

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DEPARTAMENTO METAL MECÁNICA

PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL:

DISEÑO DE PROGRAMA AUTOMATIZADO PARA TESTEO DE TARJETA
ELECTRÓNICA.

PRESENTA:

EMMANUEL CUELLAR MARTINEZ

ASESOR INTERNO:

JOSE MANUEL CERVANTES VAZQUEZ

ASESOR EXTERNO:

ALBERTO ROJAS CRUZ

NOMBRE DE LA EMPRESA:

BCS- AUTOMOTIVE INTERFACE SOLUTIONS

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer de manera personal a mi familia que me ha apoyado en este proceso que se ha sentido bastante ya que hubo dificultades.

También agradecer a los amigos de mi padre que me ayudaron bastante, ya que con el apoyo de ellos pude lograr he interactuar con cosas nuevas.

Y por último agradecer de manera laboral al departamento de ICT, ya que ellos brindaron las oportunidades, ya que al entregar su confianza para la capacitación de nuevas tecnologías se adquiere mucha experiencia, valor personal y profesional.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	8
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	9
Sector.....	9
Tamaño de la empresa.....	10
Filosofía de la empresa	10
Misión.....	10
Visión	10
Política	11
Valores	11
Código de conducta	11
Objetivos de la empresa.....	12
Organigrama	13
Productos	13
Ubicación de la empresa.....	14
2.1. Descripción del área de trabajo.	15
Descripción del proceso.....	16
3. PROBLEMAS A RESOLVER.....	17
4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	17
4.1. Objetivo general.	17
4.2. Objetivos específicos.	18
5. JUSTIFICACIÓN.	18
5.1. Alcances.....	18
5.2. Limitaciones.....	18
6. MARCO TEÓRICO.....	19

6.1. Antecedentes	19
6.2. Conceptos.....	21
6.3. Marco Metodológico.....	43
Tipo de estudio.....	43
Población	43
Tarjetas PCBA y procesos.....	43
Ensamble lado TOP	44
Ensamble lado BOT	45
Detección de defectos.....	46
7. Desarrollo del proyecto.	50
FASE 1. Configuración de maquina y definición de componentes.....	50
FASE 2. Configuración de zonas no voladas, accesibilidad de la tarjeta y configuración de panel.....	77
FASE 3. Posición de ataque de puntas a componentes, depuración de pruebas.....	85
8. RESULTADOS	102
9. CONCLUSION	108
10. COMPETENCIAS DESARROLLADAS	109
11. BIBLIOGRAFIA.	113

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Código de Conducta.....	12
Figura 2. Organigrama de BCS AIS.....	13
Figura 3. Producto de BCS	14
Figura 4. Ubicación de la Empresa	14
Figura 5. Tarjeta Perforada 1950	20
Figura 6. SPEA Flying Probe Tester.....	22
Figura 7. Flying Probe 4020 S2.....	24
Figura 8. Ejemplo de Gerber.....	25
Figura 9. Ejemplo de BOM	27
Figura 10. Tipos de BGAS en PCBA	28
Figura 11. Software Leonardo OS2	29
Figura 12. Pines para pruebas ICT	31
Figura 13. Fixtura ICT.....	32
Figura 14. Pruebas en Flying Probe.....	33
Figura 15. Ejemplo de archivo esquemático.....	36
Figura 16. PCBA GARFIELD REV 01	39
Figura 17. PCBA GARFIELD REV 03	41
Figura 18 PCBA con componentes faltantes REV-03	43
Figura 19. Efecto lapida en PCBA	47
Figura 20. Corto en IC	47
Figura 21. Fixtura de ICT.....	48
Figura 22. Ensamble TLA.....	49
Figura 23. Vista secundaria de ensamble TLA.....	49
Figura 24. Ventana principal de Leonardo OS2	51
Figura 25. Modo de desarrollo de programa en Flying Probe	52
Figura 26. Configuraciones de Flying Probe.....	53
Figura 27. Configuraciones avanzadas	54
Figura 28. Prioridades de testing	54
Figura 29. Detección de archivos para TPGM.....	56
Figura 30. Traducción de archivos.....	57
Figura 31. Acomodo de BOM.....	57
Figura 32. Opción de configuración de BOM	58
Figura 33. Configuración de BOM.....	59
Figura 34. Numeración de BOM	61
Figura 35. Importación de datos SPEA.....	62
Figura 36. Creación de archivo funcional.	63
Figura 37. Definición de componentes.....	64
Figura 38. Porcentaje de componentes definidos.....	66
Figura 39. Información de componentes incompleta.....	66

Figura 40. Información de capacitores completa	67
Figura 41. Información de diodos completa.....	67
Figura 42. Información de resistores completa	68
Figura 43. Porcentaje de definición.	68
Figura 44. Interfaz completada.....	69
Figura 45. Configuración de diodo	70
Figura 46. Polaridad en diodo	71
Figura 47. Polaridad en BJT	71
Figura 48. Prueba alterna para oscilador	72
Figura 49. Check In de polaridad	73
Figura 50. Etapa de polaridad completada.....	73
Figura 51. Definición de partes internas	74
Figura 52. Definición de fuentes de voltaje	75
Figura 53. Definición de fuente de voltaje	75
Figura 54. Fase 1 completada.....	76
Figura 55. Áreas no voladas	77
Figura 56. Definición de dimensiones de áreas no voladas	78
Figura 57. Prioridades en el testplan	79
Figura 58. Porcentaje de accesibilidad de la tarjeta.....	80
Figura 59. Diseño de panel	81
Figura 60. Comparativa de panel CAD y PCBA.....	81
Figura 61. Detección de fiducial 1	82
Figura 62. Detección de fiducial 2.....	82
Figura 63. Generación de TPGM	83
Figura 64. Lectura de componentes	84
Figura 65. Generación de Test Program	84
Figura 66. Adquisición de imagen para lectura de componentes	85
Figura 67. Check List de configuración de puntas.....	86
Figura 68. Configuración de punto de ataque.....	87
Figura 69. Botones para avance de configuración.....	87
Figura 70. Posición de puntas.....	88
Figura 71. Configuraciones para punto de ataque	88
Figura 72. Configuración de punto de ataque.....	89
Figura 73. Uso de Shift para asignación de punto de ataque.....	89
Figura 74. Componente de orientación vertical	90
Figura 75. Habilitación de prueba parcial.....	90
Figura 76. Configuraciones para PAD's	91
Figura 77. Inhabilitación de prueba.	91
Figura 78. Inhabilitación de prueba	92
Figura 79. Falta de accesibilidad.....	92

Figura 80. Configuración de punto de ataque para IC	93
Figura 81. Configuración de puntas para IC	93
Figura 82. Análisis de información para TPGM	94
Figura 83. Compilación de información	95
Figura 84. Prueba de Pre-screening	96
Figura 85. Estatus de prueba satisfactorio.	97
Figura 86. Generación de testplan en LV debug	98
Figura 87. Interfaz para configuración de debug	98
Figura 88. Prueba inestable con esttus de PASS	99
Figura 89. Debug en capacitor	99
Figura 90. Debug en prueba de cortos en microcontrolador.....	100
Figura 91. Interfaz de TPGM completado	101
Figura 92. Proceso de producción en Flying Probe	101
Figura 93. Modo Producción	102
Figura 94. Referencia de falla	103
Figura 95. Desplazamiento en R72.....	103
Figura 96. Resultados de modo de producción.....	104

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aplicación de cambios de ingeniería.....	38
Tabla 2. Archivos y materiales para ocupar	51
Tabla 3. Análisis general de tarjeta	105
Tabla 4. Analisis de tipos de prueba	106
Tabla 5. Análisis de tipos de prueba	106
Tabla 6. Tipo de componentes y cantidad probada.....	107

1. INTRODUCCIÓN

BCS Automotive Interface Solutions es una empresa que se dedica a la elaboración de tarjetas electrónicas para el sector automotriz, la cual lleva 70 años de experiencia en el mercado. A finales de agosto del año 2022 inauguraron una nueva planta en el estado de Querétaro, más específicamente en el municipio del Marqués.

En este informe técnico se puede visualizar la metodología y estudio que se llevó a cabo dentro de esta nueva planta para mejorar el proceso de producción, específicamente en una maquina llamada Flying Probe, que realiza pruebas a nivel componente.

Dentro de la empresa se presentó la necesidad de automatizar un proceso de pruebas para tarjetas PCBA, las cuales deben ser procesadas, validadas para que todos los componentes de estas tengan un correcto funcionamiento, medirlas y que estas no tengan valores fuera de rangos, revisar mediciones y tener depuraciones en los componentes que presenten falsos rechazos para que las tarjetas puedan ser validadas para que cumplan con su funcionalidad.

Al estar en el sector automotriz este se actualiza constantemente, por consecuente para los modelos de ensamblaje de diferentes módulos o tarjetas PCBA se tiene que actualizar esto tiene un impacto constante de inversión ya que los modelos establecidos para producción en masa tienen una distribución y layout fijo por lo tanto estos modelos son probados en máquinas ICT (In-Circuit-Test), mediante fixturas que es una herramienta personalizada de acuerdo a la tarjeta en la cual se tiene puntos de prueba fijos.

En ese caso la empresa está en arranque y cuenta con la producción de nuevos modelos que están en revisiones llamados NPI (New Product Introduction), estos modelos deben contar con aplicación de normas, estándares y otros requerimientos que pida el cliente en este caso MARS. A lo largo del proceso el producto tiene varios cambios llamados revisiones, para llegar al que se establezca como el

modelo fijo que el cliente quiere para producción en masa, hasta entonces hay constantes cambios procesos de montaje, pruebas y ensamblaje de los modelos, en cada cambio se tienen que enviar el producto terminado al cliente para obtener su aprobación y la empresa se consolida como la más apta para el ensamblaje y fabricación del proyecto, teniendo en cuenta lo anterior se toma en cuenta que el proceso en el área de ICT es el de mayor cobertura en la tarjeta electrónica ya que te valida todo el proceso y te brinda información de la funcionalidad de la misma.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El objetivo principal de la compañía es ser el principal proveedor de PCBA y producto terminado de diversos productos como el cargador inalámbrico, además de diversificarse a distintas compañías como la nueva planta que se abrirá fungiendo a la empresa FORD, la idea principal es lograr trabajar para todas las empresas del sector automotriz sirviendo y dando la calidad y confiabilidad necesaria para el sector. La planta se inauguró a mediados del 2021, más precisamente el 16 de agosto de 2021 la planta abrió sus puertas, tuvo una inversión de doscientos millones de pesos, inicialmente se esperaba que llegara a crear mil cien nuevos empleos para impulsar el crecimiento de dicha planta, inicialmente fue inaugurada para la creación de un único proyecto para la compañía Tesla Motors, el cual es el cargador eléctrico inalámbrico, el cual es diseñado y fabricado para la parte de abajo del estéreo de este para poder poner el celular y cargarlo mediante carga inalámbrica, utilizando el bluetooth como fuente principal, gracias a esto se planea abrir otras dos plantas una ya en proceso en el parque industrial la bomba, muy cerca de la planta actual y otra aun en planeación, sin embargo, aun en la planeación la única planta que trabajara para la compañía Tesla será la planta de la que se menciona, al ser de esta manera se planea que esta sea una de las plantas más fuertes del país.

Sector

Al ser una empresa manufacturera se encuentra clasificado en el sector secundario de la economía, esto debido a que sería una maquila, por tanto, es manufactura.

Tamaño de la empresa

La planta se encuentra ubicada en dos lotes comerciales del parque tecnológico Innovación y cuenta con alrededor de mil trescientos trabajadores sin contar los proveedores que pueden llegar a estar presentes.

Filosofía de la empresa

Generar valor económico y ser el principal productor de tarjetas electrónicas a nivel mundial, para las principales compañías del sector automotriz.

Misión

BCS Automotive Interface Solutions es un proveedor de automoción especializado en soluciones para el interior del vehículo para garantizar un control seguro y cómodo del coche por parte del conductor. Dar forma a las tecnologías y características utilizadas en el interior del vehículo.

Visión

Ser el proveedor global líder de sistemas HMI que proporciona soluciones de interfaz total es nuestro objetivo a largo plazo.

Crear un alto nivel de confort para garantizar el bienestar, y para crear seguridad para garantizar la confianza en las tecnologías utilizadas en los controles interiores del vehículo. BCS Automotive Interface Solutions se centra en conseguir ideas innovadoras en vehículos manejables. Esto permite realmente experimentar nuevas tecnologías y esas ya podrían estar en su próximo coche (BCS Automotive Interface Solutions, 2023).

Política

Bien la primera vez

Bien cada vez

Mejorando continuamente

Valores

Propiedad, no importa si en el contexto tecnológico, comercial o social es el valor principal que nosotros como BCS promovemos y esperamos que de cada uno de nuestros empleados demuestre en el trabajo diario - para servir mejor a todos nuestros interesados: nuestros clientes, nuestros proveedores, el público, nuestros accionistas y en última instancia nuestros empleados (BCS AIS, 2023).

Código de conducta

- Derechos y responsabilidades
- Combatiendo la corrupción
- Responsabilidad social
- Avisos e informes
- Sosteniendo la información
- Comportamiento justo y libre mercado
- Evitar conflictos de interés Seguridad y salud en el trabajo y protección del medio ambiente (BCS AIS, 2023)

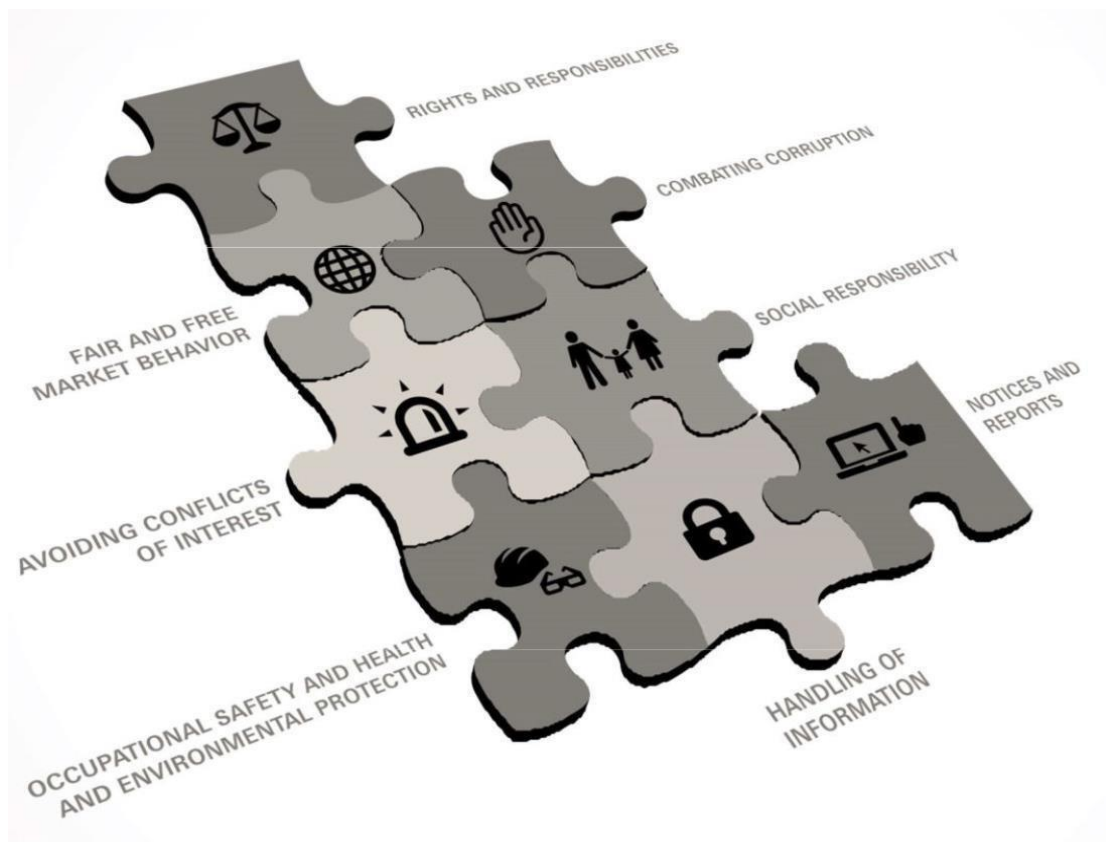


Figura 1. Código de Conducta

Objetivos de la empresa

El mercado automotriz experimenta uno de los cambios más significativos de la historia y BCS Automotive Interface Solutions como experto en sistemas de control en el interior del vehículo está preparado para dar soluciones de Interfaz Humana Avanzada (AHIS), BCS Automotive Interface Solutions está apasionadamente comprometida con el desarrollo de interfaces humanas innovadoras (HMI).

Organigrama



Figura 2. Organigrama de BCS AIS

Productos

En la variedad de productos que ofrecen se encuentran:

1. Módulos de control de dirección
2. Cargador eléctrico inalámbrico
3. Interruptores
4. Paneles de control eléctrico de interfaz
5. Controles de calefacción
6. Controles de ventilación
7. Controles de aire acondicionado
8. Micrófono de audio

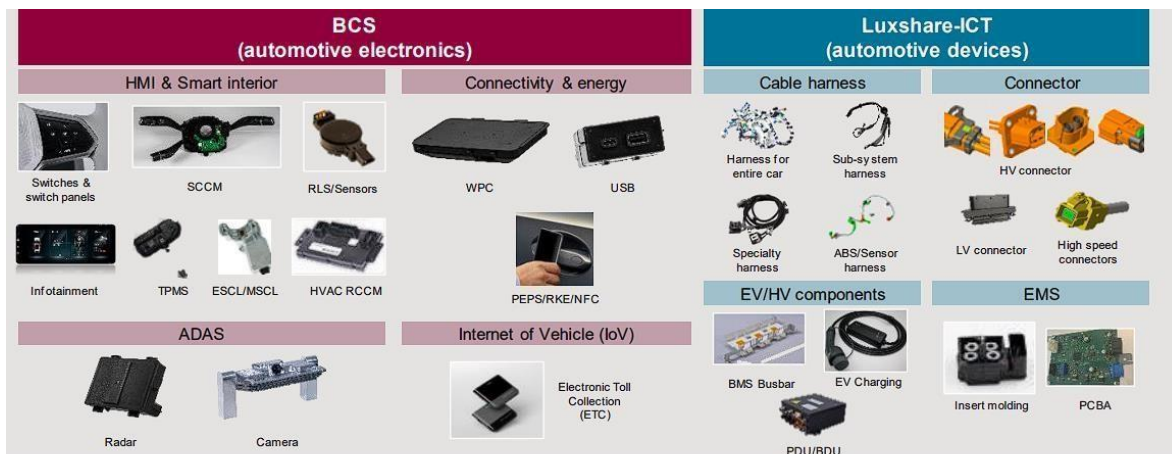


Figura 3. Producto de BCS

Ubicación de la empresa

La empresa BCS-AIS se encuentra en Parque Industrial Tecnológico Innovación, Querétaro con C.P. 76246. Los poblados más cercanos son la ciudad de Querétaro y El marqués (Google Maps, 2024).

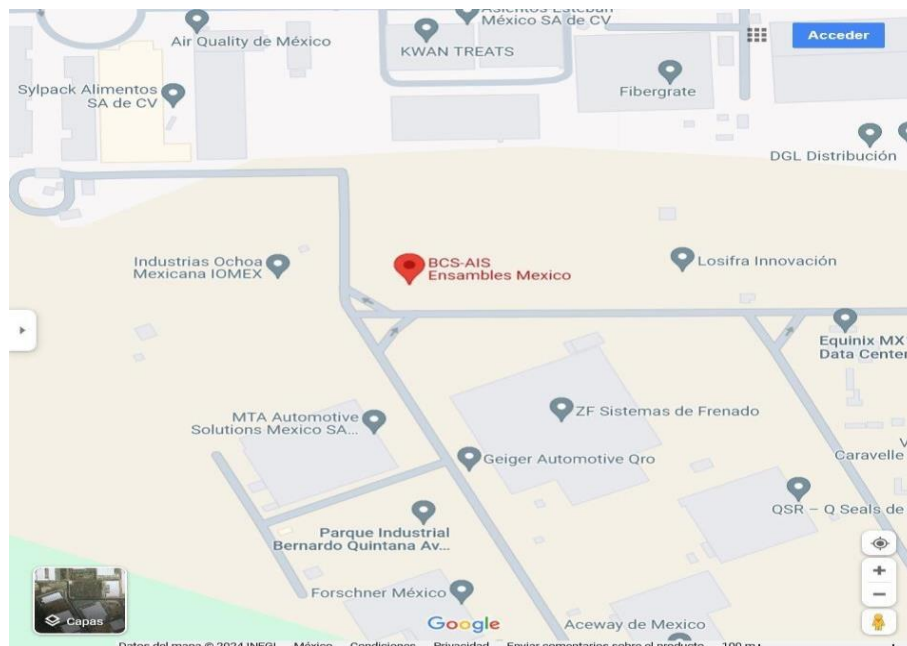


Figura 4. Ubicación de la Empresa

2.1. Descripción del área de trabajo.

El proyecto se desarrolla en el área de ICT conocido así por sus siglas en inglés (Incircuit Test), en esta área se lleva a cabo el proceso de prueba de las tarjetas a nivel componente, componente en circuito y nivel funcional, también en esta área se lleva a cabo el análisis de falla de las tarjetas y la validación del proceso de la misma, ya que al hacer una prueba funcional de la tarjeta se hace la máxima cobertura de prueba validando inspecciones anteriores que tiene que cumplir la tarjeta por requerimientos de cliente y normas.

En esta área se emplean las siguientes competencias:

Análisis profundo de proceso:

- Aplicación de conocimientos.
- Detección de fallas
- Mejora de necesidades en áreas de oportunidad
- Estudio detallado en maquinaria de área.

Detección de falla de proceso:

- validación de proceso mediante tarjeta Master o Golden sample.
- control de fallas
- mitigación de falso rechazo mediante depuración.

Seguridad:

- prevención de accidentes parciales con los equipos, valoración e inspección de riesgos para tener la menor exposición a ellos.
- manejo adecuado de la tarjeta aplicando la norma ESD (Electro Static Discharge).
- aplicación y uso del equipo apto de seguridad personal para entrar a cuarto limpio.

Competencia general de desarrollo

- responsabilidad social, proyección de actividades y control de tiempo en procesos.
- consultoría, aplicación de planes de contingencia, manejo de información y ejecución de actividades.

- distribución de tiempo y ejecución real de actividades, descripción de situaciones de retraso.

Las funciones a realizar en el área son la siguientes:

- Soporte a nivel técnico de área ICT • Gestión de recursos de fixturas de pruebas
- Inspección de tarjetas.
- Análisis a nivel circuito y esquemático.
- Detección y evaluación de fallas reales
- Depuración (debug) en maquinaria (ICT)
- Validación de proceso de área ICT
- Validación de información a servidor.
- Asistencia a curso de SPEA Flying probe 4020 • Desarrollo de programas de testing para modelos NPI
- Depuración(debug) en maquinaria (Flying Probe).
- Inspección y validación diaria de equipo ESD.
- Inspección de área de trabajo.
- Mantenimiento de equipos de trabajo.
- Apoyo en documentación de instrucciones de trabajo y cartas proceso.
- Inventarios de partes de máquina.

Descripción del proceso

Debido a los constantes cambios que existen en el sector automotriz la empresa decidió hacer una gran inversión y adquirir la maquina Flying Probe la cual se podrá utilizar para implementar proyectos que estén en proceso de fabricación o incluso los que aún siguen en planeación y desarrollo esto debido a que es una maquina versátil en la cual el crear el proceso correcto podemos verificar y validar tanto que los componentes se encuentren como que ofrezcan una medición correcta, esto sin importar el diseño del PCBA, el orden de los componentes, el tipo de componente, si los componentes se encuentran en la parte top o en la parte Bot, para lograr esto

necesitaremos un prototipo o diseño de la PCBA para poder crear el diseño a computadora en el programa Leonardo, el diseño del circuito para poder analizarlo, la lista de componentes para saber analizar si son componentes analógicos o digitales, el diagrama esquemático y por último el tipo de programación que se hará para poder analizar las tarjetas.

3. PROBLEMAS A RESOLVER

La empresa BCS-AIS es una maquiladora de tarjetas electrónicas para interfaces automotrices teniendo como cliente a MARS una ensambladora directa de TESLA Motors.

La empresa se introduce en el mercado de interfaces electrónicas para el sector automotriz con los modelos NPI (New Product Introduction), por sus siglas en ingles en el desarrollo de estos modelos los cambios son hechos sobre el desarrollo del mismo proyecto y llegar en un tiempo más corto a la consolidación del proyecto que será fabricado en máxima producción.

Debido a eso la empresa debe adquirir tecnologías que le permitan tener esa versatilidad ante los cambios de cada proyecto y poder enfrentarlos de manera exitosa para tener la aprobación del cliente bajo las normas requeridas, además de tener un producto satisfactorio y tener la aprobación del cliente para llevar los proyectos a su máxima producción.

4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

4.1. Objetivo general.

Generar programa de testing estable y con una amplia cobertura para modelo NPI y sus diferentes versiones o revisiones que pueda presentar para garantizar un modelo satisfactorio y funcional al cliente.

4.2. Objetivos específicos.

- Diseñar un programa que automatice el proceso de validación de componentes electrónicos en PCBA
- Mejorar el tiempo de proceso
- Identificar componentes dañados para poder marcar las PCBA como NOOK o en su defecto llevarlas al área de retrabajo
- Automatizar el proceso, evitando así que las PCBA sean expuestas al mal manejo del operador
- Garantizar la máxima cobertura posible de testing para una aprobación satisfactoria del cliente
- Garantizar la calidad exigida por Tesla Motors

5. JUSTIFICACIÓN.

Generar programas de testing para modelos NPI por parte del personal de ICT, generando una inversión menor en Flying probe y garantizando una mejora de tiempo en la entrega del producto a Tesla Motors.

5.1. Alcances

Este proyecto necesita implementarse de la manera más rápida posible debido a que los modelos de tarjetas PCBA que se utilizaran están en proceso de entrada para los vehículos de la marca Tesla y al ser necesarios para el producto final debemos garantizar y asegurar su correcto funcionamiento, al ser diseñado específicamente para productos diseñados para la empresa es perfecto para satisfacer las necesidades de esta.

5.2. Limitaciones

Aun con las especificaciones del proyecto, al ser una maquina recién llegada a la empresa en este caso es la Flying Probe, esta misma era manejada por parte de proveedor lo cual representaba una inversión para la empresa para que el proveedor desarrollara programas de testing es por eso que la empresa opta por adquirir un

curso específico para el uso, mantenimiento y manejo absoluto de esta, además de para poder crear los programas que son necesarios para la implementación de cambios en el desarrollo de las tarjetas , ya que al ser una empresa que trabaja directamente para la empresa Tesla debemos esperar a que esta misma nos proporcione la lista de componentes que se utilizaran el cual puede llegar a ser un proceso tardado debido a que Tesla puede llegar a tardar hasta meses, esto debido a que antes de implementarse se deben de verificar y pasar pruebas para asegurar el uso del usuario final, por último al ser el sector automotriz, este sufre varios cambios de revisiones año con año por lo que este debe estar en constante actualización.

Al ser tan nueva la empresa solo cuenta con una maquina Flying Probe y al ser una empresa la cual trabaja diferentes PCBA al necesitar pasar por esta máquina se debe optimizar correctamente el tiempo ya que puede parar producción al estar esperando que las piezas sean probadas exitosamente garantizando la calidad y eficiencia necesaria.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Antecedentes

En la década de los 40 se dieron los primeros avances de la informática moderna, hasta los años 70 el mundo de la informática y los sistemas operativos era demasiado precario (Cerritos, 2002).

Década de 1940

Alan Turing, con su Máquina de Turing, se le considera cómo el precursor de la informática, debido a que construyó una máquina capaz de realizar procesos de manera automatizada mediante algoritmos que eran bastante complejos para la época, su rotundo éxito radica en que sirvió para descifrar mensajes encriptados del

sistema que utilizaban los nazis en la Segunda Guerra Mundial para sus comunicaciones (Cerritos, 2002).

Década de 1950

Aparecen las tarjetas perforadas y las cintas, las cuales eran los soportes que albergaban el código desarrollado para el funcionamiento de los programas. El objetivo principal era cargar los programas a la memoria para después ejecutarlos, aunque el problema que enfrentaban era que se complicaba el proceso de finalización de ejecución para inmediatamente iniciar la ejecución del siguiente.

El avance más significativo fue el almacenamiento temporal, esto lograba solucionar el proceso de transición de un programa al siguiente. Se crearon las técnicas de buffering y spooling (Cerritos, 2002).

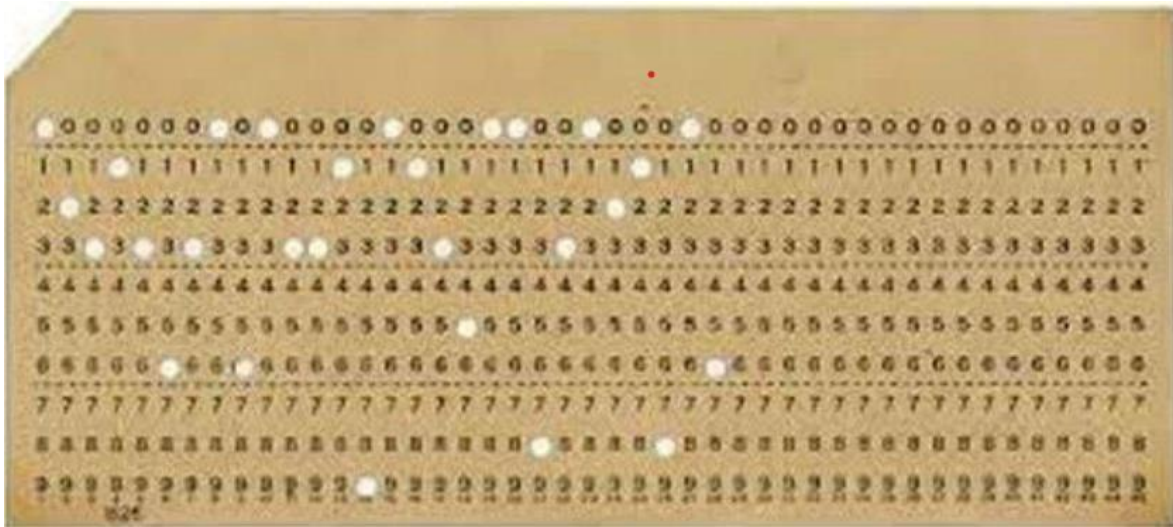


Figura 5. Tarjeta Perforada 1950

Década de 1960

Una de las mayores creaciones fue la aparición del circuito integrado, también conocido como chip o microchip, el cual permitió trabajar a mayor velocidad en la ejecución de los programas.

Se desarrolló la técnica de operativo multiprogramación, técnica de tiempo real y tiempo compartido, lo cual permitía realizar tareas simultaneas, esto gracias a la creación de la memoria caché, la cual estaba albergada en el procesador y permitía la escritura en tiempo real (Cerritos, 2002).

6.2. Conceptos

Flying probe

Las placas de circuito impreso desnudo (PCB por sus siglas en inglés) y ensamblaje de PCB (PCBA), según (Departamento de tests de P4Q, 2022), se someten a diversas pruebas antes de salir del área de fabricación. Entre uno de los métodos de prueba más populares son la prueba de sonda voladora o Flying Probe.

¿Qué es una prueba de sonda voladora o Flying Probe Test?

Como una forma simple de explicar, la prueba de sonda voladora o Flying Probe Test (FPT), es un sistema automatizado con una pequeña cantidad de sondas que “vuelan” alrededor de la parte superior e inferior de un PCB simultáneamente para hacer contacto con los puntos de prueba.

De acuerdo con las instrucciones de un programa para la placa específica que se está probando, una sonda de prueba voladora se mueve de un punto de prueba a otro.

Las máquinas de FPT tienen agujas de alta precisión que realizan pruebas eléctricas para determinar si un PCB (componente) está en buen estado. Estas pruebas, al no tener la necesidad de usar herramientas personalizadas, son un

instrumento rentable en la etapa inicial de desarrollo y producción de bajo medio volumen.



Figura 6. SPEA Flying Probe Tester

SPEA 4020 S2

La empresa adquiere el modelo de SPEA 4020 S2, ya que al hacer una evaluación de los modelos NPI que esta iba a producir, se inclinó por esta máquina que representaba una buena inversión y contaba con los recursos de testing necesarios para las pruebas generadas que le garantizaban una tarjeta funcional y de un correcto testing, además del proveedor de la maquina ofrecía facilidades como soporte técnico directo, mantenimiento de la misma y apoyo en operaciones de manera remota.

Entrando de manera técnica esta máquina es una versión compacta de su compañía de origen además de ser muy comercial tiene la facilidad y versatilidad en el desarrollo de programa de testing, lo cual presenta una ventaja sobre maquinas

similares ya que esta cuenta con el sistema de software más actualizado lo cual la pone en competencia directa en el mercado como tecnologías de prueba para ICT. La "Flying Probe 4020 S2" es una máquina de prueba de circuitos de alta precisión utilizada en la fabricación y verificación de placas de circuito impreso (PCB). Esta máquina utiliza tecnología de "sonda voladora" para realizar pruebas eléctricas y funcionales en circuitos impresos sin necesidad de utilizar puntas de prueba físicas.

Aquí hay algunas características y funciones destacadas de la Flying Probe 4020 S2:

- **Tecnología de sonda voladora:** En lugar de utilizar puntas de prueba físicas, la Flying Probe 4020 S2 utiliza sondas controladas por software que se mueven de manera precisa sobre la superficie de la PCB para realizar pruebas eléctricas y funcionales. Esto elimina la necesidad de fabricar puntas de prueba específicas para cada diseño de PCB y permite realizar pruebas en circuitos complejos y densos.
- **Alta precisión y velocidad:** La Flying Probe 4020 S2 ofrece una alta precisión y velocidad en la realización de pruebas. Las sondas pueden moverse con precisión submilimétrica sobre la superficie de la PCB, lo que permite realizar pruebas en componentes y trazas muy pequeñas con gran precisión. Además, la máquina puede realizar pruebas de manera rápida y eficiente, lo que mejora la productividad en la línea de producción.
- **Pruebas eléctricas y funcionales:** La Flying Probe 4020 S2 puede realizar una variedad de pruebas eléctricas y funcionales en las PCB, incluyendo pruebas de continuidad, resistencia, capacitancia, inductancia, aislamiento, entre otras. Además, la máquina puede realizar pruebas funcionales, como la verificación de la funcionalidad de los circuitos digitales y analógicos, la programación de dispositivos programables (FPGA, CPLD), entre otras.
- **Flexibilidad y adaptabilidad:** La Flying Probe 4020 S2 es altamente flexible y adaptable a una amplia gama de diseños de PCB. Puede trabajar con PCB de diferentes tamaños, formas y complejidades, y puede adaptarse fácilmente a cambios en el diseño de la PCB sin necesidad de reconfiguraciones mecánicas.

- Software de control avanzado: La máquina está controlada por un software avanzado que permite programar y ejecutar una variedad de pruebas de forma automatizada. El software proporciona herramientas de diagnóstico y análisis para interpretar los resultados de las pruebas y generar informes detallados sobre la calidad y el rendimiento de la PCB.



Figura 7. Flying Probe 4020 S2

Archivo Gerber

Antes de la llegada de los archivos Gerber, no había una directiva estándar a seguir para la producción de circuitos impresos (PCB). Los documentos que incluían las especificaciones de los PCB tenían un contenido diversificado. Los formatos gráficos, textuales, descriptivos, bitmaps y vectoriales describían y representaban bien el proyecto final, pero a menudo se producían incompatibilidades de medidas, dimensiones, posicionamiento y más. Con frecuencia había confusión y malentendidos entre los clientes y los fabricantes. **Con la adopción del formato Gerber, por último, existe una compatibilidad universal entre los diseñadores de PCB y sus fabricantes.** De esta manera, este último puede funcionar con un

formato de archivo totalmente independiente del software CAE/ CAD utilizado (Proto-electronics.com, 2023).

Este formato no identifica un solo documento, sino que constituye la norma para la producción de circuitos impresos. Los diferentes archivos, exportados al final del proyecto, contienen descripciones de conexiones eléctricas, pistas, vías y pastillas. Son documentos vectoriales formados por un conjunto de comandos que generan un flujo de objetos gráficos. También incluyen instrucciones para perforar sobre el PCB. Hoy en día, las empresas que producen circuitos impresos sólo necesitan este tipo de documentación de sus clientes. Los programas de diseño electrónico más importantes contienen y ofrecen la posibilidad de exportar todo el trabajo en este formato. Por lo tanto, disponer de esta información es lo primero que un diseñador electrónico debe verificar en su software CAE. Actualmente, el formato estándar utilizado es RS274X. Es una versión extremadamente potente porque incluye, en el mismo documento:

- Parámetros de configuración
- Aberturas
- Coordenadas XY

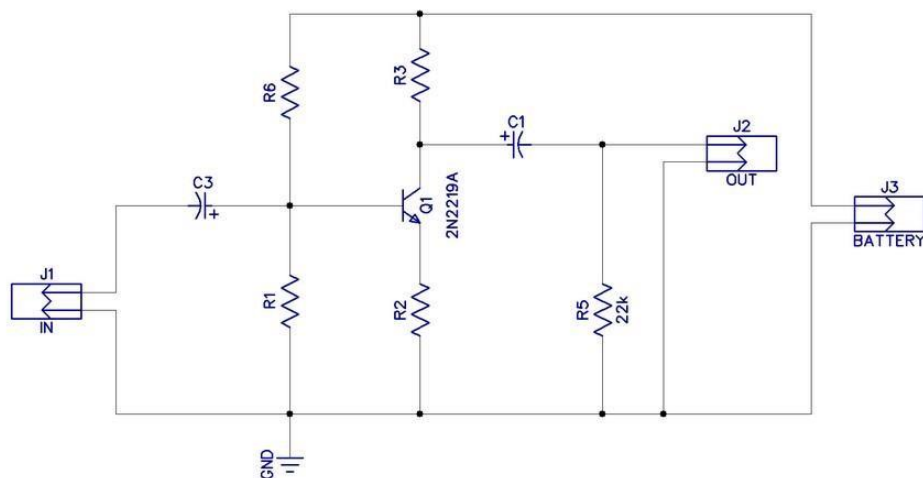


Figura 8. Ejemplo de Gerber

Archivo BOOM

BOM son las siglas del término inglés «Bill of materials» (lista de materiales) que no es nada más que un listado completo de materias primas, componentes electrónicos, montados y semimontados, pequeñas piezas y todo lo necesario para la fabricación de la PCB. **Una BOM debe ser necesariamente muy precisa, detallada** y no dejar cabida a posibles malentendidos, ya que contiene la información utilizada para la fabricación de la placa de circuito impreso: esencialmente contiene los requisitos que el cliente presenta al fabricante.

La BOM es de primera necesidad en el diseño de la PCB: **los miembros del equipo de producción pueden configurar y programar máquinas para la fabricación de la PCB, mientras que los agentes de compras saben qué materiales y componentes necesitan pedir y en qué cantidades.** Existen muchos formatos distintos de BOM, de compilación manual por parte de los diseñadores o de creación automática mediante herramientas de software especializadas, normalmente integradas en la infraestructura corporativa de TI (ERP, SAP u otro software de gestión similar). Aunque compilar una BOM lleva tiempo, permite hacer más eficiente el proceso de fabricación, evitando costosos errores especialmente en los proyectos más complejos. (Proto-electronics, 2023)

	A	B	C	D	E	H	I	J
3	Item			Manufaturer	Manf part num	Description	Package	Type
4	1	1	U1	Atmel	ATMEGA328P-AUR	MCU	44-TQFP	SMT
5	2	1	U2	FTDI	FT231XS-R	USB to UART	20-SSOP	SMT
6	3	1	U2	Freescale	MMA8452QR1	Accelerometer	QFN16	SMT
7	4	1	Q1	Fairchild	KDT00030TR	Phototransistor	0603	SMT
8	5	1	Y1	Epson	NX5032GC-16MHZ-STD-CSK-6	16 MHz		SMT
9	6	3	D1, D2, D3	Osram	LY R976-PS-36	LED Yellow	0805	SMT
10	7	1	D4	Diodes, Inc	B0520LW-7-F	Schottky	0805	SMT
11	8	2	C1, C2	Yageo	CC0805DRNPO9BN8R0	8pf, 16V, 10%	0805	SMT
12	9	2	C3, C4	Yageo	CC0805KKX7R7BB105	1.0uf, 16V	0805	SMT
13	10	1	C5	Yageo	CC0805KRX7R9BB103	.01uf, 16V	0805	SMT
14	11	6	C6, C7, C8, C9, C13, C14	Samsung	CL21B104KOANNNC	.1uf, 16V	0805	SMT
15	12	2	C10, C11	Samsung	CL21C470JBANNNC	47pf, 16V	0805	SMT
16	13	1	C12	AVX	F931A476MAA	47uf, 16V		SMT
17	14	1	C26	Taiyo	LMK212BJ475KD-T	4.7uf, 10V	0805	SMT
18	15	2	L1, L2	Bourns	MH2029-300Y	30ohm ferrite	0805	SMT
19	16	1	R1	Stackpole	RMCF0805JT1M00	1M	0805	SMT
20	17	2	R2, R3	Stackpole	RMCF0805JT22R0	22 ohms	0805	SMT
21	18	3	R4, R5, R6	Stackpole	RMCF0805FT680R	680 ohm	0805	SMT
22	19	2	R7, R8	Rohm	MCR10ERTF2201	2.2K	0805	SMT
23	20	2	R9, R10	Stackpole	RMCF0805FT10K0	10K	0805	SMT
24	21	1	R11	Stackpole	RMCF0805JT4K70	4.7K	0805	SMT
25	22		S1, S2	C&K	PTS645SM43SMTR92 LFS	Momentary push		DNS
26	23	2	S3, S4	C&K	PTS645SM43SMTR92 LFS	Momentary push		SMT
27	24		J1	FCI	10118192-0001LF	USB microB		DNS
28	25	1	J2	FCI	10118192-0001LF	USB microB		SMT
29	26	1	B1	Linx	BC501SM	12mm Coin cell		SMT

Figura 9. Ejemplo de BOM

PCBA

La PCB (placa de circuito impreso) y la PCBA (ensamblaje de placa de circuito impreso) son partes integrantes de la electrónica moderna, desde los teléfonos inteligentes hasta los dispositivos médicos. Por PCBA se entiende el proceso por el que se rellena una placa de circuito impreso con componentes electrónicos, lo que da como resultado un producto acabado que puede desempeñar la función prevista.

PCBA son las siglas de Printed Circuit Board Assembly (montaje de placa de circuito impreso). Se refiere al proceso de acoplar componentes electrónicos a una placa de circuito impreso (PCB) para crear un dispositivo electrónico funcional (AUSPI The pioneer of industrial revolution, 2022).

SMT (Tecnología de Montaje Superficial) y THT (Tecnología de Agujero Pasante) son los dos métodos principales de fabricación de PCBA. La SMT consiste en montar los componentes en la superficie de la placa de circuito impreso, mientras

que la THT consiste en insertar los componentes a través de orificios en la placa y soldarlos por el otro lado.

La tecnología SMT es la preferida por su alta velocidad y eficiencia, así como por su capacidad para manejar componentes pequeños y de paso fino. Sin embargo, los componentes SMT no son tan robustos como los THT y son más propensos a las tensiones térmicas y mecánicas.

El THT, por su parte, es conocido por su fiabilidad y resistencia, lo que lo hace ideal para componentes más grandes y resistentes. Sin embargo, el THT es un proceso más lento y laborioso que el SMT, por lo que resulta menos rentable para grandes series de producción (MAIN PCBA, 2023).

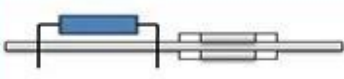
Assembly Type	Diagram	PCB Design Feature
Single-side SMD only		SMD is assembled on the single side of PCB.
Double-side SMD only		SMD is assembled on double sides of PCB.
Single-side mixed assembly		SMD and THC are assembled on the single side of PCB.
Mixed assembly on Side A and simple SMD on Side B		SMD and THC are assembled on one side of PCB while simple SMD is assembled on the other side.
Plug-in on Side A and simple SMD on Side B		THC is assembled on one side while simple SMD is assembled on the other side of PCB.

Figura 10. Tipos de BGAS en PCBA

Leonardo OS2

Leonardo es el software utilizado por las maquinas Flying Probe de la compañía Spea, algunas de sus características son las siguientes:

- Generación automática de programas de test en minutos
- Generación automática de programas de test con o sin archivo CAD
- -50% del tiempo de generación de programas de test con el nuevo Control del sistema S2

- Depuración & ajuste más rápidos y completamente automáticos
- Software de reparación automática de placas
- Importación automática de archivos X-Y Pick & Place
- Compatible con el Built-In Self-Test (BIST)
- Interfaz gráfica intuitiva y fácil de utilizar
- Software de control para seguir, analizar & optimizar el proceso de producción (SPEA, 2023).

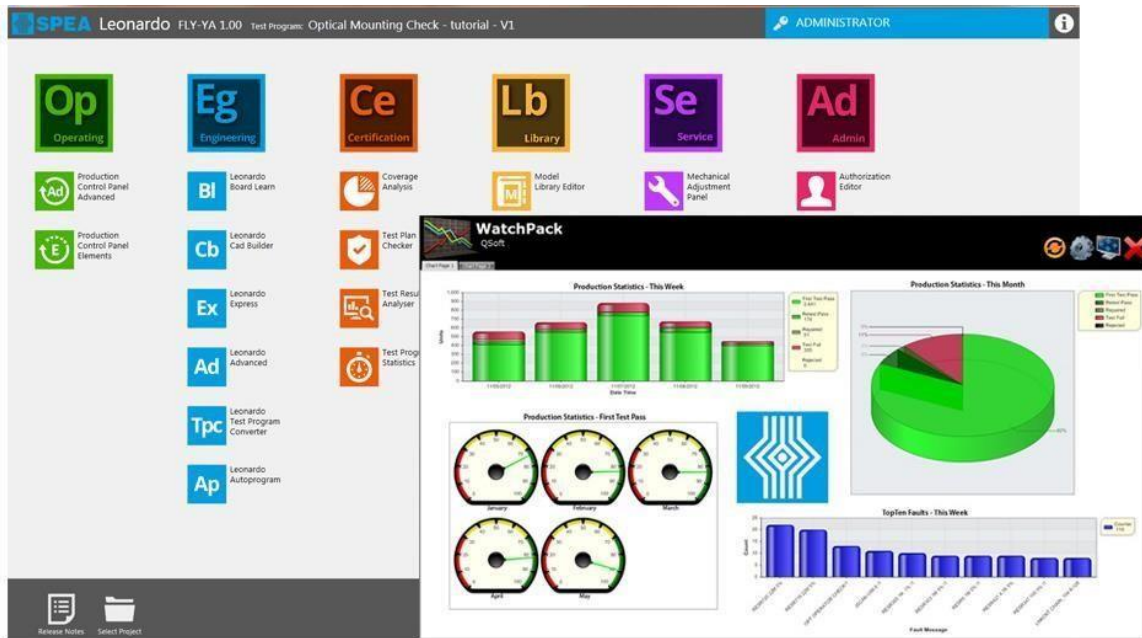


Figura 11. Software Leonardo OS2

ICT

El test de funcionamiento (*ICT*) de una tarjeta ensamblada (*PCBA*), tiene el propósito principal de detectar a tiempo defectos del proceso de ensamble que podrían ser fatales al momento de conectar una tarjeta a sus condiciones reales de operación. Si adicionalmente a la tarjeta le adherimos un número de serie, podremos obtener la trazabilidad desde el momento de la prueba hasta su comportamiento durante su tiempo de operación (Microensamble, 2017).

El proceso de prueba en circuito involucra los siguientes componentes:

Dispositivo bajo prueba (DUT): Usualmente consiste en una o varias tarjetas parcial o totalmente ensambladas e inclusive puede ser un producto totalmente terminado.

Equipo de pruebas: Puede ser tan sencillo como una fuente de poder para alimentar la tarjeta e incluir multímetros y generadores de señal hasta complejos equipos que analicen el comportamiento del dispositivo que se está probando.

El equipo de prueba puede ser controlado manualmente por un operario o mediante un computador donde corre un programa dedicado a la prueba y su certificación de las diferentes funciones requeridas. En este caso el equipo usualmente necesita una interfaz de Hardware conectada entre los puntos de prueba y el puerto de entrada del computador.

Fixture de pruebas: Es el accesorio donde se fija la tarjeta para brindar el soporte mecánico y las conexiones eléctricas requeridas por el tipo de prueba. Puede contener electrónica simple como fuentes de alimentación, Buffers de señal, convertidores de nivel, pulsadores para inyectar estímulos, etc., que permitan conectar en su forma básica la tarjeta para su prueba.

Prueba en circuito (ICT) utilizando cama de agujas:

Este procedimiento utiliza básicamente las propiedades de una punta de prueba que, al hacer contacto con un Pad o una soldadura en un circuito impreso, se mueve dentro de un tubo cilíndrico que posee en su interior un resorte el cual se comprime con el movimiento de la aguja para generar la presión necesaria sobre el punto de prueba, asegurando su buen contacto eléctrico para la toma de una medida específica.



Algunos tipos de puntas para prueba en circuito (ICT) de PCBs

Figura 12. Pines para pruebas ICT

En este procedimiento nuestra tarjeta ensamblada (*PCBA*) es colocada sobre unas guías de precisión y obligada a desplazarse sobre una cama de agujas retráctiles que hacen contacto eléctrico con los diferentes Pads de la tarjeta. Dichas agujas se encuentran fijadas sobre una superficie rígida que puede contener si se requiere, las aperturas necesarias para que los componentes de mayor altura de la tarjeta permitan su libre desplazamiento hasta efectuar los contactos eléctricos requeridos con los diferentes puntos de alimentación y prueba del PCBA.

Las agujas están construidas en un material revestido en oro para garantizar un contacto eléctrico confiable y sus extremos opuestos están conectados al equipo de prueba que permite procesar y evaluar sus señales por parte de un operario o un programa específico diseñado para tal efecto.



Figura 13.Fixtura ICT

Prueba en circuito (ICT) Flying Probe:

Este procedimiento fue diseñado inicialmente para evaluar uno a uno la integridad de todos los nodos eléctricos y los componentes de la tarjeta una vez esté ensamblada. El equipo usado controla por un sistema CNC de precisión el movimiento de una o más agujas, ubicándolas en los terminales de los componentes, puntos de soldadura y Pads de prueba.

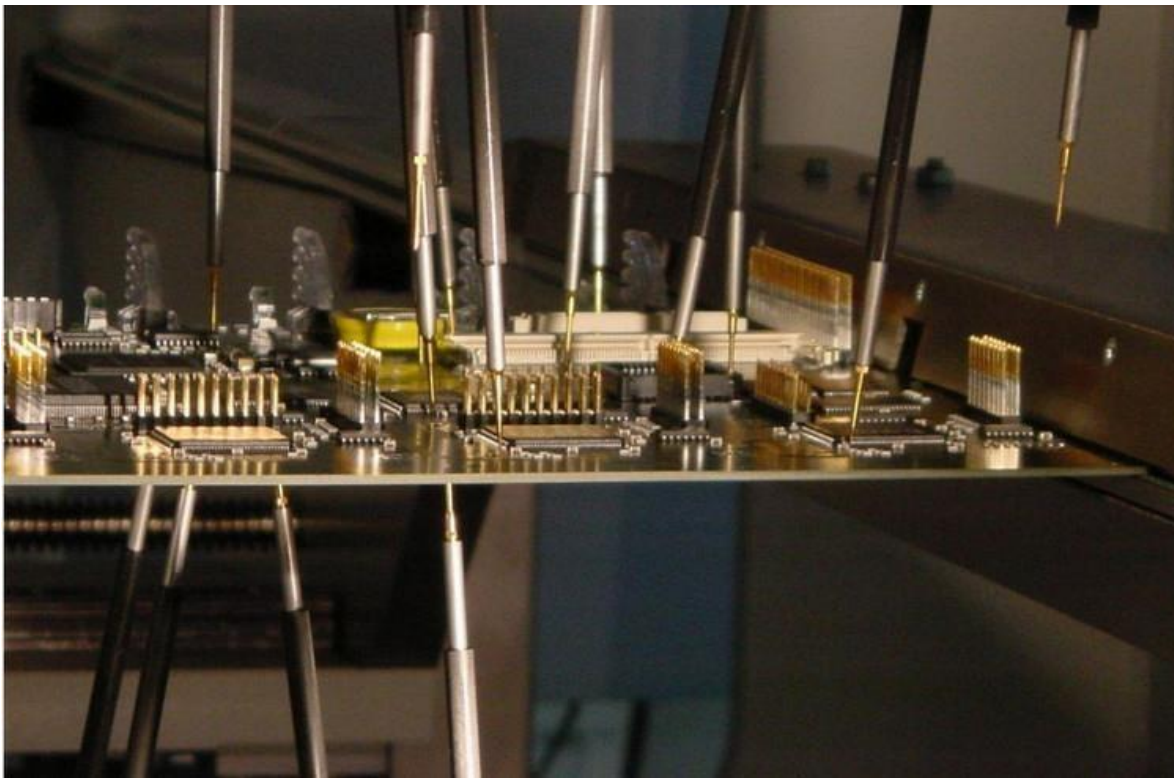


Figura 14. Pruebas en Flying Probe

La precisión obtenida es suficiente para probar la integridad de la conexión existente entre un pin de un circuito integrado y los diferentes nodos que componen su Net eléctrico. Su baja velocidad de operación limita su uso a prototipos y bajas producciones especiales que requieran este tipo de prueba. Algunas versiones sofisticadas de los equipos que efectúan este proceso incluyen posibilidad de programar en circuito los dispositivos de la tarjeta que lo requieran, así como implementar procesos de prueba tipo **JTAG/ Boundary Scan Testing**, haciéndolos comparables a un sistema avanzado de prueba ICT por cama de agujas y obteniendo más rapidez en el proceso.

Dependiendo de los requerimientos de la tarjeta, se podrán efectuar los siguientes tipos de prueba:

- Test básico ICT de bajo nivel: Esta prueba tiene el propósito principal de detectar con anterioridad en una tarjeta ya ensamblada, cualquier falta de conexión o corto circuito para que una vez se le aplique voltaje, no corra el riesgo de producir daños

a los diferentes componentes o quemarse totalmente haciendo nuestro producto inservible.

- Test ICT de bajo nivel tipo MDA: La prueba ICT puede ser de tipo MDA (Manufacturing Defect Analyzer), debiendo medir valores de componentes pasivos como resistencias, condensadores, diodos, etc., para detectar componentes faltantes, mal colocados, equivocados o deteriorados durante su exposición a la temperatura del proceso de soldadura y que sean relevantes para prevenir el daño parcial o total de la tarjeta. Este tipo de prueba está orientado a procesos manuales de ensamble de componentes donde factores como la ausencia de marcas, el tamaño reducido y la apariencia similar de muchos componentes SMD discretos entre otros, pueden eventualmente ocasionar errores de ensamble por parte de un operario y poner en riesgo la integridad de una tarjeta al momento de su prueba de funcionamiento.
- Prueba ICT de alto nivel: Un grado más complejo de prueba en circuito puede involucrar además de los procesos anteriores, un test de funcionamiento simulando las condiciones de trabajo de la tarjeta. Si este tipo de prueba cubre el 100% de la funcionalidad de esta, luego solo restaría su conexión con éxito al mundo real, asegurando su funcionamiento y ahorrándonos costos por el eventual tiempo invertido en la búsqueda de fallas. Usualmente, el costo de este tipo de prueba es de 15 a 25 veces el de la prueba MDA y solo es recomendado en altas producciones o cuando el tipo de producto o la orientación de nuestro negocio lo requieran. En este procedimiento normalmente la cama de agujas es conectada a una interfaz que puede tener instrumentos de medición para evaluación de los correspondientes datos o tener un puerto para su conexión a un computador donde corra por ejemplo un programa diseñado en LabVIEW para el producto y que interactúe con la tarjeta enviándole estímulos, evaluando las lecturas correspondientes y eventualmente

asociándolas por ejemplo a una etiqueta serial adherida a la tarjeta para efectos de certificación y trazabilidad del procedimiento.

Archivo Esquemático

Diagrama esquemático de la placa de circuito Estructura y principio de funcionamiento del circuito electrónico de visualización directa, Por lo tanto, se utiliza generalmente en el diseño y análisis de circuitos. Al analizar el circuito, a través de la identificación de los símbolos de los componentes del circuito y la conexión entre ellos, podemos entender el principio básico de funcionamiento del circuito. Diagrama esquemático de PCB, es una herramienta para reflejar el principio de funcionamiento de los circuitos electrónicos.

Realizar pruebas funcionales y mantenimiento en la industria electrónica. Supongamos que podemos entender el esquema de politetrafluoroetileno impreso del producto. En este caso, obtendremos el doble de resultados con la mitad del esfuerzo y la comprobación mejorará significativamente, lo que mejorará la eficiencia de la producción y la calidad de la entrega del producto. En la actualidad, se divide principalmente en circuitos digitales y circuitos analógicos. Los circuitos digitales son relativamente simples, mientras que los circuitos analógicos son difíciles de entender y tienen un amplio alcance.

Protel es el software CAD de la industria de circuitos que fue lanzado por Port Company (ahora altium Company) a finales de la década de 1980. Es el software preferido de los diseñadores de circuitos.

Desde las primeras herramientas de diseño de Placa de circuito impreso en el entorno dos hasta el potente diseñador altium actual, altium ha lanzado muchas versiones diferentes (iPCB, 2021).

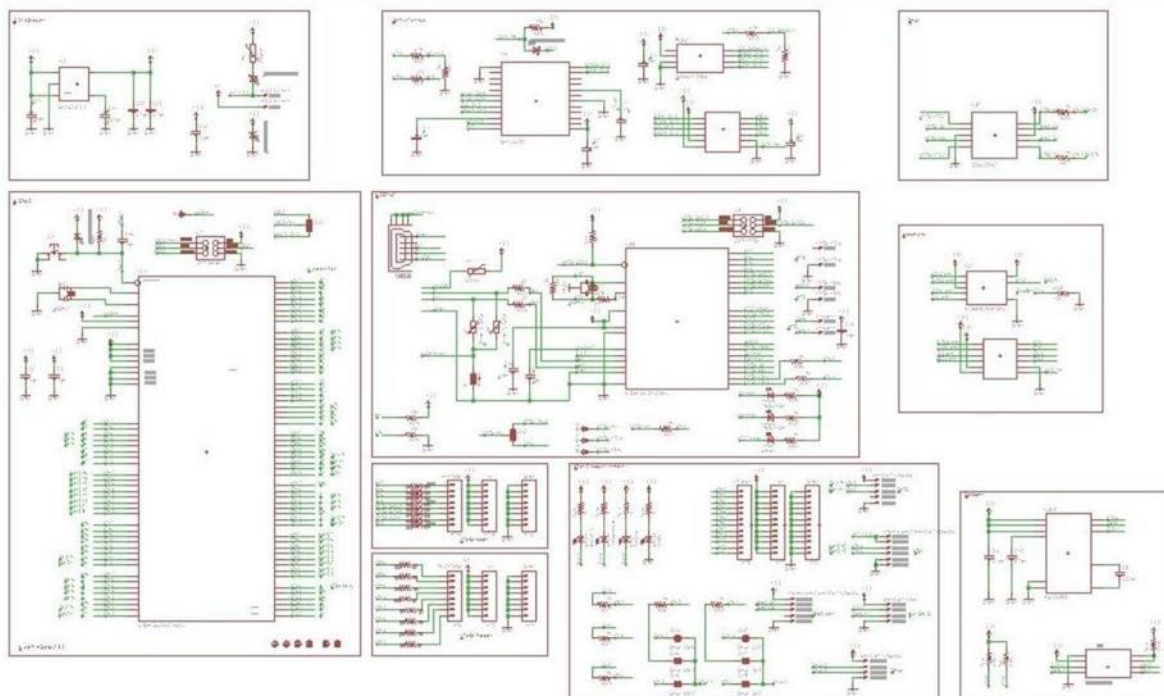


Figura 15. Ejemplo de archivo esquemático.

Modelos NPI

Cuando una empresa automotriz desarrolla un nuevo vehículo, componente o tecnología, pasa por un proceso de NPI que implica desde la concepción y diseño hasta la producción y comercialización del producto. Este proceso puede incluir etapas como la investigación de mercado, el diseño conceptual, la ingeniería, las pruebas de prototipos, la validación, la producción en masa y el lanzamiento al mercado.

El objetivo del NPI en la industria automotriz es asegurar que el nuevo producto cumpla con los estándares de calidad, rendimiento y seguridad, además de satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes. Es un proceso clave para mantener la competitividad en un mercado en constante evolución y para satisfacer la demanda de innovación y mejora continua en la industria automotriz.

Planificación estratégica: Antes de introducir un nuevo producto, las empresas automotrices realizan una extensa planificación estratégica. Esto implica identificar

oportunidades de mercado, investigar las tendencias de la industria, evaluar la competencia y definir los objetivos del producto.

Desarrollo del producto: Durante esta fase, se diseñan y desarrollan los nuevos productos. Esto puede implicar la creación de prototipos, pruebas de concepto, diseño de ingeniería, pruebas de seguridad y cumplimiento de regulaciones.

Pruebas y validación: Los nuevos productos automotrices pasan por rigurosas pruebas y validaciones antes de su lanzamiento al mercado. Esto incluye pruebas de rendimiento, durabilidad, seguridad y cumplimiento de estándares de calidad.

Producción en masa: Una vez que el producto ha pasado las pruebas y validaciones, se inicia la producción en masa. Esto implica la configuración de líneas de ensamblaje, gestión de la cadena de suministro y aseguramiento de la calidad durante la producción.

Lanzamiento y comercialización: El lanzamiento de un nuevo producto automotriz implica actividades de marketing y promoción para generar conciencia y demanda en el mercado. Esto puede incluir campañas publicitarias, eventos de lanzamiento, relaciones públicas y estrategias de precios.

Soporte postventa: Después del lanzamiento, las empresas automotrices proporcionan soporte postventa para sus productos, incluyendo servicios de mantenimiento, reparación y garantía.

El proceso de NPI en el sector automotriz es complejo y requiere una coordinación cuidadosa entre múltiples equipos y departamentos, desde ingeniería y producción hasta marketing y ventas. La eficacia en la gestión del NPI es crucial para el éxito de una empresa en este competitivo mercado.

Cambios en tarjetas electrónicas

En BCS-AIS los cambios de ingeniería los lleva a cabo el cliente, su primer contacto de cambio es con departamentos administrativos de proyecto el cual organiza

cambios y dirige el manejo total del producto de manera administrativa, después de notificar el cambio a ingeniería y a los procesos comprometidos.

Los cambios serán realizados y analizados en el área de ICT mediante esta tabla proporcionada por el Manager Project, el cual dará los recursos necesarios para hacer los cambios de ingeniería necesarios. En este caso, nuevo BOOM del proyecto, nuevo Gerber incluso nuevo número de parte para el registro de pruebas.

Numero de parte	Modelo	Revision	Cambios de Ingeniería				Ensamble TLA
			Componentes		Layout		
			Quitar	Añadir	Geometria PCBA	Ubicación de componentes	
P1762600-00-C	GARFIELD BRAKE WAY	SC7R00		REVISION DE ESQUEMATICO	ORIGEN	ORIGINAL	N/A
P1762600-01-D	GARFIELD Z	SC7R00	R145, D1002, D2001, C100		ORIGEN	QUITAR BRAKE WAY	N/A
P1762600-02-E	GARFIELD REV E	SC7R00		C100	REVISION DE CAD		N/A
P1762600-03-F	GARFIELD REV F	SC7R00	FB1, R100	Q15	REVISION DE CAD	NUEVA PCBA	N/A

Tabla 1. Aplicación de cambios de ingeniería.

Cambio de PCBA

El proceso de cambio de layout en PCBA generalmente implica utilizar herramientas de diseño asistido por ordenador (CAD) para modificar el diseño de la placa, reorganizar los componentes, ajustar las pistas de conexión y realizar otras modificaciones necesarias. Una vez completados los cambios, se generan nuevos archivos de fabricación que se utilizan para producir las placas actualizadas.

Es importante tener en cuenta que el cambio de layout en PCBA puede ser un proceso complejo que requiere la coordinación entre ingenieros de diseño, fabricantes de placas de circuito impreso y otros profesionales involucrados en el proceso de producción.

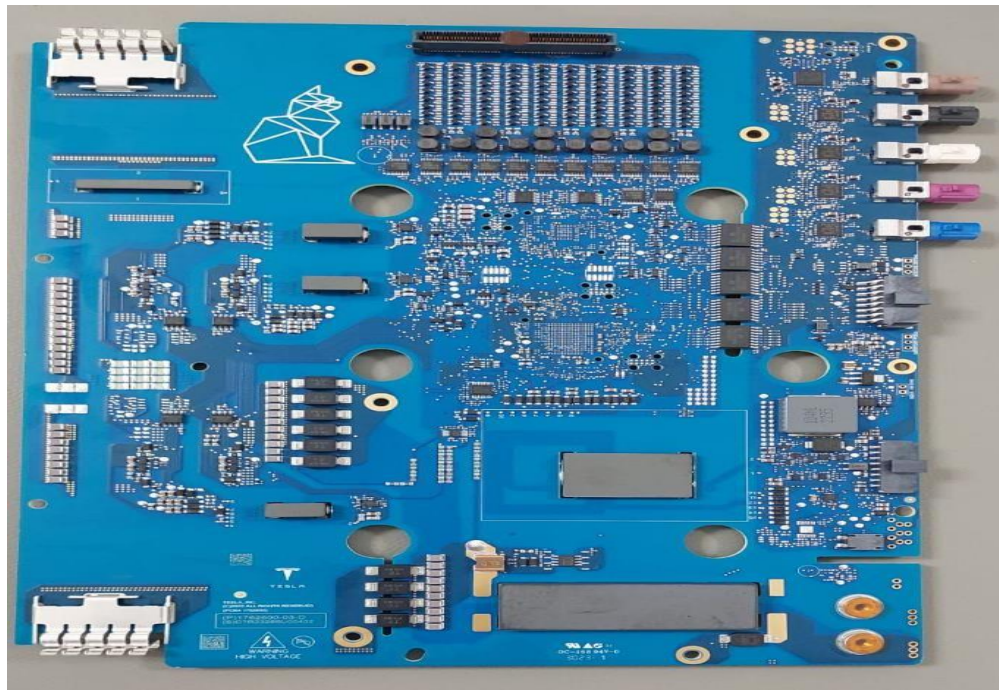


Figura 16. PCBA GARFIELD REV 01

El cambio de layout puede tener varios impactos dependiendo de la naturaleza y el alcance de los cambios realizados.

Aquí hay algunos impactos comunes que podrían surgir:

- Rendimiento del producto: Un cambio en el layout puede afectar el rendimiento eléctrico y funcional del producto. Por ejemplo, la reubicación de componentes puede influir en la impedancia de las señales, la integridad de la señal, la estabilidad térmica y otros aspectos del funcionamiento del circuito.
- Fiabilidad y durabilidad: El cambio en el diseño puede afectar la fiabilidad y durabilidad del producto final. Al reorganizar componentes, se pueden introducir nuevas fuentes de estrés mecánico o térmico, lo que podría afectar la vida útil de la PCB y sus componentes.
- Costos de producción: Los cambios en el layout pueden influir en los costos de producción. Por ejemplo, si se requiere un nuevo diseño de PCB, puede haber costos asociados con la creación de nuevos archivos de diseño, la fabricación de prototipos y la reconfiguración de los procesos de fabricación.

- Plazos de entrega: La introducción de cambios en el layout puede afectar los plazos de entrega del producto final. Es posible que se requiera tiempo adicional para revisar y aprobar los nuevos diseños, fabricar las PCB actualizadas y realizar pruebas de validación.
- Compatibilidad con el equipo existente: Si el producto final se ensambla utilizando componentes o equipos existentes, los cambios en el layout pueden afectar la compatibilidad y la interoperabilidad con estos sistemas.
- Cumplimiento normativo: Es importante asegurarse de que cualquier cambio en el layout cumpla con los estándares y regulaciones aplicables en la industria. Esto puede requerir pruebas adicionales y evaluaciones para garantizar el cumplimiento normativo.

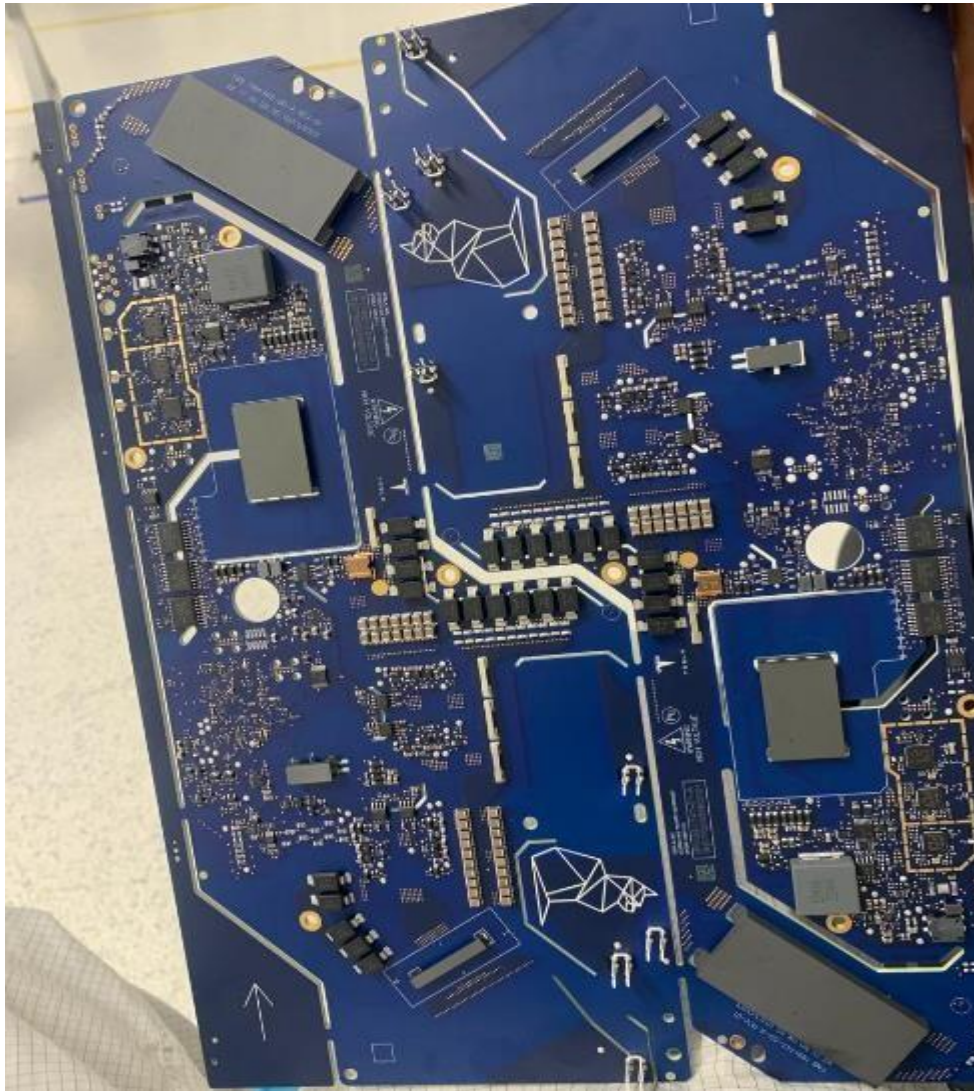


Figura 17. PCBA GARFIELD REV 03

Cambio de componentes

El cambio de componentes en una PCB puede tener varios impactos en el funcionamiento, la fiabilidad, los costos y otros aspectos del producto final. Es importante evaluar cuidadosamente estos impactos y realizar pruebas adecuadas para garantizar un funcionamiento adecuado del circuito.

Compatibilidad eléctrica: Es importante asegurarse de que los componentes de reemplazo sean eléctricamente compatibles con los componentes originales. Esto

implica verificar especificaciones como voltaje, corriente, impedancia, y otros parámetros eléctricos para garantizar un funcionamiento adecuado del circuito.

Compatibilidad mecánica: Los componentes de reemplazo deben ser mecánicamente compatibles con los componentes originales en términos de tamaño, forma y montaje. Es crucial asegurarse de que los nuevos componentes puedan encajar físicamente en la placa de circuito impreso y en el espacio asignado.

Impacto en el rendimiento: El cambio de componentes puede afectar el rendimiento del circuito. Por ejemplo, los componentes con diferentes características eléctricas pueden afectar la impedancia de la señal, la respuesta en frecuencia, el consumo de energía, entre otros aspectos del rendimiento del circuito.

Fiabilidad y durabilidad: Es importante considerar la fiabilidad y durabilidad de los componentes de reemplazo. Los nuevos componentes deben cumplir con los estándares de calidad y confiabilidad para garantizar un funcionamiento estable y duradero del producto final.

Disponibilidad y costos: Se debe tener en cuenta la disponibilidad y los costos de los componentes de reemplazo. Es posible que los componentes originales estén obsoletos o sean difíciles de conseguir, lo que puede afectar la viabilidad del cambio. Además, los costos de los componentes de reemplazo pueden variar y deben ser considerados en el presupuesto del proyecto.

Pruebas y validación: Después de realizar el cambio de componentes, es importante realizar pruebas y validaciones para asegurarse de que el circuito funcione correctamente. Esto puede incluir pruebas de funcionamiento, pruebas de estabilidad, pruebas de temperatura, entre otras, para garantizar que el producto final cumpla con los requisitos de rendimiento y calidad.

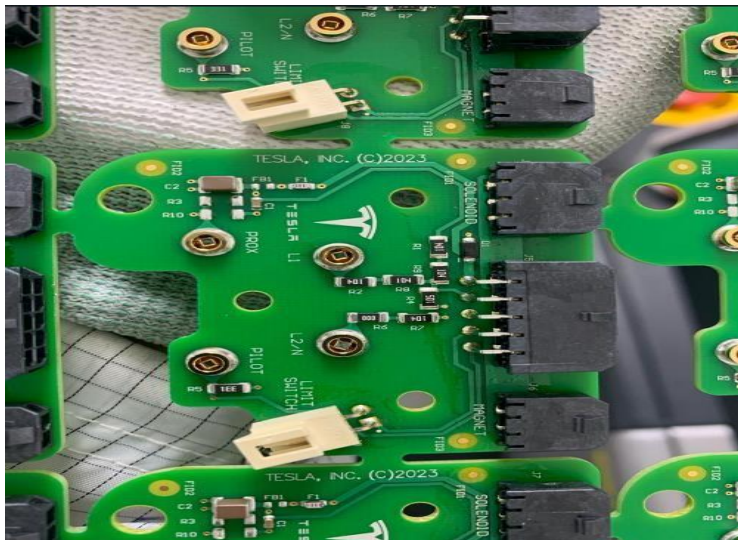


Figura 18 PCBA con componentes faltantes REV-03

6.3. Marco Metodológico

Tipo de estudio

Este proyecto es de investigación aplicada, ya que se estudia a fondo la metodología y aplicación de una maquina ICT, una vez identificados los puntos de proceso se procede a desarrollar una estrategia para crear el proceso que se necesita.

Población

La planta BCS-AIS Querétaro cuenta con una población que se encuentra en el proceso de aproximadamente 50 personas las cuales se encuentran directamente relacionados al proceso, las cuales están segmentados en diversas áreas, las cuales van desde operadores, Ingenieros de pruebas, técnicos de pruebas, Ingenieros de calidad, técnicos de calidad, ingenieros de nuevos proyectos y los proveedores que pueden llegar a estar presentes.

Tarjetas PCBA y procesos.

Ensamble lado TOP

El ensamblaje en el lado superior (TOP) de una tarjeta electrónica es una parte crucial del proceso de fabricación de circuitos impresos (PCB, por sus siglas en inglés).

- **Diseño del circuito:** Antes de comenzar con el ensamblaje, se realiza el diseño del circuito electrónico utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD). Este diseño incluye la disposición de los componentes, las conexiones eléctricas y las pistas de cobre que conectan los componentes entre sí.
- **Selección de componentes:** Se eligen los componentes electrónicos que se utilizarán en el circuito. Esto incluye resistencias, capacitores, transistores, circuitos integrados, conectores, etc. Los componentes deben cumplir con las especificaciones eléctricas y mecánicas requeridas por el diseño.
- **Producción de la PCB:** Se fabrica la PCB siguiendo el diseño del circuito. Esto implica laminar el material base (generalmente fibra de vidrio recubierta de cobre) y grabar las pistas de cobre de acuerdo con el diseño. También se perforan los agujeros para montar los componentes y se aplican máscaras de soldadura y serigrafía.
- **Colocación de componentes:** En esta etapa, los componentes electrónicos se colocan en la PCB de acuerdo con el diseño. Esto puede hacerse manualmente o con la ayuda de máquinas de colocación automatizadas, dependiendo del volumen de producción y la complejidad del ensamblaje.
- **Soldadura:** Una vez que los componentes están colocados en la PCB, se realiza el proceso de soldadura para fijarlos en su lugar y establecer las conexiones eléctricas. Hay varios métodos de soldadura disponibles, como soldadura por ola, soldadura por reflujo, soldadura manual con cauterio, etc.
- **Inspección de calidad:** Después de la soldadura, se lleva a cabo una inspección de calidad para verificar que todos los componentes estén correctamente colocados y soldados, y que no haya defectos de fabricación.

Esto puede incluir inspección visual, pruebas eléctricas y pruebas de funcionamiento.

- Acabado final: Una vez que se completa la inspección de calidad, la PCB puede recibir un acabado final, que puede incluir recubrimientos protectores, marcado con etiquetas o serigrafía adicional, y corte o enrutado de la PCB para separar las unidades individuales si es necesario.

El ensamblaje en el lado TOP de una tarjeta electrónica es solo una parte del proceso de fabricación de PCB, pero es una etapa crítica para garantizar el funcionamiento correcto y confiable del circuito electrónico.

Ensamble lado BOT

El lado BOT (Bottom) de una tarjeta electrónica también es una parte esencial del proceso de ensamblaje y fabricación de PCB.

- Diseño del circuito y de la PCB: Al igual que en el lado TOP, el proceso comienza con el diseño del circuito y la PCB utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD). El diseño incluye la disposición de los componentes, las conexiones eléctricas y las pistas de cobre, pero en este caso, se enfoca en el lado inferior de la PCB.
- Selección de componentes: Se seleccionan los componentes electrónicos que se utilizarán en el circuito, al igual que en el lado TOP. Estos componentes deben cumplir con las especificaciones eléctricas y mecánicas requeridas por el diseño.
- Producción de la PCB: Se fabrica la PCB siguiendo el diseño del circuito, pero esta vez se enfoca en la parte inferior de la placa. El proceso implica laminar el material base, grabar las pistas de cobre, perforar agujeros y aplicar máscaras de soldadura y serigrafía, al igual que en el lado TOP.
- Colocación de componentes: Los componentes electrónicos se colocan en el lado BOT de la PCB de acuerdo con el diseño. Esta etapa puede realizarse manualmente o con la ayuda de máquinas de colocación automatizadas.

- Soldadura: Una vez que los componentes están colocados en la PCB, se lleva a cabo el proceso de soldadura en el lado inferior. Esto puede realizarse mediante soldadura por ola, soldadura por reflujo u otros métodos de soldadura adecuados.
- Inspección de calidad: Se realiza una inspección de calidad para verificar que todos los componentes estén correctamente colocados y soldados en el lado BOT de la PCB. Se buscan posibles defectos de fabricación que puedan afectar el funcionamiento del circuito.
- Acabado final: Una vez completada la inspección de calidad, la PCB puede recibir un acabado final, que puede incluir recubrimientos protectores, marcado con etiquetas o serigrafía adicional en el lado BOT, y corte o enrutado de la PCB si es necesario.

El ensamblaje en el lado BOT de una tarjeta electrónica complementa el ensamblaje en el lado TOP y es esencial para garantizar el correcto funcionamiento y la fiabilidad del circuito electrónico en su conjunto.

Detección de defectos

Las PCBA son tarjetas electrónicas ya ensambladas se crean a partir de un proceso de producción, el cual sería el primer paso, al salir del horno con los componentes ya soldados pasan al siguiente proceso, el cual es el proceso AOI el cual verifica que todas las tarjetas se encuentren con los componentes soldados correctamente para evitar los componentes levantados conocidos como “Lapida o tombstone”

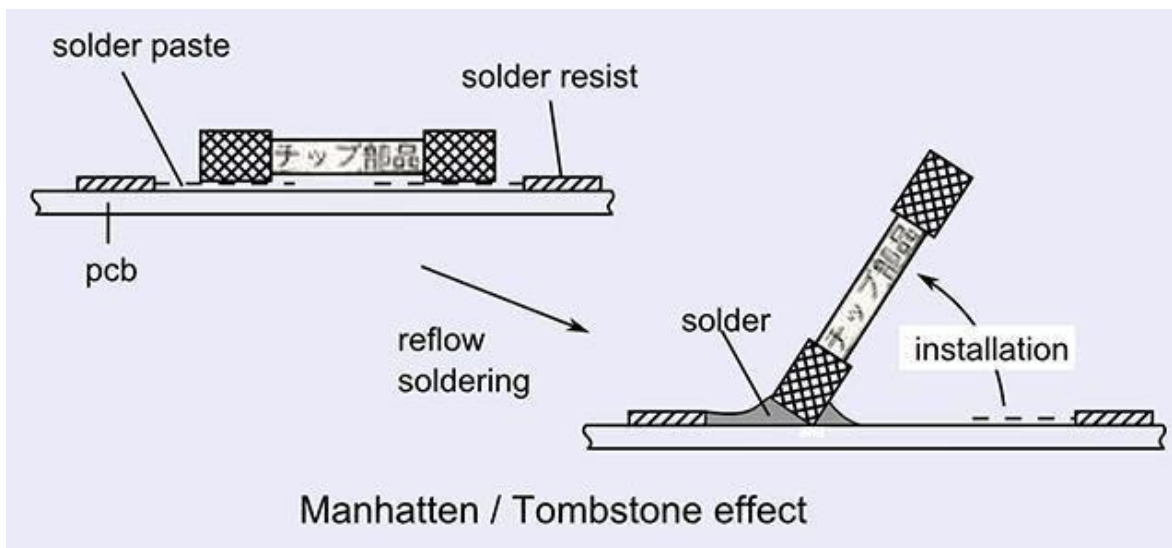


Figura 19. Efecto lapida en PCBA

Después de esto se continua con el proceso de inserción de pines en las tarjetas en las cuales son necesarias, para continuar se pasa al siguiente

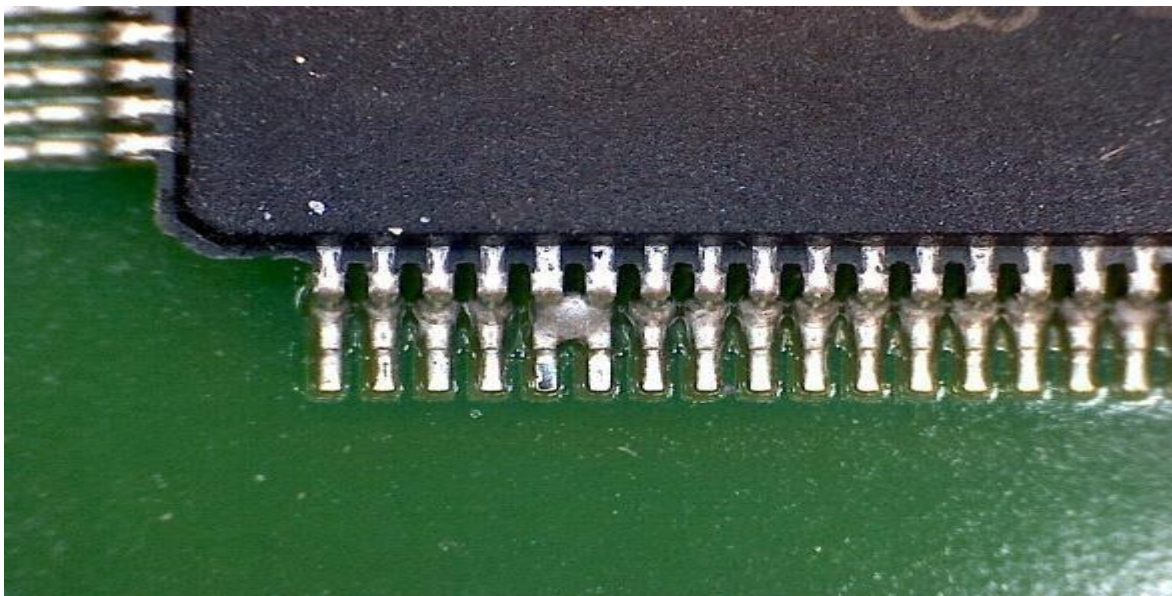


Figura 20. Corto en IC

proceso el cual es rayos X, los cuales sirven para detectar de la producción las tarjetas que cuentan con “cortos”, los cuales pueden ser visibles debido a que estos estén por fuera o estén por debajo del componente.

Continuamos con la siguiente parte del proceso el cual son las pruebas ICT, el cual es un proceso muy importante el cual nos sirve para analizar las tarjetas PCBA, para esto se energiza la tarjeta para validar cada componente, verificando que cada componente cuente con sus respectivos “Spects o rangos”, estos son los parámetros que deben cumplir dependiendo de que componente sea, normalmente puede tener una variación de un 15% hasta un 25%, esto depende del tipo de componente que sea y el para que este diseñado, al finalizar la prueba nos mostrara el componente, el cual puede estar dañado en caso de fallar la prueba o también puede ser un componente faltante.

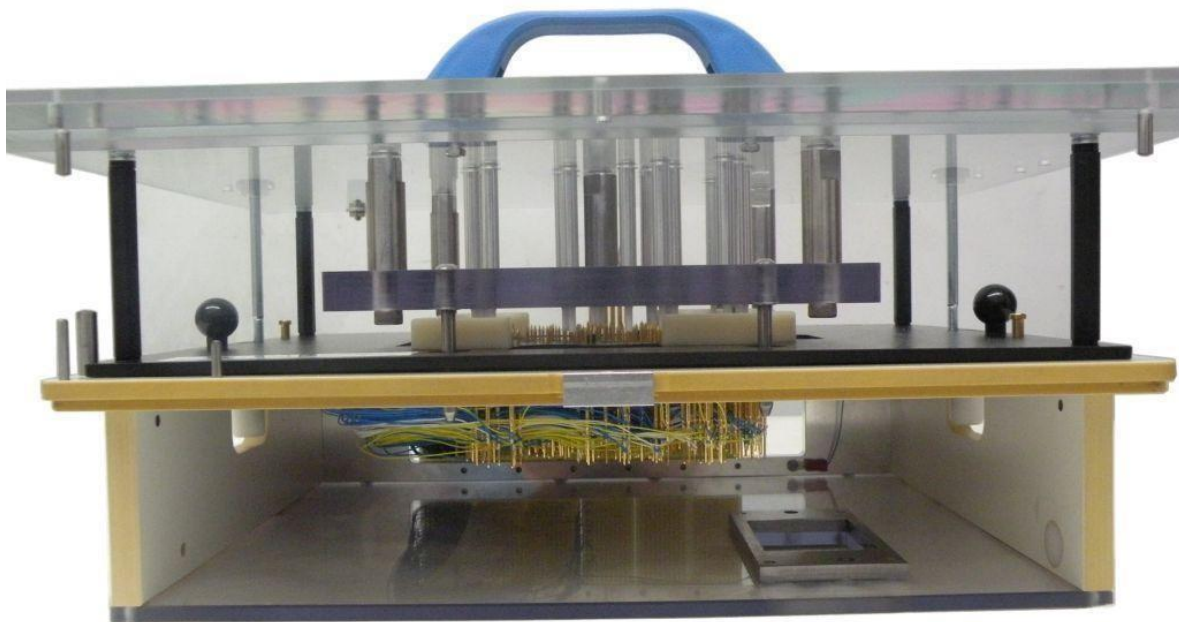


Figura 21. Fixtura de ICT

Por último, se va a la línea de ensamble final, la cual como su nombre lo indica ensambla el producto final, esto para poder enviarlo al cliente, este ya con las características y necesidades específicas solicitadas por el cliente.

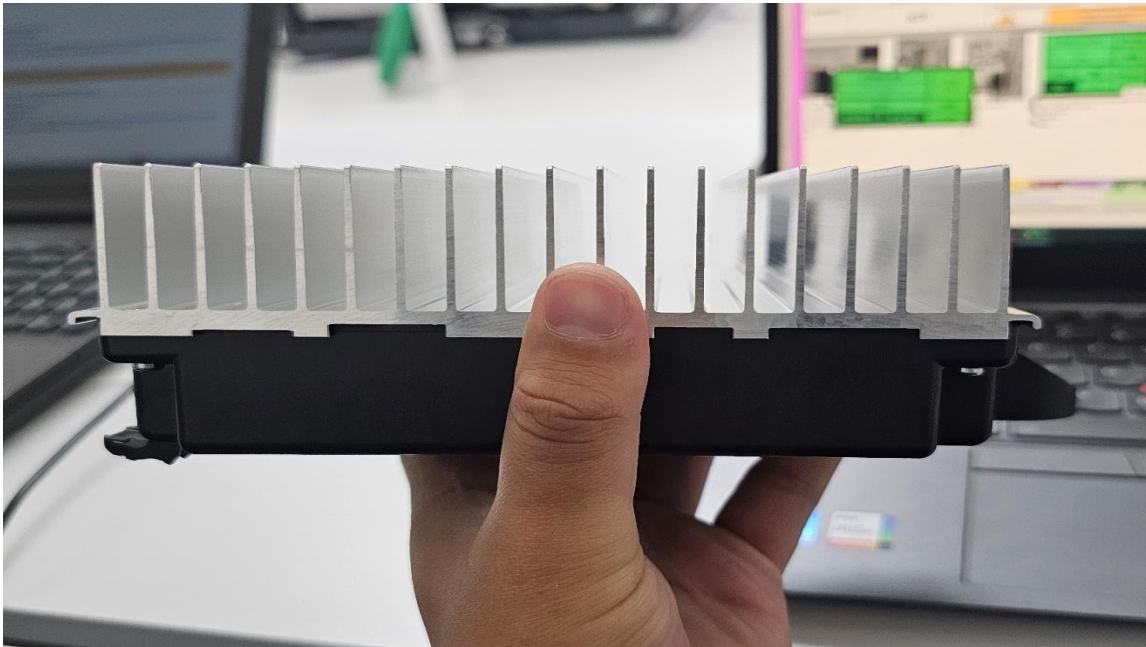


Figura 22. Ensamble TLA



Figura 23. Vista secundaria de ensamble TLA

Técnica de recolección de datos e instrumentos para recabarlos

La información necesaria para automatizar el nuevo proceso fue relativamente difícil de conseguir, esto debido a que al pertenecer al sector automotriz hay muchos

cambios en el producto, las cuales son revisiones y para llegar a la revisión final la cual va a ser la que tenga la producción es bastante difícil y tardado, por lo cual se debe esperar hasta que el departamento de nuevos proyectos llegue a la revisión final y esta sea aprobada por la empresa, posterior a esto la empresa brindara la información necesaria la cual son los archivos Gerber, el archivo esquemático, el bom y el diseño del panel, esto brindándolo en un archivo pdf, Excel y CAD.

Para recopilar información importante sobre la programación la empresa brindara un curso facilitado por la empresa SPEA la cual fue la facilitadora de la maquina Flying Probe, esto para facilitar el proceso y garantizar un correcto proceso.

7. Desarrollo del proyecto.

El desarrollo del proyecto se cubrirá por fases de acuerdo con la interface del software de desarrollo del programa de testing (TPGM) de la tarjeta, cada fase en la interface de desarrollo tendrá su objetivo, estos pueden ir desde configuraciones de la máquina, dimensión y altura de componentes de la tarjeta, configuración de componentes, configuración de ataque de las puntas entre otras.

De acuerdo con el procedimiento la ejecución de cada fase debe completarse de manera correcta ya que esto garantiza una alta definición de información para la maquina lo cual ayuda a tener una alta cobertura de prueba en la tarjeta, esto garantiza al cliente (MARS) una aprobación satisfactoria para otorgar el seguimiento y desarrollo del modelo NPI.

FASE 1. Configuración de maquina y definición de componentes.

Archivos y materiales para ocupar.

Los archivos y materiales serán obtenidos por parte de diferentes departamentos involucrados, el área de R&D (reingeniería y diseño), serán los encargados de proporcionar los archivos digitales, mientras que el área de SMT, será la encargada

de proporcionar la tarjeta ensamblada con sus previas inspecciones para garantizar un buen estado para el área de ICT.

ARCHIVO BOOM	Contiene todas las especificaciones de los componentes.
ARCHIVO GERBER	Diseño de la tarjeta y posiciones de los puntos de prueba.
ARCHIVO ESQUEMATICO	Diagrama eléctrico y electrónico de la tarjeta.
PCB Golden	Es necesario tener una tarjeta Golden para realizar un programa con la mayor cobertura posible.
LEONARDO OS2	Software

Tabla 2. Archivos y materiales para ocupar

En la primera fase para comenzar con el proyecto es conocer el ambiente del software Leonardo OS2 el cual sirve para crear programas los cuales realizaran el proceso de validación de los componentes ya montados.

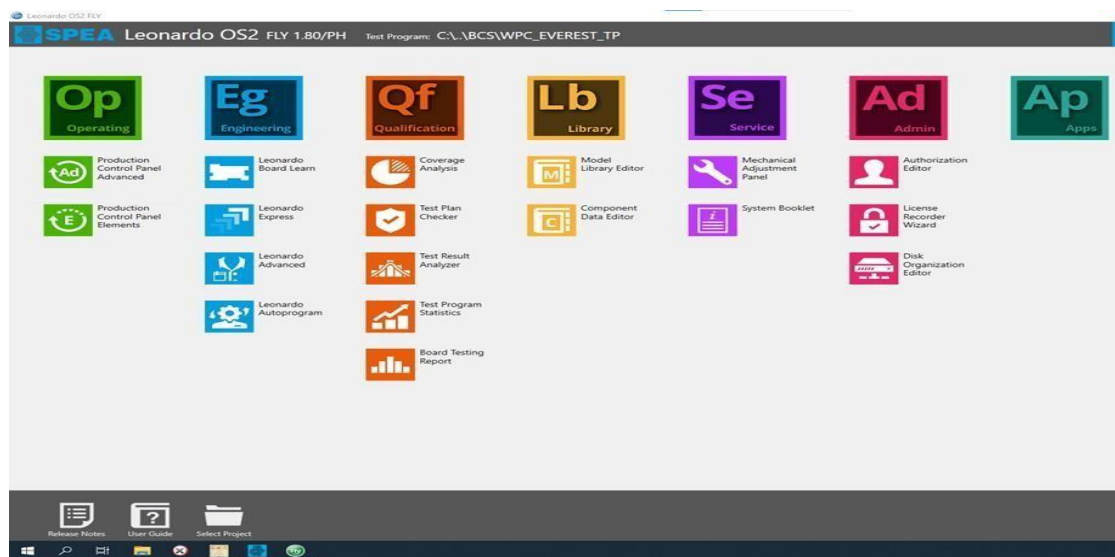


Figura 24. Ventana principal de Leonardo OS2

Teniendo el programa abierto se podrá visualizar diferentes tipos de modos para el uso de la Flying Probe, cuenta con modo producción que será la última etapa del proceso cuando el programa de testing sea lo más estable posible.

Ya con el programa abierto se accede al icono Leonardo Express en donde se realiza una nueva carpeta y configuraciones de la máquina para un nuevo proyecto.

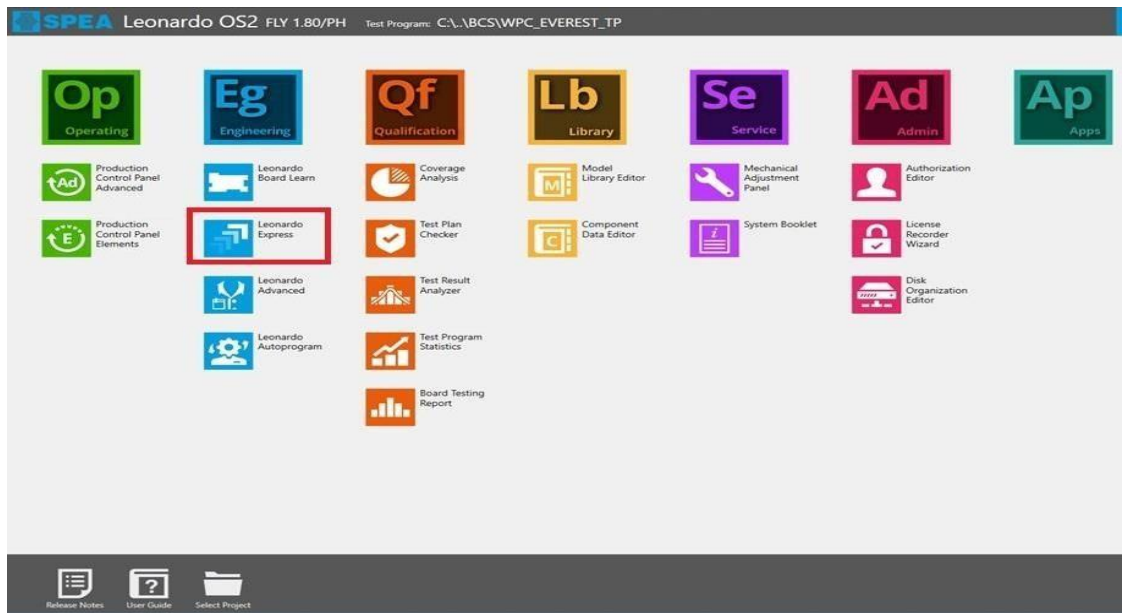


Figura 25. Modo de desarrollo de programa en Flying Probe

Configuración de maquina

Al entrar en esa interfaz aparecerán configuraciones para la maquina ya que constara de un nuevo proyecto donde cea una carpeta con numero de parte además de la selección de diferentes funciones de acuerdo con la tarjeta. El Nombre del programa se constituye (# de parte + la versión a correspondiente + lado a ejecutar).

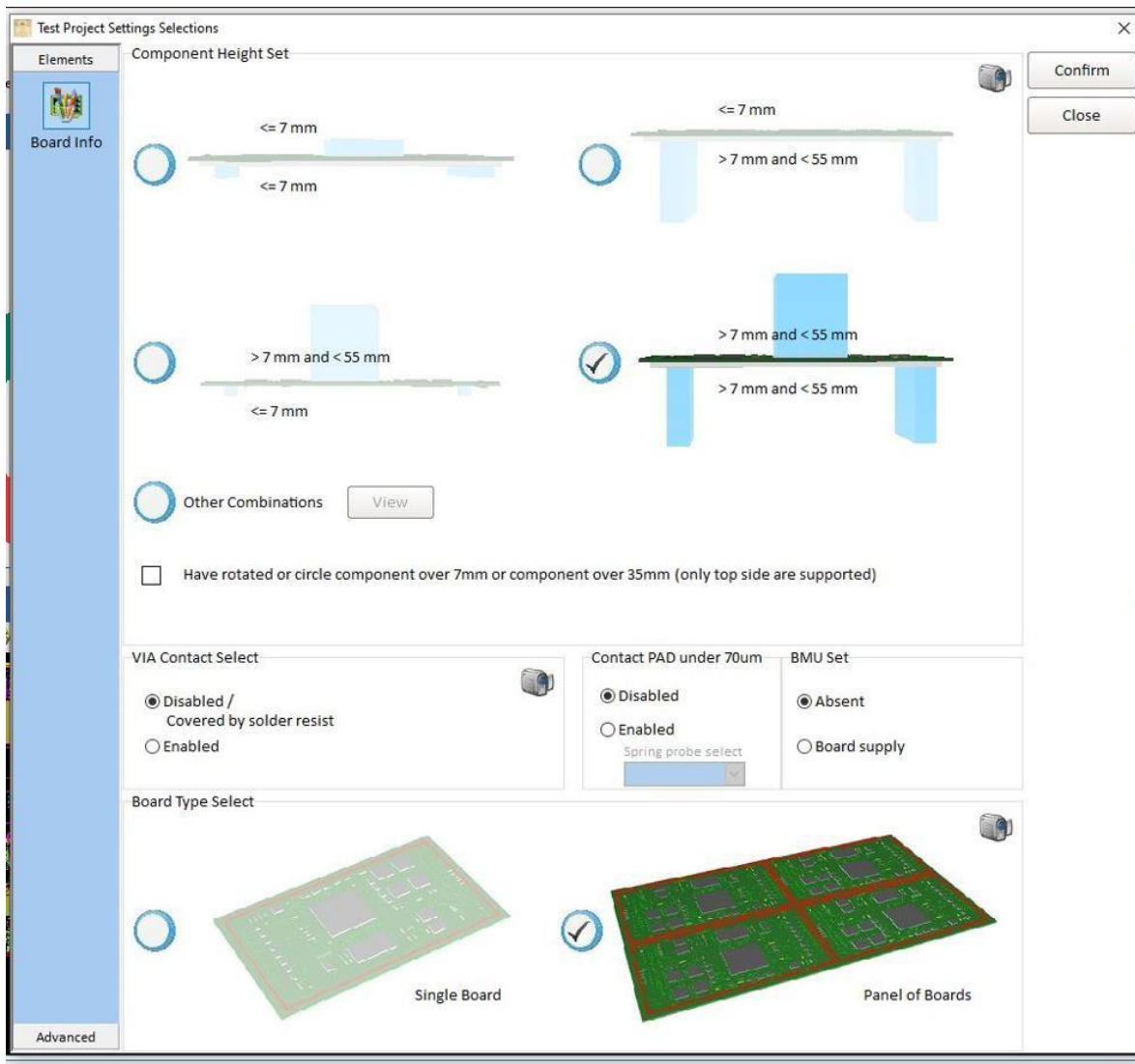


Figura 26. Configuraciones de Flying Probe

- En esta ventana se selecciona el tipo de tarjeta a realizar el proyecto, teniendo en cuenta las alturas máximas de los componentes tanto de lado TOP y lado BOT
- Board Type Selec: Declarar el tipo de tarjeta individual o panel a procesar.

En esta ventana también estarán habilitadas opciones avanzadas en la que se eligen el tipo de maquina y configuraciones que la maquina selecciona por default.

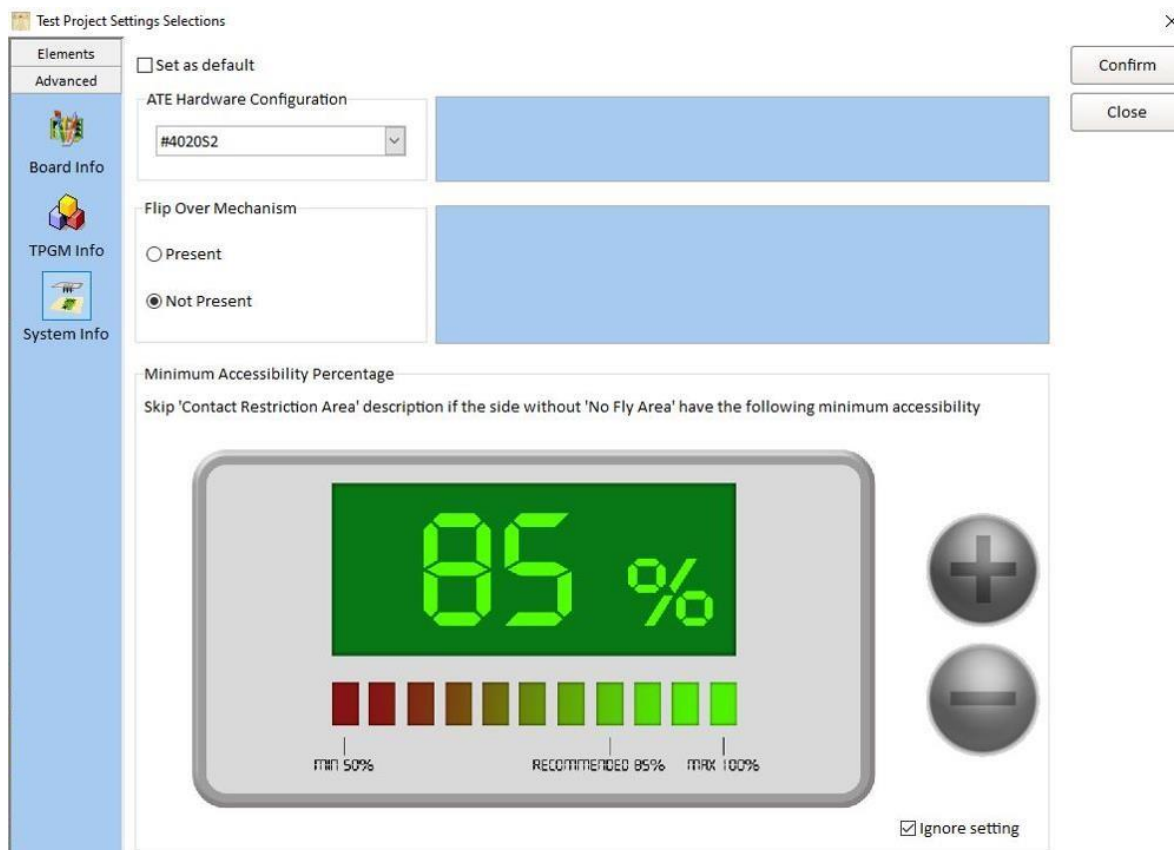


Figura 27. Configuraciones avanzadas

Después la ventana inicial del proyecto se abrirá y dará un listado de prioridades de ejecución en el testing, esa configuración es asignada de manera automática ya que un estudio previo de la maquina esta misma selecciona la manera en la que debe ejecutar sus prioridades para una mejora de tiempo.



Figura 28. Prioridades de testing

De esta manera la maquina menciona que probara preferiblemente por un orden de ejecución en la que no afecte tanto a los componentes ya que al ser una medición por picado este mismo movimiento podría afectar directamente a los componentes.

El orden que presenta es el siguiente:

- PADS (Vías de contacto proporcionadas por la PCBA)
- TP Component (Punto de Prueba)
- SMD Pin Not Mounted (componente ausente, sus terminales se vuelven PADS)
- TH (Conector via True Hole)
- SMD Pin (Terminales para pines que atraviesen la tarjeta)
- SMD IC Pin (Terminales directas de un circuito integrado)

Carga de archivos.

Una vez teniendo los archivos en la PC y entramos en la opción de Leonardo Express nos aparecerá una ventana como la siguiente en la cual mostrará todos los archivos que tenemos, no debemos buscarlos ni hacer nada más, el programa los detectará y mostrará de manera automática. O en su defecto al ser un nuevo proyecto requiere un número de parte del proyecto y como que nombrar al proyecto, esto hará una detección de los archivos automáticamente.

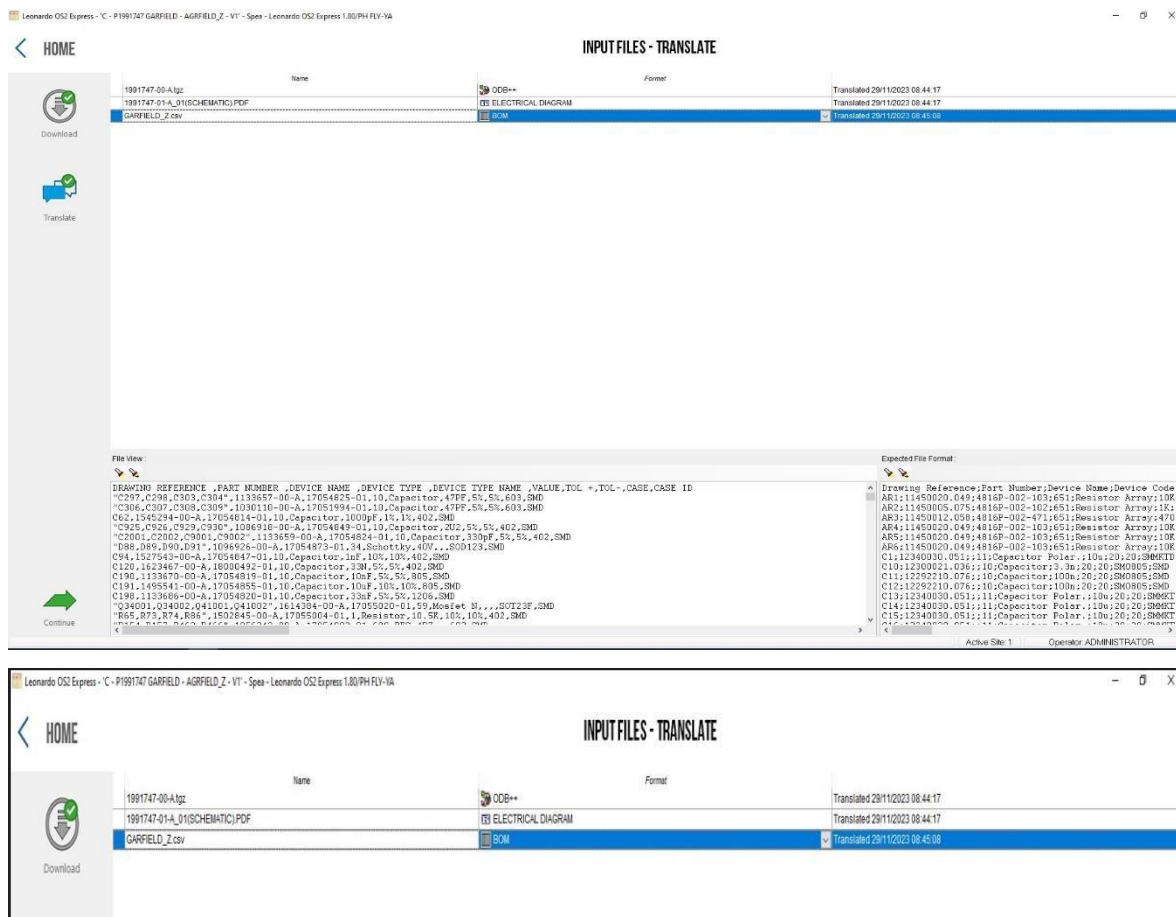


Figura 29. Detección de archivos para TPGM

En esta misma ventana se observa de qué manera la maquina traduce los archivos del BOOM, la definición del componente en el Gerber y como almacena la información haciéndolo didáctico para la definición de componentes en el modo debug.

DRAWING REFERENCE , PART NUMBER , DEVICE NAME , DEVICE TYPE , DEVICE TYPE NAME , VALUE , TOL + , TOL - , CASE , CASE ID	Drawing Reference; Part Number; Device Name; Device Code
"C297,C298,C303,C304",1133657-00-A,17054825-01,10,Capacitor,47PF,5%,5%,603,SMD	AR1;11450020.049;4816P-002-103;651;Resistor Array;10K
"C306,C307,C308,C309",1030110-00-A,17051994-01,10,Capacitor,47PF,5%,5%,603,SMD	AR2;11450005.075;4816P-002-102;651;Resistor Array;1K
C62,1545294-00-A,17054814-01,10,Capacitor,1000pF,1%,1%,402,SMD	AR3;11450012.058;4816P-002-471;651;Resistor Array;470
"C925,C926,C929,C930",1086918-00-A,17054849-01,10,Capacitor,2U2,5%,5%,402,SMD	AR4;11450020.049;4816P-002-103;651;Resistor Array;10K
"C2001,C2002,C9001,C9002",1133659-00-A,17054824-01,10,Capacitor,330pF,5%,5%,402,SMD	AR5;11450020.049;4816P-002-103;651;Resistor Array;10K
"D88,D89,D90,D91",1096826-00-A,17054873-01,34,Schottky,40V,,,SOD123,SMD	AR6;11450020.049;4816P-002-103;651;Resistor Array;10K
C94,1527543-00-A,17054847-01,10,Capacitor,1nF,10%,10%,402,SMD	C1;12340030.051;;11;Capacitor Polar.;10u;20;20;SMD
C120,1623467-00-A,18000492-01,10,Capacitor,33N,5%,5%,402,SMD	C10;12300021.036;;10;Capacitor;3.3n;20;20;SMD
C190,1133670-00-A,17054819-01,10,Capacitor,10nF,5%,5%,805,SMD	C11;12292210.076;;10;Capacitor;100n;20;20;SMD
C191,1495541-00-A,17054855-01,10,Capacitor,10nF,10%,10%,805,SMD	C12;12292210.076;;10;Capacitor;100n;20;20;SMD
C198,1133686-00-A,17054820-01,10,Capacitor,33nF,5%,5%,1206,SMD	C13;12340030.051;;11;Capacitor Polar.;10u;20;20;SMD
"Q34001,Q34002,Q41001,Q41002",1614384-00-A,17055020-01,59,Mosfet N,,,,SOT23F,SMD	C14;12340030.051;;11;Capacitor Polar.;10u;20;20;SMD
"R65,R73,R74,R86",1502845-00-A,17055004-01,1,Resistor,10.5K,10%,10%,402,SMD	C15;12340030.051;;11;Capacitor Polar.;10u;20;20;SMD

Figura 30. Traducción de archivos.

Una vez abierta esta ventana seleccionaremos el siguiente recuadro marcado en rojo con clic derecho. Y aplicaremos cambios en el BOOM esto con la finalidad de facilitar la definición de componentes a la maquina acomodándolo de la siguiente manera.

HOME	INPUT FILES - TRANSLATE
1. Select a file to translate 2. Select a file to translate 3. Select a file to translate 4. Select a file to translate 5. Select a file to translate 6. Select a file to translate 7. Select a file to translate 8. Select a file to translate 9. Select a file to translate 10. Select a file to translate 11. Select a file to translate 12. Select a file to translate 13. Select a file to translate 14. Select a file to translate 15. Select a file to translate 16. Select a file to translate 17. Select a file to translate 18. Select a file to translate 19. Select a file to translate 20. Select a file to translate 21. Select a file to translate 22. Select a file to translate 23. Select a file to translate 24. Select a file to translate 25. Select a file to translate 26. Select a file to translate 27. Select a file to translate 28. Select a file to translate 29. Select a file to translate 30. Select a file to translate 31. Select a file to translate 32. Select a file to translate 33. Select a file to translate 34. Select a file to translate 35. Select a file to translate 36. Select a file to translate 37. Select a file to translate 38. Select a file to translate 39. Select a file to translate 40. Select a file to translate 41. Select a file to translate 42. Select a file to translate 43. Select a file to translate 44. Select a file to translate 45. Select a file to translate 46. Select a file to translate 47. Select a file to translate 48. Select a file to translate 49. Select a file to translate 50. Select a file to translate 51. Select a file to translate 52. Select a file to translate 53. Select a file to translate 54. Select a file to translate 55. Select a file to translate 56. Select a file to translate 57. Select a file to translate 58. Select a file to translate 59. Select a file to translate 60. Select a file to translate 61. Select a file to translate 62. Select a file to translate 63. Select a file to translate 64. Select a file to translate 65. Select a file to translate 66. Select a file to translate 67. Select a file to translate 68. Select a file to translate 69. Select a file to translate 70. Select a file to translate 71. Select a file to translate 72. Select a file to translate 73. Select a file to translate 74. Select a file to translate 75. Select a file to translate 76. Select a file to translate 77. Select a file to translate 78. Select a file to translate 79. Select a file to translate 80. Select a file to translate 81. Select a file to translate 82. Select a file to translate 83. Select a file to translate 84. Select a file to translate 85. Select a file to translate 86. Select a file to translate 87. Select a file to translate 88. Select a file to translate 89. Select a file to translate 90. Select a file to translate 91. Select a file to translate 92. Select a file to translate 93. Select a file to translate 94. Select a file to translate 95. Select a file to translate 96. Select a file to translate 97. Select a file to translate 98. Select a file to translate 99. Select a file to translate 100. Select a file to translate	1. Select a file to translate 2. Select a file to translate 3. Select a file to translate 4. Select a file to translate 5. Select a file to translate 6. Select a file to translate 7. Select a file to translate 8. Select a file to translate 9. Select a file to translate 10. Select a file to translate 11. Select a file to translate 12. Select a file to translate 13. Select a file to translate 14. Select a file to translate 15. Select a file to translate 16. Select a file to translate 17. Select a file to translate 18. Select a file to translate 19. Select a file to translate 20. Select a file to translate 21. Select a file to translate 22. Select a file to translate 23. Select a file to translate 24. Select a file to translate 25. Select a file to translate 26. Select a file to translate 27. Select a file to translate 28. Select a file to translate 29. Select a file to translate 30. Select a file to translate 31. Select a file to translate 32. Select a file to translate 33. Select a file to translate 34. Select a file to translate 35. Select a file to translate 36. Select a file to translate 37. Select a file to translate 38. Select a file to translate 39. Select a file to translate 40. Select a file to translate 41. Select a file to translate 42. Select a file to translate 43. Select a file to translate 44. Select a file to translate 45. Select a file to translate 46. Select a file to translate 47. Select a file to translate 48. Select a file to translate 49. Select a file to translate 50. Select a file to translate 51. Select a file to translate 52. Select a file to translate 53. Select a file to translate 54. Select a file to translate 55. Select a file to translate 56. Select a file to translate 57. Select a file to translate 58. Select a file to translate 59. Select a file to translate 60. Select a file to translate 61. Select a file to translate 62. Select a file to translate 63. Select a file to translate 64. Select a file to translate 65. Select a file to translate 66. Select a file to translate 67. Select a file to translate 68. Select a file to translate 69. Select a file to translate 70. Select a file to translate 71. Select a file to translate 72. Select a file to translate 73. Select a file to translate 74. Select a file to translate 75. Select a file to translate 76. Select a file to translate 77. Select a file to translate 78. Select a file to translate 79. Select a file to translate 80. Select a file to translate 81. Select a file to translate 82. Select a file to translate 83. Select a file to translate 84. Select a file to translate 85. Select a file to translate 86. Select a file to translate 87. Select a file to translate 88. Select a file to translate 89. Select a file to translate 90. Select a file to translate 91. Select a file to translate 92. Select a file to translate 93. Select a file to translate 94. Select a file to translate 95. Select a file to translate 96. Select a file to translate 97. Select a file to translate 98. Select a file to translate 99. Select a file to translate 100. Select a file to translate

Figura 31. Acomodo de BOM

Configuración de BOM

Se desplegarán una lista de opciones como las que se mostrarán a continuación, se harán modificaciones en el BOOM para evitar insuficiencia de información para la definición de componentes, además la información tendrá un orden que lo hará más didáctico para cuando se llegue al modo debug.

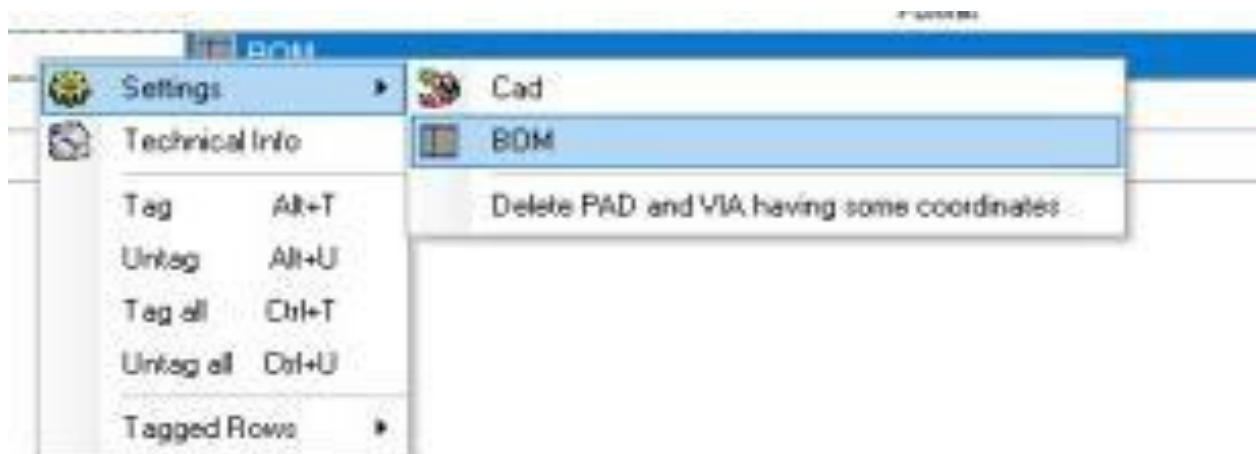


Figura 32. Opción de configuración de BOM

Al mostrarnos las opciones se debe seleccionar Settings y después dar clic en la opción BOM, la cual abrirá la información de este mismo, el ordenamiento de esta información será una configuración ya establecida pero que tendrá que ser ejecutada por el para una correcta traducción.

Este archivo nos servirá para revisar todos los componentes, sus valores, el tipo de este mismo, si son componentes análogos o si son componentes digitales.

Una vez se analiza cada componente se podrá apreciar las tolerancias que el tipo de componente necesita para realizar un correcto manejo de las placas PCBA y garantizando que estas mismas no salgan de los valores tanto mínimos como máximos exigidos, corroborando así el correcto funcionamiento de cada componente, garantizando un correcto funcionamiento a nivel componente así mismo probar el componente a nivel circuito y en el producto final.

Para continuar con el proyecto debemos separar los componentes, esto para facilitar el trabajo y hacer más eficiente y productivo este mismo, quedando de la siguiente manera:

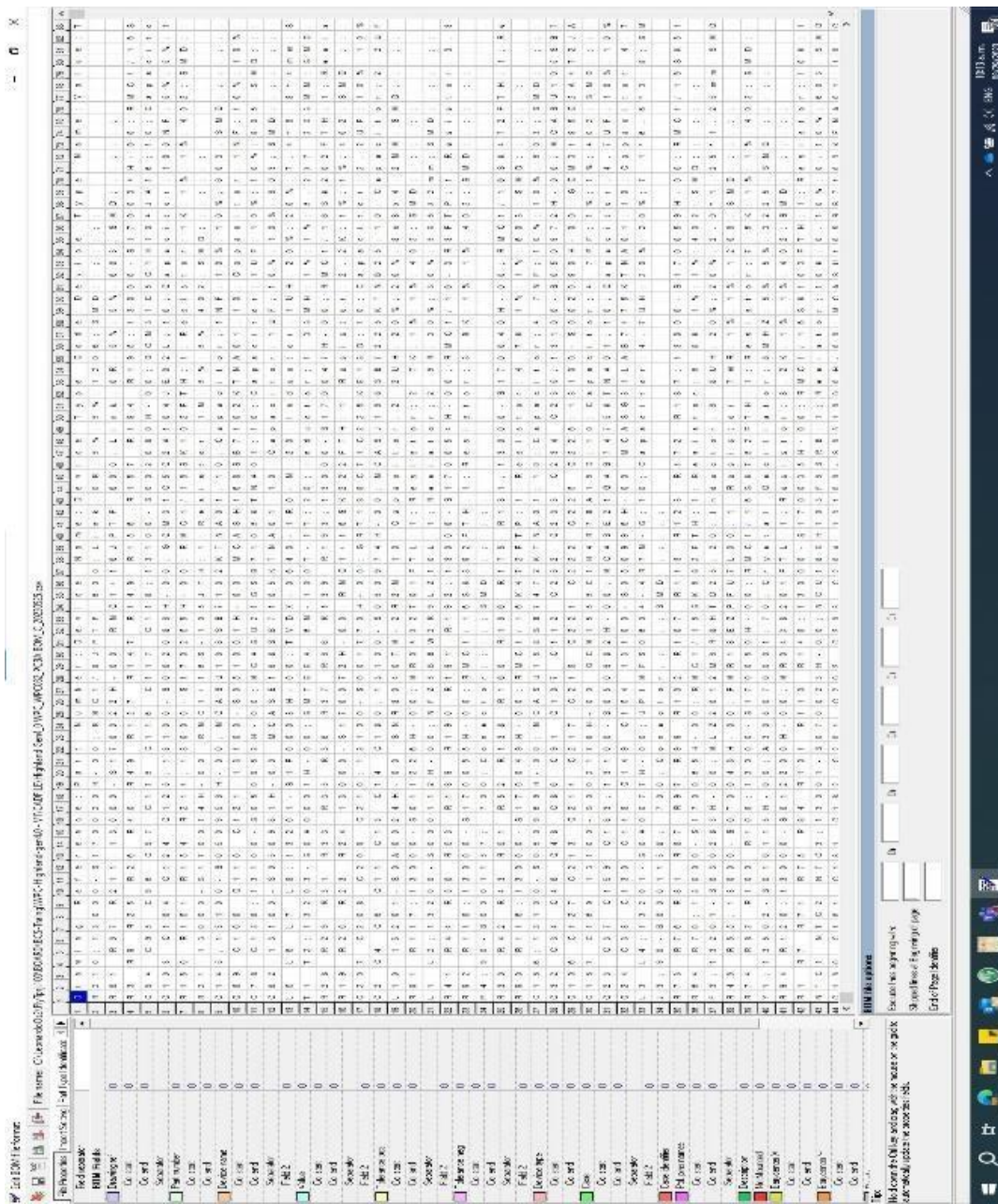


Figura 33. Configuración de BOM

Una vez que se encuentran todos los componentes organizados, separados por sus características, tolerancias, tipo de componente y numero de parte continuaremos detallando el archivo bom para que este nos muestre los componentes de diferentes colores, esto dependiendo de la característica antes mencionada, quedando de la siguiente manera:

- Azul: Tipo de componente
- Verde: Numero de parte
- Nombre del dispositivo (En caso de ser necesario)
- Azul cielo: Valor del componente
- Amarillo: Tolerancia positiva
- Rosa: Tolerancia negativa
- Coral: Tipo de componente
- Verde: Material del componente
- Rojo: En caso de que el componente no se encuentre y deba saltarse.

Quedando de la siguiente manera.

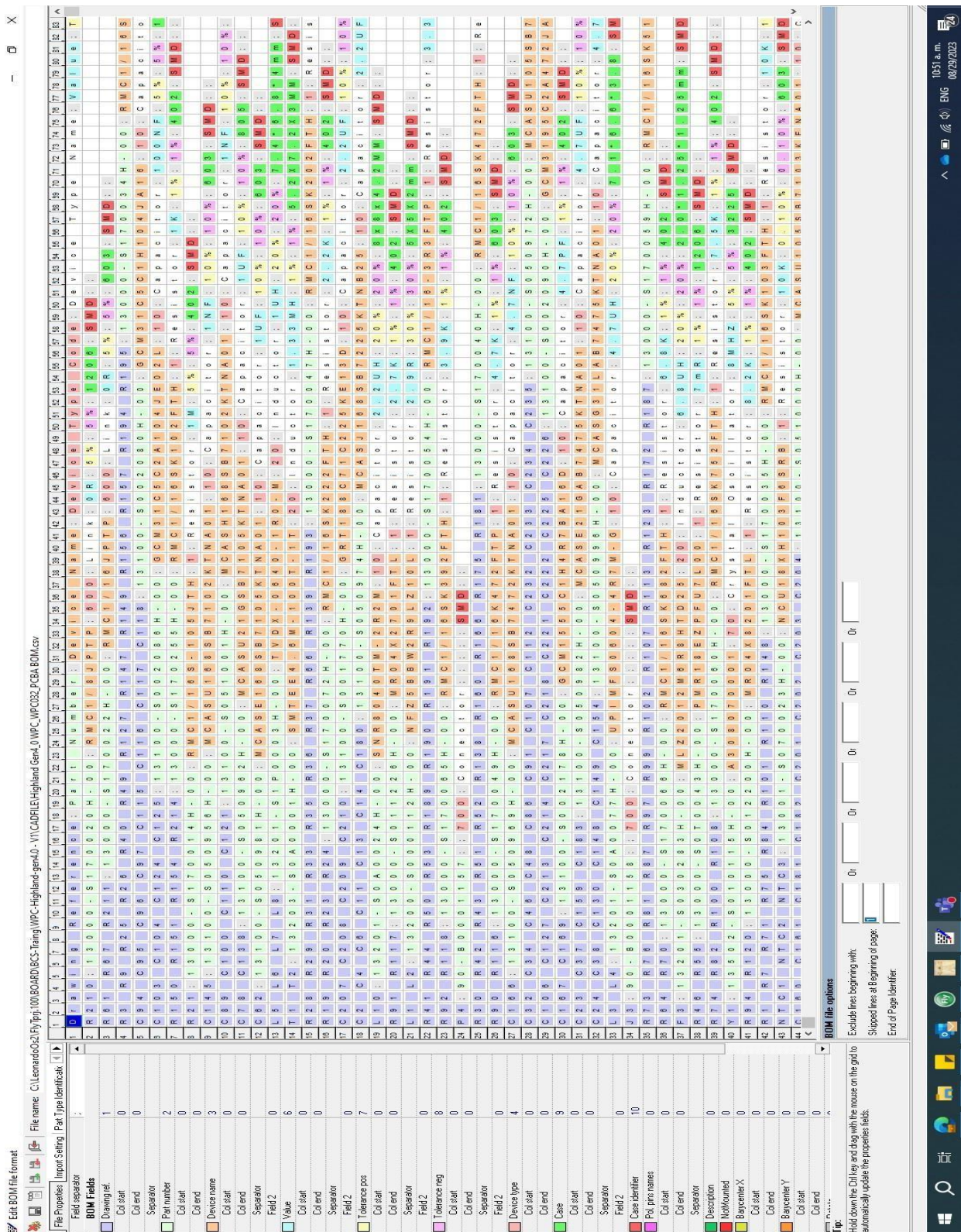


Figura 34. Numeración de BOM

Una vez terminado el bom procederemos a seleccionar la opción Import from SPEA default, la cual nos sirve para que cuando el archivo ya se encuentre con las especificaciones necesarias detecte los componentes necesarios.

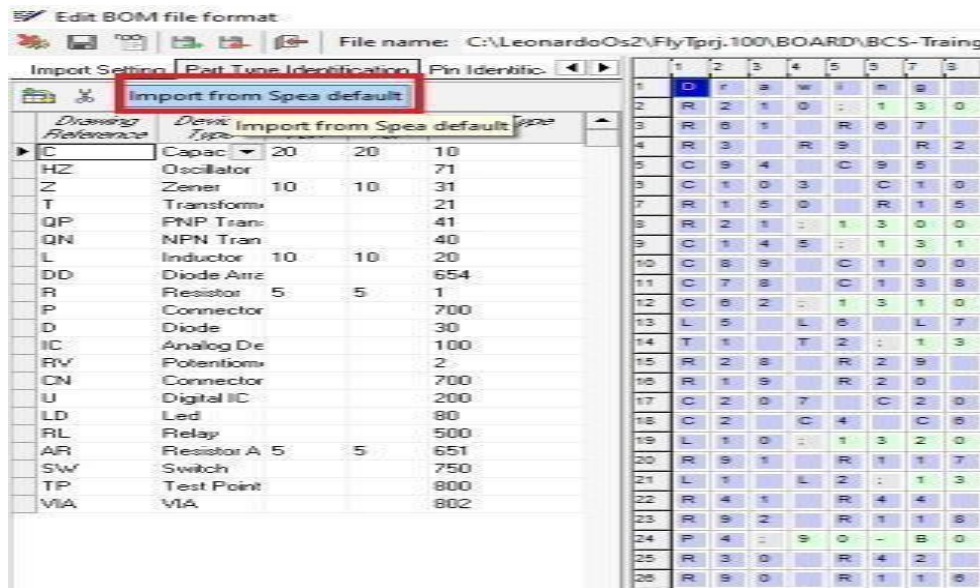


Figura 35. Importación de datos SPEA

Ya que hecho esto regresaremos la ventana, nos mostrara la ventana anterior la cual nos mostrara dos archivos BOM, se muestran dos debido a que el archivo que se ha modificado ya se encuentra listo para analizar los componentes existentes en la PCBA.

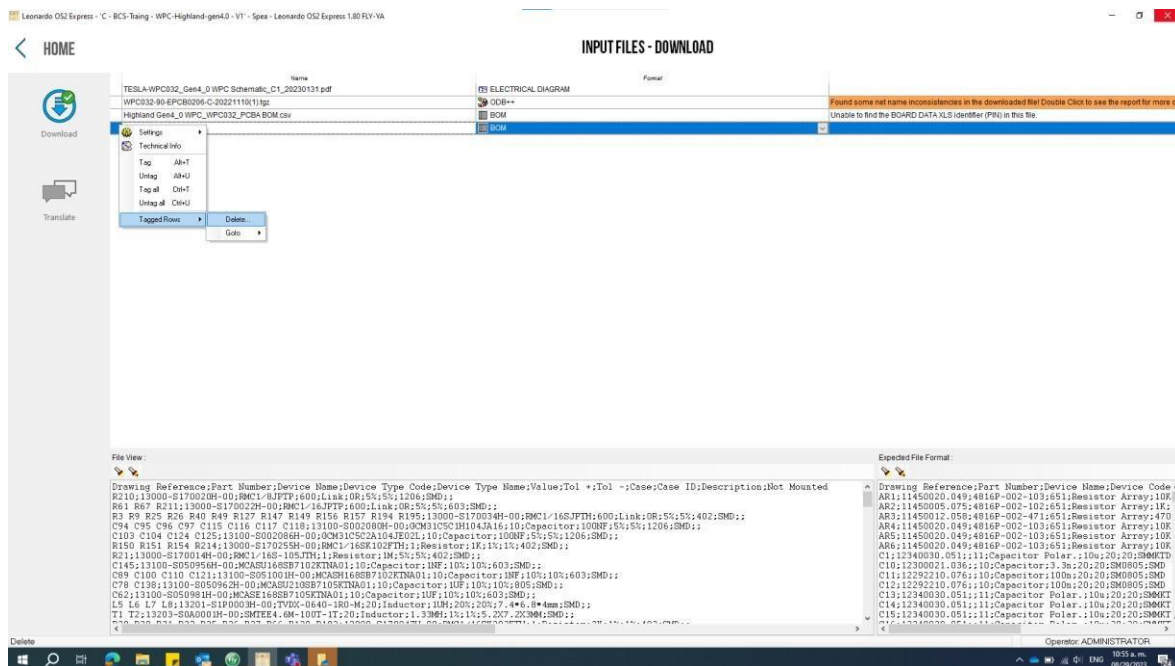


Figura 36. Creación de archivo funcional.

Después se dará click en el botón Translate, al hacer esto la maquina traducirá todos los datos para su interpretación, los acomodará en su interfaz para las siguientes fases en el desarrollo del programa de testing.

Definición de componentes

La siguiente fase del proceso de testing será definir componentes que aún no sean especificados o que estén escasos de información en el BOOM, se hará una búsqueda en el archivo esquemático para la búsqueda de estos saber su empaquetado, además de su número de parte y saber si a máquina tiene opciones cercanas o exactas de poder probar este componente ya sea identificándolo por su número de parte, empaquetado, o tipo de componente, con esto la maquina generara un tipo considerando los recursos con los que cuenta.

Leonardo OSL Express - C - P1991747 GARFIELD - AGRIELD_Z - VT - Spec - Leonardo OSL Express 1.80/PH FLY-VIA

HOME BOARD DATA - CAD FILES

Board power supply

Drawing Ref	Part Number	Device Name	Value	Tol	Tol	Device Type	Case Name	Case Type	Data check message
CT1	17054883-01	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D13	17054883-01	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D14	17054883-01	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D40	17052068-01	17052068-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT323	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D41	17052068-01	17052068-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT323	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D42	17054884-01	17054884-01	0	0	0	Diode Schottky	T0277A	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D59	17055014-01	17055014-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT323	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D78	17054883-01	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D79	17054883-01	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
D80	17054883-01	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described: 3 Required Pins: 2
R19	17054932-01	17054932-01	0	0	0	Resistor	RES10R08B060000000	SMD	Number of Pins Described: 4 Required Pins: 2
L13	17054775-02	17054775-02	0	0	0	Inductor	CM_CHOKI_0	SMD	Number of Pins Described: 4 Required Pins: 2
L131	17054775-02	17054775-02	0	0	0	Inductor	CM_CHOKI_0	SMD	Number of Pins Described: 4 Required Pins: 2

Part value: Mounting data [Check] Custom1 Custom2 Custom3 All

Parts ok: 5701 92% Part Number not ok: 0 Device Name not ok: 41 Tolerance not ok: 0 Net List not ok: 93

Parts warning: 120 Device Type not ok: 0 Value not ok: 80 Case Data not ok: 0

Parts error: 13

Pin-Net List [N] Schematics [S] Layout [L]

Pin list of CT1

Pin	Net Name	Access Side	Pin ID	Total Pins	Pin	Net Name	Access Side	Pin ID	Total Pins
1	5503_11203	Top	CT1	1	5503_11203	Top	CT1	1	5503_11203
3	3790_8499	Bottom	G1	3	3790_8499	Bottom	G1	3	3790_8499

Active Site: 1 Operator: ADMINISTRATOR Tagged rows: 0

Figura 37. Definición de componentes

En esta parte de la interfaz se podrá modificar cada componente que tenga una información escasa para la máquina, se buscará la configuración a que las pruebas ocupen el menor recurso posible.

Dentro de los cambios que se pueden hacer son los siguientes

Resistores

- Modificaciones en número de parte
- Modificaciones de montaje (SMD, THT)
- Valor
- Tolerancias
- Termistores
- Empaquetado

Capacitores

- Modificación en número de parte
- Modificación de montaje (SMD, THT)
- Valor
- Tolerancias
- Polaridad

- Empaquetado

Diodos

- Modificación en número de parte
- Modificación de montaje
- Tipo de Diodo
- Tipo NPN, PNP
- Cantidad de pines para testing
- Declaración de partes internas
- Arreglo de diodos.
- Empaquetado

Inductores

- Modificación en número de parte
- Arreglo de inductores
- Modificación como enlace
- Valor
- Empaquetado

Circuitos digitales

- Modificación en número de parte
- Modificación de montaje
- Polaridad
- Empaquetado

Los componentes serán representados en porcentajes, se deberá buscar la mayor definición posible para una mejor cobertura se pueden presentar componentes que no tengan algún tipo de prueba disponible por falta de recurso o por falta de información acerca del componente. Los porcentajes serán presentados de la siguiente manera.

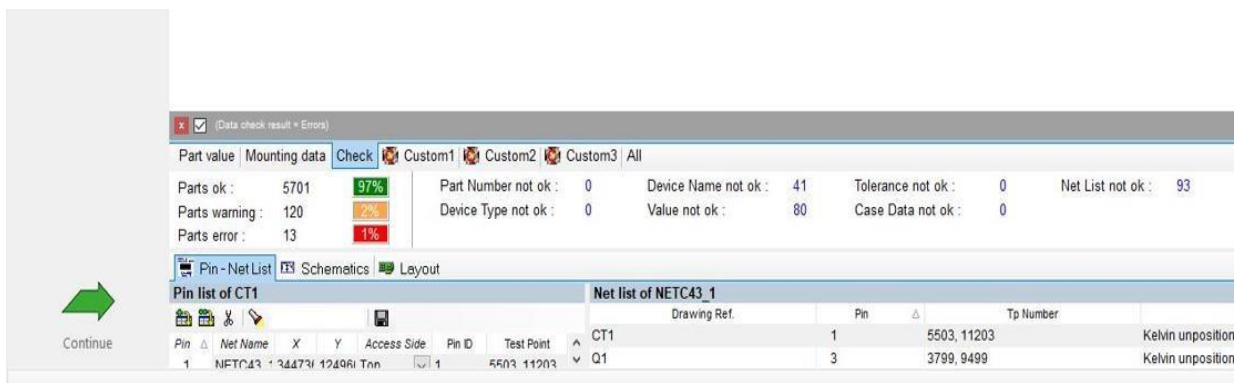


Figura 38. Porcentaje de componentes definidos.

Cada componente indefinido se nos presentara en un color amarillo o rojo en su defecto, en la misma interfaz presenta su falta de información o manera de definición se podrá modificar o configurar para que se agregue una prueba.

Todos los componentes son presentados de la siguiente manera dependiendo si ya están definidos o si tienen alguna insuficiencia en su información.

Drawing Ref.	Part Number	Device Name	Value	Tol +	Tol -	Device Type	Case Name	Case Type	Data check message
CT1	1058884-00-B	17054883-01	0	20	20	Capacitor Array	CT	SMD	Part has pins 1,10,12,10,14 with same coordinates. Delete item
D13	1058884-00-B	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
D14	1058884-00-B	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
D40	1108911-00-A	17052069-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT323	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
D41	1108911-00-A	17052069-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT323	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
D42	1734163-00-A	17054884-01	0	0	0	Diode Schottky	T0277A	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
D69	2006190	17055514-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT23	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
D78	1058884-00-B	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
D79	1058884-00-B	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
D80	1058884-00-B	17054883-01	0	0	0	Diode Schottky	SOT_523	SMD	Number of Pins Described : 3 Required Pins : 2
R10	1450213-00-A	17054832-01	0	5	5	Link	RESISTOR_18ABELLENH	SMD	Number of Pins Described : 4 Required Pins : 2
L13	1009095-00-C	17054775-02	0	0	0	Transfer Array	CM_CHOKE_0	SMD	Incoherent case (CM_CHOKE_0) different pin count (15) Device Name
L131	1009095-00-C	17054775-02	0	0	0	Transfer Array	CM_CHOKE_0	SMD	Part has empty mount side Pin connections not found in coherent case
ITANK_DAC_2CD	TESLA_TP200000		0	20	20	Capacitor	T2000000	SMD	Number of Pins Described : 1 Required Pins : 2 Value = 0
+18V_BR-A-H	TESLA_TP200000		0	20	20	Capacitor	T2000000	SMD	Number of Pins Described : 1 Required Pins : 2 Value = 0
+18V_BR-B-H	TESLA_TP200000		0	20	20	Capacitor	T2000000	SMD	Number of Pins Described : 1 Required Pins : 2 Value = 0
+18V_BR-B-L	TESLA_TP200000		0	20	20	Capacitor	T2000000	SMD	Number of Pins Described : 1 Required Pins : 2 Value = 0
+4V5_BR-A-H	TESLA_TP200000		0	20	20	Capacitor	T2000000	SMD	Number of Pins Described : 1 Required Pins : 2 Value = 0
+4V5_BR-A-L	TESLA_TP200000		0	20	20	Capacitor	T2000000	SMD	Number of Pins Described : 1 Required Pins : 2 Value = 0
+4V5_BR-B-H	TESLA_TP200000		0	20	20	Capacitor	T2000000	SMD	Number of Pins Described : 1 Required Pins : 2 Value = 0
+4V5_BR-B-L	TESLA_TP200000		0	20	20	Capacitor	T2000000	SMD	Number of Pins Described : 1 Required Pins : 2 Value = 0
C1036	1034459-00-A	17054837-01	10u	10	10	Capacitor	805	SMD	Value 10u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C1040	1034459-00-A	17054837-01	10u	10	10	Capacitor	805	SMD	Value 10u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C191	1495541-00-A	17054855-01	10u	10	10	Capacitor	805	SMD	Value 10u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C217001	1094690-00-A	17054857-01	22u	5	5	Capacitor	805	SMD	Value 22u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C217002	1094690-00-A	17054857-01	22u	5	5	Capacitor	805	SMD	Value 22u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C218001	1094690-00-A	17054857-01	22u	5	5	Capacitor	805	SMD	Value 22u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C218002	1094690-00-A	17054857-01	22u	5	5	Capacitor	805	SMD	Value 22u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C383	1094690-00-A	17054857-01	22u	5	5	Capacitor	805	SMD	Value 22u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C384	1094690-00-A	17054857-01	22u	5	5	Capacitor	805	SMD	Value 22u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
C514	1034459-00-A	17054837-01	10u	10	10	Capacitor	805	SMD	Value 10u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor
PC546	1034459-00-A	17054837-01	10u	10	10	Capacitor	805	SMD	Value 10u/18 could be a Polarized Capacitor and not a Capacitor

Figura 39. Información de componentes incompleta.

En la parte inferior de la interfaz se visualizan los componentes que ya han sido especificados de manera correcta o que por default su definición ha sido suficiente desde el archivo BOM, además de que la información ha sido interpretada por la máquina y se cuenta con el recurso necesario para la prueba.

Información de capacitores.

Q13	1772866-00-A	18001491-01	0	0	0	Mosfet N Array	SOT23_6 (1)	SMD	Device Name 18001491-01 internal parts description not found
Q15	1772866-00-A	18001491-01	0	0	0	Mosfet N Array	SOT23_6 (1)	SMD	Device Name 18001491-01 internal parts description not found
C100	1108801-00-A	17058422-01	22n	5	5	Capacitor	1210	SMD	
C10001	1928000-00-A	18001489-01	4.7u	20	20	Capacitor	805	SMD	
C10002	1928000-00-A	18001489-01	4.7u	20	20	Capacitor	805	SMD	
C1001	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1001001	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1001002	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1002	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1002001	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1002002	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1003	1137313-00-A	17054827-01	82p	5	5	Capacitor	402	SMD	
C1004	1137387-00-A	17054828-01	1n	5	5	Capacitor	402	SMD	
C101	1108801-00-A	17058422-01	22n	5	5	Capacitor	1210	SMD	
C1014	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	
C1015	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	
C1016	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	
C1017	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	
C1018	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	
C1019001	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1019002	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C102	1008059-00-A	17054848-01	22n	5	5	Capacitor	1210	SMD	
C1020001	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1020002	1058547-00-A	17054846-01	1u	10	10	Capacitor	603	SMD	
C1022	1008059-00-A	17054848-01	22n	5	5	Capacitor	1210	SMD	
C1023	1134781-00-A	17054090-01	10p	5	5	Capacitor	402	SMD	
C1024	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	
C1025	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	
C1026	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	
C1027	1139154-00-A		22n	20	20	Capacitor	CAPC3225X200N	SMD	

Figura 40. Información de capacitores completa

Información de diodo

D2002	1041006-00-A	17051919-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_523	SMD	
D21	1809651-00-A	17054929-01	0	0	0	Led	603	SMD	
D22	1104048-00-A	17054874-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD123	SMD	
D23	1104048-00-A	17054874-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD123	SMD	
D25	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D27	1041006-00-A	17051919-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_523	SMD	
D28	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D29	1786815-00-A	17054880-01	0	0	0	TVS	SMC	SMD	
D3001	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D3002	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D31	1054465-00-A	17052000-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_323_2	SMD	
D32	1806049-00-A	17054928-01	0	0	0	Led	603	SMD	
D33	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D34	1571580-00-A	17054877-01	0	0	0	TVS	SOD_123FL	SMD	
D35	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D36	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D38	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D39	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D4001	1041006-00-A	17051919-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_523	SMD	
D4002	1041006-00-A	17051919-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_523	SMD	
D44	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D45	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D46	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D47	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D48	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D49	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D50	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D5001	1041006-00-A	17051919-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_523	SMD	
D5002	1041006-00-A	17051919-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_523	SMD	
D51	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D53	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	
D54	1026316-00-A	17054881-01	0	0	0	Diode Schottky	SOD_123	SMD	

Figura 41. Información de diodos completa

Información de resistores

Drawing Ref.	Part Number	Device Name	Value	Tol +	Tol -	Device Type	Case Name	Case Type	Data check n
R139	1502802-00-A	17055266-01	10K	10	10	Resistor	402	SMD	
R140	1502802-00-A	17055266-01	10K	10	10	Resistor	402	SMD	
R14001	1133806-00-A	17053428-01	330	5	5	Resistor	402	SMD	
R14002	1133806-00-A	17053428-01	330	5	5	Resistor	402	SMD	
R141	1502802-00-A	17055266-01	10K	10	10	Resistor	402	SMD	
R142	1502802-00-A	17055266-01	10K	10	10	Resistor	402	SMD	
R143	1139130-00-A	18000515-01	270	5	5	Resistor	402	SMD	
R144	1139130-00-A	18000515-01	270	5	5	Resistor	402	SMD	
R145	1139130-00-A	18000515-01	270	5	5	Resistor	402	SMD	
R146	1139130-00-A	18000515-01	270	5	5	Resistor	402	SMD	
R147	1139130-00-A	18000515-01	270	5	5	Resistor	402	SMD	
R148	1736834-00-A	17054956-01	442	1	1	Resistor	201	SMD	
R149001	1112577-00-A	17051923-01	0	5	5	Link	201	SMD	
R149002	1112577-00-A	17051923-01	0	5	5	Link	201	SMD	
R150001	1112577-00-A	17051923-01	0	5	5	Link	201	SMD	
R150002	1112577-00-A	17051923-01	0	5	5	Link	201	SMD	
R15001	1113531-00-A	17052123-01	10K	1	1	Resistor	402	SMD	
R15002	1113531-00-A	17052123-01	10K	1	1	Resistor	402	SMD	
R151	1610207-00-A	17054953-01	10K	1	1	Resistor	201	SMD	
R152	1113610-00-A	17054978-01	49.9K	1	1	Resistor	402	SMD	
R153	1113531-00-A	17052123-01	10K	1	1	Resistor	402	SMD	
R154	1056242-00-A	17054993-01	0	5	5	Link	603	SMD	
R155	1113417-00-A	17052132-01	1K	5	5	Resistor	RESC1005X55N	SMD	
R156	1112833-00-A	17052361-01	10K	5	5	Resistor	402	SMD	
R157	1056242-00-A	17054993-01	0	5	5	Link	603	SMD	
R158	1112833-00-A	17052361-01	10K	5	5	Resistor	402	SMD	
R159	1502768-00-A	17055006-01	5.1K	10	10	Resistor	402	SMD	
R160	1045705-00-A	17055007-01	249K	0.1	0.1	Resistor	603	SMD	
R16001	1112833-00-A	17052361-01	10K	5	5	Resistor	402	SMD	
R16002	1112833-00-A	17052361-01	10K	5	5	Resistor	402	SMD	
R161	1113610-00-A	17054978-01	49.9K	1	1	Resistor	402	SMD	

Figura 42. Información de resistores completa

La interfaz permite una insuficiencia de definición menor al 10% en el desarrollo del este TPGM, el porcentaje final definido de componentes se presenta de la siguiente manera:

Part value	Mounting data	Check	Custom1	Custom2	Custom3	All
Parts ok : 5701	97%	Part Number not ok : 0	Device Name not ok : 41	Tolerance not ok : 0	Net List not ok : 93	
Parts warning : 120	2%	Device Type not ok : 0	Value not ok : 80	Case Data not ok : 0		
Parts error : 13	1%					

Pin-NetList Schematics Layout

Figura 43. Porcentaje de definición.

En esta parte de la interfaz nos especifica cantidad de componentes, su estatus y descripción de información, el porcentaje con error o indefinido en este TPGM es del 1%, es satisfactorio y la interfaz nos permite avanzar.

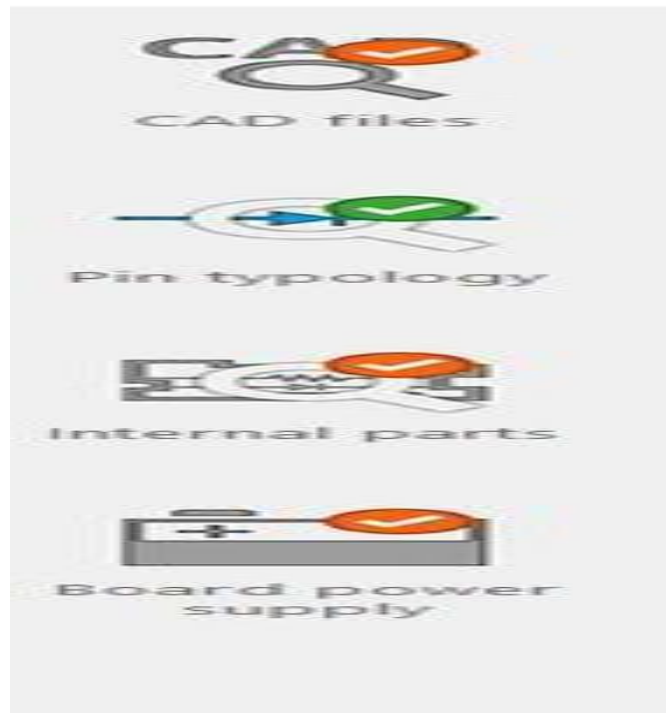


Figura 44. Interfaz completada.

Definición de polaridades

La siguiente parte del TPGM es declarar las polaridades para los componentes que tengan esta condición, por ejemplo, diodos, capacitores electrolíticos y transistores, el archivo esquemático contiene esta información, este mismo es didáctico al hacer una búsqueda del componente muestra cómo se presenta en el circuito y se hará la modificación.

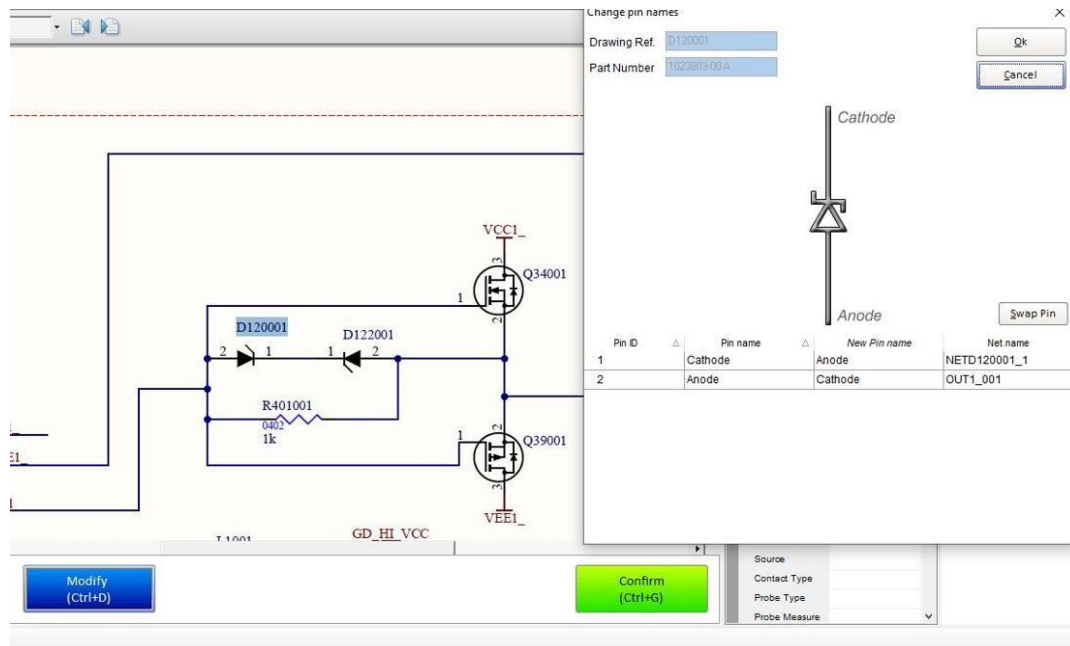


Figura 45. Configuración de diodo

La configuración de estos componentes se realiza de acuerdo con el recurso de la maquina y de acuerdo con el archivo BOM, ya que el archivo muestra una numeración de pines.

La máquina cuenta con la capacidad de hacer un Swap Pin y cambiar el Pin ID para poner de manera correcta la polaridad, al estar correcta la polaridad y que se confirma la modificación y la interfaz mostrara los componentes con esta condición de polaridad indefinida.

Toda prueba que llegue a tener un error de polaridad podrá ser depurada en el modo debug.

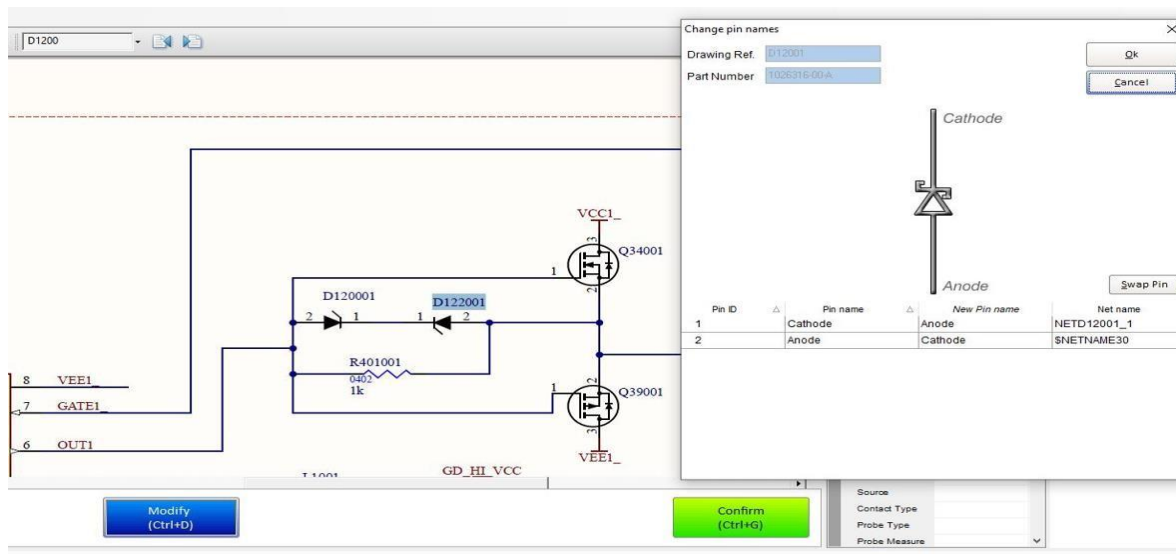


Figura 46. Polaridad en diodo

La máquina tiene que crear una prueba con el recurso que cuenta, pero de igual manera busca una prueba que no sea tan compleja para hacer una mayor cantidad de pruebas en el menor tiempo posible.

En el siguiente caso la información del archivo BOM muestra la numeración del PIN ID, el recurso es suficiente para aplicar para la polaridad correspondiente y se pasa al siguiente componente

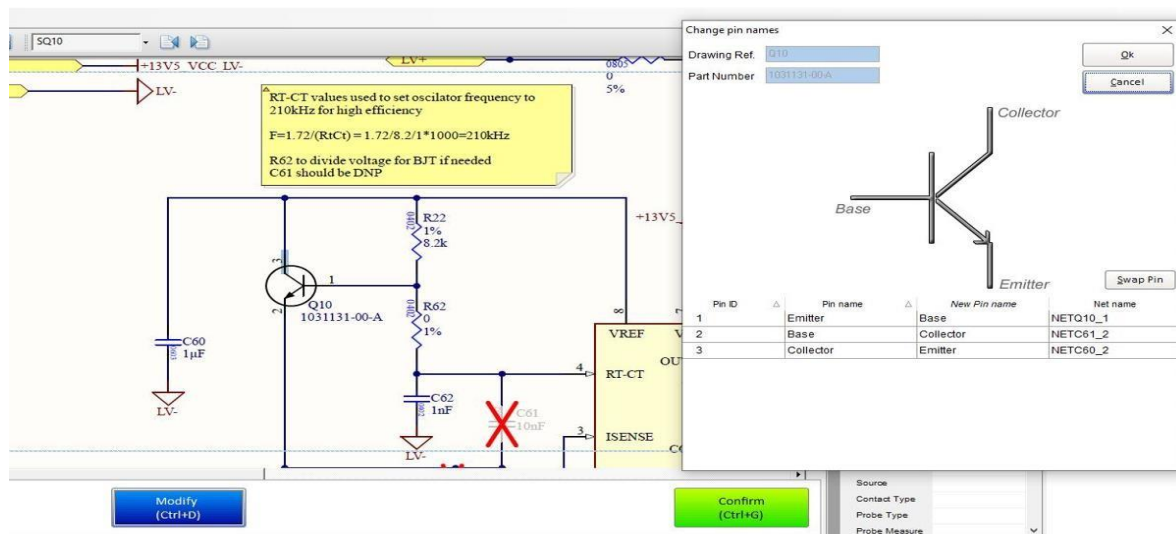


Figura 47. Polaridad en BJT

En el siguiente caso la maquina no cuenta con el recurso necesario o disponible para poder crear una prueba de este componente, aunque el esquemático muestra información de como esta en el circuito, la maquina brindara una alternativa de prueba la cual solo contara con una prueba basada en la frecuencia en la entrada y salida del componente.

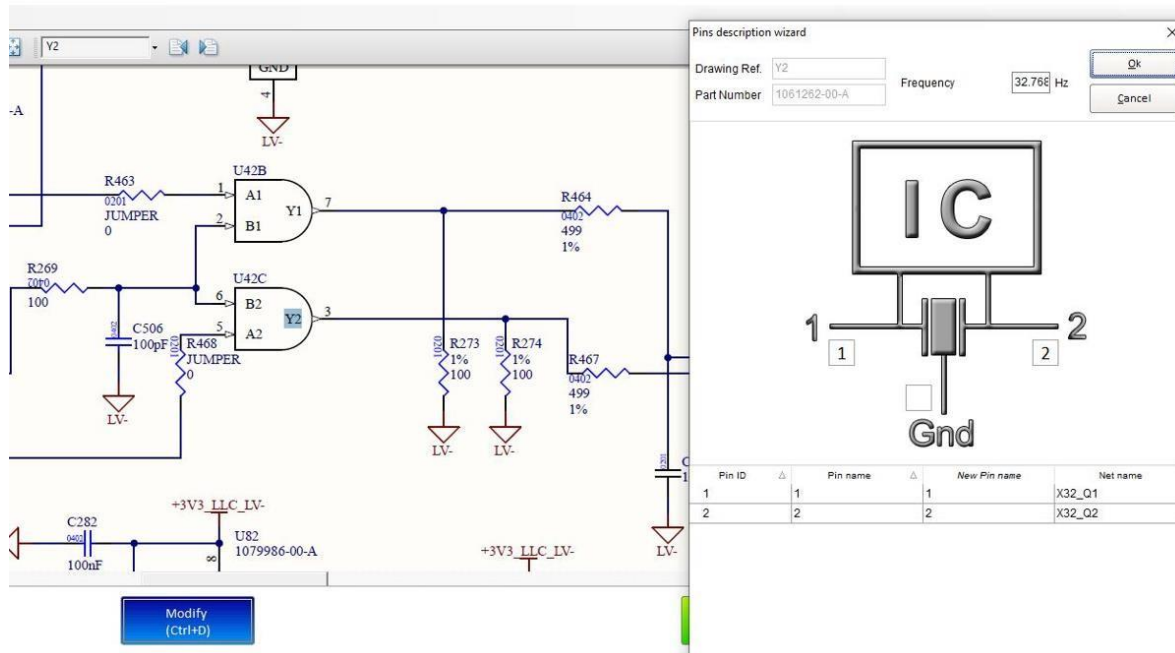


Figura 48. Prueba alterna para oscilador

Cuando la definición de polaridad de los componentes sea completada una parte de la interfaz mostrara una ventana tipo CHECK IN donde se visualiza la todos los componentes que han sido modificados y completados.

Diagram Sheets

PDF1-1

Name △
PDF1-1

Component Info

Drawing Ref. Y1001
Part Number 1821252-00-A
Device Name 17055025-01
Device Type Crystal Oscill.
Case Name CRYSTAL_TXC_
Case Type SMD
Value 55.2M
Tol + 0
Tol - 0
Mount side Top
PN check

Test Point Info

Tp Number
Tp Name
Tp Type
Net Name

Typology PN list

Part number △	Drw	Check
1023803-00 D12000		☒
1026316-00 D12001		☒
1031131-00 Q10		☒
1041006-00 D10001		☒
1054465-00 D31		☒
1058884-00 D13		☒
1061262-00 Y2		☒
1096926-00 D88		☒
1100228-00 D81		☒
1104048-00 D22		☒
1108911-00 D40		☒
1130010-00 Q16		☒
1494968-00 Q31		☒
1522274-00 Y3		☒
1614384-00 Q34001		☒
1734163-00 D42		☒
1773621-00 X1		☒
1806049-00 D32		☒
1809622-00 D16		☒
1809651-00 D21		☒
1821252-00 Y1001		☒
1833767-00 U83		☒
1842029-00 Q18		☒
1901405-00 D92		☒
2005190 D69		☒

Figura 49. Check In de polaridad

Al estar finalizada la configuración y modificación de polaridades la maquina ira a la siguiente etapa ya que al tener la información completa esta avanza automáticamente en la creación del TPGM.



Figura 50. Etapa de polaridad completada

Configuración de partes internas

Al finalizar la definición de polaridades habrá que configurar componentes que tengan insuficiencia de información en partes internas, la maquina al estar condicionada por sus recursos de prueba puede mostrar alternativas de prueba que sean similares o simplemente una prueba de presencia.

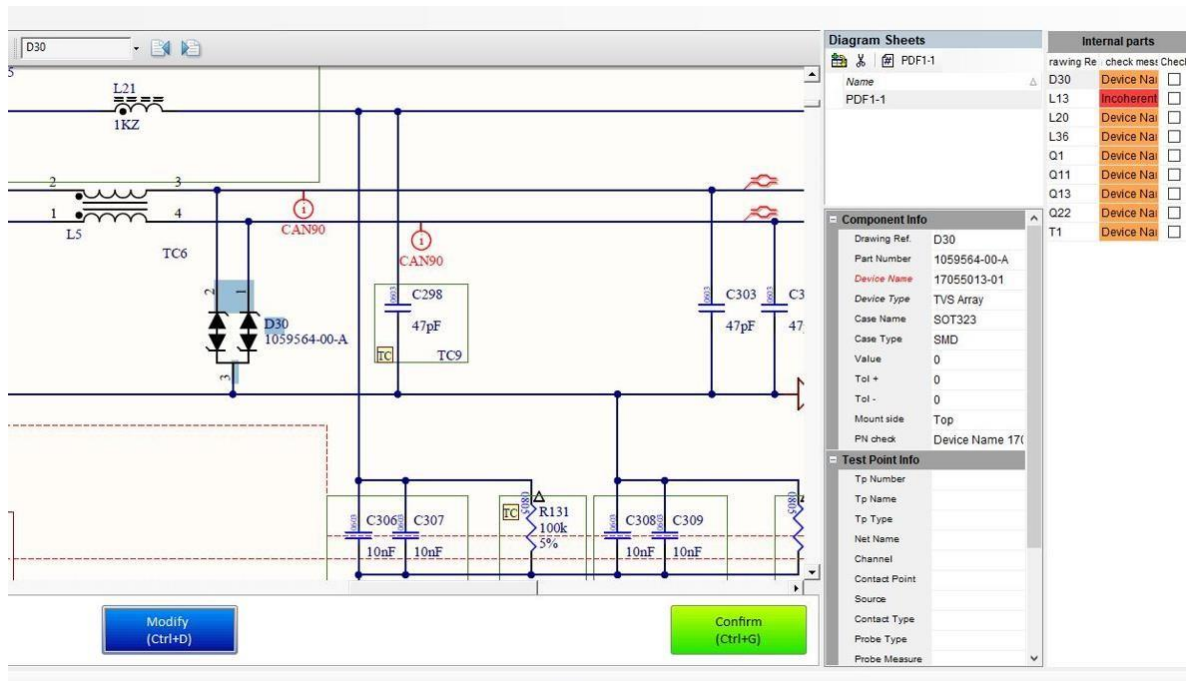


Figura 51. Definición de partes internas

Estos componentes no son ignorados, estos componentes son depurados en fases siguientes, los detalles en estas fases del TPGM son despreciables para la maquina ya que, al ser componentes con una alta demanda de recurso, se interpretan como componentes con errores en definición de partes internas o en su defecto con ninguna posible prueba alterna. Al final estos componentes son depurados de manera manual.

La siguiente fase del TPGM es la definición de fuentes de voltaje, en esta fase la maquina configura e identifica por default la intensidad de voltaje por cada nodo y

punto de prueba, ya que al encontrarse en circuitos conectados entre sí cada uno ocupa un voltaje distinto en cada prueba.



Figura 52. Definición de fuentes de voltaje

Configuración de fuentes de voltaje

La máquina identificará puntos de acceso a cada circuito y mostrará información del nombre del nodo, los componentes involucrados, PAD's o vías de acceso de prueba además del valor nominal del voltaje que será suministrado para la prueba

Net list				BOARD DATA - BOARD POWER SUPPLY	
Net list	Net name		Long net name	Drawing ref. - Pin name	Power list
SGND			SGND	C10001-2, C1001-2, C1002-2, C1002001-2, C102-1, C10:	LV-
LV-			LV-	\$BPAD130-1, \$BPAD131-1, C1004-1, C1031-2, C1032-1,1:	LV-
HW-			HW-	C1014-2, C1015-2, C1016-2, C1017-2, C1018-2, C1024-2:	HW_MID
HW+			HW+	\$BPAD39-1, \$BPAD40-1, \$BPAD41-1, \$BPAD42-1, \$BPAD:	HW+_LOWER_BRIDGE
HW_MID			HW_MID	C103-2, C104-2, C105-2, C106-2, C107-2, C108-2, C109:	HW+
HW+_LOWER_BRIDGE			HW+_LOWER_BRIDGE	C453-1, C454-1, C455-1, C456-1, C457-1, C458-1, C459:	+1V2_HV_MID
+1V3_HV_MID			+1V3_HV_MID	C12002-2, C272-2, C340-1, C350-1, C351-1, C352-1, C:	+5V5_LV-
NETC21_2			NETC21_2	C1062-2, C1067-2, C21-2, C378-2, C413-2, C418-2, C42:	+1V35_LV-
NETC43_1			NETC43_1	C43-1, C45-1, C91-2, C93-2, CAD_TP193-1, CT1-1, Q1-3	
NETC15_2			NETC15_2	C1052-2, C1057-2, C118-2, C15-2, C161-2, C166-2, C17:	
+1V2_HV_MID			+1V2_HV_MID	C338-1, C339-1, C340-1, C341-1, C342-1, C343-1, C344:	
COIL-			COIL-	\$BPAD22-1, \$BPAD23-1, \$BPAD24-1, \$BPAD25-1, C251-1:	
COIL+			COIL+	\$BPAD18-1, \$BPAD19-1, \$BPAD20-1, \$BPAD21-1, C100-1:	
NETJ11_1			NETJ11_1	\$BPAD154-1, \$BPAD155-1, \$BPAD156-1, \$BPAD157-1, \$:	
COIL.MID+			COIL.MID+	\$BPAD26-1, \$BPAD27-1, \$BPAD28-1, \$BPAD29-1, C128-2:	
+1V3_ILC_LV-			+1V3_ILC_LV-	\$BPAD01-1, \$BPAD02-1, C1032-2, C1033-2, C1034-2, C103	
NETC25_1			NETC25_1	C1065-1, C1066-2, C1070-1, C1071-2, C25-1, C27-2, C4	
+1V3A_HV_MID			+1V3A_HV_MID	C200-2, C201-1, C203-2, C204-2, C205-1, C206-2, C207:	
NETC20_1			NETC20_1	C100-2, C101-2, C1056-1, C1061-1, C117-1, C119-2, C1:	
NETC27_1			NETC27_1	C1066-1, C1071-1, C251-2, C252-2, C253-2, C254-2, C2:	
NETC19_1			NETC19_1	C1055-1, C1056-2, C1060-1, C1061-2, C116-1, C117-2, C:	
HV-FILT			HV-FILT	\$BPAD100-1, \$BPAD101-1, \$BPAD102-1, \$BPAD103-1, \$:	
+5V5_LV-			+5V5_LV-	C1003-1, C270-1, C271-2, C273-1, C274-1, C275-2, C51:	
					Ground list
					+1V35_LV-

Figura 53. Definición de fuente de voltaje

Al terminar esta etapa se concluye la fase 1 donde se genera la carpeta del programa, se configuran topologías de tarjeta, definición de componentes, polaridades en componentes que lo requieran, además revisar componentes que tengan insuficiencia de información en partes internas y que serán depurados en

fases finales, también se obtiene la información de las fuentes de voltaje, los componentes involucrados y el voltaje que será suministrado.



Figura 54. Fase 1 completada

Al terminar cada etapa del TPGM la maquina mostrara una opción para continuar con la siguiente fase, también mostrara el estatus de etapas anteriores.

FASE 2. Configuración de zonas no voladas, accesibilidad de la tarjeta y configuración de panel.

Configuración de áreas no voladas.

En esta fase de la interfaz, se delimitarán en el archivo CAD áreas restringidas de vuelo o acceso a la tarjeta, esto es una parte importante ya que al especificar estas áreas la máquina interpretara el área de vuelo o los movimientos que debe generar para evitar esas zonas restringidas.

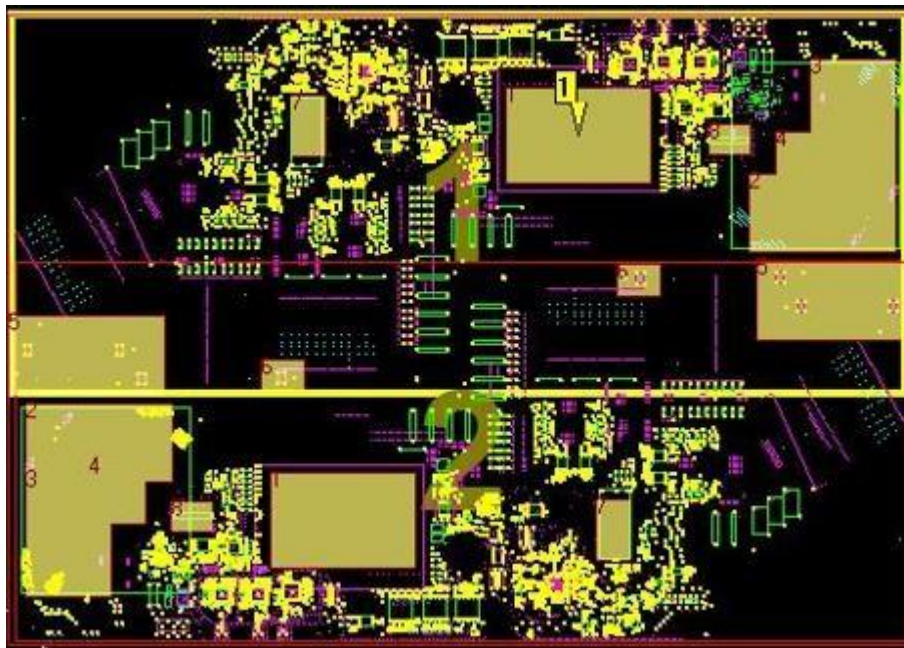


Figura 55. Áreas no voladas

En esta parte de la interfaz permite crear las zonas amarillas en el archivo CAD, cada zona amarilla tendrá sus dimensiones de ancho y largo interpretados por la máquina, la altura que ya se considera como no volada es a partir de los 7mm.

Al hacer un análisis previo a la tarjeta se obtiene la altura de los componentes más altos, cada zona no volada tiene que ser definida después de su creación, una parte

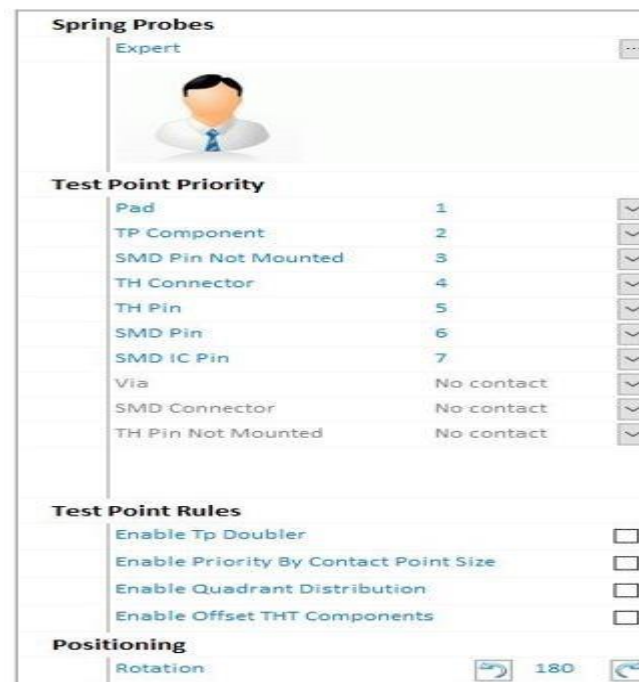
de la interfaz permite visualizar las dimensiones y configurar la altura de cada zona dependiendo el relieve de esa zona definida con respecto a la tarjeta.

NO FLY AREA LIST							
	TOP	BOTTOM	NOT OPERATING TOP	NOT OPERATING BOTTOM	CASE		
	ID	DIMENSION 1(mm)	DIMENSION 2(mm)	RADIUS 1(mm)	RADIUS 2(mm)	HEIGHT(mm)	AREA DEFINED
☒	1	56.291	57.034	0.000	0.000	7.000	Manual
☐	2	57.032	30.368	0.000	0.000	7.000	Manual
☐	3	33.330	48.515	0.000	0.000	7.000	Manual
☐	4	22.221	25.183	0.000	0.000	7.000	Manual
☐	5	60.736	31.479	0.000	0.000	13.000	Manual
☐	6	17.406	12.592	0.000	0.000	13.000	Manual
☐	7	13.332	23.702	0.000	0.000	7.000	Manual
☐	8	16.295	11.851	0.000	0.000	8.000	Manual

Figura 56. Definición de dimensiones de áreas no voladas

Accesibilidad de la tarjeta

En esta fase del TPGM la interfaz mostrara prioridades de prueba, además, con la previa información que ya ha analizado, brinda opciones de acceso y muestra cómo será generado el testplan y cuáles serán sus prioridades al momento de hacer las pruebas, optimizando tiempo.



Spring Probes
Expert



Test Point Priority

Pad	1	▼
TP Component	2	▼
SMD Pin Not Mounted	3	▼
TH Connector	4	▼
TH Pin	5	▼
SMD Pin	6	▼
SMD IC Pin	7	▼
Via	No contact	▼
SMD Connector	No contact	▼
TH Pin Not Mounted	No contact	▼

Test Point Rules

- Enable Tp Doubler ☐
- Enable Priority By Contact Point Size ☐
- Enable Quadrant Distribution ☐
- Enable Offset THT Components ☐

Positioning

Rotation:  180 

Figura 57 Prioridades en el testplan

Independientemente de cuál sea el lado de la tarjeta a la cual se le está desarrollando el TPGM la maquina puede brindar una mejor accesibilidad de prueba del lado contrario.

Si una tarjeta presenta todos sus componentes del lado Top, pero todos los puntos de prueba o vías de contacto están en el lado Botton, la maquina interpretara una mejor accesibilidad por el lado Botton aun cuando todos los componentes están del lado contrario, este caso es aplicable para ambos casos.

En este caso la tarjeta presenta un empate en el porcentaje de accesibilidad y como el TPGM está siendo desarrollado para el lado Top se configurará para esa accesibilidad.

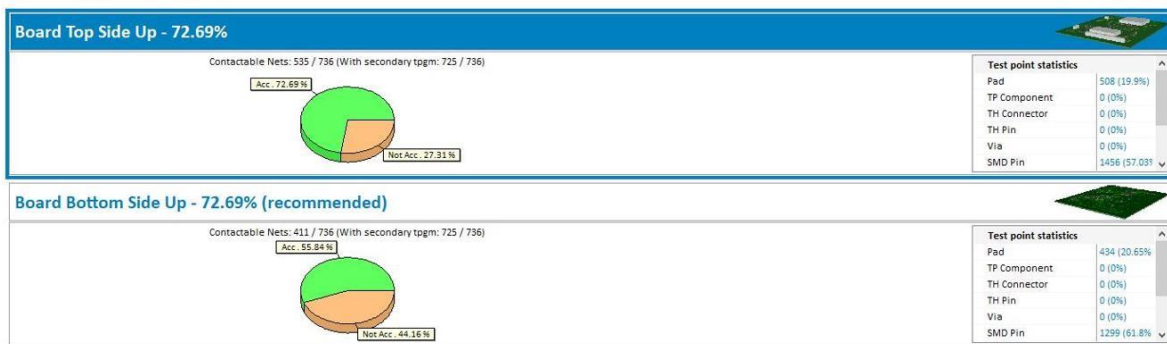


Figura 58. Porcentaje de accesibilidad de la tarjeta

Diseño de panel

Al tener una configuración inicial en la máquina, donde se especifica que el TPGM será para una tarjeta en panel, en esta fase la interfaz nos permitirá diseñar el panel, esto de acuerdo con la manera en la que se presente la tarjeta será como se configurara el diseño y cargado del panel.

Las configuraciones en esta fase de la interfaz serán delimitadas por datos proporcionados e interpretados en el CAD, la interfaz permite configurar las columnas y filas en las que se puede presentar panel además de configuraciones con respecto a ejes X, Y esto con la finalidad de ser los más flexible y versátil posible para poder adaptarse a cualquier tipo de tarjeta.

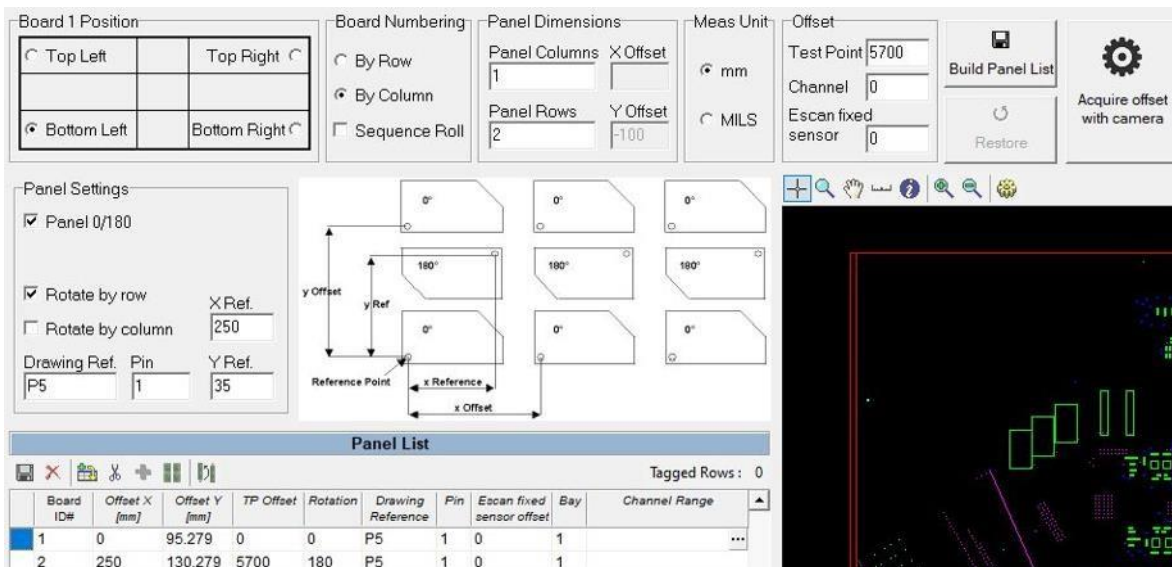


Figura 59. Diseño de panel

En esta parte de la interfaz permite visualizar la apariencia del panel además de que la delimitación de la tarjeta facilita el diseño de este.

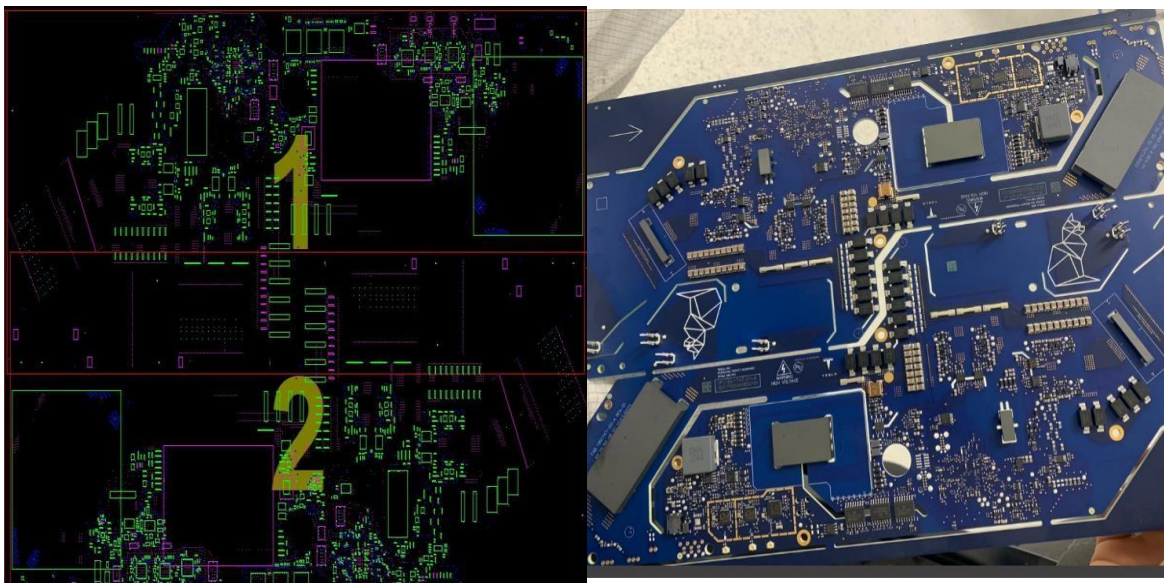


Figura 60. Comparativa de panel CAD y PCBA

Reconocimiento de fiducial

En esta fase la interfaz te permite el reconocimiento de fiduciales, será una ayuda para la maquina ya que con ellos detectará la dimensión y presencia de la tarjeta, comparándola con la del CAD.

En esta parte de la interfaz, se identificarán los fiduciales en el CAD y también se confirman para una detección visual por parte de la cámara de la máquina. Con esto la maquina detectará la tarjeta y hará la siguiente etapa que es la lectura de componentes, esta fase funciona también como una ubicación y orientación para la máquina, ya que por alguna causa la tarjeta tena una ligera variación de movimiento en las pruebas al detectar los fiduciales la maquina adaptara sus movimientos y los reubicara para empezar hacer las pruebas.



Figura 61. Detección de fiducial 1

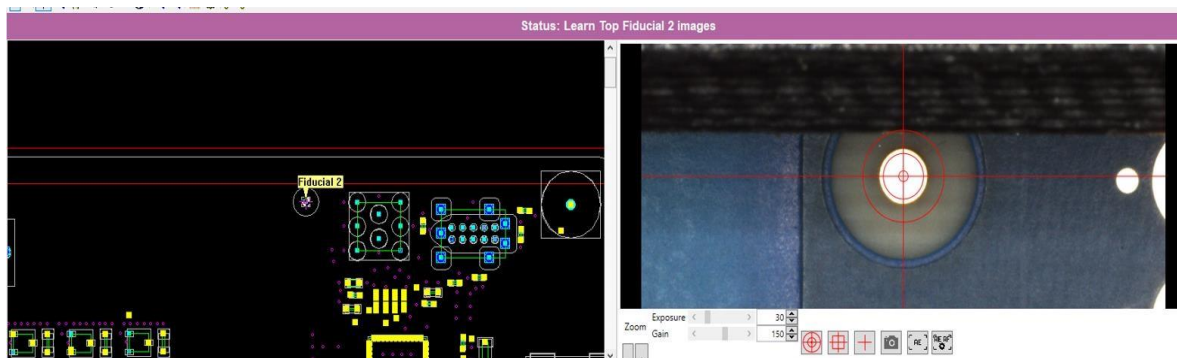


Figura 62. Detección de fiducial 2

Generación del TPGM

En esta fase la maquina hará una lectura de componentes de la PCBA para una interpretación y comparación con el CAD, así mismo generará por completo el testplan, con toda la información definida en etapas anteriores identificará y generará las pruebas, además identificará la orientación de los componentes.

TEST PROGRAM - GENERATION



Figura 63. Generación de TPGM

Este procedimiento será ejecutado por la maquina por la cámara que hará la lectura de los componentes y simultáneamente la memoria de la máquina, con la información previa hará una comparación con el CAD para dimensiones de la tarjeta y ubicación de los componentes.

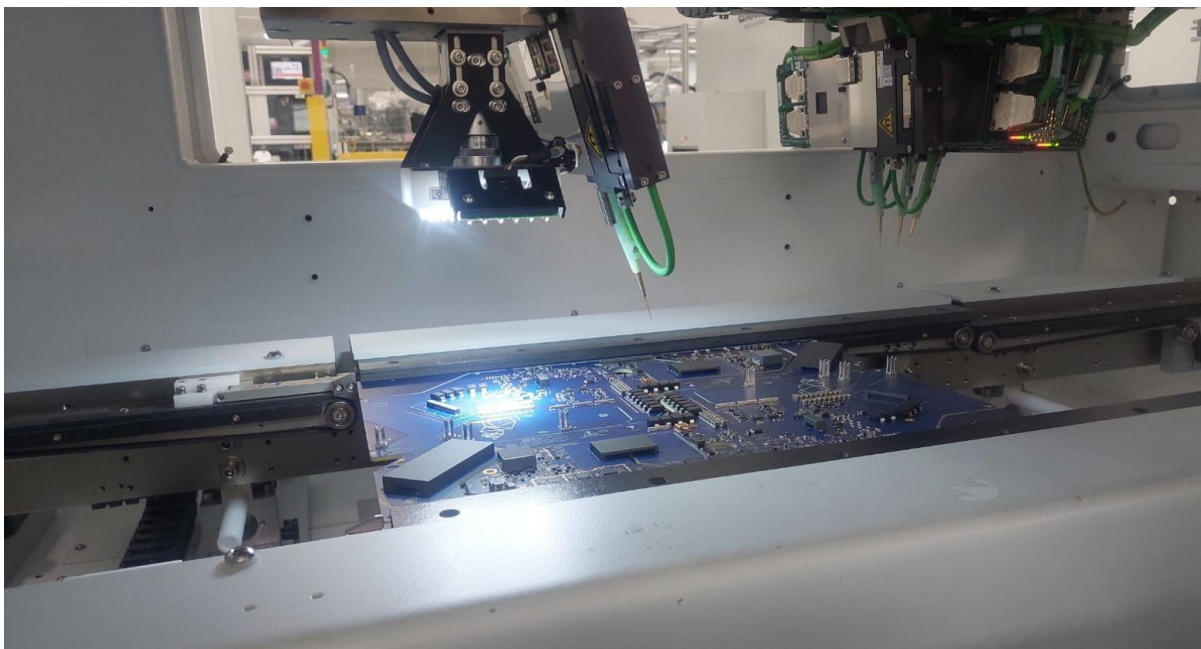


Figura 64. Lectura de componentes

Con esto se concluye la fase 2, donde se pueden configurar aspectos de dimensiones de áreas no voladas, configuraciones de accesibilidad de la tarjeta además de la lectura de componentes y generación absoluta del testplan y TPGM, al concluir con estas fases la interfaz te colocara de manera automática en la siguiente etapa de desarrollo.

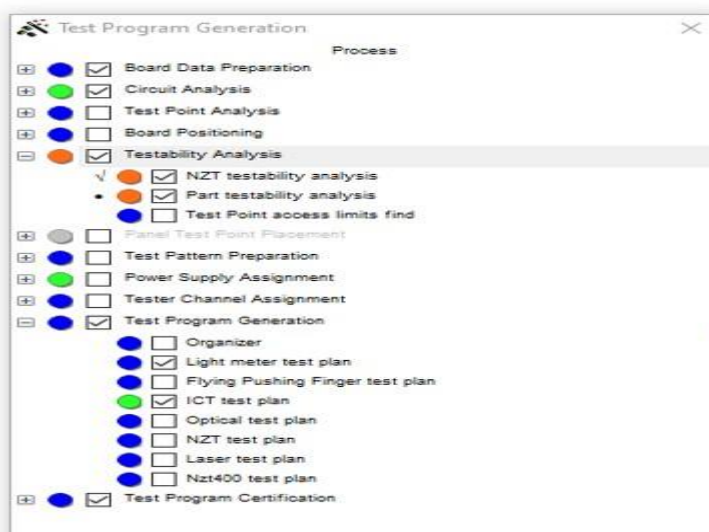


Figura 65. Generación de Test Program

FASE 3. Posición de ataque de puntas a componentes, depuración de pruebas

En esta fase se configurarán la posición de ataque de las puntas hacia los componentes ya que la maquina al hacer la lectura de componentes preliminar, esta nos llevará a la interfaz donde se configurará la cantidad de puntas que se pueden comprometer además del análisis de posición.

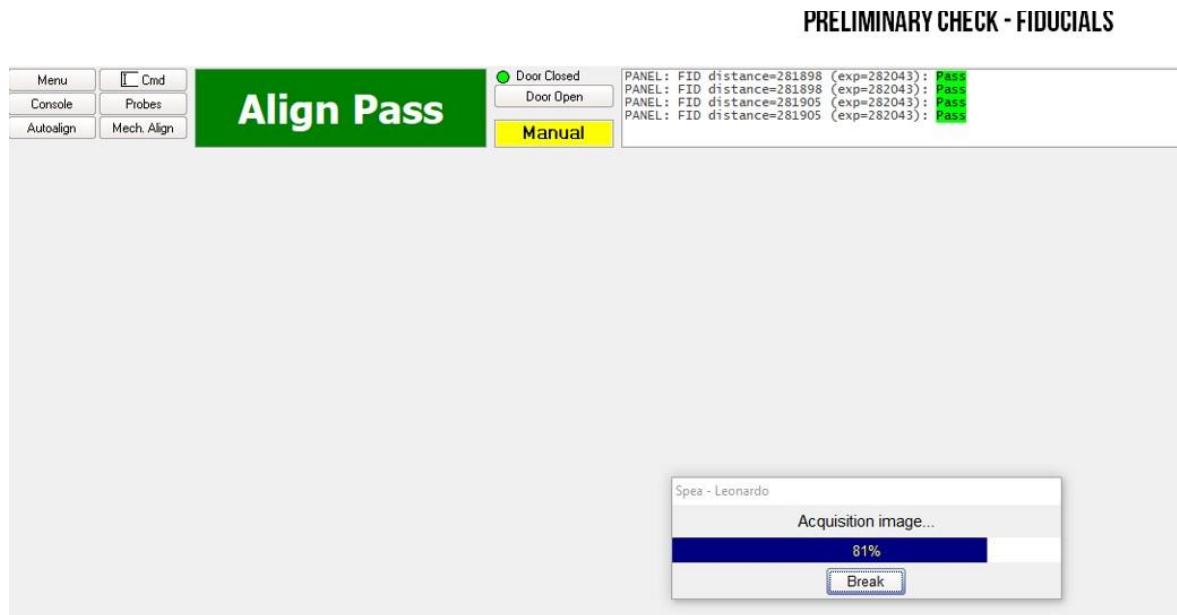


Figura 66. Adquisición de imagen para lectura de componentes

En esta parte de la interfaz, se colocará una check list de los componentes que han sido detectados además del estatus de revisión al ser completado la interfaz nos llevara automáticamente a la siguiente etapa.

Probe Case list				
Case name	Checked	Attributes		Status
CAP_MURATA_DK1	☒	Reduced		Verified
CAP_MURATA_EVA86_1270L	☒	Reduced		Verified
CAPC0603X33N	☐			To be verified
CAPC1005X50N	☐	Shifted, Reduced		To be verified
CAPC1608X50N	☐	Reduced		To be verified
CAPC1608X80N	☐			To be verified
CAPC2012X125N	☐			To be verified
CAPC2012X85N	☐	Reduced		To be verified
CAPC3216X125N	☐	Shifted, Reduced		To be verified
CAPC3225X200N	☐			To be verified
CAPC3225X230N_HV	☐			To be verified
CHOKE_CANBUS_TDK_ACM90V	☐			To be verified
CHOKE_CANBUS_TDK_ACT45B_510_2P	☐			To be verified
CONN_MOLEX_1054051316	☐			To be verified
CONN_SAMTEC_FTSH_105_01_F_DV_K_P	☐			To be verified
CONNECTOR_INTERPLEX_E_IPX42018A	☐			To be verified
CONNECTOR_MOLEX_105430_1208	☐			To be verified
CONNECTOR_SAMTEC_HSEC8_150_01_XX	☐			To be verified
CRYSTAL_NDK_NX2016	☐			To be verified
CRYSTAL_TXC_2016SP	☐			To be verified
CT	☐			To be verified
DIODE_0402	☐			To be verified
DIOSMCN	☐			To be verified
DIOSOD123N	☐	Shifted, Reduced		To be verified
DIOSOD523N_DIODES	☐			To be verified
FERRITE_0603_(1608)	☐			To be verified
FERRITE_0805_(2012)	☐			To be verified
IC_ROSENBERGER_59S2PL40MT5A	☐			To be verified
IC_ROSENBERGER_59S2PL40MT5B	☐			To be verified
IC_ROSENBERGER_59S2PL40MT5C	☐			To be verified
IC_ROSENBERGER_59S2PL40MT5D	☐			To be verified
IC_ROSENBERGER_59S2PL40MT5F	☐			To be verified
IC_TI_CC2640_QFN7X7_48	☐			To be verified
IND_MURATA_DFE2016	☐			To be verified
INDC1005X60	☐			To be verified
INDUCTOR_BOURNS_SRN5040	☐			To be verified
INDUCTOR_PULSE_PM4344	☐			To be verified
LED_KINGBRIGHT_APG1608SURKC_T_RE	☐			To be verified
LED_KINGBRIGHT_APT1608SGC_GREEN	☐			To be verified
LED_KINGBRIGHT_APTD1608_R111F	☐			To be verified
				Operator: ADMINISTRATOR

Figura 67. Check List de configuración de puntas.

El punto de ataque de la punta deberá ser configurado para atacar la soldadura, para prevenir la fracturación de componentes, además de comprobar un buen contacto entre PCBA y el componente montado.

La interfaz proporciona una ventana para la configuración y ajuste del punto de ataque de las puntas llamado 'Shift' (desplazado) el ajuste será en (X, Y) además de que el movimiento o ajuste será afectado simétricamente con respecto al punto contrario ya sea verticalmente u horizontalmente.

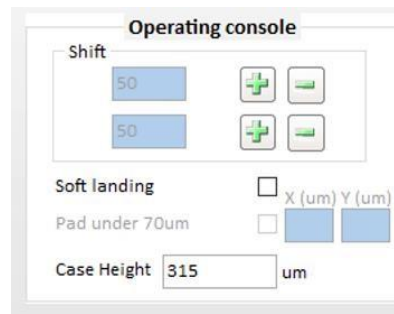


Figura 68. Configuración de punto de ataque

En esta parte de la interfaz se analiza cada componente su orientación y posición, los casos son repetitivos, pero se deberán considerar todas las condiciones posibles para un menor estrés mecánico de la prueba. En esta parte de la interfaz se deben ignorar las pruebas 5 y 6 ya que son del lado Boton y la maquina solo cuenta con recurso para el lado Top lo que se traduce en 4 puntas voladoras.

La interfaz proporciona botones de modificación para realizar la configuración, así como botón para deshabilitar la prueba en caso de que no haya un acceso correcto al componente, esto ayuda a prevenir una fracturación de las puntas.



Figura 69. Botones para avance de configuración.

En la figura 70 se puede ver un componente que ha sido detectado en una posición horizontal las terminales del lado izquierdo deberán ser probadas con las puntas 3 y 4 mientras que las terminales del lado derecho deberán ser probadas con las puntas 1 y 2. Esto con el fin de evitar un falso contacto ya que si la configuración se realiza inversamente el ángulo de ataque ocasionaría un falso contacto con las terminales, provocando una falla falsa.

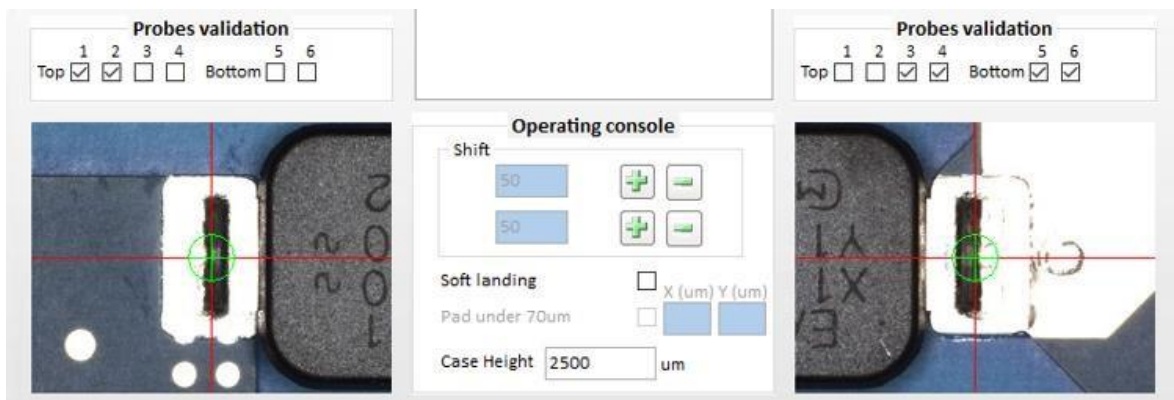


Figura 70. Posición de puntas

En la interfaz se podrá visualizar cada imagen y detección de componente, se considera la dimensión del componente ya que, si un componente es demasiado pequeño, las puntas deberán ser configuradas para el punto de ataque preferiblemente en la parte de soldadura, ya que, si se configuran para un ataque directo al componente, el mismo ataque de las puntas podría fracturar el componente.

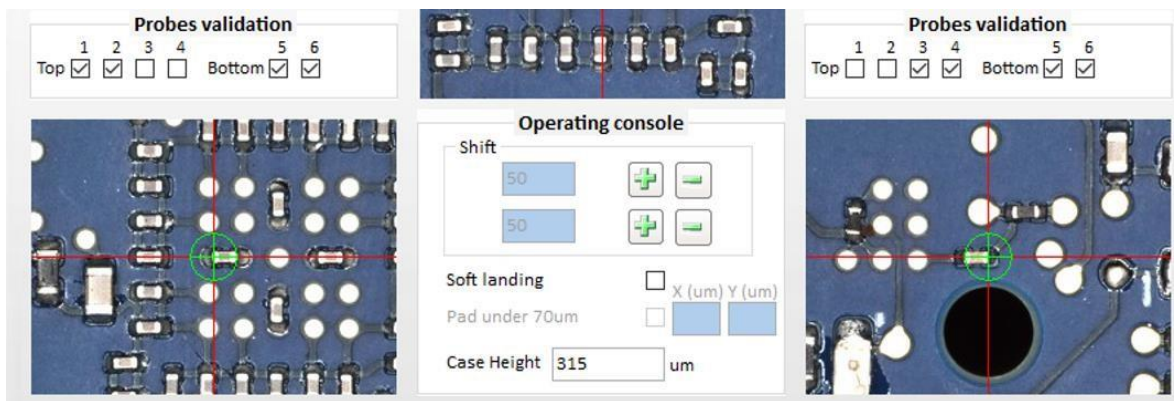


Figura 71. Configuraciones para punto de ataque

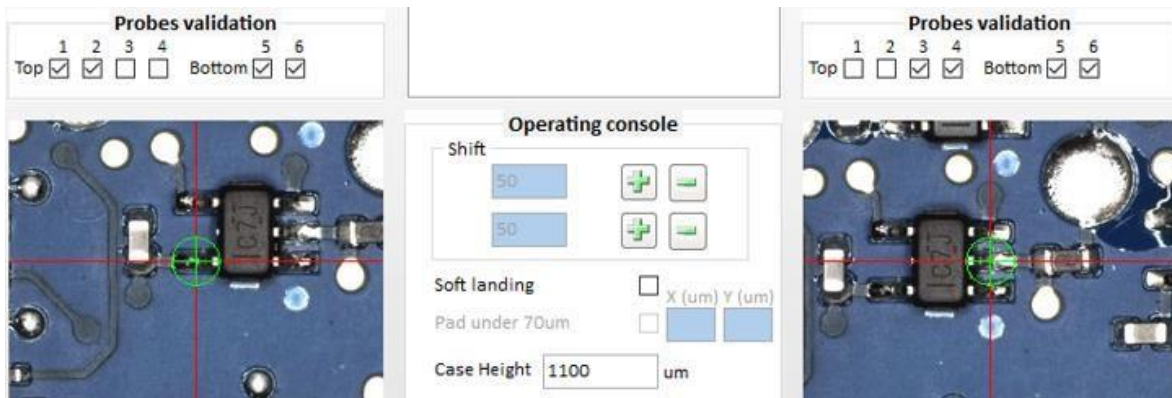


Figura 72. Configuración de punto de ataque

La interfaz presenta como ayuda visual una cruz roja asignada por la maquina ya que esta ha detectado o predeterminado el ataque de prueba en ese lugar en específico.

También presenta una figura en color verde la cual es configurable con la parte de shift así de esta manera se asignará un nuevo punto de ataque para la prueba.

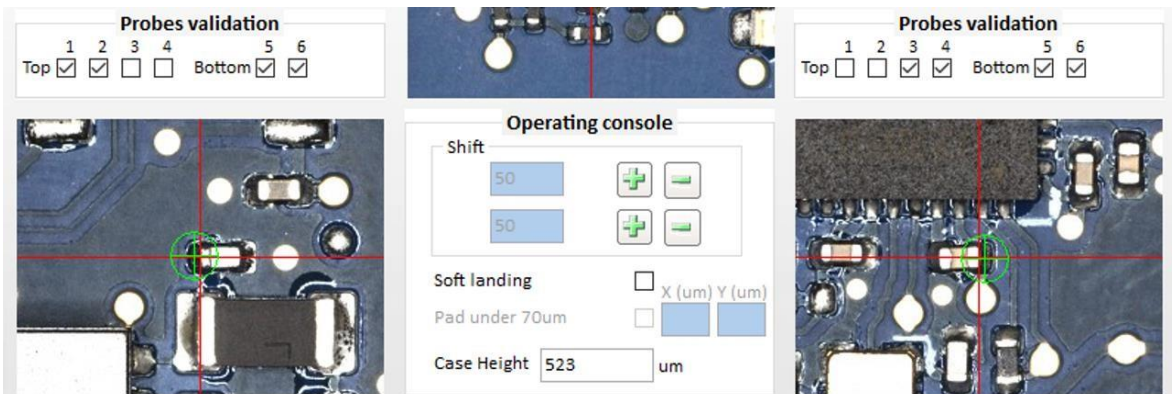


Figura 73. Uso de Shift para asignación de punto de ataque

Cuando un componente se presenta en una posición vertical todo el recurso de la maquina podrá ser utilizado en ambas terminales o puntos de prueba, ya que la posición no compromete un falso contactó y la accesibilidad de las puntas es demasiado amplio.

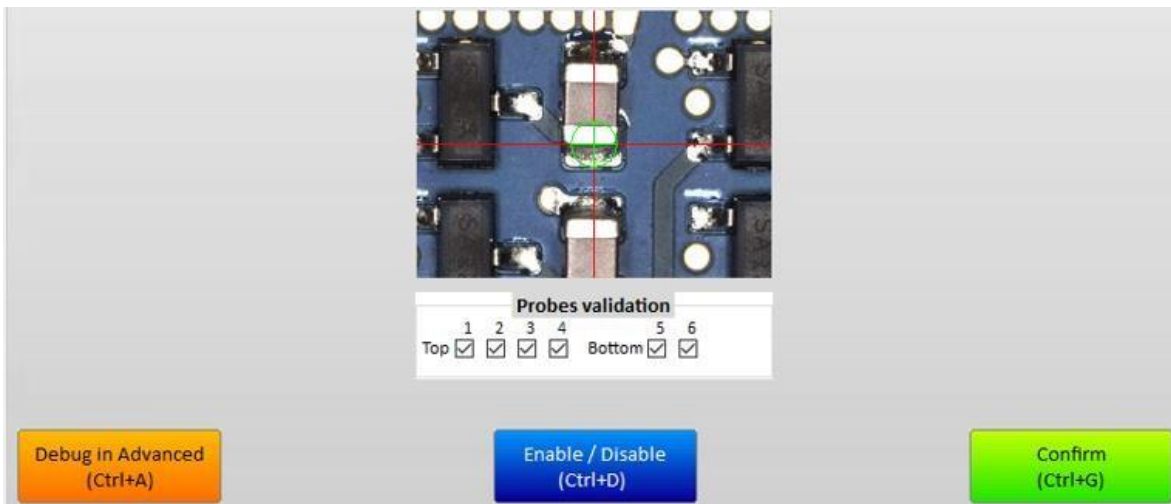


Figura 74. Componente de orientación vertical

En casos donde la tarjeta no es simétrica o tiene una forma uniforme, la adquisición de imagen por parte de la cámara de la maquina captará componentes que presenten terminales seguido de un componente que no los presenta, en este caso la prueba podrá ser habilitada de la siguiente manera:

- Análisis de orientación de componente
- Deshabilita completamente de prueba (uso del boton Disable)
- Deshabilita parcialmente de la prueba (se omiten puntas involucradas)

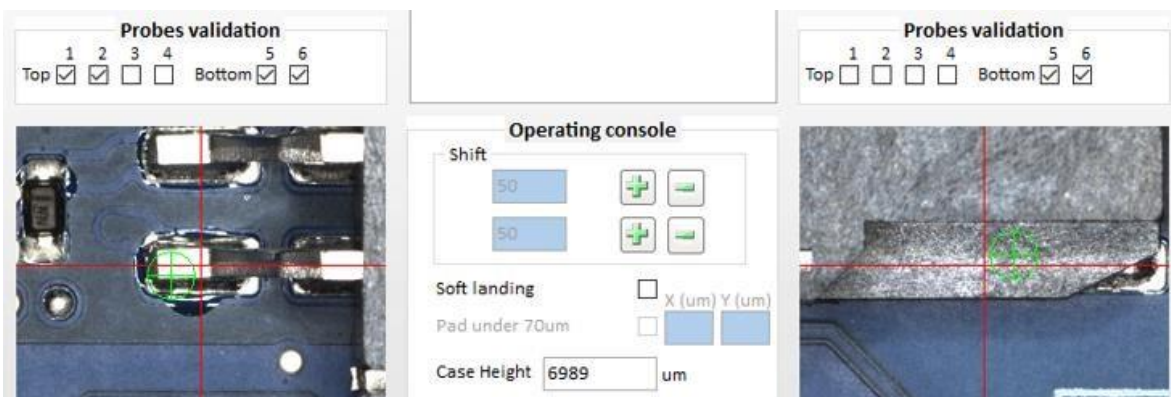


Figura 75. Habilitación de prueba parcial

En la configuración de PAD's proporcionados por la tarjeta o por componentes ausentes, la accesibilidad a estos mismos es demasiado amplia por lo tanto todo el

recurso de la maquina puede ser empleado en este tipo de pruebas ya que no se compromete un daño a componente o a las puntas.

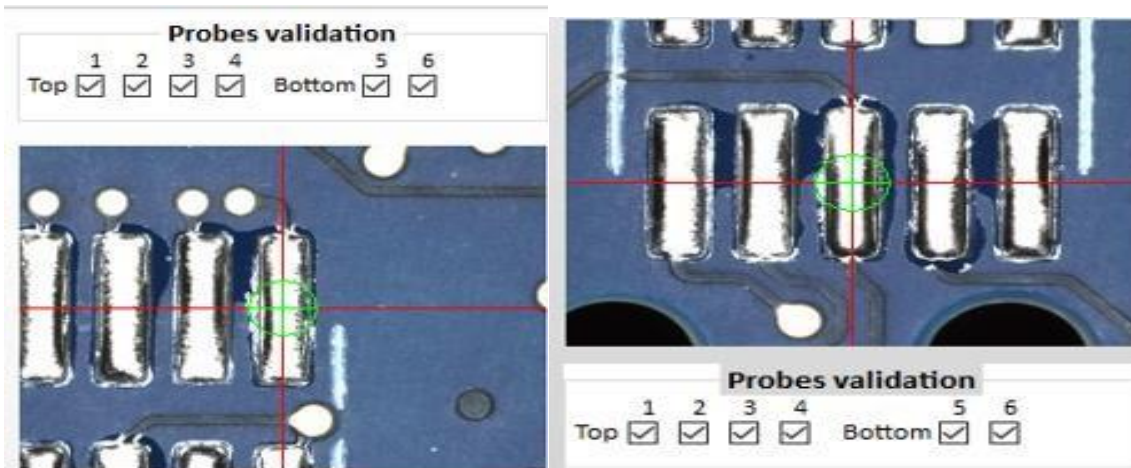


Figura 76. Configuraciones para PAD's

En casos donde la lectura por parte de la cámara ha detectado un componente funcional, pero la maquina no cuenta con una prueba para el mismo se deshabilita completamente la prueba ya que esta podría ocasionar un daño de fractura a las puntas.

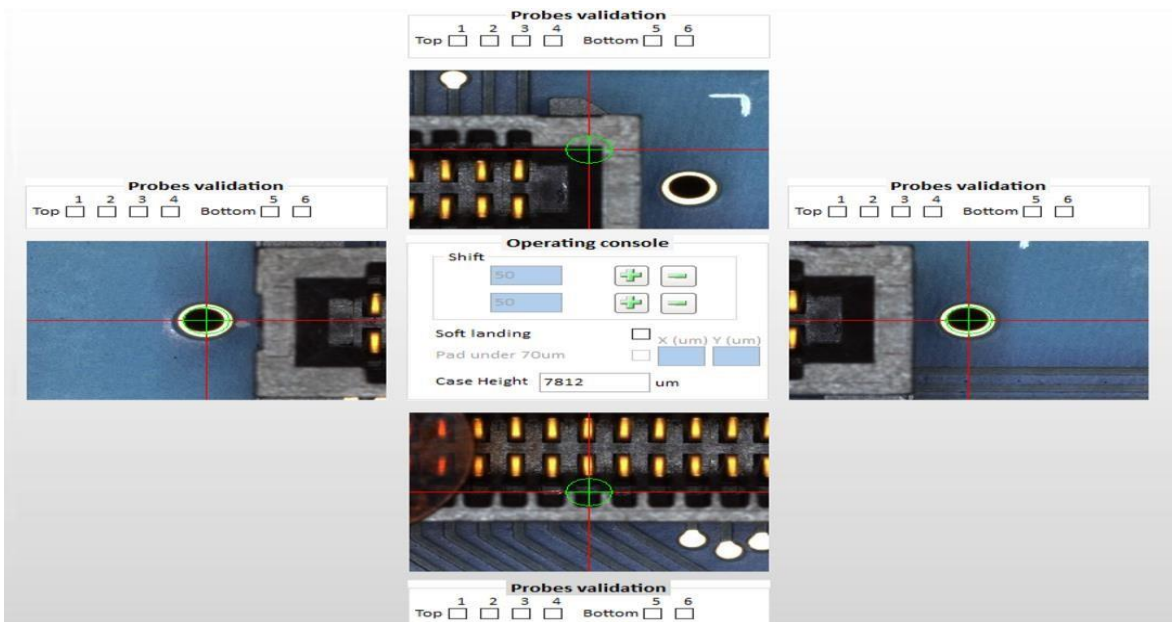


Figura 77. Inhabilitación de prueba.

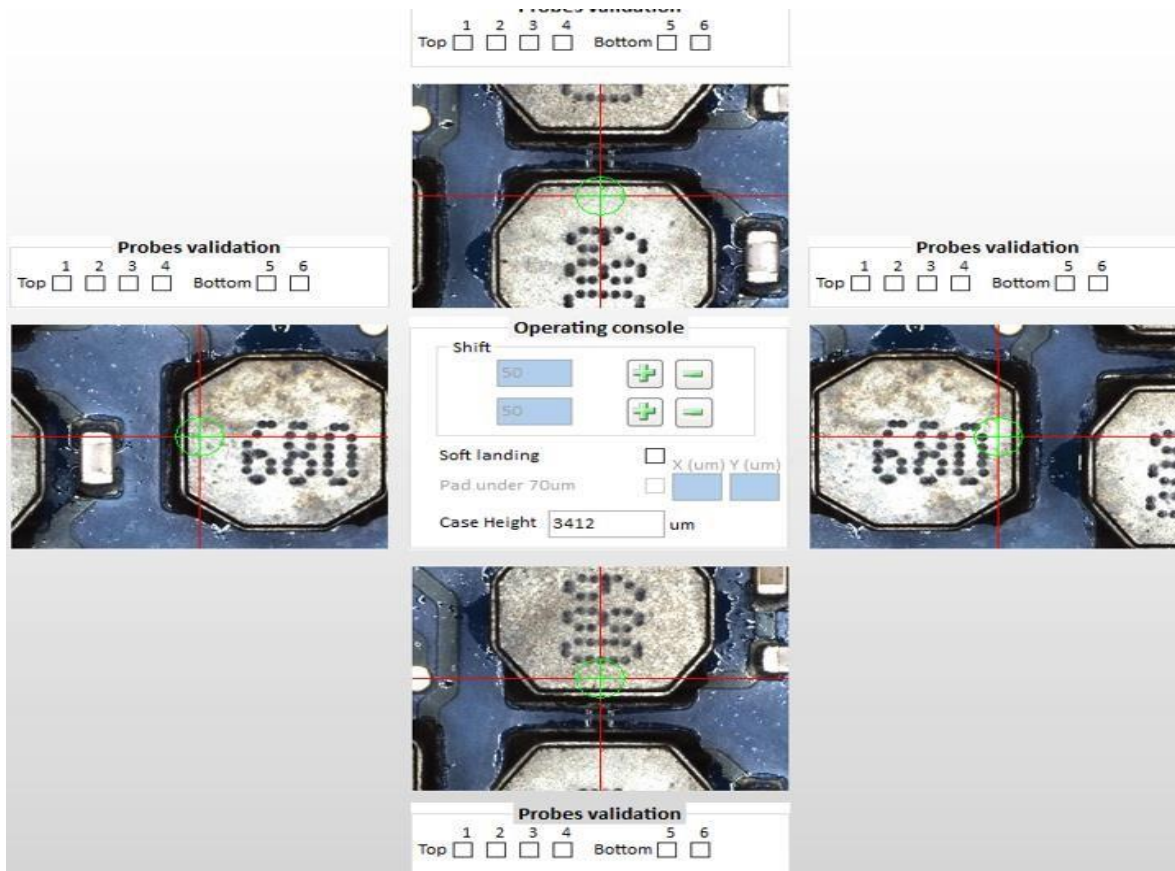


Figura 78. Inhabilitación de prueba

En componentes donde no se presenta alguna accesibilidad o terminales la configuración deberá ser deshabilitada ya que presenta un riesgo potencial para el daño de las puntas y el mismo componente.

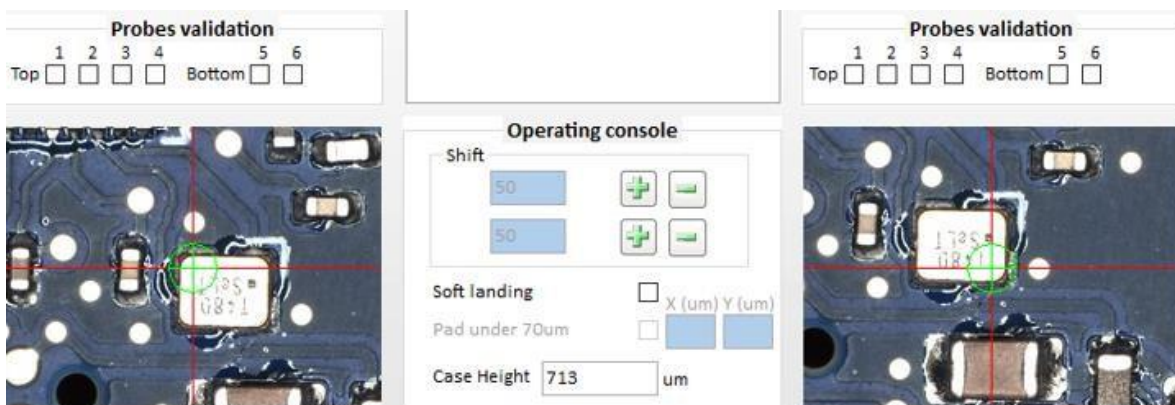


Figura 79. Falta de accesibilidad

Figura 80 Falta de accesibilidad

En la configuración para definición de puntos de ataque de pruebas en terminales de IC debe ser directamente en la soldadura para probar un buen contacto entre terminal y PCBA, pero además deberá ser colocada en un punto estratégico para optimizar el tiempo de prueba.

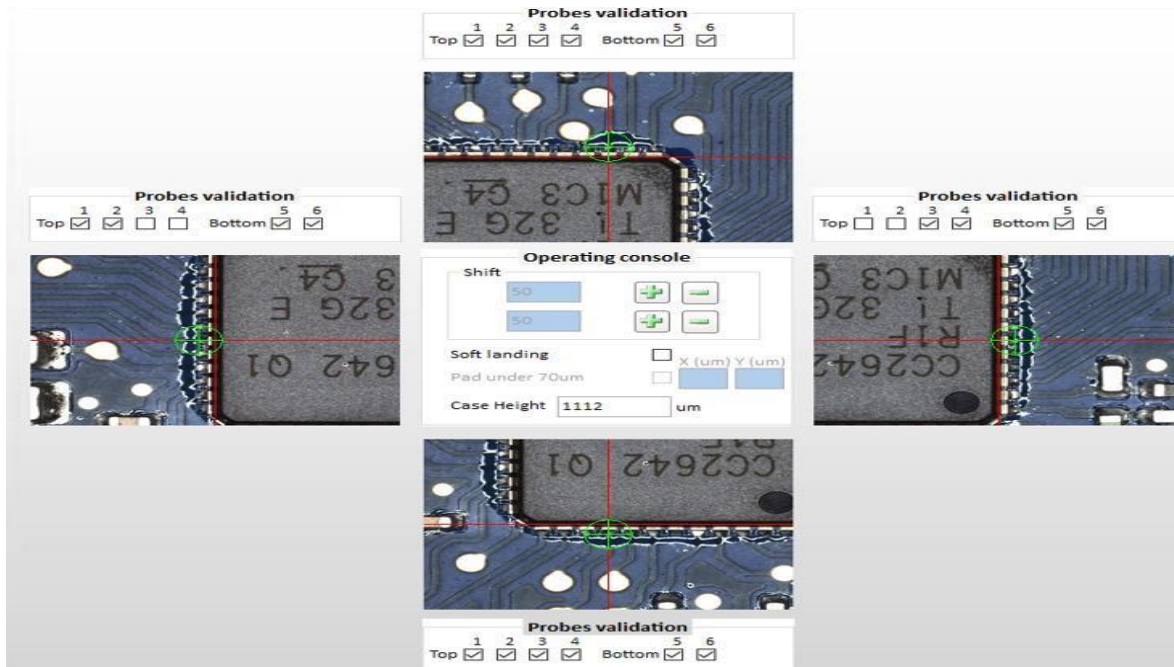


Figura 80. Configuración de punto de ataque para IC

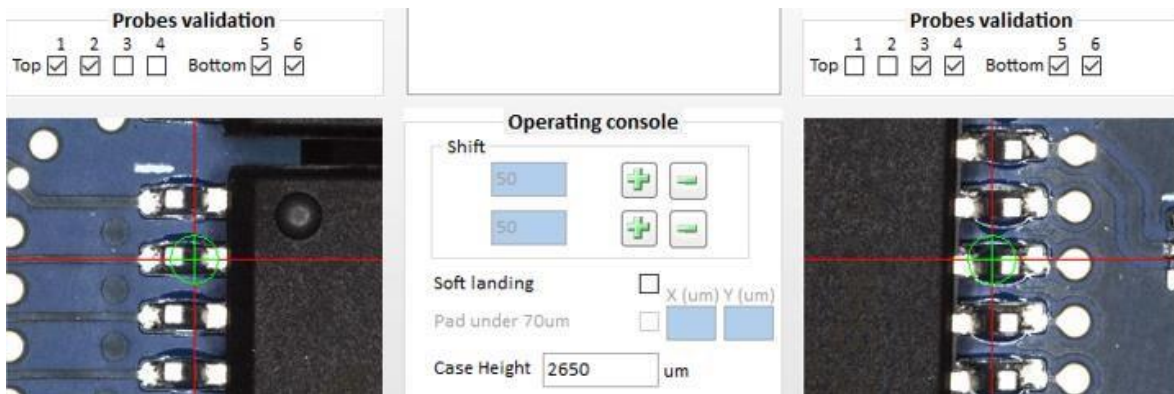


Figura 81. Configuración de puntas para IC

Al termino de las configuraciones y definiciones de los puntos de ataque para cada punta y prueba el check list de componentes será completado lo cual en automático

llevará a la siguiente etapa de la interfaz. En esta fase la maquina interpretará toda la información anterior, cargando ahora la información de los puntos de acceso y como deberá administrar el recurso para aplicarlo en los puntos de ataque analizando cada orientación en el CAD e información del archivo BOM.

Probe Case list		Status	
Case name	Checked	Attributes	Status
QFN50P200X200X100_12N	☒	Shifted, Reduced	Verified
QFN50P600X600X80_41N_TH480X480_N	☒	Shifted, Reduced	Verified
RESC0603X23N	☒	Reduced	Verified
RESC1005X55N	☒	Reduced	Verified
RESC1608X50N	☒	Shifted, Reduced	Verified
RESC2012X60N	☒	Shifted, Reduced	Verified
RESC3216X60N	☒	Shifted, Reduced	Verified
RESC3225X60N	☒	Shifted, Reduced	Verified
TE_BVB_I_R0	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Shifted, Reduced	Verified
	☒		Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒		Verified
	☒	Shifted, Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒		Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Shifted	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒		Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒		Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒		Verified
	☒	Shifted, Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒		Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified
	☒		Verified
	☒	Shifted, Reduced	Verified
	☒	Shifted, Reduced	Verified
	☒	Reduced	Verified

Figura 82. Análisis de información para TPGM

Depuración de TPGM

La máquina analizara toda la información que se ha visto definiendo en etapas y fases anteriores recopilara información en el BOM y CAD además compilara rutinas de prueba para sean ejecutadas en un orden específico, basándose en su recurso y optimizando el tiempo de prueba, si necesita hacer pruebas repetitivas, analizando el circuito, ubicación de componentes en tarjeta y su funcionamiento en circuito ya sea en paralelo o en serie.

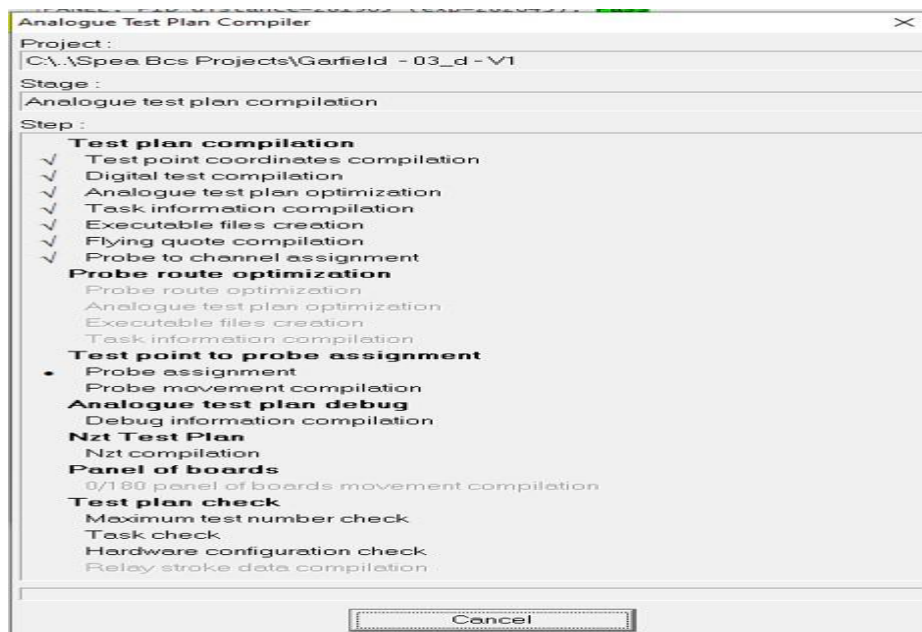


Figura 83. Compilación de información

En la siguiente etapa de la interfaz la maquina empezara a realizar pruebas para una correcta depuración del TPGM, las pruebas serán ejecutadas mediante el testplan o rutina que la maquina ya ha generado, las cuales son aplicadas en el siguiente orden:

- Pre-screening
- LV Auto debug
- LV Manual debug
- Debug Advance

Pre-screening

En esta parte del TPGM, se hace un escaneo previo de pruebas sencillas basadas en continuidad y cortos, estas pruebas no son depuradas manualmente debido a que la cantidad de recurso ocupado es mínimo para las pruebas ya que la maquina interpreta de manera correcta esta etapa.

Al inicio de esta prueba se visualiza un contenido completo en la gráfica de la figura que está en condición 'To be debugged', lo cual será realizado por la máquina, la

rutina debe ser inicializada de manera manual, en la interfaz se colocan botones didácticos para iniciar y parar la prueba.

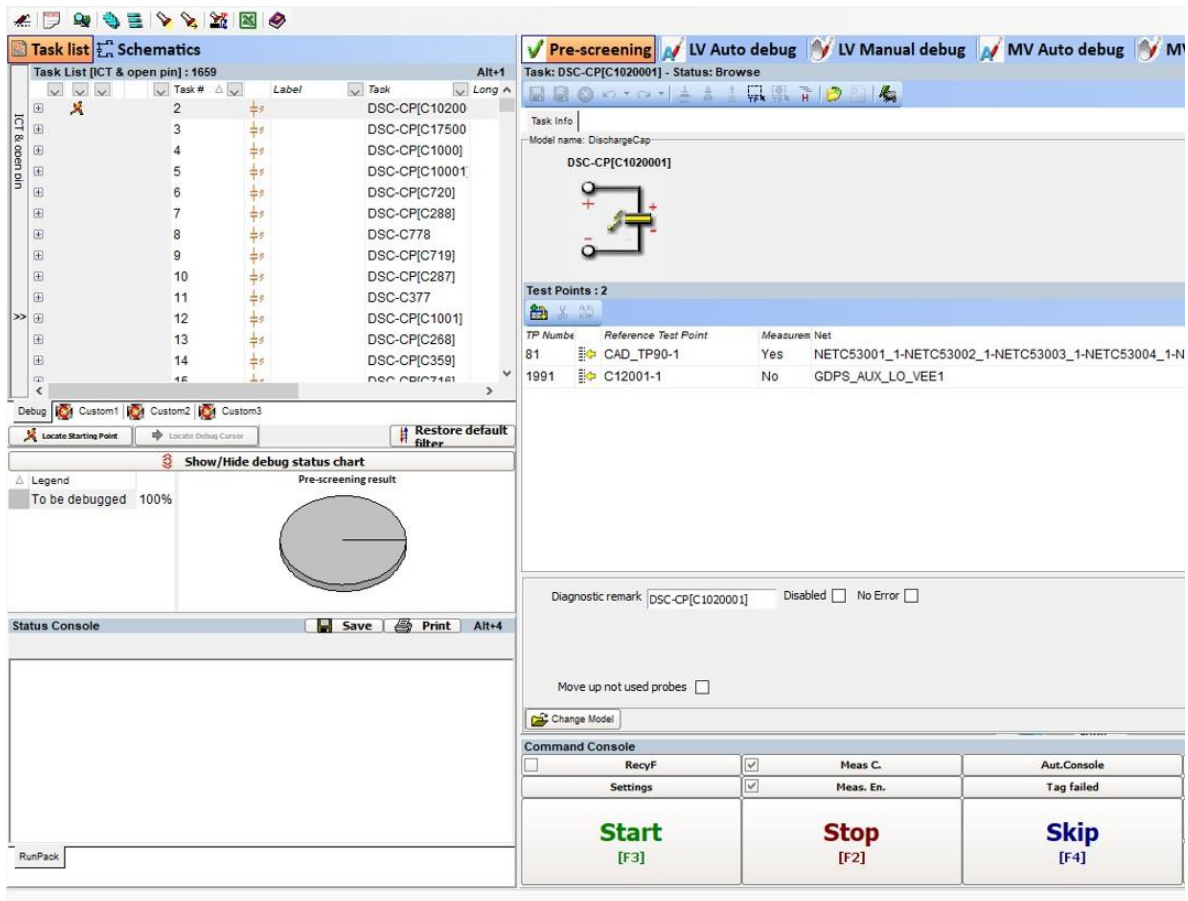


Figura 84. Prueba de Pre-screening

Al finalizar la prueba de pre-screening esta fase de la interfaz será actualizada, al contar con una pieza o PCBA Golden las rutinas de prueba deben ser exitosas.

En un caso contrario se revisaría la PCBA y se cambia por una mejor, que cuente con todas las inspecciones correspondientes ya que al ser una prueba con poca complejidad no deberá presentar problemas para que tenga un estatus satisfactorio.

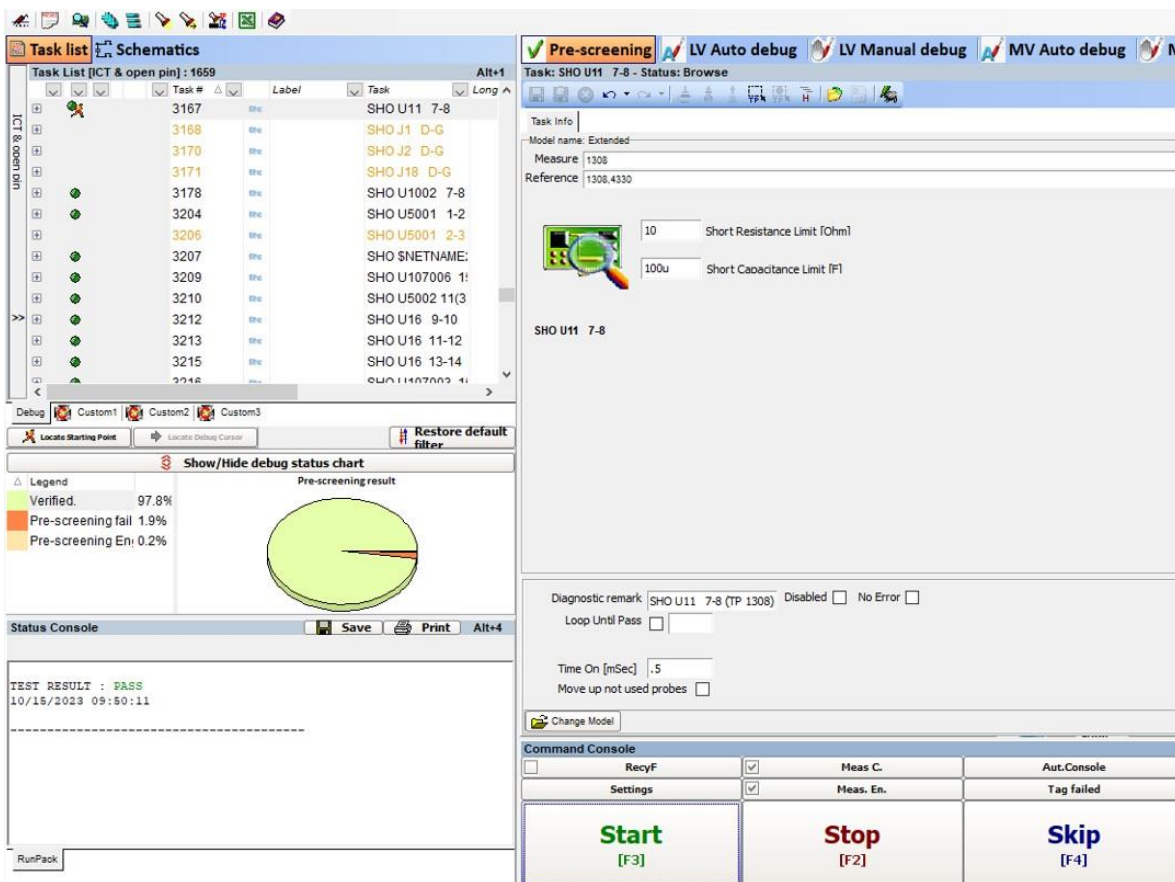


Figura 85. Estatus de prueba satisfactorio.

LV Auto debug

La siguiente rutina que la maquina ejecutara es la de LV Auto debug, esta prueba consiste en probar todos los componentes análogos, ya que las pruebas de estos son demasiado complejas, el análisis de la maquina clasifica el orden de prueba que realizara, esto es dividido por la complejidad de componentes siendo resistencias, capacitores, diodos, transistores e inductores respectivamente.

La interfaz proporciona botones para el inicio y paro de las pruebas, al iniciar las pruebas la maquina comenzara a hacer la rutina del testplan para todos los componentes involucrados en bajo voltaje.

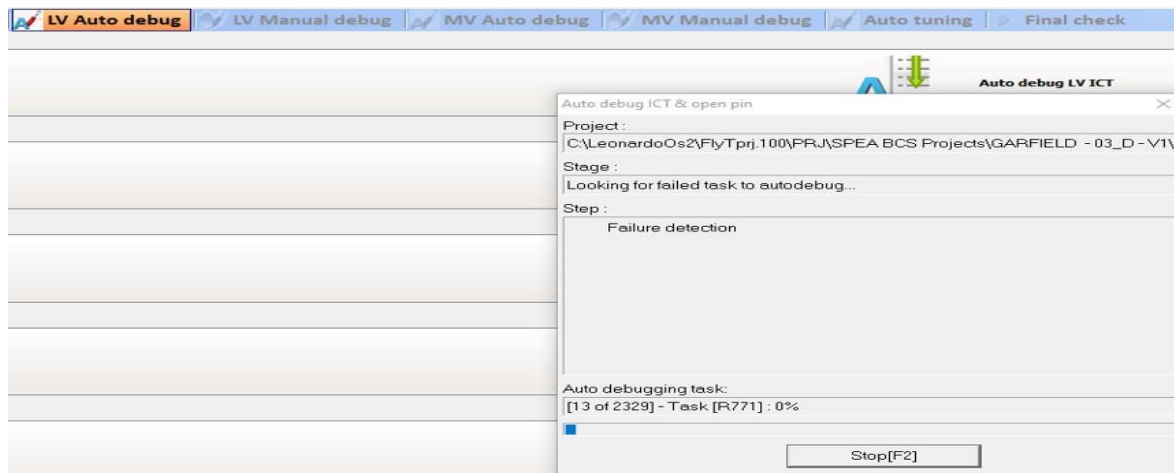


Figura 86. Generación de testplan en LV debug

La cantidad de pruebas a que presenten error o falla, podrán ser depuradas de manera manual en la siguiente fase de la interfaz, la complejidad de las pruebas y la cantidad de recurso que la maquina comprometa o invierta en una prueba determinara la complejidad de depuración, al tratarse de una tarjeta Golden y de que la información cargada previamente está ampliamente definida las pruebas serán depuradas bajo guardas electrónicas y tiempo de ajuste de la onda.



Figura 87. Interfaz para configuración de debug.

LV Manual debug

En la siguiente fase de la interfaz se encuentra la depuración manual de LV debug, en esta parte nosotros podremos modificar las guardas y el tiempo de onda que sea necesario para que la prueba obtenga una estabilidad y cuente con estatus de PASS.

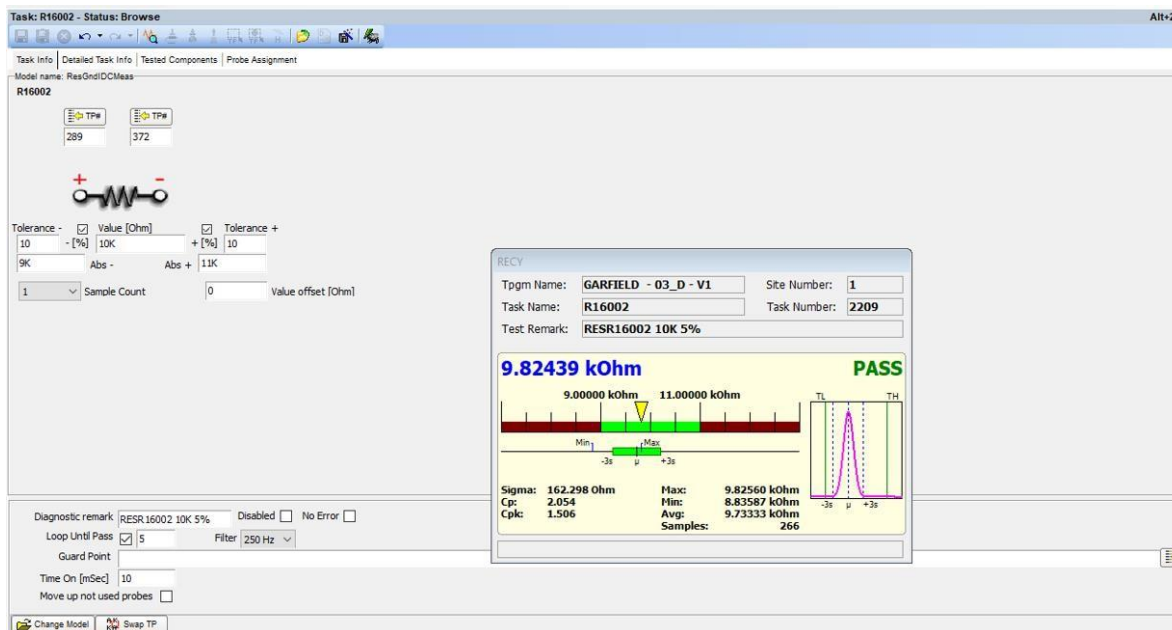


Figura 88. Prueba inestable con esttus de PASS

En otro tipo de componentes como capacitores y diodos una configuración en el tiempo ayuda a estabilizar la prueba, incluso si los capacitores están en serie, el ruido que pueda estar presente en la medición será retrasado por el tiempo añadido para la estabilidad de la prueba.

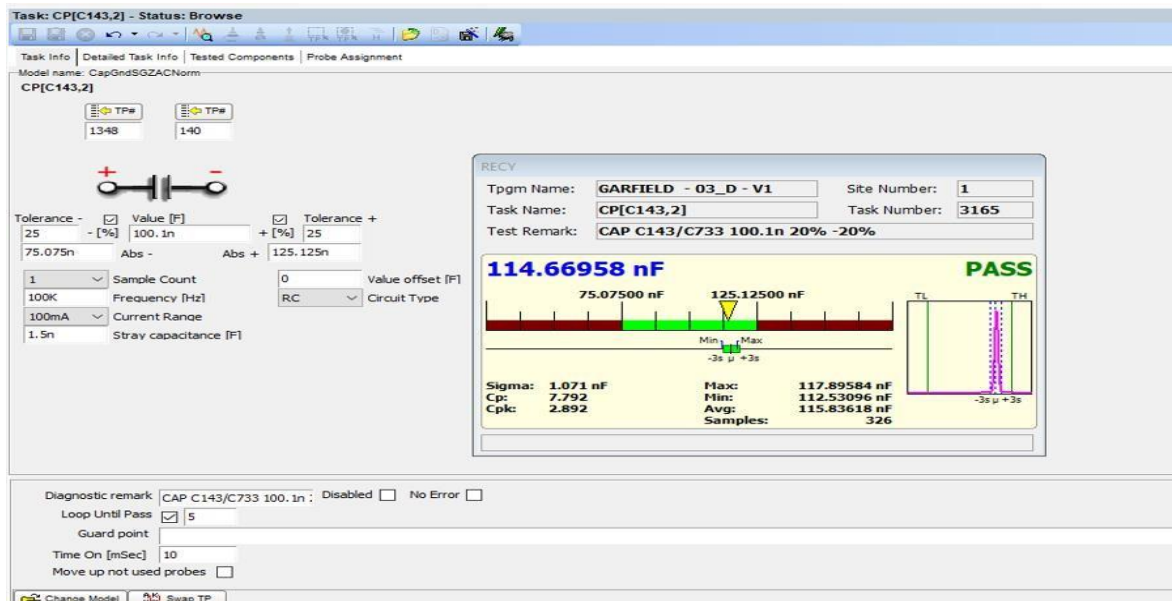


Figura 89. Debug en capacitor

En la prueba de cortos estas pueden ser definidas como 'OPEN' o 'SHORT', dependiendo como sea la estructura interna del IC y también como la maquina haya interpretado sus partes internas, este no debe presentar ningún puente de soldadura en sus terminales, cuando un corto se presenta, es revisado en el área de retrabajo para un profundo análisis y evitar el ensamble de más tarjetas con este defecto, un corto nunca es una falla falsa, ya que al ser una prueba poco compleja no demanda mucho recurso a la máquina para realizar la prueba y recopilar la información.

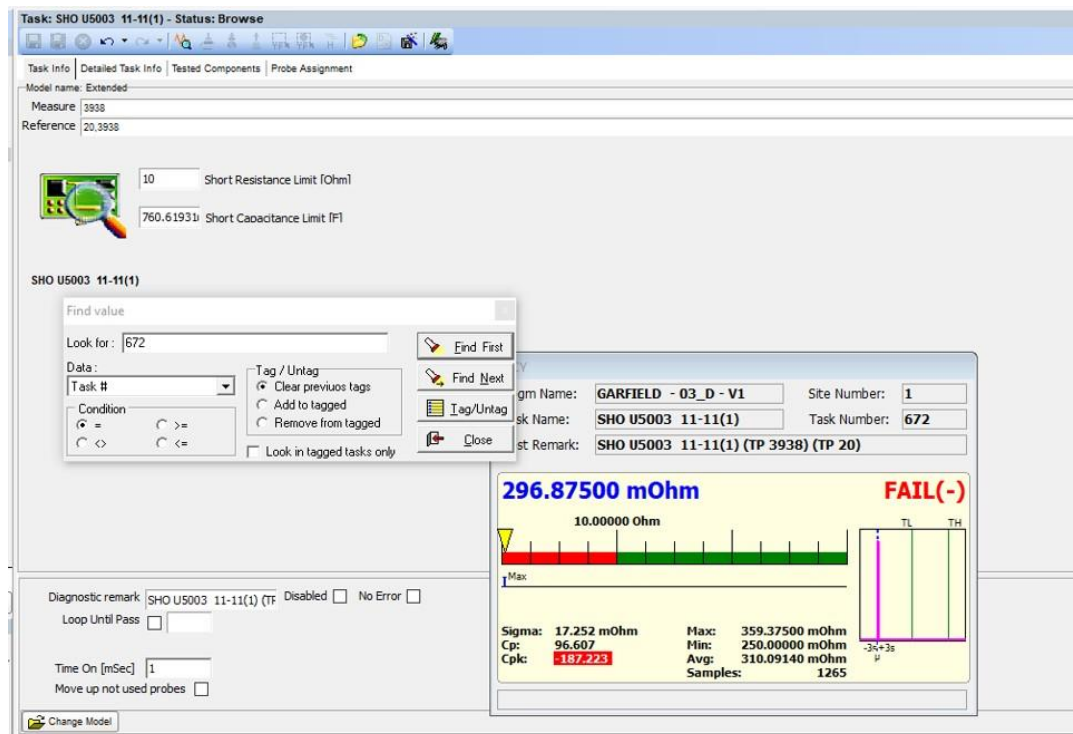


Figura 90. Debug en prueba de cortos en microcontrolador.

Pantalla General de información de TPGM

Cuando la depuración sea terminada la interfaz nos mostrara el estatus de todas las etapas de desarrollo y desplegara información general sobre el programa, nombre, muestra del panel, prioridad de testeo y estatus de TPGM.

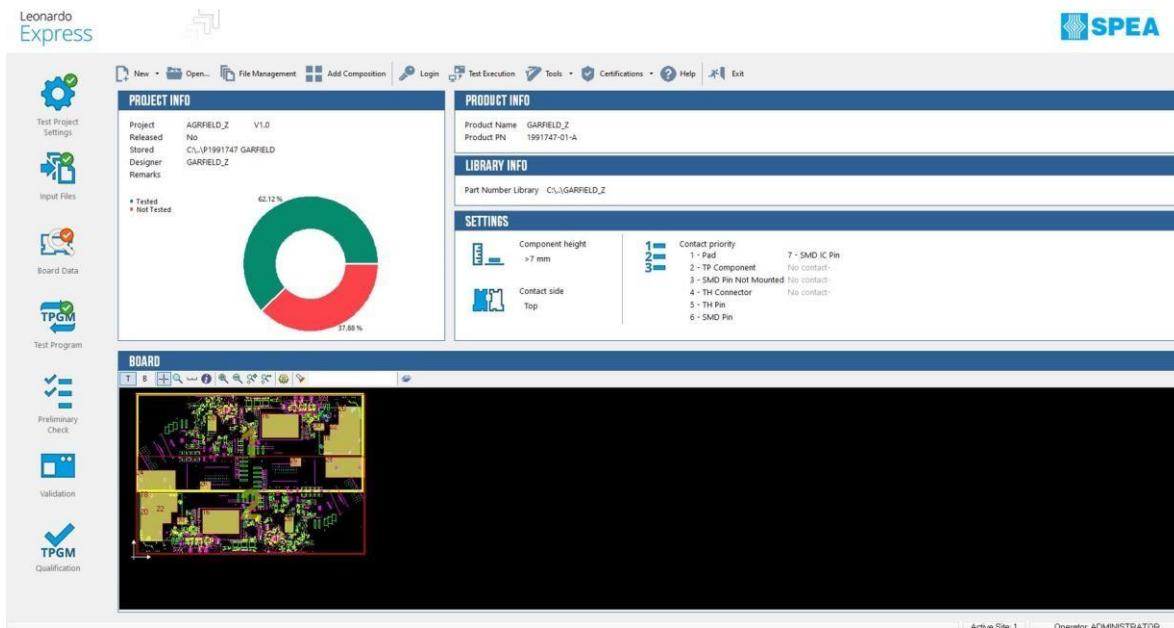


Figura 91. Interfaz de TPGM completado

Una vez terminada la depuración necesaria a los componentes, procedemos a realizar pruebas en producción.

Introduciendo una corrida de PCB's en la máquina para realizar el proceso de testeo y poder tener un resultado positivo en su mayoría de la producción.



Figura 92. Proceso de producción en Flying Probe

8. RESULTADOS

Regresando a la interfaz inicial de Leonardo OS2 se correrá el programa en modo producción, en esta interfaz se ejecutará el programa con todas las pruebas y funciones creadas y generadas en el desarrollo previo del TPGM.



Figura 93. Modo Producción

La interfaz mostrará resultados de FAIL/PASS el TPGM no podrá ser configurado, ni depurado, en esta parte el programa solo dará resultados reales ya que se hizo una depuración previa, ahora el programa es confiable y detecta fallos reales.

En la figura 90 se puede visualizar un estado de FAIL, donde se involucra una resistencia de referencia R72, al inspeccionar en el modo debug se puede observar

como la resistencia mencionada tiene un desplazamiento lo cual provoca una medición errónea, con esto se garantiza que el programa cuenta con una alta cobertura, además de la interpretación de falsos es nula y que el desarrollo de TPMG cuenta con una alta definición de información.

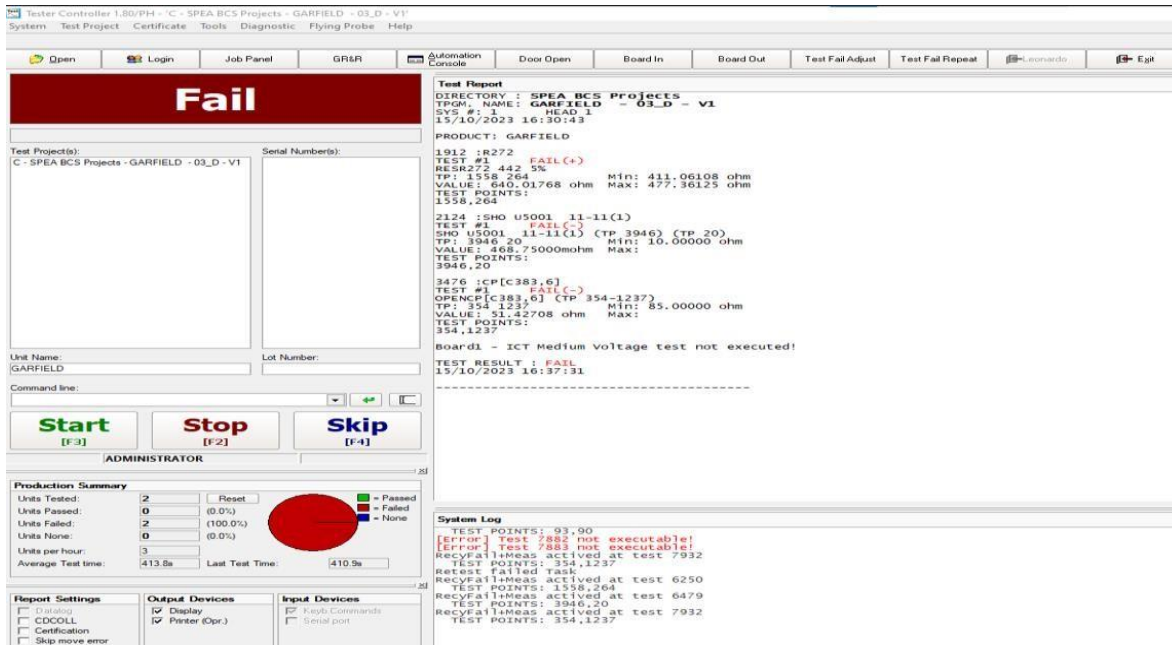


Figura 94. Referencia de falla

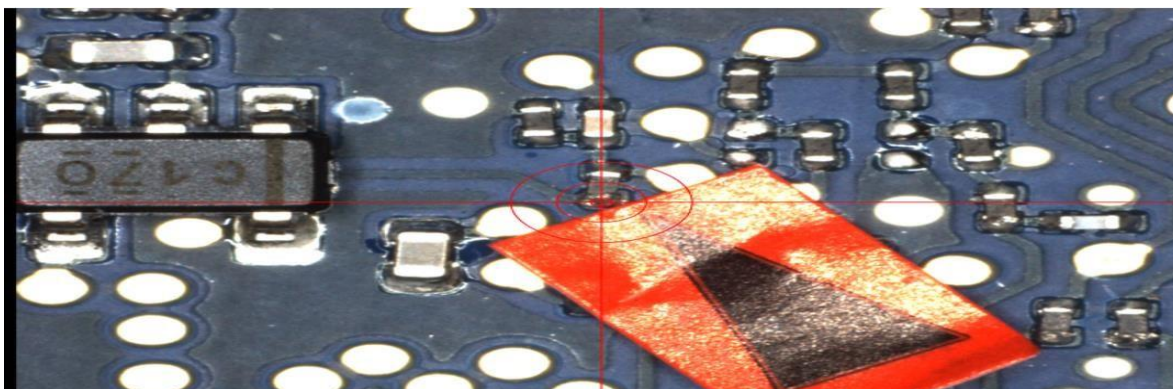


Figura 95. Desplazamiento en R72

Después de 30 piezas testeadas de Garfield REV-03 que son las que el cliente pidió de manera inmediata, la estadística del programa mostraba los siguientes datos.



Figura 96. Resultados de modo de producción

El programa al tener un buen desarrollo y un correcto diseño de TPGM muestra la que se la cantidad de 30 piezas probadas, 10 han tenido fallas, ya que el departamento de SMT tuvo problemas de ensamble (maquina pick & place, soldier printer), teniendo en cuenta que este modelo está a revisión, la prueba de Flying Probe arroja que el ensamble en planta tiene mucho por mejorar.

La calidad de su ensamble es del 46.7%, finalmente después de construir correctamente las tarjetas están han sido enviadas a cliente en le fecha estipulada.

El proceso Flying Probe muestra ser confiable en un 95%, lo cual representa una garantía para el cliente, ya que las tarjetas enviadas han tenido una aprobación en pruebas funcionales realizadas por el cliente ya que cumple con sus términos de calidad y los objetivos del producto.

El modelo sigue a revisión y el cliente toma como principal competidor a la empresa BCS-AIS para el ensamble de este modelo NPI.

Test Coverage

Otra manera de validar el desarrollo del programa y que este sea competente para el cliente, es con un reporte llamado "Test Coverage", este tipo de reporte se realiza a partir de los componentes y cuantos de estos son probados, este reporte es expuesto a cliente de esta manera analiza la información y la de otros

competidores y evalúa cual es la más conveniente o mejor opción para el seguimiento del proyecto.

De acuerdo con los datos proporcionados por cliente, los competidores a los cuales también otorgo la producción del modelo NPI GARFIELD Z REV-03, quedaron por debajo del 40% de prueba de la tarjeta. Otorgando así a la empresa de BCS la continuación del proyecto hasta llegar a su revisión definitiva.

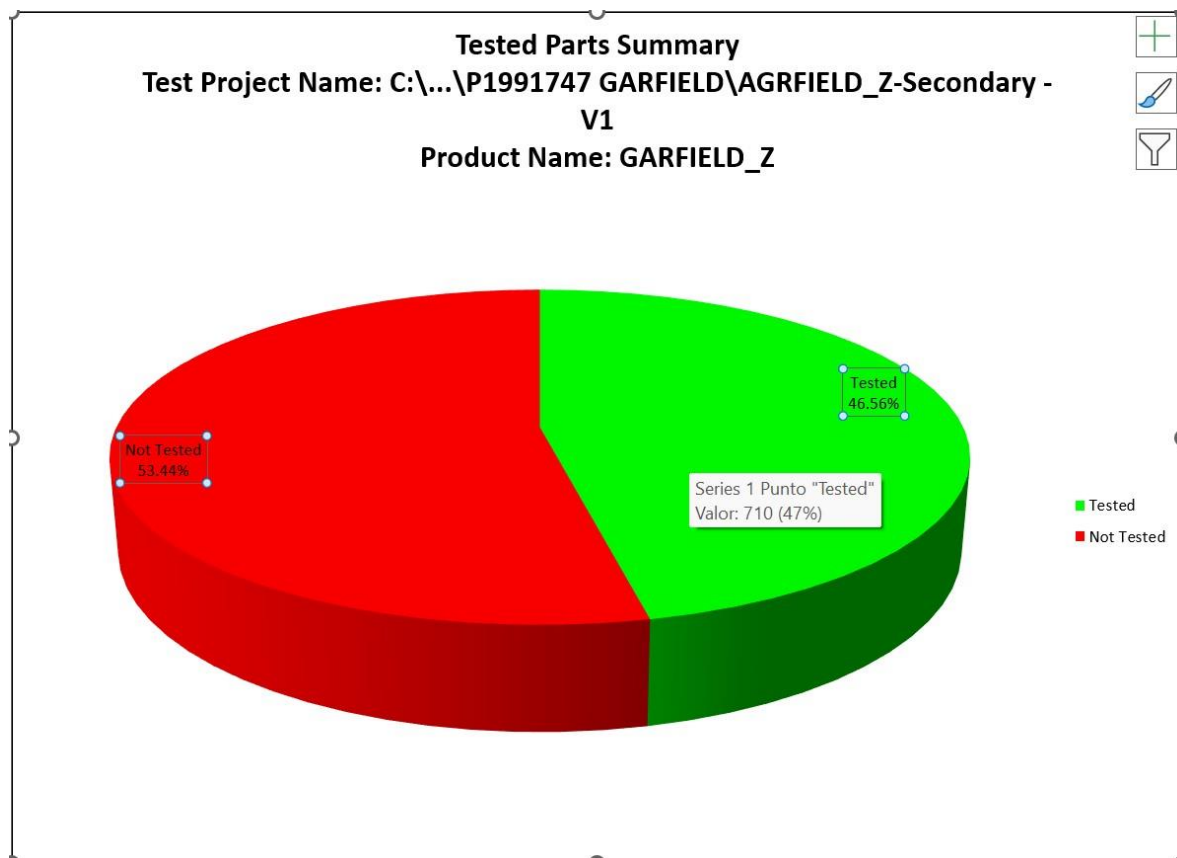


Tabla 3. Análisis general de tarjeta

Se añade el porcentaje de pruebas por tipo, el cliente busca que el porcentaje de prueba este concentrado en pruebas análogas ya que estás garantizan un funcionamiento correcto de dichos componentes involucrados.

Tabla 4. Analisis de tipos de prueba

Test Project Name: C:\...\P1991747 GARFIELD\AGRFIELD_Z-Secondary -
V1
Product Name: GARFIELD_Z

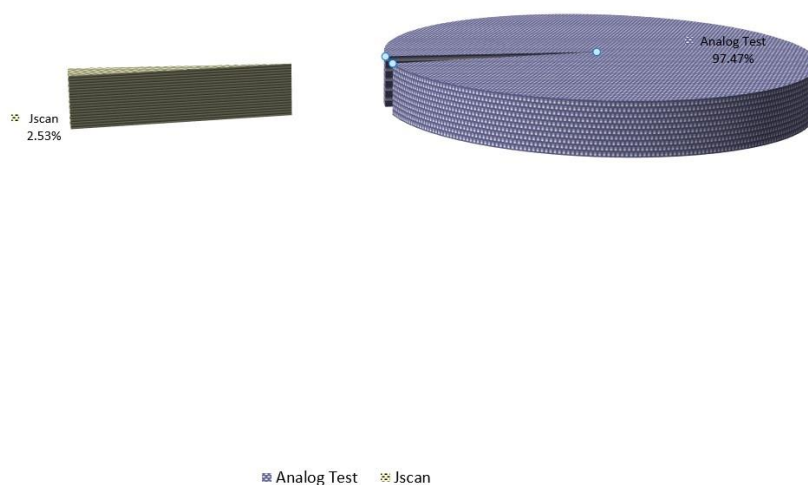


Tabla 5. Análisis de tipos de prueba

En este reporte también se podrá visualizar el tipo de componentes y la cantidad de estos mismos montados en la tarjeta y cuanta cantidad son probados y cuantos no.

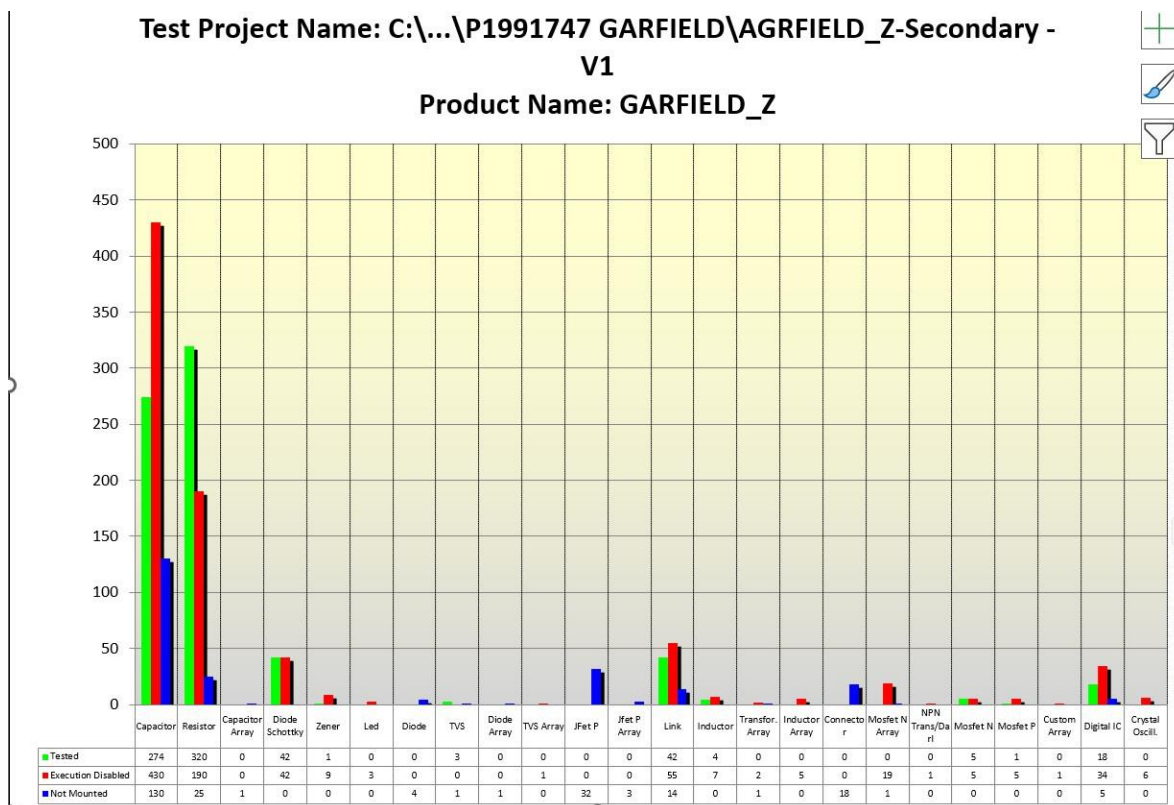


Tabla 6. Tipo de componentes y cantidad probada

El reporte de "Test coverage" es el máximo respaldo generado por parte del TPGM para justificar alguna inconveniencia del producto por parte de cliente, con este tipo de reportes, se hacen estudios con respecto a otros competidores que hacen uso del método de Flying Probe como método de ICT.

Con esto se impulsa a la generación de programas más definidos con la finalidad de lograr una cobertura mayor al 80%, lo que representaría una misma recopilación de datos que un sistema de ICT por fixture, pero con la diferencia de una menor inversión, además de que la Flying probe puede adaptarse a cambios de ingeniería y es funcional para un proceso en línea de máxima producción para diversos modelos.

9. CONCLUSION

Una vez finalizado el proyecto, analizando las pruebas realizadas y revisando los resultados obtenidos al ser favorables respaldan la eficacia y el rendimiento optimo.

Al realizar este proyecto se comprende la necesidad del cliente al solicitar la máxima cobertura posible para brindar seguridad a los compradores.

En conclusión, el sistema cumplió con más de lo previsto, ya que con la continua actualización y cambios que se tienen que generar en el desarrollo del proyecto este ha sido retenido para próximas revisiones en la empresa BCS, además de que la maquina Flying Probe es una herramienta completamente útil para siguientes proyectos que puedan ser nuevos para la empresa gracias a su fiabilidad, sin dejar margen de error, esto debido al desarrollar de manera personalizada y segura cada cambio en el desarrollo de cada proyecto o modelo NPI, brindando seguridad a la empresa de la calidad de sus productos, además de generar confianza en el cliente.

La empresa BCS se posiciona como una empresa con que cuenta con la tecnología y las capacidades suficientes o satisfactorias para el mercado del sector automotriz ya que con le evolución de las energías y el cambio de mercado por los autos eléctricos la empresa se vuelve un referente en ensambles y desarrollo de estos, contando con una solidez en su construcción y desarrollo para así ser un el máximo vendedor de solución de interfaces automotrices.

10. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

En el desarrollo de este proyecto pude experimentar diferentes tipos de aplicaciones de la carrera ingeniería mecatrónica ya que al ser una carrera multidisciplinar esta tiene un amplio campo de aplicación, en este caso la empresa en la que desarrollamos es de giro electrónico, una vez dentro, en el área de ICT se desarrolla el análisis profundo de sistemas electrónicos junto con sistemas embebidos además del tener conocimiento en el proceso del área genera mucho desarrollo y aplicación de los conocimientos académicos.

El aprendizaje del funcionamiento de los sistemas de testing y su debido mantenimiento, además de las diferentes aplicaciones de técnicas para la mejora de proceso evitando el error humano.

Académicos

- Análisis de circuitos:

El entender cómo funcionaba un circuito o que tantos componentes están involucrados además del ruido que te va a generar esa carga de componentes y los nodos que comparten, son necesarios para el análisis y depuración a nivel ICT, en el uso de guardas y aislamientos de ruido.

- Electrónica analógica:

El estar familiarizado con el comportamiento básico de los componentes fue fundamental para entender el tipo de medición que arrojaban, el comportamiento de estas cuando presentaban señales o interferencias de lectura (ruido), además de la aplicación de cálculos poco complejos para depuraciones en componentes en pruebas de ICT.

- Electrónica digital:

Conocer la estructura de un circuito integrado es fundamental en el área de ICT, ya que las depuraciones en este tipo de componentes solo podían ser manipuladas por tiempo, lo que llevaba a un extenso estudio de estructuras de

bloques y voltajes necesarios en entradas y salidas para la activación de señales o sistemas.

- Dibujo asistido por computadora:

El uso de interpretación de planos está presente en esta área ya que frecuentemente se tiene que analizar archivos CAD para la ubicación de componentes, la visualización de fiduciales y la correcta interpretación del plano para la orientación de una tarjeta a nivel proceso.

- Instrumentación y metrología:

Al ser sistemas complejos muchas de las veces la aplicación de mediciones con instrumentos básicos es necesaria, ya sea en la medición de micras para desplazamientos o mediciones para estudios de humedad son usados frecuentemente, incluso verificación de mediciones con multímetros o instrumentos más especializados como osciloscopios además del uso continuo de fuentes de voltaje para aplicación en carga de programaciones.

- Mantenimiento:

Al estar en el área y dar soporte técnico en caso de fallas en el equipo de testing, mantenimientos correctivos equipos de programación y preventivos en maquina Flying Probe. Además de la programación de mantenimientos para el cuidado de los equipos.

- Automatización:

Al estar en una empresa en crecimiento los procesos son introducidos en un tiempo de manera manual, cuando un proyecto se consolida este se tiene que volver automatizado lo que se traduce en máxima producción y la adaptación de sistemas en línea con la poca interferencia de la mano humana.

- Electrónica de potencia:

En modelos que tendrán funciones de control de alto voltaje, hacer un estudio y análisis de la PCB teniendo en cuenta elementos de potencia y que cumplan con sus pruebas funcionales.

- Microcontroladores:

Al tener contacto con PCBA que tienen pruebas digitales y funcionales, tener conocimiento de la ubicación de microcontroladores su estructura, polaridad para la identificación de canales de entrada y salida, así como su ubicación de terminales.

- Programación:

En el desarrollo de mejoras en software en equipos de flashing (carga de programación a IC) utilizando rutinas específicas para la construcción de código, siendo relevante la optimización de tiempo en la carga de información.

Personales

- Trabajo en equipo:

Al ser los únicos capacitados en el área para Flying Probe, se tiene que colaborar de manera coordinada para la generación de programas en un periodo de tiempo corto.

- Trabajo bajo presión:

En el desarrollo de programas para NPI, el tiempo de llegada de una tarjeta Golden por parte de SMT generaba un retraso significativo en el desarrollo de programas lo que llevaba a un menor tiempo para la generación de programas en Flying probe ya que el cliente ponía una fecha límite de entrega.

- Liderazgo:

Al estar en el soporte técnico de ICT, se tiene el manejo de personal para el proceso.

- Aplicación de normas:

En el giro electrónico es poco flexible en sus normas ya que cuentan con un amplio cuidado del producto aplicando normas como ESD, IATF, además de la evaluación de defectos con IPC y la aplicación del EPP dependiendo el área o departamento.

- Comunicación efectiva:

Al estar en un área de máxima prioridad, la comunicación con otros departamentos es vital, ya que en ICT se encuentran la mayoría de los defectos de proceso, además, de que se producen liberaciones de ensamble, por lo mismo se debía tener cuidado con la información y de qué manera se comunicaba para evitar malos entendidos.

11. BIBLIOGRAFIA.

AUSPI The pioneer of industrial revolution. (2022).

AUSPI The pioneer of industrial revolution.

Obtenido de <https://www.auspienterprises.com/es/quees-pcba/>

BCS. (2023).

BCS. 2023, de <https://www.bcs-ais.com/>

BCS AIS. (2023).

BCS AIS. Recuperado 2023, de 20230228 BCS company overview.pdf: <https://www.bcs-ais.com/>

Cerritos, A. (2002).

Los hacedores de la historia, las computadoras. Revista de la facultad de medicina, 45(4), 76-180.

Departamento de tests de P4Q. (2022).

Suntrack. Obtenido de <https://suntrack.p4q.com/que-es-y-como-funcionauna-prueba-de-sondavidoladora>

Google Maps. (2024).

MAPS. Obtenido de

<https://www.google.com.mx/maps/place/BCSAIS+Ensamblas+Mexico/@20.5582166,100.2845267,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x85d343f648e80e81:0x4161e7f178ac75c7!8m2!3d20.5582166!4d-100.2819518!16s%2F11q4j6gfn5?entry=ttu>

iPCB. (2021). *iPCB*. Obtenido de <https://www.ipcb.com/es/pcb-schematic.html>

MAINPCBA. (2023).

MainPCBA. Obtenido de Comprender la fabricación de PCBA: tecnologías y procesos clave:
<https://www.mainpcba.com/es/compression-pcba-manufacturingkeytecnologias-y-procesos/>

Microensamble. (2017).

Microensamble.com. Obtenido de Que son pruebas de funcionamiento (ICT) de una tarjeta ensamblada:
<https://microensamble.com/pruebasfuncionamiento-ict-una-tarjetaensamblada/>

Proto-electronics. (09 de 2023).

Proto-electronics.com. Obtenido de ¿Qué es una BOM?:
<https://www.proto-electronics.com/es/blog/como-crear-mejor-bompcb>

Proto-electronics.com. (2023).

Proto-electronics.com. Obtenido de Archivos Gerber: ¿para qué sirven?: <https://www.proto-electronics.com/es/blog/archivosgerberpara-que-sirven>

SPEA. (2023).

SPEA. Obtenido de LeonardoOS2:
<https://www.spea.com/es/products/4050s2-tester-de-sondas-moviles/>