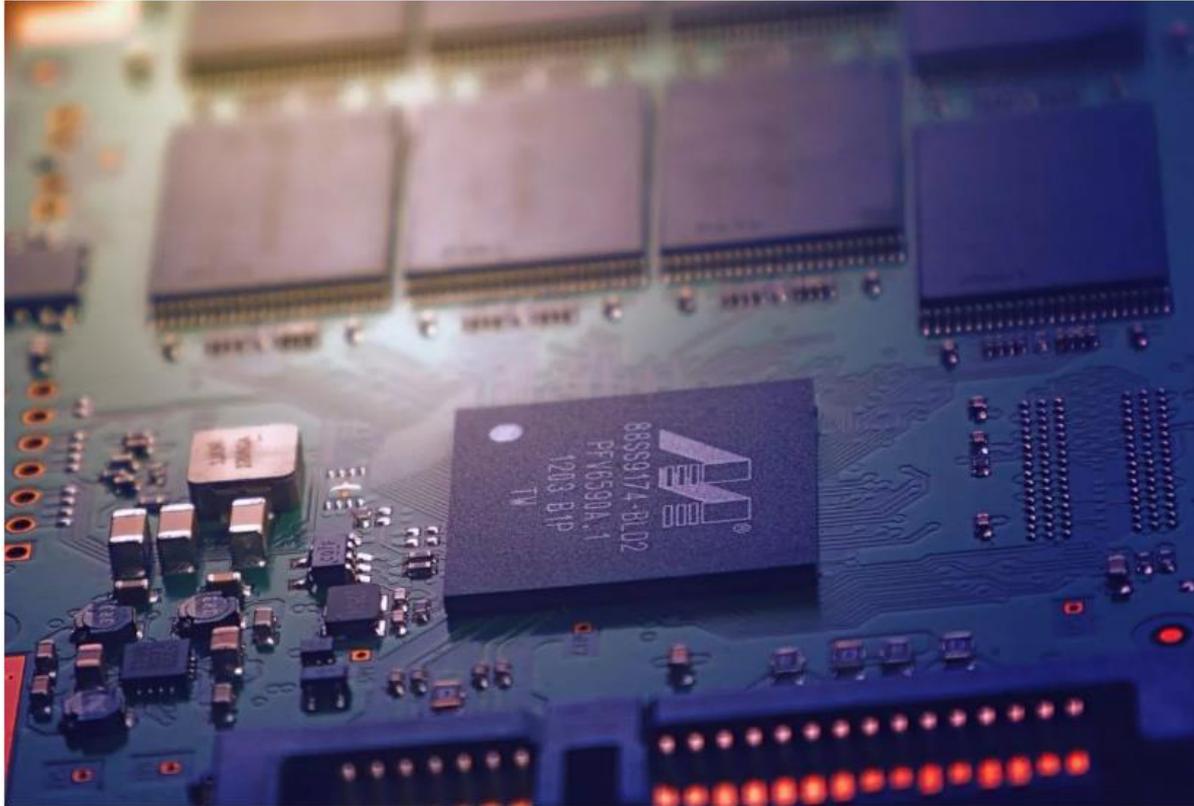
### 1.4.1 Inspección funcional, Test Funcional:

El test funcional es el último paso del proceso de inspección y verificación. Como su nombre indica, su tarea consiste en probar el funcionamiento de un circuito, reproduciendo las señales eléctricas capaces de estimularlo y midiendo los efectos producidos. El circuito está correctamente energizado y/o estimulado eléctricamente a través de los conectores de la interfaz. Una aplicación informática procesa las mediciones realizadas en puntos adecuados de la PCB, verificando su correspondencia con las especificaciones de diseño.

### 1.4.1 Inspección funcional, Test Funcional:

La ventaja del test funcional es su capacidad para detectar posibles anomalías del circuito que solo se producen cuando el circuito está alimentado; además, también es capaz de medir la absorción de potencia en puntos específicos del circuito. Los inconvenientes están relacionados con el costo y la complejidad del sistema de ensayo. De hecho, requiere un equipo muy sofisticado, pero no demasiado flexible, la mayoría de las veces configurado para realizar únicamente el ensayo de una tarjeta específica

## 1.5.1 Pruebas destructivas en electrónica:



## 1.5.1 Pruebas destructivas en electrónica:

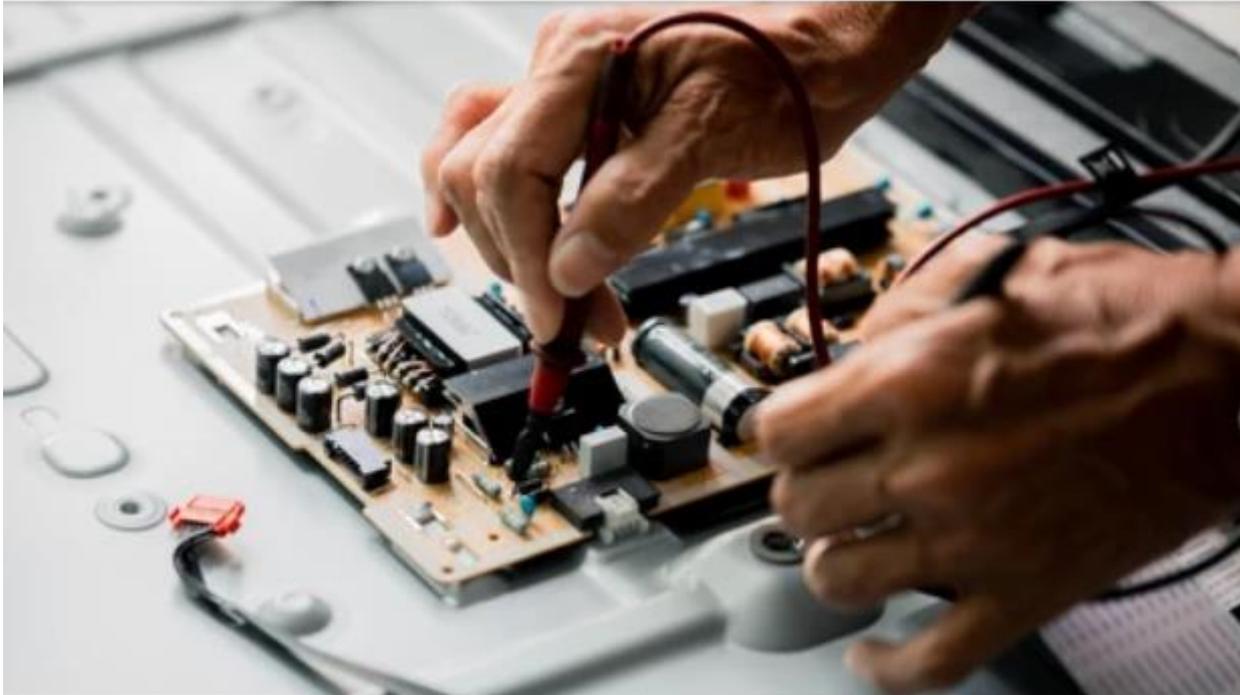
- **DPA Testing** es más que una prueba sino un protocolo, es decir, un conjunto de pruebas de varios tipos a realizar en sucesión sobre una muestra para verificar su resistencia a todos los factores que pueden degradar/afectar su funcionamiento.
- DPA significa *Análisis físico destructivo*, [Destructive Physical Analysis](#), para atestiguar el desempeño del componente o ensamble en los límites de su propósito de diseño.
- DPA Testing se refiere principalmente al **sector militar y aeroespacial** y, más precisamente, a los sofisticados componentes electrónicos que se utilizan en este campo.

## 1.5.1 Pruebas destructivas en electrónica, DPA:

- Las rigurosas pruebas que componen el protocolo de Testing DPA sirven para evitar la llamada "mortalidad infantil" de los componentes electrónicos que es uno de los principales problemas a los que se enfrenta la producción de tan delicados dispositivos.
- La realización de las Pruebas DPA evita que los componentes defectuosos lleguen a la fase de montaje y, al mismo tiempo, se identifican disfunciones recurrentes que son retroalimentación a la fase de diseño.

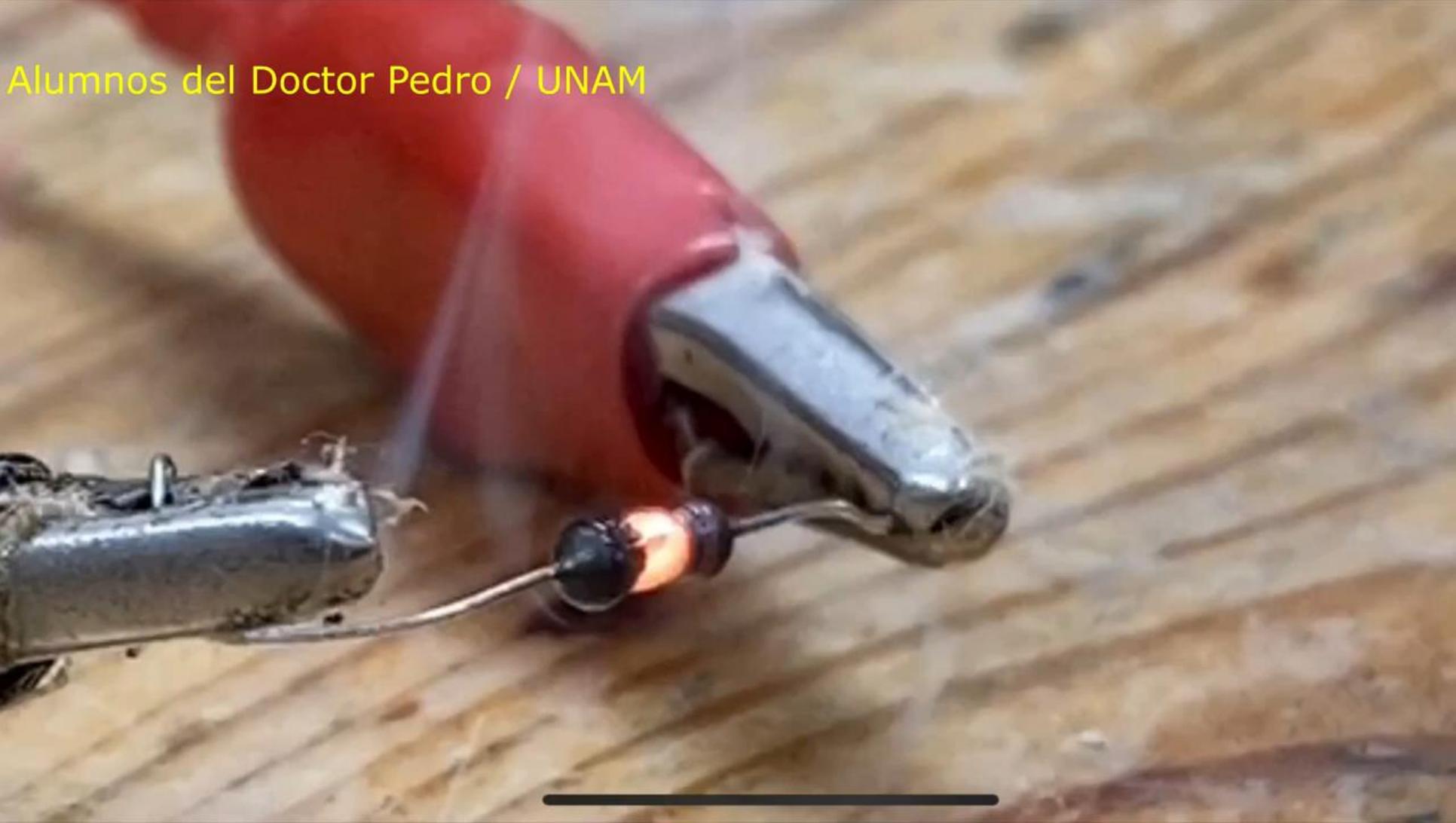
## 1.5.1 Pruebas destructivas en electrónica, DPA:

*Probando una muestra aleatoria*





Alumnos del Doctor Pedro / UNAM



## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática*:

**¿Cuál es la importancia del control de humedad en la producción de componentes electrónicos?**

- La industria de componentes electrónicos implica una serie de procedimientos de fabricación. Pueden estar relacionados con el desarrollo de tableros, circuitos integrados, soldaduras, manejo de equipos e incluso la gestión de componentes almacenados, como importación y adquisición.
- Estos componentes absorben la humedad del aire y puede dañarse durante la soldadura por reflujo de la placa. El material plástico, por ejemplo, puede convertirse en un serio problema para el montaje efectivo de placas.

### 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática:*

- Además, el exceso de humedad puede convertirse en vapor y crear defectos, reduciendo los rendimientos de producción. En el procesamiento a alta temperatura, puede resultar en la formación de burbujas (*algo similar cuando hierve el agua o como cuando se cocina un pancake*), grietas (*separación interna*) o delaminación (*en el caso de tableros sin componentes o sin ensamble*).
- Estos defectos internos son difíciles de detectar durante el proceso de montaje y prueba de las placas, generando un impacto negativo en la producción y montaje de placas electrónicas y posteriormente, en la venta de productos.

## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática:*

### Principales problemas causados por humedad en componentes electrónicos

- Los equipos electrónicos son muy sensibles a la humedad. Los niveles **insuficientes, excesivos o cambiantes de humedad causan daños y fallas en los componentes electrónicos** y presentan riesgos de seguridad debido a *descargas electrostáticas, eventos o incidentes de soldadura, componentes quebradizos y corrosión en las pistas de la placa.*

## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática:*

- Esto se debe a que se ocupan de cargas eléctricas y, como sufren cambios en la humedad ambiental, la **descarga electrostática (ESD)** es la consecuencia más común.
- Esta descarga puede ser visible, a través de chispas, pero esto no es una regla y dependerá de las características del circuito, es decir, niveles de humedad insuficientes aumentan el riesgo de eventos de electricidad estática.

## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática*:

- La concentración de moléculas de vapor de agua aumenta con el incremento de la humedad relativa (UR). En función del grosor de las capas de moléculas, el agua puede acabar permitiendo la conducción iónica, lo que acelera la velocidad de corrosión de las placas.
- Como regla general, el rango de humedad recomendado es **determinado por las especificaciones del fabricante** de los componentes y dispositivos que se ensamblan, sin embargo, muchos siguen los preceptos del Estándar [IPC/JEDEC J-STD-033B01](#).

## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática*:

- otro problema causado por un control de humedad ineficaz está relacionado con el proceso de soldadura, provocando condensación en el interior de los componentes, lo que puede reducir la vida útil de los productos, debido a cortocircuitos y mal funcionamiento de los dispositivos.
- Sin suficiente humedad, la soldadura en pasta se puede secar, causando soldaduras débiles y productos defectuosos, **niveles adecuados de humedad contribuyen a la eficacia** de procesos de soldadura y tecnología de montaje superficial (SMT).

# IPC JED J-STD-033 B

(Detalle etiqueta identificativa)

SÍMBOLO  
PRODUCTO  
SENSIBLE  
A LA HUMEDAD

SITUACIONES  
CUÁNDO ES  
NECESARIO  
SECAR.

CONDICIONES  
DE SECADO.

FECHA DE  
ENVASADO



**CAUTION**  
This Bag Contains  
MOISTURE-SENSITIVE DEVICES

LEVEL   
If blank, see adjacent bar code label

1. Calculated shelf life in sealed bag: 12 months at <math><40^{\circ}\text{C}</math> and <math><90\%</math> relative humidity (RH).
2. Peak package body temperature: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$   
If blank, see adjacent bar code label
3. After bag is opened, devices that will be subjected to reflow solder or other high temperature process must
  - a) Mounted within \_\_\_\_\_ hrs of factory conditions  
If blank, see adjacent bar code label
  - b) Stored at  $\leq 10\% \text{ RH}$ .
4. Devices require baking, before mounting, if :
  - a) Humidity Indicator Card is  $> 10\%$  when read at  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
  - b) If 3a or 3b are not met.
5. If baking is required, devices may be baked for 48 hrs. at  $125 \pm 5^{\circ}\text{C}$   
Note: If device containers cannot be subjected to high temperature or shorter bake times are desired.  
reference IPC/JEDEC J-STD-033 for bake

Bag Seal Date: \_\_\_\_\_  
If blank, see adjacent bar code label

Note: Level and body temperature defined by IPC/JEDEC J-STD-020

STATSHIELD® SERIES  
www.descoindustries.com

CLASIFICACIÓN  
Nivel (J-STD-020)

TEMPERATURA  
PICO CUERPO  
COMPONENTE

TIEMPO DE  
CADUCIDAD A  
TEMPERATURA  
AMBIENTE

## 1.5.1 Protocolos de Validación, componentes sensibles a la humedad y electrostática, que se puede hacer? = Prevención:

### Material básico para la protección ESD

- ☀ Suelos y tapetes
- ☀ Muñequeras y cables
- ☀ Señalización y oficina
- ☀ Protección personal
- ☀ Limpieza y mantenimiento
- ☀ Control y verificación
- ☀ Ionización
- ☀ Embalaje



## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática*, ..... Ejemplos de prevención:

Para prevenir estos daños mencionados, lo más recomendable es el uso de **deshumidificadores industriales por desecante** que **controla con precisión la humedad de la habitación/ambiente** minimizando el riesgo de ESD en la fábrica, protegiendo equipos y trabajadores, aumentando la productividad al preservar una calidad de producción constante.



## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática*, ..... Ejemplos de prevención, sensores:

### Indicadores de humedad



**KS-CDFHIC3:** 3 puntos  
5 cm x 7.5 cm. (100 uds.)

**KS-CDFHIC4:** 4 puntos  
7.5cm x 3.5cm. (100 uds.)

**KS-CDFHIC6:** 6 puntos  
10.5 cm x 3.5 cm. (100 uds.)

## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática*, ..... Ejemplos de prevención, empaques:



Bolsas de protección apantalladas y disipativas, con logo ESD, ofrecen un entorno estático para almacenar y transportar PCB y componentes sensibles.

## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática*, ..... Ejemplos de prevención, empaques:

Uso de bolsas disipativas con cierre abierto o zip color rosa  
logo ESD



## 1.5.1 Protocolos de Validación, *componentes sensibles a la humedad y electrostática*, ..... Ejemplos de prevención, equipo personal:



## 1.6 Procesos de Auditorías en la Industria Electrónica

Las auditorías son un proceso de gran valor para el mejoramiento de una empresa. Su objetivo es **revisar y verificar** el funcionamiento interno, ya sea de manera integral o sobre un aspecto en específico. También, ayudará a **detectar los fallos o incumplimientos** para que se puedan tomar medidas oportunas.

Esta clase de actividades debe ser desarrollada por una persona calificada e independiente, es decir, un **profesional certificado** que evalúe de forma precisa y detallada las incidencias, ejecute un diagnóstico e identifique oportunidades de mejora en pro del crecimiento de la empresa.

# Tipos de Auditoria en general:



## 1.6 Procesos de Auditorías en la Industria Electrónica

### Auditoría de calidad

En este tipo de auditoría se **evalúa la eficacia del sistema de gestión de calidad** y la capacidad para cumplir los requisitos del cliente. El propósito es evitar malas prácticas internas o desarrollar-fabricar productos que puedan afectar a los consumidores.

La auditoría de calidad se puede dividir en diferentes tipos según su enfoque, por ejemplo: sistemas de gestión de calidad, control de procesos, calidad del producto, atención a clientes o externa (*PPM's Rechazos, Quejas, etc*).

## 1.6 Procesos de Auditorías en la Industria Electrónica

### **Auditoría en la Industria Electrónica:**

La auditoría en plantas de industria electrónica se centra en el análisis completo de las líneas de montaje, desde que llegan los componentes hasta que son expedidos, con el fin de garantizar que, en todo el proceso, se controla el exceso de humedad en el manejo de los componentes, no se producen descargas electrostáticas que puedan dañar los componentes, los estándares de calidad IPC y controles son realizados, sostenidos y documentados consistentemente.

## 1.6 Procesos de Auditorías en la Industria Electrónica

**Un programa de Auditoría al control de calidad de productos electrónicos incluye:**

- Auditorías de Fábrica y Proceso (Inspección de recibo, FAI, AOI, AXI, ICT, DPA, controles de humedad y ESD, etc.)
- Auditorías de proveedores (Supplier Quality Eng en el sitio del proveedor)
- Auditorías de cumplimiento a estándares y certificaciones como mercado CE, UL, NOM pruebas de cumplimiento de RoHS, pruebas de caída (drop test) y más.

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Procesos en la Industria Electrónica.	1.1 Introducción, generalidades y clasificaciones de la industria electrónica. 1.2 Normas/Estándares que rigen la Industria Electrónica. 1.3 Procesos de manufactura 1.3.1 Componentes: Placas de Circuitos Impresos (PCB), soldaduras y aleaciones. 1.3.2 Maquinaria y Procesos de soldado: sus variables. 1.3.3 Ensamble manual de componentes electrónicos 1.4 Sistemas de inspección 1.4.1 Sistemas automáticos de inspección (AOI) , sistema de rayos X 1.5 Protocolos de validación 1.5.1 Pruebas destructivas y no destructivas en componentes electrónicos Componentes sensibles a humedad y a electrostática. 1.5.2 Procesos de Auditorías en la Industria Electrónica.

**Listos para su examen de Tema 1**



**Gracias por su atención**