3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1 Actividades de reflexión inicial:

Descripción de la actividad:

Una empresa dedicada a la fabricación de módulos electrónicos para sistemas de automatización industrial ha reportado un incremento en las devoluciones de tarjetas electrónicas por fallas durante las pruebas finales de funcionamiento. El informe del área de calidad evidencia que las principales causas corresponden a errores en el ensamble, instalación de componentes con valores incorrectos, interpretación inadecuada de los planos y de la Lista de Materiales (BOM), daños ocasionados por descargas electrostáticas (ESD), soldaduras con defectos y el incumplimiento de los procedimientos establecidos en las normas técnicas de calidad.

Como integrantes del equipo técnico de mejora continua, los aprendices recibirán un dossier con información del caso que incluye fotografías de las tarjetas defectuosas, planos de ensamble, lista de materiales, registros de inspección y reportes de no conformidades. En equipos de trabajo deberán analizar la información suministrada, identificar las posibles causas de las fallas, establecer las consecuencias técnicas, económicas y de seguridad que estas generan para la empresa y proponer acciones preliminares que permitan prevenir su ocurrencia, argumentando sus respuestas con base en sus conocimientos previos y su experiencia.

Posteriormente, cada equipo socializará sus conclusiones mediante una discusión técnica orientada por el instructor, quien registrará los conocimientos previos, las hipótesis planteadas y las necesidades de aprendizaje que deberán resolverse durante el desarrollo de la competencia. Esta actividad busca despertar el interés por la importancia del ensamble de tarjetas electrónicas como un proceso crítico para garantizar la calidad, la confiabilidad, la productividad y la satisfacción del cliente en la industria electrónica colombiana.

Ambiente requerido:

- Ambiente de Electrónica con mesas de trabajo colaborativo.
- Computador con proyector o pantalla interactiva.
- Acceso a planos electrónicos, listas BOM y reportes de producción.
- Muestras de tarjetas electrónicas con defectos reales o simulados.
- Tablero para construcción colectiva de conclusiones.

Estrategias o técnicas didácticas activas:

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).
- Estudio de caso.
- Aprendizaje colaborativo.
- Lluvia de ideas.
- Discusión técnica guiada.
- Preguntas orientadoras y pensamiento crítico.

Materiales de formación:

- Imágenes de tarjetas electrónicas con diferentes tipos de defectos de ensamble.
- Planos de ensamble (Assembly Drawing).
- Lista de Materiales (BOM).
- Reportes de inspección de calidad.
- Formatos de registro de observaciones.
- Computador y proyector.
- Marcadores.

Material de apoyo:

- Norma IPC-A-610 (criterios de aceptabilidad para ensambles electrónicos).
- Norma IPC J-STD-001 (requisitos para soldaduras eléctricas y electrónicas).
- Procedimientos de control ESD.
- Manual de Seguridad y Salud en el Trabajo aplicable al laboratorio de electrónica.
- Procedimientos de calidad y trazabilidad utilizados en empresas de manufactura electrónica.

Duración de la actividad: 2 horas.

DOSSIER TÉCNICO DE CONTROL DE CALIDAD Y FALLAS (PCBA)

Para consolidar este **Dossier Técnico**, se recopila a continuación la información de ingeniería, los formatos normalizados basados en estándares internacionales como IPC-A-610, y los ejemplos prácticos de cada sección solicitada.

https://mediateca.educa.madrid.org/documentos/9hnf3lytcxb8i3tr/fs

1. Planos de Ensamble de la Tarjeta (Assembly Drawings)
El plano de ensamble es el documento maestro en PDF o DXF que define la ubicación exacta y orientación de los componentes electrónicos sobre el circuito impreso.

- **Vistas del Diseño**: Debe incluir la vista de la capa superior (*Top Side*) y de la capa inferior (*Bottom Side*).
- **Elementos Clave**: Muestra los contornos de los componentes, sus designadores de referencia (ej. U1, R12, C5) y los **puntos de polaridad** (como el pin 1 en circuitos integrados o el cátodo en diodos).
- **Notas de Manufactura**: Bloque de texto inferior con instrucciones de soldadura, uso de máscara pelable o zonas de exclusión (*Keep-out zones*).

2. Lista de Materiales (BOM - Bill of Materials)
Es la estructura de producto o listado maestro de componentes requerido para fabricar la tarjeta electrónica. Se organiza en formato de tabla para garantizar la trazabilidad de la compra

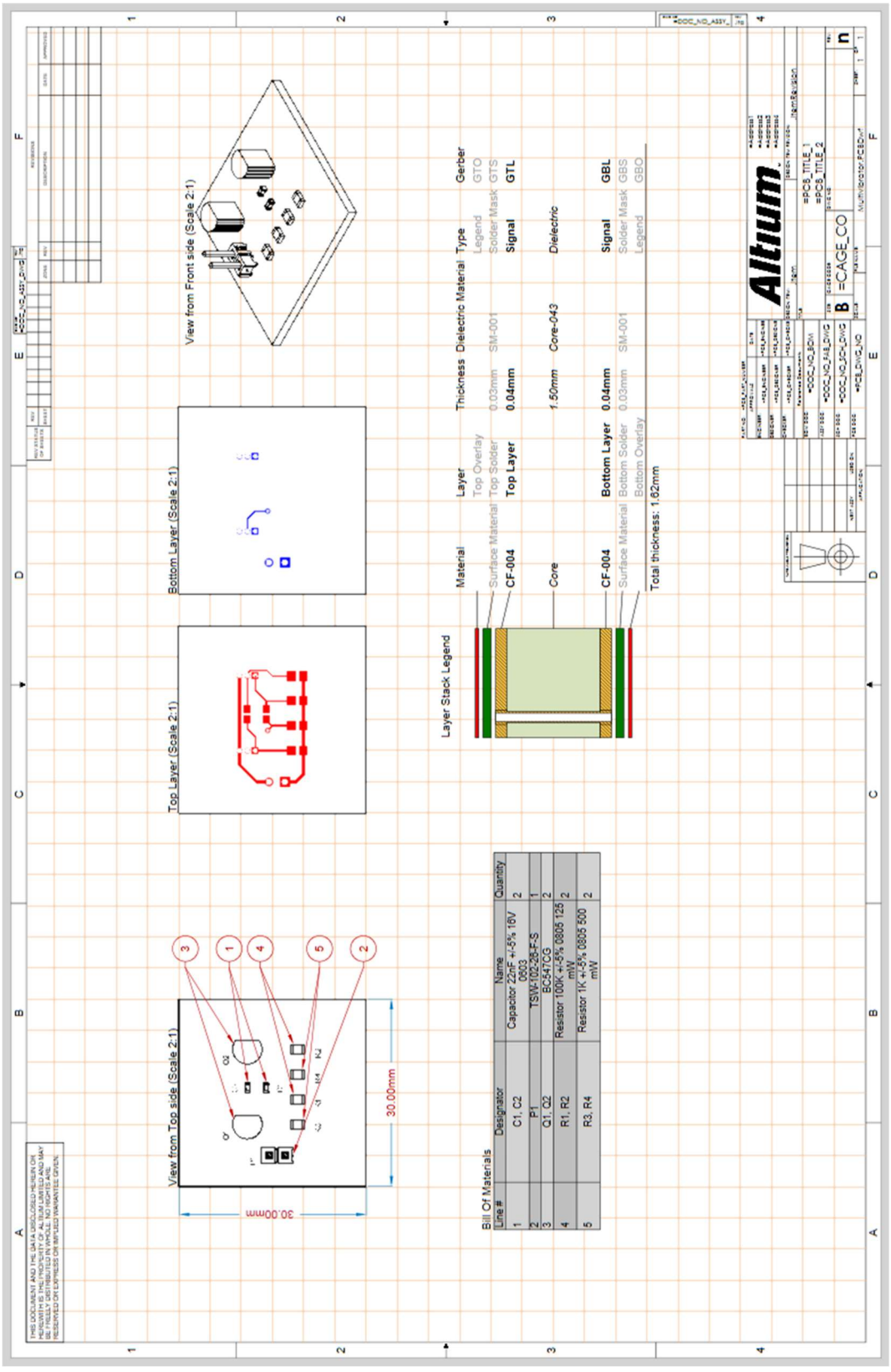
3. Registro de Inspección de Calidad
Este registro documenta el paso de los lotes fabricados por las distintas estaciones de control de calidad. En la industria electrónica de alta tecnología, la validación se realiza mediante tres metodologías principales:

1. **Inspección Visual Manual**: Con microscopios ópticos para evaluar juntas de soldadura.
2. **Inspección Óptica Automatizada (AOI)**: Escaneo mediante cámaras de alta velocidad para detectar componentes invertidos o desalineados.
3. **Inspección por Rayos X (AXI)**: Crucial para revisar soldaduras ocultas debajo de componentes tipo BGA (*Ball Grid Array*).

4. Reporte de No Conformidades (NCR) y Galería Fotográfica

- **Descripción del defecto**: Detalle del problema detectado (ej. cortos por puente de soldadura, componentes invertidos, desalineación).
- **Evidencia fotográfica macro**: Fotos de alta resolución con microscopio electrónico que muestren claramente la falla.
- **Trazabilidad**: ID o número de serie de la tarjeta electrónica exacta que presenta el defecto.

5. Reporte de No Conformidad (NCR)
Cuando un lote falla los criterios IPC establecidos, se emite un documento NCR formal.


View from Front side (Scale 2:1)
Bottom Layer (Scale 2:1)
Top Layer (Scale 2:1)
Layer Stack Legend
Material
Layer
Thickness
Dielectric Material
Type
Gerber
Top Overlay
Legend
GTO
Surface Material
Top Solder
0.03mm
SM-001
Solder Mask
GTS
CF-004
Top Layer
0.04mm
Signal
GTL
Core
1.50mm
Core-043
Dielectric
CF-004
Bottom Layer
0.04mm
Signal
GBL
Surface Material
Bottom Solder
0.03mm
SM-001
Solder Mask
GBS
Bottom Overlay
Legend
GBO
Total thickness: 1.62mm
View from Top side (Scale 2:1)
30.00mm
30.00mm
Bill Of Materials
Line #
Designator
Name
Quantity
1
C1, C2
Capacitor 22nF +/-5% 16V 0603
2
2
P1
TSW-102-28-F-S
1
3
Q1, Q2
BC547CG
2
4
R1, R2
Resistor 100K +/-5% 0805 125 mW
2
5
R3, R4
Resistor 1K +/-5% 0805 500 mW
2
Altium
=PCB_TITLE_1
=PCB_TITLE_2
B
=CAGE_CO
n

==========

REPORTE DE NO CONFORMIDAD (NCR) - CALIDAD PCBA

==========

Número de Reporte: NCR-2026-0042 Fecha de Emisión: 21/07/2026
Código de Proyecto: PCBA-CONTROLLER-V3 Lote Afectado: L-2026-07A
Inspector Responsable: Ing. Carlos Mendoza Cantidad Rechazada: 14 Unidades

---

1. DETALLE DEL DEFECTO ENCONTRADO

Durante la inspección óptica automatizada (AOI) y posterior validación microscópica visual, se detectaron puentes de soldadura (cortocircuito) en los pines periféricos del circuito integrado principal U1. El defecto infringe la norma IPC-A-610 Clase 3 (Sección de Criterios de Soldadura).

---

2. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA ASOCIADA

Se anexan capturas del microscopio digital. Las tarjetas con número de serie SN-0042-01 hasta SN-0042-14 muestran una altura de filete excesiva que colapsó el espacio libre mínimo entre conductores (Clearance).

---

3. ACCIONES DE CONTENCIÓN INMEDIATAS (CORRECCIÓN)

[X] Segregar el lote completo en cuarentena en área de almacenamiento restringido.
[X] Detener la línea de producción SMT #2 para verificación de parámetros de reflow.
[ ] Retrabajar unidades mediante estación de soldadura de precisión y malla desoldadora.

---

4. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (Técnica de los 5 Porqués)

---

1. ¿Por qué fallaron las tarjetas?: Cortocircuito por exceso de soldadura en U1.
2. ¿Por qué había exceso de soldadura?: La apertura del esténcil aplicó demasiada pasta.
3. ¿Por qué el esténcil aplicó pasta de más?: El esténcil sufrió un desgaste prematuro.
4. ¿Por qué estaba desgastado?: No se realizó la calibración ni el cambio en los ciclos recomendados.
5. Causa Raíz: Ausencia de alertas de mantenimiento preventivo para utillajes de SMT en el software de fábrica.

---

5. ACCIÓN CORRECTIVA PROPUESTA

Modificar el plan de mantenimiento preventivo e integrar un contador automático de ciclos de uso de esténciles para forzar el reemplazo a las 15,000 pasadas.

==========