



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

EMPIRE ELECTRONICS HONDURAS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21611031

IAN ROBERTO CANALES DURÁN

21541228

LORVIS LISANDRO TREJO GUERRERO

ASESOR: ALICIA MARÍA REYES DUKE

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; ENERO, 2021

RESUMEN EJECUTIVO

Gracias a los avances tecnológicos que se tienen hoy en día es posible la creación de placas de circuito impreso en masa. Las Placas de Circuito Impreso (PCB) están en todos los dispositivos electrónicos. Antes de la aparición de las PCB y la extensión de su uso, los componentes electrónicos estaban repletos de cables, circuitos integrados y resistencias que se repartían por todo el chasis.

En la industria de automóviles se emplean los arneses que se utilizan para conducir información de los componentes eléctricos y electrónicos. Para la elaboración de los arneses es necesario que haya un ambiente controlado, libre de suciedad (cuarto limpio) y con material de protección adecuado para evitar descargas electrostáticas (ESD) que puedan hacer fallar los componentes. En el marco teórico se profundiza sobre las medidas de seguridad, la línea de ensamblaje y los tipos de mantenimiento que se pueden aplicar. El objetivo de la práctica profesional tiene como finalidad dar mantenimiento a las máquinas en la línea de ensamblaje y resolver los errores presentes en las máquinas, así como también adaptarlas para cambio de producto.

Palabras Clave: PCB, arneses, cuarto limpio, mantenimiento, ESD

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	2
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
2.1.1 MISIÓN	3
2.1.2 VISIÓN	3
2.1.3 PRINCIPIOS Y VALORES.....	3
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD	5
2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO.....	5
2.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	7
3.2 PLACA DE CIRCUITO IMPRESO PCB (PRINTED CIRCUIT BOARD).....	8
3.3 CUARTO LIMPIO.....	11
3.4 DESCARGA ELECTROSTÁTICA (ESD).....	12
3.5 MANTENIMIENTO	15
3.5.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO	16
3.6 LÍNEA DE TRABAJO	18
3.6.1 IMPRESORA LÁSER.....	19
3.6.2 IMPRESORA DE PLANTILLAS.....	20
3.6.3 SOLDER PASTE INSPECTION (SPI)	21
3.6.4 IFLEX-PICK AND PLACE.....	21

3.6.5 SOLDADURA POR REFLUJO.....	22
3.6.6 ICT	23
3.6.7 AOI	23
CAPÍTULO IV. DESARROLLO.....	25
4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO.....	25
4.1.1 SEMANA 1	25
4.1.2 SEMANA 2	27
4.1.3 SEMANA 3	28
4.1.4 SEMANA 4	29
4.1.5 SEMANA 5	31
4.1.6 SEMANA 6	32
4.1.7 SEMANA 7	34
4.1.8 SEMANA 8	36
4.1.9 SEMANA 9	38
4.1.10 SEMANA 10	40
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....	43
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-Logo de Empire Electronics	2
Ilustración 2-Proceso para la construcción del circuito impreso	10
Ilustración 3-Probabilidad de fallo de los componentes por el nivel de limpieza	12
Ilustración 4-Daños producidos por ESD	14
Ilustración 5-Curva de vida de una máquina.....	16
Ilustración 6-Visión general del mantenimiento.....	18
Ilustración 7-Línea SMT	19
Ilustración 8-Código impreso.....	19
Ilustración 9-Impresora de plantillas	20
Ilustración 10. SPI	21
Ilustración 11. iFlex	22
Ilustración 14. Cableado de la iFlex.....	26
Ilustración 13. Desmontaje de las cámaras.	26
Ilustración 12. Cableado de las cámaras.	26
Ilustración 15. Desmontaje de la termocupla.....	26
Ilustración 17. Termocupla en mal estado.....	26
Ilustración 16. Laser en mal estado.....	26
Ilustración 18. Desmontaje del portaherramientas.	27
Ilustración 19. Portaherramientas roto.	27
Ilustración 20. Base cambiada.	27
Ilustración 22. Cambio de base.....	28
Ilustración 23. Monitor de la iFlex desarmado.....	28

Ilustración 21. Monitor de iFlex en mal estado.....	28
Ilustración 24. Buffer sin cablear.	29
Ilustración 25. Manual de cableado del Buffer.	29
Ilustración 26. Proceso de cableado del Buffer.....	29
Ilustración 27. Buffer cableado.....	29
Ilustración 28. Re ensamblaje de magazines.	30
Ilustración 29. Termocupla.	30
Ilustración 30. Placa 4242.....	30
Ilustración 33. Termocupla y placa lista para perfil térmico.	30
Ilustración 32. Placa 4364.....	30
Ilustración 31. Termocupla y placa 4364 para perfil térmico.	30
Ilustración 34. Lectura incorrecta del deshumificador.	31
Ilustración 36. Lectura #2 del deshumificador.	31
Ilustración 35. Lectura #1 de deshumificador.	31
Ilustración 37. Cambio de motor al feeder.....	32
Ilustración 39. Comprobación #2 de la ventiladora del deshumificador.....	33
Ilustración 38. Comprobación de la ventiladora superior del deshumificador.....	33
Ilustración 41. Comprobación de feeder.....	33
Ilustración 40. Ensamblaje de feeder.	33
Ilustración 42. Cableado del servidor de los sensores.	34
Ilustración 44. Motor de los feeders.	35
Ilustración 43. Feeders en mal estado.....	35
Ilustración 46. Área de diagnóstico de los feeders.	35

Ilustración 45. Cambio de filtros.....	35
Ilustración 47. Herramientas para Toolbits y Toolbits.....	36
Ilustración 50. Nueva iFlex.....	37
Ilustración 51. Reorganización de la línea.....	37
Ilustración 49. iFlex posicionadas.....	37
Ilustración 48. Brazo de la nueva iFlex.....	37
Ilustración 52. Cableado de la línea.....	38
Ilustración 53. Cámara y laser de brazo 2.....	39
Ilustración 54. Cámara y laser de brazo 1.....	39
Ilustración 55. Mantenimiento de pallets.....	39
Ilustración 56. Cambio de cámara.....	39
Ilustración 57. Fixtura de ICT.....	40
Ilustración 58. Marco de Stencil.....	40
Ilustración 59. Reparación de fixtura de ICT.....	41
Ilustración 60. Placa en mal estado.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Cronograma de Actividades	41
---	----

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

PCBA: Printed Circuit Board Assembly Division

SMT: Surface-Mount Technology

SPI: Solder Paste Inspection

ICT: In Circuit Testing

AOI: Automatic Optical Inspector

ESD: Electrostatic Discharge

THT: Throught Hole Technology

SPC: Statistical Process Control

Buffer: Es un dispositivo encargado de apilar paneles cuando la línea de producción se encuentra parada.

Display: Es un dispositivo electrónico para la presentación visual de datos o imágenes.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, todos los dispositivos tecnológicos están compuestos por placas electrónicas para su funcionamiento. Por esta razón, la manufactura de placas electrónicas de mucha importancia, su demanda aumenta sustancialmente. Empire Electronics es una compañía que fabrica estas placas electrónicas, ubicada en San Pedro Sula, Honduras.

La práctica profesional se realizará en la empresa Empire Electronics Honduras en un periodo de tiempo que comprende desde octubre hasta diciembre del año 2020 en el área de mantenimiento en la planta de PCBA (*Printed Circuit Board Assembly Division*).

Empire Electronics es una compañía que hace uso de ambos tipos de producción de líneas de ensamblaje (THT Y SMT), con los dos tipos de tecnologías de ensamblaje, pero a medida la tecnología incrementa la tendencia a desarrollar placas electrónicas a través de la tecnología de montaje superficial incrementa. Este tipo de proceso es hecho por una línea automatizada de producción masiva.

En el presente informe se comenzará presentando las generalidades de la empresa y describiendo el puesto de trabajo, seguidamente se expondrá el marco teórico con la información relacionada a la planta y el desarrollo de las actividades en forma cronológica. Por último, se darán las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se hace referencia sobre algunos de los datos característicos de la empresa Empire Electronics, asimismo se da a conocer tanto su misión como visión y la descripción correspondiente al departamento de acabado.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Empire Electronics Inc. es el proveedor líder de automoción de América del Norte en componentes y sistemas de componentes de iluminación y dirección. Colaboran con fabricantes de equipos originales y proveedores automotrices para diseñar, desarrollar y fabricar una gama completa de productos eléctricos y electrónicos, como ensamblajes de placas de circuito impreso con LED, sistemas de portalámparas sellados, sistemas de bocina, sistemas de detección de objetos traseros y sistemas eléctricos de cámaras, conectores eléctricos y componentes moldeados por inyección de plástico. Con sede en Troy, Michigan, fabricados en Honduras y con centros de distribución ubicados estratégicamente en los Estados Unidos y Europa, sirven activamente a clientes en América del Norte y en todo el mundo.



Ilustración 1-Logo de Empire Electronics

Fuente: (Empire Electronics, 2019)

Las operaciones de fabricación de Empire Electronics se basan en una instalación de fabricación de 240,000 pies cuadrados en San Pedro Sula, Honduras. Esta instalación integrada verticalmente

alberga el moldeo por inyección de plástico de Empire Electronics, el encapsulado, el ensamblaje de la placa de circuito impreso, el sobre moldeo, el ensamblaje del arnés de cableado, la fabricación de cables y las capacidades de ensamblaje electrónico. La compañía cuenta con un personal de más de 4,000 personas de ingeniería, gerencia y ensamblaje en Honduras.

2.1.1 MISIÓN

Desde 1981, hemos desarrollado una cadena de suministro integrada verticalmente destinada a satisfacer las necesidades de nuestros clientes. Gracias a nuestras capacidades de ingeniería, fabricación y pruebas hemos reducido los costos y aumentado la calidad, todo en el esfuerzo de llevar los componentes de nuestros clientes, desde el diseño hasta la validación lo más rápido posible. En Empire, nos adherimos estrictamente a las especificaciones de nuestros clientes y nos aseguramos de que se cumplan todos sus requisitos.

2.1.2 VISIÓN

En Empire, aspiramos a convertirnos en el mejor proveedor automotriz del mundo. Al exceder constantemente los estándares de la industria en términos de calidad y costos y ser conscientes del medio ambiente, nuestro objetivo es superar las expectativas de nuestros clientes con nuestros productos y servicios. A través de nuestro equipo directivo altamente calificado y nuestra fuerza laboral dedicada, nos esforzamos por liderar e innovar nuestro camino para tener más éxito en el futuro.

2.1.3 PRINCIPIOS Y VALORES

- 1) Integridad: valor inculcado desde lo más alto de la gerencia de la corporación, honestos, sensibles, bondadosos solidarios y con un fuerte discernimiento entre lo correcto y lo incorrecto.
- 2) Responsabilidad: Posee un gran sentido del deber, por lo que se cumplen tareas con alta diligencia y buena disposición, para hacer de la empresa la más confiable en el rubro.
- 3) Innovación Y la Mejora Continua: Busca permanentemente innovar; aplicando en los procesos técnicos novedosas, que permitan garantizar resultados en tiempo y forma.

- 4) Iniciativa: La pro actividad es una de las virtudes más destacadas, ya que cada uno de sus asociados está suficientemente compenetrado con la estrategia de Russell Corp., como para aportar soluciones originales y anticipar necesidades.
- 5) Compromiso: convicción inquebrantable de cumplir diariamente con labores que llevan al éxito, es alimentado por una respuesta firme por parte de la empresa.
- 6) Promover y motivar el desarrollo de la mejora continúan en sus recursos y procesos de la empresa.
- 7) Cumplimiento de las leyes: La empresa exige que todos los establecimientos manufactureros tanto como proveedores y contratista funcionen de conformidad con los requisitos de las leyes aplicables.
- 8) Salud y seguridad: Las condiciones imperantes en los establecimientos tienen que ser de seguridad y limpieza, debiendo cumplir o superar los requisitos de todas las leyes y reglamentaciones aplicables en cuanto a salud y seguridad.
- 9) Los trabajadores, así como los contratistas y proveedores deben estar capacitados y equipados para realizar su trabajo en forma segura.
- 10) Trabajo forzoso: Está prohibido el uso de trabajo forzoso u obligado, el trabajo en condiciones de explotación y el trabajo en régimen de servidumbre.
- 11) Acoso o abuso: Están estrictamente prohibidos el castigo corporal y cualquier otra forma de acoso, abuso o coerción, sea de naturaleza física o mental.
- 12) Discriminación: Está prohibida la discriminación en la contratación, paga, promoción, disciplina, terminación de la relación de empleo u otros términos o condiciones de empleo, por razones de características personales, creencias u otros criterios legalmente protegidos.
- 13) Seguridad: La compañía mantendrá procedimientos de seguridad tendientes a evitar la introducción de carga no declarada (drogas u otros elementos de contrabando) en los embarques de sus productos.
- 14) Libertad de asociación: La compañía reconoce y respeta los derechos de los empleados a asociarse libremente y a celebrar convenios colectivos de trabajo.
- 15) Cumplimiento de las normas medioambientales

16) Aviso y mantenimiento de registros: Este código de conducta deberá exhibirse en un lugar accesible para todos los empleados y visitantes (en el idioma que corresponda).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

El departamento de mantenimiento de Empire Electronics se encarga de velar por el correcto y continuo funcionamiento de todas las máquinas en el área de SMT de la planta PCBA. A través del uso de manuales de las máquinas y la experiencia laboral adquirida a lo largo de los años son capaces de realizar mantenimiento a las máquinas para garantizar la eficiencia de la planta y eliminar los tiempos muertos.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

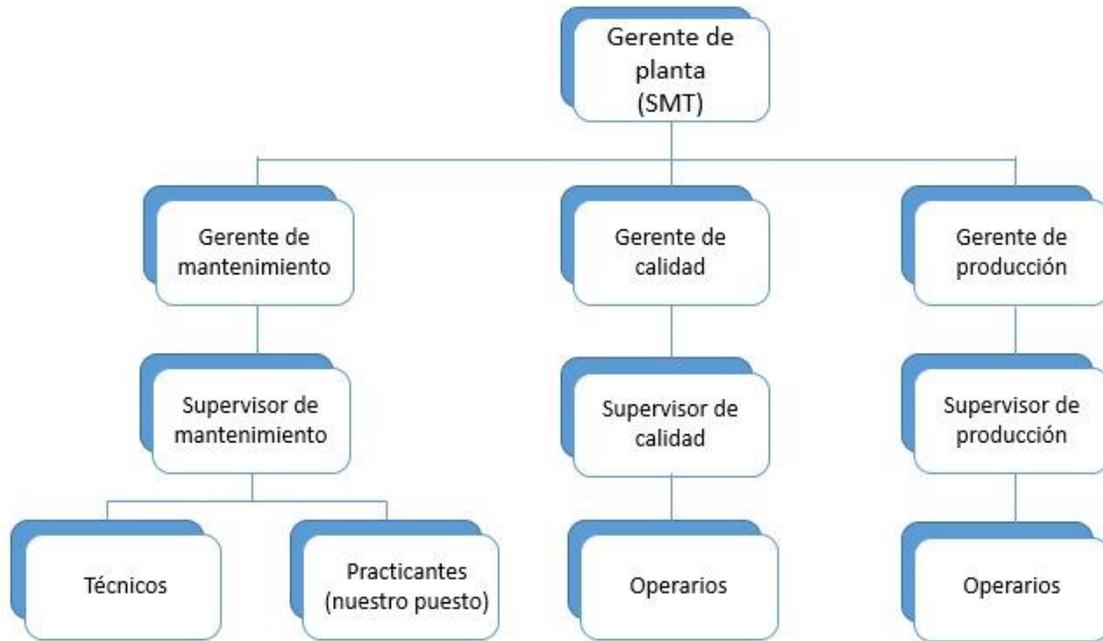
El cargo desempeñado en la empresa Empire Electronics es de Ingeniero en Mantenimiento para dar soporte en el área técnica.

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Solucionar fallas y errores que se presenten en las máquinas diariamente para minimizar los tiempos muertos en la producción debido a los paros no planificados en la planta y así volver a poner en marcha las máquinas.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar mantenimiento correctivo en el área eléctrica y mecánica.
- 2) Resolver los errores presentes en las máquinas.
- 3) Adaptar las máquinas para cambio de producto.



CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Gracias a los avances tecnológicos que se tienen hoy en día es posible la creación de placas de circuito impreso en masa. En este capítulo se expondrá de manera detallada los conceptos necesarios, explicando de manera general las placas de circuito impreso y los factores de seguridad que se deben tener al momento de trabajar en ellas, ya que se debe hacer en un ambiente controlado para evitar daños a los componentes electrónicos. Además, se hablará de las máquinas utilizadas en la línea de producción de los arneses y los tipos de mantenimiento que se deben aplicar para que las máquinas funcionen en estado óptimo.

Las Placas de Circuito Impreso (PCB) están en todos los dispositivos electrónicos de la actualidad. Antes de la aparición de las PCB y la extensión de su uso, los componentes electrónicos estaban repletos de cables, circuitos integrados y resistencias que se repartían por todo el chasis. Para hacer estas PCB se sigue un proceso similar al de los procesadores, aunque con un menor nivel de complejidad. (R. Khandpur, 2005)

3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Se analiza el entorno del problema planteado y como este puede afectar las variables de la investigación, ubica la investigación en el contexto de los conocimientos ya existentes acerca del problema planteado (Hernández Sampieri et al., 2010).

asi todos los equipos electrónicos utilizan placas de circuito impreso o circuitos flexibles para el cableado y los materiales de embalaje. Las empresas de electrónica diseñan sus productos y luego realizan pedidos de PCB. Las cadenas de suministro ordenan en consecuencia y las tendencias comerciales comienzan a desarrollarse desde la industria de PCB. Esto suena bastante simple, pero los países y las regiones recopilan datos de fabricación de manera diferente, por lo que debe comprender los datos estadísticos de la industria antes de hacer pronósticos.

Las placas de circuito impreso (PCB) están en todos los dispositivos electrónicos de la actualidad. Antes de la aparición de las PCB y la extensión de su uso, los componentes electrónicos estaban repletos de cables, circuitos integrados y resistencias que se repartían por todo el chasis. Para hacer estas PCB se sigue un proceso similar al de los procesadores, aunque con un menor nivel de complejidad. (R. S. Khandpur, 2005)

Según el reporte, la participación de China en la producción mundial de PCB continuó creciendo en 2017, lo que representa más de la mitad del valor de la producción mundial. La producción en Taiwán y Japón disminuyó como porcentajes de la producción mundial en 2017 debido a la continua inversión off-shore. El mayor crecimiento en la proporción de la producción mundial de PCB en 2017 se observó en Vietnam y Tailandia. El crecimiento en la industria de Tailandia, junto con la disminución continua en la participación de la industria de los Estados Unidos, hizo que Tailandia se adelantara a los Estados Unidos y se convirtiera en el quinto país productor de PCB en 2017. (N.T Information Ltd., 2017)

De las 115 entradas, China tiene 46, o el 40% del total. El número de entradas chinas continúa aumentando. La participación del 33% de Taiwán no es sorprendente. La producción total de PCB de Taiwán en 2017 (Taiwán, China y Tailandia) fue de alrededor de \$ 20 mil millones, y por lo tanto el 33% es razonable. Aunque China tiene más del doble de entradas japonesas, su participación

es casi la misma que la de Japón. Estados Unidos es TTM y Europa es AT&S. (N.T Information Ltd., 2017)

A pesar de su participación decreciente, el valor de la producción de PCB en los EE. UU. Creció aproximadamente un 5,9 por ciento en términos reales en 2017. Aunque solo el 3,9 por ciento de la producción mundial de PCB se realiza en los Estados Unidos, las empresas con sede en los EE. UU. Poseen el 6,5 por ciento de la producción mundial. A pesar de la evidencia de una pequeña tendencia de apuntalamiento, la mayoría de las grandes empresas estadounidenses aún producen una parte sustancial de sus PCB fuera de los Estados Unidos. (N.T Information Ltd., 2017)

3.2 PLACA DE CIRCUITO IMPRESO PCB (PRINTED CIRCUIT BOARD)

Alrededor de 1936 el ingeniero austriaco Paul Eisler fue la persona que realizó la primera placa de circuito impreso como parte de un radio. Luego en 1943 Estados Unidos comenzó a utilizar esta tecnología para fabricar radios para la Segunda Guerra Mundial. En 1948 Estados Unidos liberó esta tecnología para uso comercial, pero no fue hasta 1950 que las placas de circuito impreso se popularizaron cuando apareció el proceso de Auto-Ensamblaje (Lara Silva, 2015).

Las Placas de Circuito Impreso o PCB por sus siglas en inglés (*Printed Circuit Board*) son placas en las que se puede realizar una conexión eléctrica entre los componentes que conforman un circuito electrónico. Los PCB son indispensables para la producción y funcionamiento de los dispositivos electrónicos (Cadlog, 2018; Schneider et al., 2019).

Se puede decir que es una forma de realizar conexiones eléctricas entre los componentes sin utilizar cables, en su lugar se utilizan pistas de cobre adheridas a una placa aislante basada en fibras de vidrio y baquelita (Martín Castillo, 2017).

Las placas o tarjetas son el soporte mecánico de la integración y funcionamiento de los componentes que representan el circuito eléctrico, ya que estas deben ser capaces de disipar el calor generado y proteger de factores externos perjudiciales, en algunos casos gracias al encapsulado de elementos (Lagos & Camus, 2017; Pérez Lopez, 2015).

Un factor a considerar al momento de integrar los componentes en la placa de circuito impreso es el posicionamiento del dispositivo, ya sea de orificio pasante THT (*Throught Hole Technology*) o de montaje superficial SMT (*Surface Mount Technology*) (Fernández Ros et al., 2020)

En el tipo THT se montan los componentes por el lado contrario a las pistas de cobre de la placa. Sus terminales se soldarán a dicha pista, o bien se insertan en componentes denominados zócalos. Debido al tamaño de los componentes estos pueden manejarse y ser soldados a mano. (Hollomon, 1989; Rowland & Belangia, 1994)

En el montaje superficial los componentes se montan en el mismo lado de las pistas, pero debido al reducido tamaño de los componentes estos deben ser colocados con precisión, por esto se emplean robots de montaje (López Crespo, 2015).

El montaje SMT presenta ventajas técnicas como ser un alto rendimiento y seguridad de dotación de componentes, el uso de placas normalizadas, supresión o reducción de orificios en las placas y aumento de la fiabilidad mediante la reducción de los puntos de conexión, entre otros (Dietsche, 2005).

Los dispositivos electrónicos o componentes electrónicos pueden ser pasivos, como ser las resistencias, inductores, condensadores o diodos, o también pueden ser activos como los transistores. Los activos se diferencian de los pasivos ya que necesitan una alimentación constante para funcionar correctamente (Espí López et al., 2006; Ruíz, 1987).

Con los años las placas de circuito impreso han disminuido cada vez más su tamaño, pero a su vez han aumentado en su complejidad, como ser en el número de capas, número de componentes instalados, método de montaje, etc. (López Sánchez et al., 2004; R. Johnson, 2018).

Debido al grado de complejidad de los circuitos electrónicos en las placas PCB en la actualidad es necesario utilizar herramientas para el proceso del diseño. Para poder realizarlos se utilizan los programas de Diseño Asistido por Computadora CAD (Computer-Aided Design por sus siglas en inglés), que permiten realizar un diseño esquemático y generar archivos de soporte necesario para su creación (Aranda, 2014; Robertson, 2003).

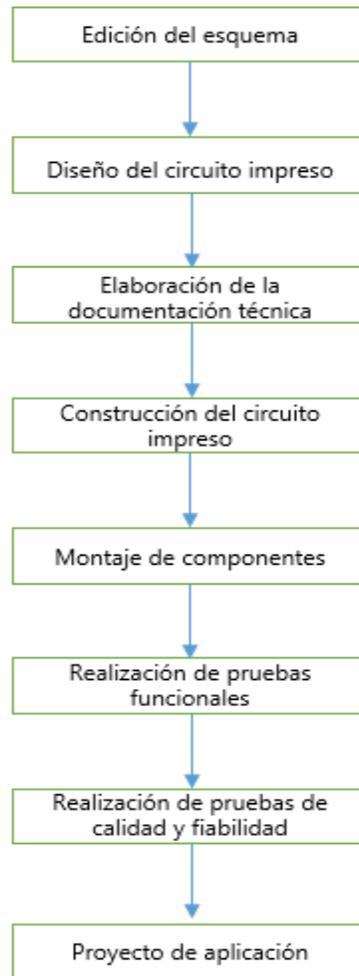


Ilustración 2-Proceso para la construcción del circuito impreso

Fuente: (Palero Crespo, 2000)

En la industria automotriz se utilizan las placas PCB con métodos ya sean THT o SMT para la elaboración de arneses automotrices. Un arnés automotriz es como el sistema nervioso de un vehículo, ya que por estos se distribuyen la electricidad y la información a los diferentes componentes (Agosin et al., 2014).

Los arneses más evidentes están ubicados en los motores y paneles de instrumentos, pero también se encuentran en las puertas, asientos y sistemas de iluminación. Para el ensamblado de los arneses se involucra varios productos para que puedan ser acomodados a una gran variedad de modelos de vehículos (Carrillo & Hinojosa, 2003).

Las configuraciones de los arneses varían conforme cambian los modelos del automóvil, como ser las ventanas, puertas, asientos eléctricos, etc. Estas características causan muchos cambios en la especificación del producto, ya que hay un aumento de componentes electrónicos en el vehículo que hace el sistema de arneses más complejo (Miker Palafox, 2010).

3.3 CUARTO LIMPIO

Un cuarto limpio es una habitación donde se controlan los niveles de humedad y el flujo del aire por medio de filtros con el fin de maximizar la pureza del aire y eliminar los contaminantes. En la industria de la electrónica se utiliza para evitar corrosión y descargas electrostáticas (Valdez Salas, 2006).

Para incrementar las medidas de seguridad en el ambiente en el cuarto limpio también se deben utilizar guantes, tapabocas y botas con película antiestática en el piso, esto con el fin de evitar partículas de polvo u otros materiales tanto en el cuarto como a los empleados (López Salazar & Carrillo, 2009).

Para la manipulación de los elementos en el cuarto limpio se recomienda sujetarlas de áreas como los bordes y con la menor abrasión posible, o bien con guantes que no produzcan pelusa (Mattox & Sequeda, 2019).

En los cuartos limpios se busca un flujo laminar con aire más puro, para ello se utilizan los filtros HEPA (High Efficiency a particular Air) para remover las partículas del aire en todo el cuarto. Estos filtros se utilizan frecuentemente en etapas de prefiltro, siendo capaces de filtrar un 99,97% de partículas mayores a 0,3 micrones, y en una segunda etapa se puede filtrar hasta un 99,999% de partículas mayores a 0,12 micrones (Mattox & Sequeda, 2019).

Cuando todo el aire que entra a la zona de trabajo pasa por los filtros HEPA, se produce un flujo de aire unidireccional, ya que este se mueve en el área con una velocidad, uniforme logrando la eliminación de las partículas presentes (AA.VV, 2017).

Se recomienda que el flujo del aire en estos cuartos sea monitoreado para prevenir los “puntos muertos” donde no hay un flujo activo del aire filtrado. Generalmente en los cuartos limpios

también se controla la humedad hasta en un 45% con el objetivo de minimizar las cargas electrostáticas y conservar un ambiente confortable de trabajo (Mattox & Sequeda, 2019).

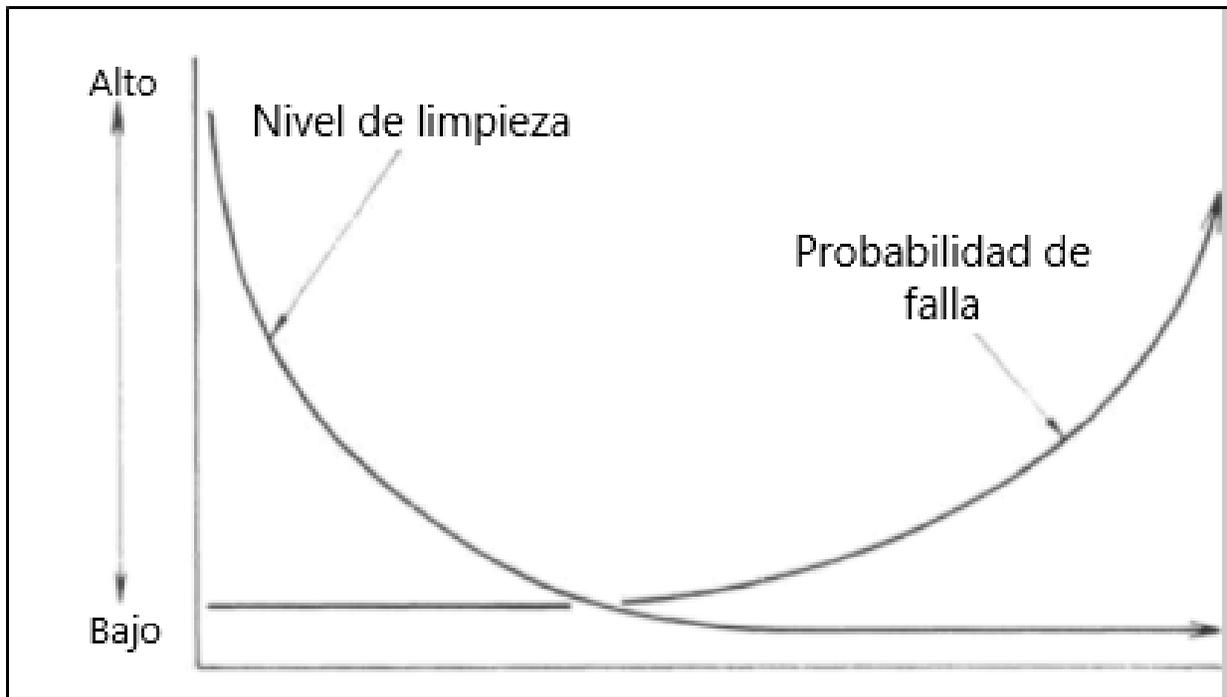


Ilustración 3-Probabilidad de fallo de los componentes por el nivel de limpieza

Fuente: (Phillips & Runkle, 2019)

3.4 DESCARGA ELECTROSTÁTICA (ESD)

A mediados del siglo VI antes de Cristo se observó que el ámbar al ser frotado con lana atraía pequeños cuerpos y motas de polvo. Las pruebas de las que hoy disponemos indican que la causa de repulsión y atracción de los elementos en la electricidad o carga eléctrica es una propiedad de la materia (Redondo Quintela & Redondo Melchor, 2019).

Uno de los fenómenos más comunes y observados de descarga electrostática es cuando se camina sobre un cuarto alfombrado y luego se toca un picaporte de una puerta. Normalmente esta descarga es de unos pocos kilo-voltios. La electricidad estática se crea por una carga eléctrica por un desequilibrio de electrones en la superficie de un material que es capaz de producir un campo eléctrico. Cuando dos materiales con diferentes potenciales eléctricos entran en contacto ocurre

una transferencia eléctrica entre los dos objetos. A este fenómeno se le conoce como descarga electrostática (Semenov et al., 2008).

Un evento de electricidad electrostática resulta en un pulso de corriente decadente proporcional al nivel de la diferencia de potencial electrostática y el aumento de tiempo y corriente determinado por la impedancia de la conexión. La transferencia de ESD puede ocurrir por contacto o por vía de un ambiente ionizado (Vashchenko & Scholz, 2014).

Los pulsos ESD pueden afectar directamente al sistema y los componentes, dando como resultado la pérdida de productos. Estas descargas a los productos o dispositivos pueden afectar en la vida útil del producto del consumidor final, durante la manufactura, ensamblaje o mantenimiento (Vashchenko & Scholz, 2014).

Las descargas electrostáticas (ESD) son una de las amenazas más frecuentes a la integridad de componentes electrónicos y circuitos integrados. En el proceso de la descarga pasa un alto nivel de corriente en un periodo de tiempo corto a través del objeto. Cuando un microchip o algún sistema electrónico se exponen a una descarga electrostática, la gran cantidad de corriente inducida puede llegar a dañar el microchip y causar un mal funcionamiento del sistema electrónico.

Estos daños se pueden resumir en tres categorías: fusión de metales, falla de unión y degradación de óxido. Se estima que alrededor del 35% de los daños ocasionados al microchip son relacionados a ESD, dando como resultado una pérdida de ingresos de varios cientos de millones de dólares en la industria de semiconductores cada año a nivel global (J. Liou, 2015).

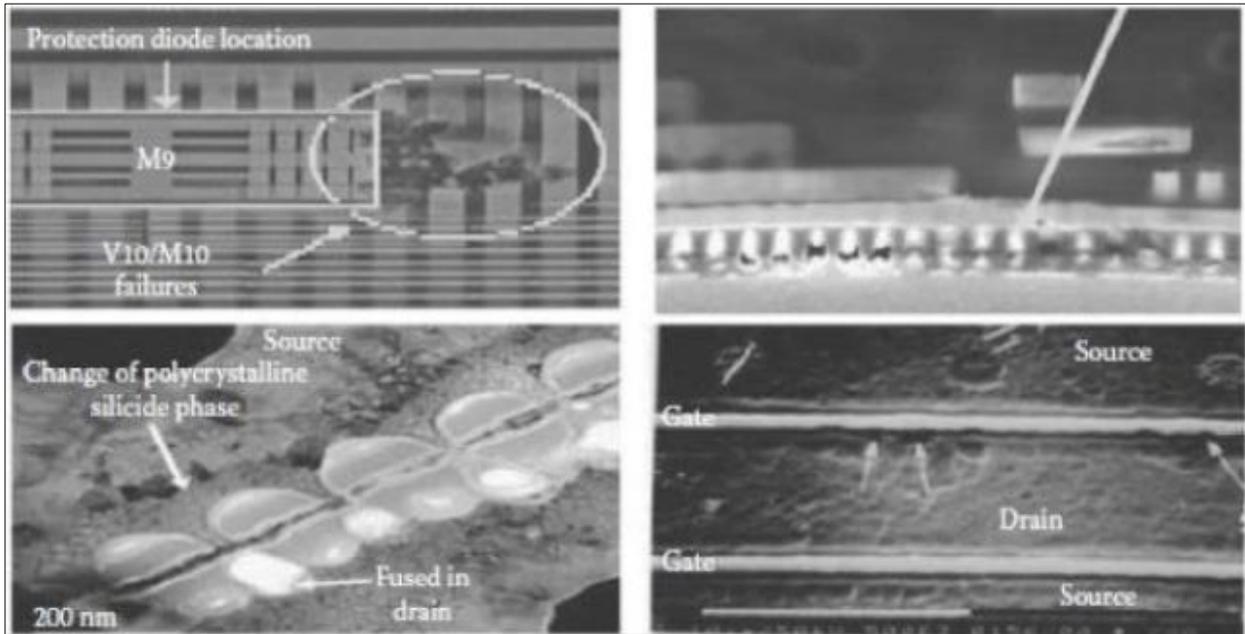


Ilustración 4-Daños producidos por ESD

Fuente: (J. Liou, 2015)

Para que un objeto pueda cargarse de electricidad electrostática, este debe ser aislante o semiconductor. Si es conductor, este no llegaría a cargarse o se descargaría de forma más rápida que con la que se carga (Oliva Haba et al., 2019). Los mecanismos de carga más comunes son:

- 1) Al mover o separar objetos con velocidad.
- 2) Por rozamiento durante el transporte.
- 3) Al tocar plásticos o materiales altamente aislantes.
- 4) Al circular aire.
- 5) Al tocar circuitos cargados electrostáticamente sin la protección a tierra.

Para proteger los componentes de ESD hay que impedir que los componentes se carguen y que se descarguen bruscamente en otros circuitos, en especial a tomas a tierra. Para conseguir protección antiestática se toman en cuenta las siguientes protecciones (Matín Márquez et al., 2010):

- 1) Utilizar batas y zapatos antiestáticos.
- 2) Suelos antiestáticos.

- 3) Bolsas y cajas de transporte construidas con materiales antiestáticos.
- 4) Áreas de trabajo protegidas con alfombrillas con conexión a tierra.
- 5) Pulseras o guantes antiestáticos.

3.5 MANTENIMIENTO

Según la RAE (Real Academia Española) el mantenimiento es el efecto de “mantener o mantenerse”, también se refiere al conjunto de operaciones y cuidados para que instalaciones o equipos puedan seguir operando adecuadamente. El departamento de mantenimiento tiene una labor que está estrechamente relacionada con la prevención de accidentes y lesiones laborales. (García Garrido, 2010)

Un buen mantenimiento es responsable de tener las herramientas y maquinaria en las mejores condiciones. Representa seguridad laboral, ya que un gran número de accidentes laborales en la industria ocurren por desperfectos en los equipos (Sánchez González et al., 2015).

Para un buen mantenimiento hay que tener en cuenta los principales factores de índole humano y técnico para determinar la confiabilidad operacional de la actividad del mantenimiento (Cárcel Carrasco, 2014):

- 1) Confiabilidad humana: Nivel de compromiso de la gerencia para liderar los procesos, incentivar y motivar a los equipos de trabajo.
- 2) Confiabilidad de los procesos: No generar sobrecarga a los equipos y el correcto entendimiento de los procesos.
- 3) Mantenibilidad de los equipos: Es la probabilidad de que un equipo pueda ser restaurado hasta un estado operacional.

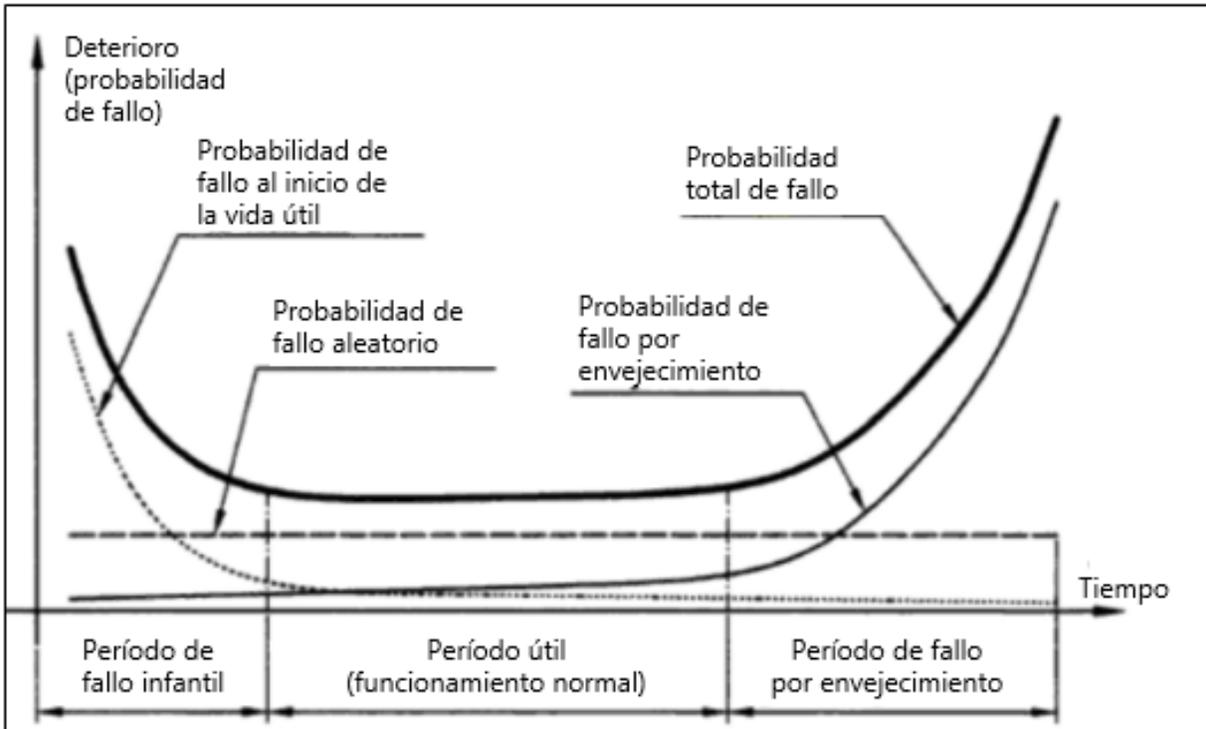


Ilustración 5-Curva de vida de una máquina

Fuente: (Sánchez Marín et al., 2006)

Para tener una definición aceptada de mantenimiento se debe asegurar que todo equipo siga desempeñando las funciones deseadas, asegurando la competitividad de la empresa por medio de los objetivos siguientes (Ariza, 2016):

- 1) Garantizar la confiabilidad y disponibilidad.
- 2) Cumplir todas las normas de seguridad.
- 3) Cumplir con los requisitos de calidad.
- 4) Funcionar sin fallas durante un determinado periodo de tiempo.
- 5) Ejecutar el mantenimiento bajo el tiempo de reparación prefijado.

3.5.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen varios tipos de mantenimiento y estos se diferencian de acuerdo a los objetivos a cumplir, su planificación y los recursos a utilizar. En la actualidad las empresas no realizan un tipo de

mantenimiento específico, sino que realizan un mantenimiento planificado que combina diferentes tipos, esto con el fin de optimizar los costes globales y la disponibilidad de los equipos (Xu & Xu, 2017). Los tipos de mantenimiento básicos son los siguientes:

- 1) Mantenimiento ante fallo: También conocido como mantenimiento ante rotura (Breakdown Maintenance), se refiere a las operaciones que tienen lugar tras el fallo y su objetivo primordial es la rápida devolución de la maquinaria a las condiciones habituales de servicio. Para ello se sustituye o repara la pieza que ha fallado. La ventaja de este método es la rápida resolución del problema para poner en funcionamiento la máquina y agotar completamente la vida útil de las piezas, aprovechándolas al máximo. (Deighton, 2016; Mital et al., 2014)
- 2) Mantenimiento correctivo: Este mantenimiento también es denominado mantenimiento reactivo y tiene las mismas características que el mantenimiento ante fallo, pero considera necesario no solo reparar la máquina, sino también diagnosticar y corregir la causa que provocó el fallo. Si no se presenta ningún fallo el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente algún desperfecto para ser aplicado. (Daniel & Paulus, 2019; Galar & Kumar, 2017)
- 3) Mantenimiento preventivo: También denominado mantenimiento sistemático o planificado. Se puede definir como la operación encargada de conservar los equipos mediante la revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento antes de la aparición de alguna falla. Un mantenimiento preventivo bien realizado supone un ahorro económico en paro de funcionamiento y reparación de averías (Kumar & Kumar, 2018; Nieves Viñas, 2015).
- 4) Mantenimiento predictivo: También llamado mantenimiento basado en la condición. En este tipo se realizan inspecciones periódicas en el que solo se analiza en estado de la máquina mediante parámetros objetivos sin sustituir piezas. Cuando los parámetros demuestran una anomalía de posible fallo, se actúa con una operación correctiva. (Charray, 2000; García, 2009)

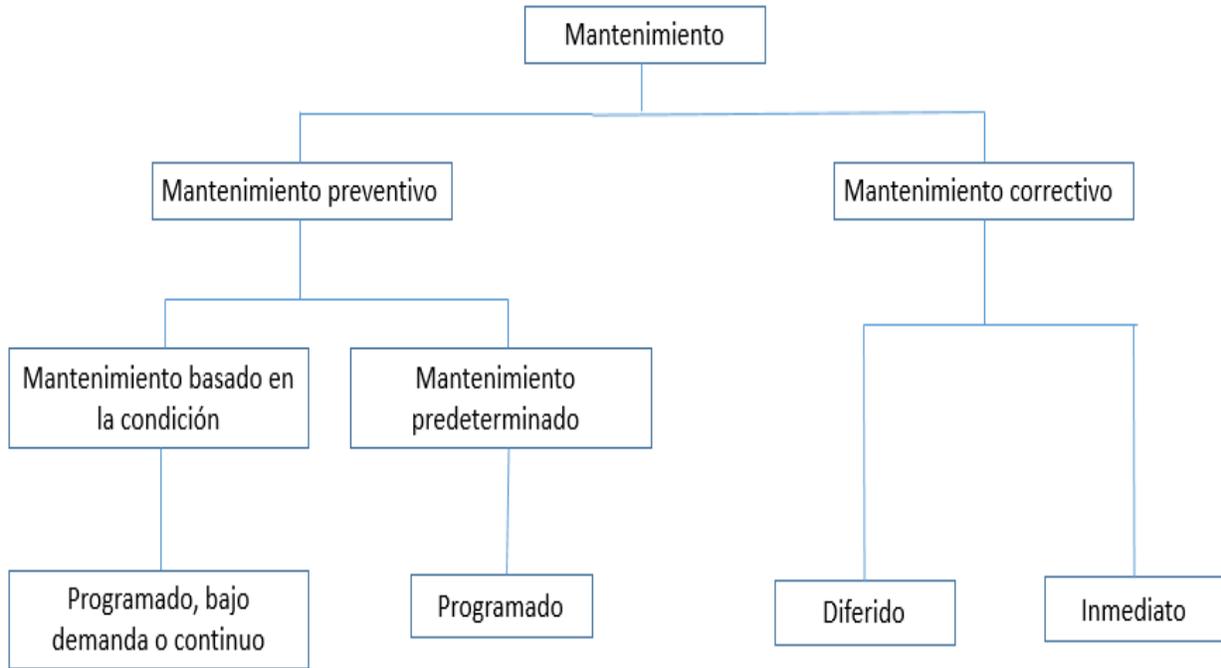


Ilustración 6-Visión general del mantenimiento

Fuente: (Cárcel Carrasco, 2014)

3.6 LÍNEA DE TRABAJO

Originalmente, todos los PCB se montaron a mano utilizando solo una plancha de soldadura. A medida que avanza la tecnología, los componentes se hacen más pequeños y más difíciles de montar a mano y la cantidad de componentes que pueden caber en una sola placa aumenta. Por lo tanto, se desarrolló la necesidad de montaje automático. (Archambeault, 2002).

La planta cuenta con 4 líneas SMT (tecnología de montaje en superficie), las cuales trabajan las 24 horas del día. Una línea SMT típica consta de varias estaciones de ensamblaje en serie y / o en paralelo, separadas por buffers. Estas líneas se encargan de colocar los componentes que forman un circuito impreso. La ilustración 6, nos muestra la ubicación de cada una de las máquinas encargadas de este proceso de ensamblaje de componentes. A continuación, se describe cada una de las máquinas que forman estas líneas.

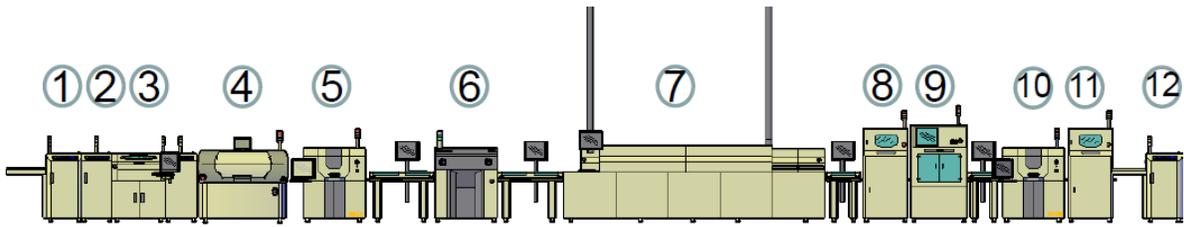


Ilustración 7-Línea SMT

Fuente: (Empire Electronics, 2015)

3.6.1 IMPRESORA LÁSER

La primera máquina en el proceso de fabricación es la impresora láser, que está diseñada para imprimir códigos en cada uno de los diferentes paneles que se corren en estas líneas. Estos códigos contienen diferente tipo de información, dependiendo de lo que el cliente especifique, y se usan para tener un control y dar seguimiento a los paneles.



Ilustración 8-Código impreso

Fuente: (Empire Electronics, 2015)

Es de vital importancia elegir el tamaño de código de barras correcto y tipo, ya que el número de pieza, código de proveedor, fabricación, datos de trazabilidad y en ocasiones, incluso el país de origen debe codificarse. (Wimmer et al., n.d.)

3.6.2 IMPRESORA DE PLANTILLAS

Una vez que se haya impreso el código, el panel pasa por la impresora de pasta de soldadura, que está diseñada para aplicar pasta de soldadura mediante una plantilla y escurrimientos en las almohadillas adecuadas de la PCB (Jeffus, 2009)

Esta impresora cuenta con un sistema automático para cargar los programas correspondientes a cada panel, con capacidad de dispensación de pasta y con reconocimiento de fiducial por alineación. La presión de impresión, la velocidad de impresión y la velocidad de separación se organizan por producto para permitir una mejor personalización del proceso. Cuenta con dispensación automática de pasta de soldadura con alineación láser de altura y con sistema automático de limpieza debajo de la pantalla que realizará un proceso húmedo.



Ilustración 9-Impresora de plantillas

Fuente: (Empire Electronics, 2015)

3.6.3 SOLDER PASTE INSPECTION (SPI)

Después del proceso de colocación de componentes, es importante verificar que se haya aplicado de forma correcta la pasta. La mejor manera de hacerlo es mediante el uso de la SPI (inspección de pasta de soldadura), encargada de analizar la altura, área, volumen y los ejes de cada panel.

En este proceso se controla el rendimiento de la primera pasada; Se espera una tasa del 98%, el mismo defecto dos veces y / o 3 condiciones defectuosas durante una hora. La línea SMT se detiene. Muestra controles estadísticos de procesos SPC (*Statistical Process Control*) de la máquina y los resultados de los últimos 100 paneles, FPY, gráficos X e histogramas de altura, área y volumen.

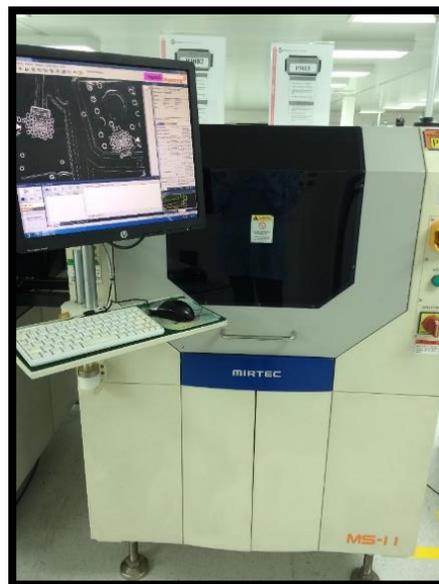


Ilustración 10. SPI

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4 IFLEX-PICK AND PLACE

Una vez que se haya confirmado que la PCB impresa tiene aplicada la cantidad correcta de pasta de soldadura, se traslada a la siguiente parte del proceso de fabricación, que es la colocación de los componentes. Cada componente se recoge de su embalaje utilizando una boquilla de

aspiración o agarre, comprobado por el sistema de visión y colocado en la ubicación programada a alta velocidad. (Aparicio, 2010)

Existe una gran variedad de máquinas disponibles para este proceso y depende en gran medida de la empresa y del tipo de máquina que se seleccione. Por ejemplo, si el negocio se enfoca en grandes cantidades de construcción, entonces la tasa de colocación será importante. Sin embargo, si el enfoque es un lote pequeño / mezcla alta, entonces la flexibilidad será más importante. (Aparicio, 2010)



Ilustración 11. iFlex

Fuente: Elaboración Propia

3.6.5 SOLDADURA POR REFLUJO

Una vez que los componentes se colocan en las placas, cada pieza se envía a través máquinas de reflujo. Esto significa que la pasta de soldadura necesita solidificarse, adherir los componentes a la placa. El montaje de PCB logra esto a través de un proceso llamado "reflujo". Esta parece ser una de las partes menos complicadas de los procesos de montaje, pero el perfil de reflujo correcto

es clave para garantizar uniones de soldadura aceptables sin dañar las piezas o el montaje debido al calor excesivo. (Manko, 2001)

Cuando se utiliza soldadura sin plomo, un ensamblaje cuidadosamente perfilado es aún más importante ya que la temperatura de reflujo requerida a menudo puede ser muy cercana a la temperatura nominal máxima de muchos componentes. (Verrone, 2006)

El horno que se utiliza consta de diferentes zonas de temperatura, las cuales se programan por producto, ya que dependerá de sus características térmicas. Utiliza la pasta de soldadura como controlador para la línea de base del perfil térmico y es aprobado por el proveedor de LED siempre que hay un nuevo perfil o un nuevo LED en la línea de producción. Son 12 las zonas de temperatura con las que cuenta, horno de convección con sistema de circuito cerrado que permite un calentamiento más rápido y un mejor control de la temperatura. Una vez creado y monitoreado el perfil, se verifica.

3.6.6 ICT

Una vez salen del horno del horno, pasan a la ICT (pruebas de circuito), que es básicamente un probador estructural y funcional con la capacidad de probar los LEDs usando salida de luz y color. Rechazando los LEDs que presentan un color diferente.

3.6.7 AOI

La última parte del proceso de montaje superficial es verificar la calidad de la junta de soldadura. La mejor manera de hacerlo es mediante el uso de una máquina AOI para realizar comprobaciones tales como presencia de componentes, tipo / valor y polaridad (Pareja Aparicio, 2010). A menudo, el movimiento durante el proceso de reflujo dará como resultado una mala calidad de conexión o una falta total de conexión. Los circuitos cortos también son un efecto secundario común de este movimiento, ya que los componentes extraviados a veces pueden conectar partes del circuito que no deberían conectarse (Lau, 1994). La verificación de estos errores y desajustes puede implicar uno de varios métodos de inspección diferentes. El más común de estos métodos de inspección incluye lo siguiente:

- 1) Verificaciones manuales
- 2) Inspección óptica automática (AOI)
- 3) Inspección automatizada de rayos X (AXI)

CAPÍTULO IV. DESARROLLO

Seguidamente en este capítulo se mostrará el desarrollo de las actividades durante la práctica profesional, haciendo un resumen de todas las tareas realizadas semanalmente durante un periodo de tres meses.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

4.1.1 SEMANA 1

Durante la primera semana de la práctica profesional se familiarizó con la maquinaria que opera en el área de SMT. Luego se procedió a trabajar en una iFlex que estaba parada y fuera de la línea de producción por mantenimiento. En esta se cambió la cámara que utiliza la máquina para el movimiento de pick and place, ya que esta detecta el componente en la línea de alimentación y posteriormente procede a ubicarlo en el panel o placa en el que se está trabajando. También se probaron los láseres que están equipados junto con la cámara para determinar mejor la posición de esta, se desmontaron y se probaron, dando como resultado uno en mal estado, por lo que se cambió y se colocó uno nuevo. Adicionalmente se arregló el cableado para mantener un orden de este. Luego se desmontó una termocupla ya que esta no lograba encender, se procedió a comprobar la conductividad y si en esta había voltaje circulando por el circuito, luego se limpió con limpiados de contacto y se volvió a armar. Este elemento se utiliza para comprobar la temperatura de los hornos para soldadura BTU pyramax, esto con la finalidad de que al momento de que el panel pase por el horno la temperatura sea la adecuada, ya que si se excede puede llegar a dañar los componentes de este. La termocupla se adhiere al panel y se pasa por el horno, al salir se utiliza un software para determinar que la temperatura no excede el punto del elemento más débil del panel.



Ilustración 12.
Cableado de la iFlex.



Ilustración 14.
Desmontaje de las
cámaras.



Ilustración 13.
Cableado de las
cámaras.



Ilustración 15. Laser en
mal estado.

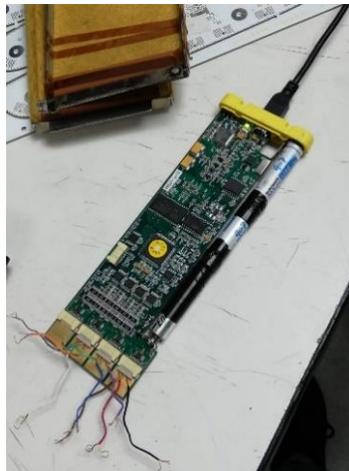


Ilustración 17.
Desmontaje de la
termocupla.



Ilustración 16.
Termocupla en mal
estado.

4.1.2 SEMANA 2

En la segunda semana se siguió trabajando en la máquina iFlex. Debido a que esta al momento de realizar la acción de pick and place dejaba caer los elementos se procedió a revisar los portaherramientas, dando como resultado uno quebrado y otro obstruido. Se procedió a desmontar los elementos portaherramientas y el que estaba obstruido se limpió, el elemento en mal estado se descartó debido a que no poseían repuestos en ese momento, por lo que se procedió a hacer el encargo de la pieza. Luego en la línea de trabajo número 2 se iba a realizar cambio de producto, por lo que se debían ajustar las máquinas al nuevo panel. En la *Stencil Printer* se cambiaron los elementos tipo pistón accionados neumáticamente para dar mejor soporte y sujeción a los paneles cuando la máquina realiza la aplicación de pasta. En la iFlex también estaba en mal estado el monitor de la máquina, siendo este de tipo táctil. Se desmontó el *housing* de la pantalla hasta llegar al circuito, en este se observó que en las partes de las conexiones tenía una especie de goma para que los elementos no se desconectaran. Dicha goma caía sobre otros elementos del circuito dando como resultado en interferencias de voltaje o corriente en la placa. Se eliminó el exceso de goma que estaba sobre los demás elementos y posteriormente se limpiaron los circuitos de la pantalla con limpiador de contacto. Luego se volvió a armar la pantalla con el *housing*, se montó en la base de la máquina y cableo nuevamente. Al momento de encender la máquina la pantalla funcionó correctamente.



Ilustración 19.
Portaherramientas roto.



Ilustración 18. Desmontaje del
portaherramientas.



Ilustración 20. Base
cambiada.



Ilustración 21. Cambio de base.



Ilustración 22. Monitor de la iFlex desarmado.



Ilustración 23. Monitor de iFlex en mal estado.

4.1.3 SEMANA 3

En la tercera semana se nos asignó realizar la conexión de un variador de velocidad de un buffer, siguiendo el manual de este. Para ello, se sustituyó el variador con uno de los buffers sin uso, llevando a cabo las respectivas conexiones. También se realizó la reparación de los magazines con manivelas y rieles dañados. En este caso no se contaba con repuestos para estos magazines. Por lo tanto, como solución se desarmaron los magazines con manivelas en condiciones aptas y se reemplazaron las manivelas que ya no funcionaban. Como última actividad de la semana se nos asignó la reparación de un deshumidificador y del *display* del mismo. Ya que el *display* aparentemente mostraba unas lecturas erróneas. Para ello, se buscaron los manuales del dispositivo, los cuales no estaban disponibles. Por lo tanto, se emitió un correo a los proveedores del dispositivo, planteándoles el problema presentado en la máquina y solicitando ayuda con el mismo. Se obtuvo respuesta de parte de los proveedores, el cual nos proporcionó un manual para configurar el dispositivo. Una vez configurado el dispositivo, el problema persistía. Se llegó a la conclusión que el *display* está en buenas condiciones, por ende, el deshumidificador es el problema. Se emitió otro correo a los proveedores explicando lo sucedido, y estamos a la espera de una respuesta.



Ilustración 24. Buffer sin cablear.



Ilustración 26. Proceso de cableado del Buffer.

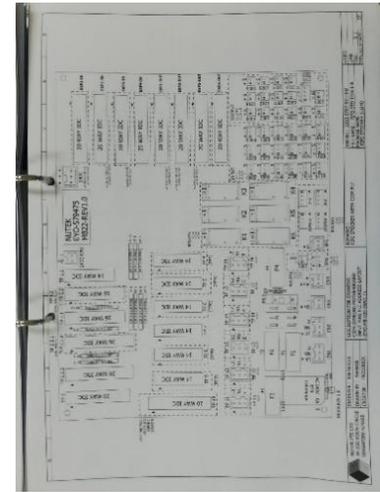


Ilustración 25. Manual de cableado del Buffer.



Ilustración 27. Buffer cableado.

4.1.4 SEMANA 4

En la cuarta semana se procedió a reparar magazines en mal estado. Los magazines se utilizan para el almacenamiento y transporte de las placas finalizadas. Dichos magazines presentaban problemas como partes quebradas o la cremallera-piñón atorado, por lo que a los que estaban completamente inservibles se le quitaron componentes para reparar otros que aún estaban con posibilidad de repararlos. También se aprendió a hacer los perfiles térmicos de las placas que estaban programadas para producción el mismo día. Un perfil térmico para una placa dura 24hrs, luego de eso debe volver a pasarse por los hornos para asegurarse que aún mantienen la

temperatura correcta. Al momento de poner la termocupla en la placa debe hacerse en las partes donde van soldados los componentes para asegurarse que la temperatura que se alcanzará en el horno no exceda la temperatura límite del componente electrónico más débil para así evitar futuras fallas. Las placas en las que se realizó perfil térmico fueron la 4242, que se puede observar en la ilustración 30, y la 4364, que se puede observar en la ilustración 33.



Ilustración 28. Reensamblaje de magazines.



Ilustración 29. Termocupla.

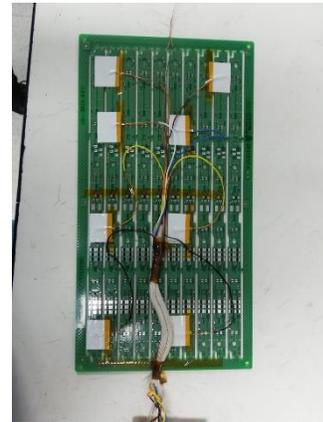


Ilustración 30. Placa 4242.



Ilustración 31. Termocupla y placa lista para perfil térmico.

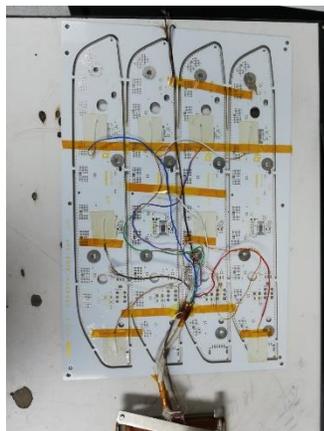


Ilustración 32. Placa 4364.

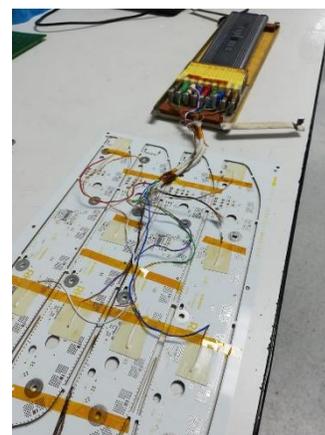


Ilustración 33. Termocupla y placa 4364 para perfil térmico.

4.1.5 SEMANA 5

En la quinta semana se tuvo un caso peculiar, un deshumificador comenzó a fallar y se tuvo que parar. El deshumificador se utiliza para mantener la temperatura menor a 30° y la humedad menor al 10%, esto con el fin de mantener los componentes electrónicos secos para evitar daños por electricidad electrostática o daños por humedad. Al ser un aparato muy costoso los supervisores optaron por lo desarmar el aparato inmediatamente, es por esto que se ha estado comunicando directamente con la empresa para tratar de resolver el problema por medio de correos electrónicos, dando pasos o detalles para identificar la falla. Uno de los problemas que podía estar presente era un problema de sellado de las compuertas dando lugar así a la entrada de humedad del exterior. Se procedió a sellar dichas compuertas, pero el problema aun persistía, por lo que se volvió a contactar a la empresa y se estuvo monitoreando el deshumificador. La máquina iFlex posee un sistema de alimentación de componentes en los cuales se utiliza el feeder. En el transcurso de la semana se descompusieron los motores de los de ellos, por lo que se procedió a realizar el cambio a ambos.



Ilustración 36. Lectura #1 de deshumificador.



Ilustración 34. Lectura incorrecta del deshumificador.



Ilustración 35. Lectura #2 del deshumificador.



Ilustración 37. Cambio de motor al feeder

4.1.6 SEMANA 6

En la sexta semana se continuó con el monitoreo del deshumificador, el cual a pesar de presentar una mejoría luego de haber verificado la máquina y que sus ventiladoras alternaran para dejar salir el calor para enfriar o cerrarse para calentar, este siguió estando fuera de los parámetros necesarios para poder operar, ya que el menor punto de humedad que logro alcanzar fue de 12% y lo necesario para poder operar es de 10%. En cuanto a la temperatura interior no presentó ningún problema. También se continuó reparando feeders de la máquina iFlex. Varios de estos presentaron problemas en sus motores, piezas faltantes/rotas o componentes atorados en sus engranes, por lo que se desmontaron para verificar cual era el problema que estos presentaban. Una vez ensamblados se procedió a verificar los feeders por medio de software y verificar si presentaban algún otro problema. En caso de no presentar más inconvenientes estos se almacenaban en su respectivo sitio para posteriormente usarlo cuando se necesitara.

Luego los sensores (CimScan) que monitorean la temperatura y la cantidad de partículas sea la adecuada en el cuarto limpio, presentaron un error de comunicación con el servidor, por lo cual primero se procedió a revisar el cableado de estos. Al estar bien cableado, se revisó la IP del servidor y este no se estaba comunicando con los sensores, por lo que se mandó correo a la persona de IT para solucionar el problema. Para esto, nos pusimos en contacto con los proveedores del software y para solucionar este error de comunicación debíamos instalar unos

programas. Una vez instalados entramos al servidor y se modificaron las direcciones IP con la que se comunicaban los sensores y el servidor.



Ilustración 39. Comprobación de la ventiladora superior del deshumificador.



Ilustración 38. Comprobación #2 de la ventiladora del deshumificador.



Ilustración 40. Comprobación de feeder.

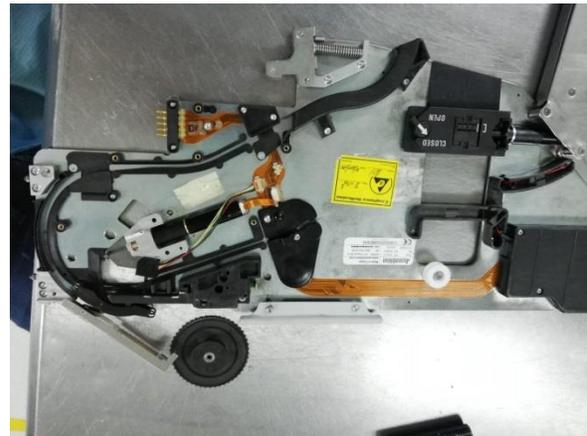


Ilustración 41. Ensamblaje de feeder.



Ilustración 42. Cableado del servidor de los sensores.

4.1.7 SEMANA 7

En la séptima semana se continuó con el mantenimiento de feeders, donde el principal problema fueron los motores de estos. Para solucionar este problema se desarmaron los motores y se engrasaron y volvieron a posicionar los engranes del interior para que estos pudieran girar mejor, algunos motores ya no tenían arreglo y se cambiaron por nuevos motores. Luego de esto se calibraron los motores nuevamente mediante un software de calibración, el cual revisaba la condición de cada motor realizando diferentes pruebas con el mismo y luego se obtenía un diagnóstico de cada uno. Si estos no presentaban ningún problema se almacenaban en su respectivo lugar para su posterior uso.

En esta semana también se cambiaron los filtros de la máquina para limpiar los Stencil, ya que la pasta que se aplica debe ser removida y al momento de drenar el agua la pasta ensucia el filtro y obstruye su flujo. Se reemplazaron un total de dos filtros. Luego del cambio de los filtros se comenzó con la limpieza de los Toolbits, los cuales son el medio por el cual la máquina iFlex toma los componentes de los feeders y los posiciona en la placa. Para su limpieza estos se desarmaron y se removió toda suciedad que estos tenían para que no hubiera problemas al momento de tomar los componentes, ya que este es un error frecuente en la máquina.

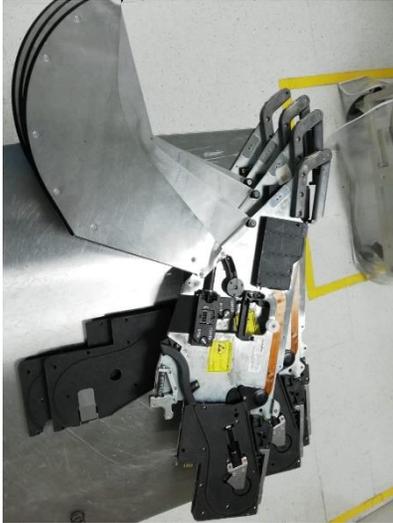


Ilustración 44. Feeders en mal estado



Ilustración 43. Motor de los feeders.



Ilustración 45. Área de diagnóstico de los feeders.



Ilustración 46. Cambio de filtros.



4.1.8 SEMANA 8

Ilustración 47. Herramientas para Toolbits

En la octava semana se realizó un cambio en la línea 3. Se incorporó una nueva máquina iFlex, la cual en lugar de funcionar con láser para detectar los componentes utiliza cámaras. Esta nueva máquina en lugar de tener cuatro brazos para colocar componentes solamente cuenta con uno, el motivo para incorporarla a la línea es que esta tiene la posibilidad de colocar componentes más grandes, como ser capacitores o bobinas que en la iFlex anterior no era posible colocar por el tamaño de los Toolbits. Para meter la maquina a la línea fue necesario mover todas las demás máquinas para hacer espacio, es por esto que se tuvo que reorganizar el cableado de toda la línea. La empresa contrató a una persona extranjera para la programación de la nueva máquina y que esta funcionara en conjunto con toda la línea, es decir que si una maquina falla se pare el proceso de las demás para evitar acumulación excesiva de piezas y por ende perdidas de materia prima.



Ilustración 51. Brazo de la nueva iFlex.



Ilustración 50. iFlex posicionadas.



Ilustración 48. Nueva iFlex.



Ilustración 49. Reorganización de la línea.



Ilustración 52. Cableado de la línea.

4.1.9 SEMANA 9

En la penúltima semana se realizó el mantenimiento de las bases utilizadas en la soldadura por ola, estas bases cuentan con un procedimiento de limpieza específico. Al finalizar de correr el número meta de paneles, pasan a mantenimiento. En esta semana se presentaron muchos paneles no aceptados por el área de calidad, ya que dichos paneles no cumplían con los requisitos establecidos por el cliente. A la hora de realizar el mantenimiento respectivo notamos que el estado de las bases no era el mejor y estaban provocando daños en componentes, así también como en la soldadura. También se cambiaron los láseres y cámaras de las iFlex.

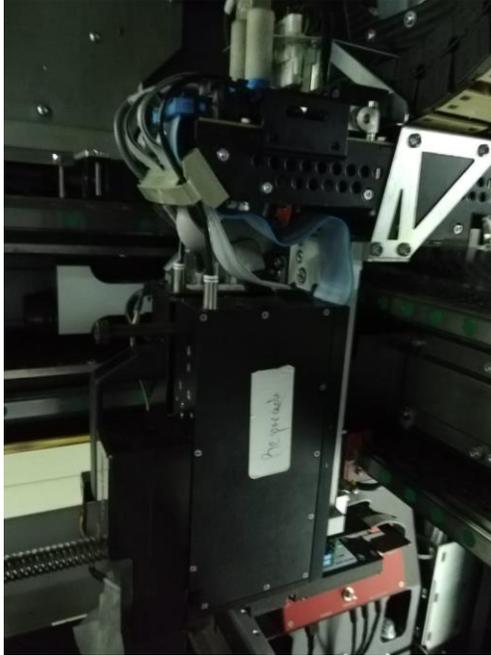


Ilustración 54. Cámara y laser de brazo 1.

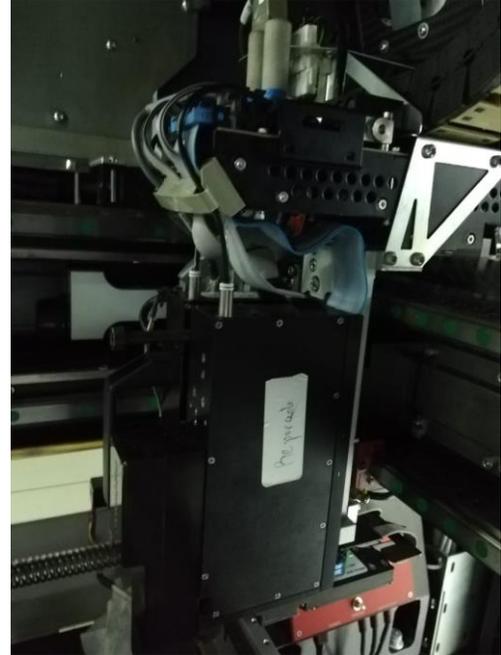


Ilustración 53. Cámara y laser de brazo 2.



Ilustración 56. Cambio de cámara.

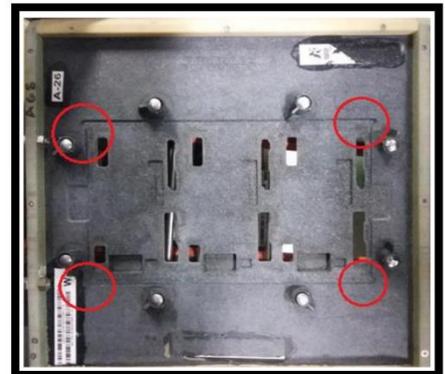


Ilustración 55. Mantenimiento de pallets.

4.1.10 SEMANA 10

En la décima semana se realizó el mantenimiento y reparación de los marcos de la Stencil. Estos poseen una manguera en el interior donde al introducir aire se expanden, abriendo así las rejillas donde van colocadas las pantallas de Stencil. Los problemas presentes en los marcos son que las mangueras pueden zafarse de los sellos o pueden estar rotas. También se procedió a cambiarse los pines quebrados o en mal estado de las fixturas de la ICT. Al realizar las pruebas eléctricas de las placas los pines suelen trabarse o quebrarse por la presión que se aplica a la placa y por ende a los pines. Luego de realizar el cambio de los pines se vuelve a cablear la fixtura y se prueba la continuidad de la misma para comprobar que los pines están correctamente posicionados y cableados.

En la línea de THT se sobrecargó un controlador ocasionando que uno de sus componentes fallara, a esta placa se le desoldó el componente en mal estado y posteriormente se le agregó uno bueno. Luego de eso se probó la continuidad para verificar su correcto funcionamiento.

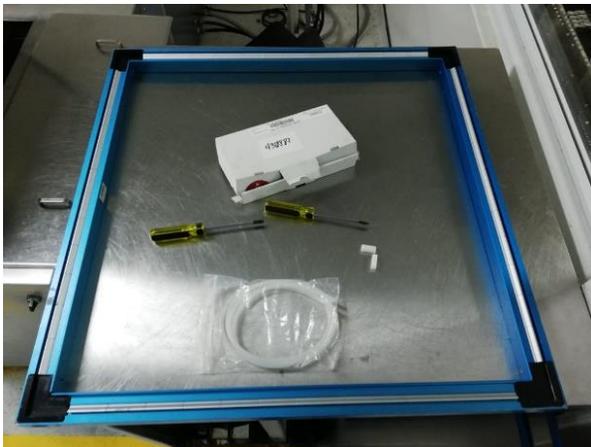


Ilustración 58. Marco de Stencil.



Ilustración 57. Fixtura de ICT.

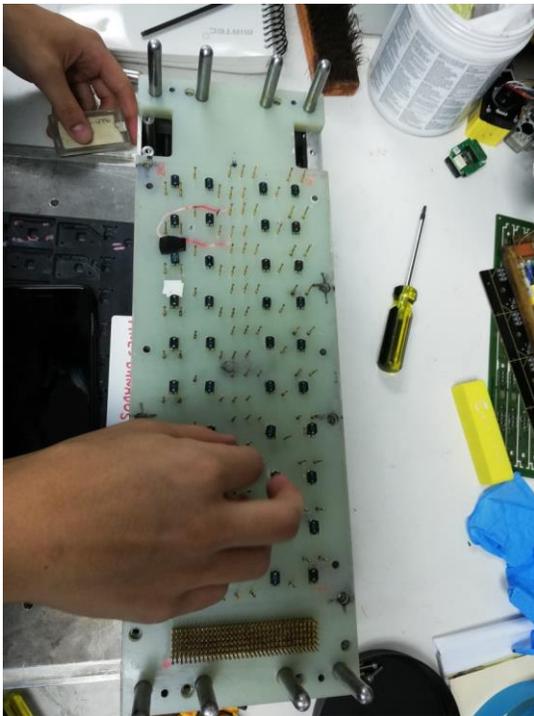


Ilustración 59. Reparación de fixtura de ICT.

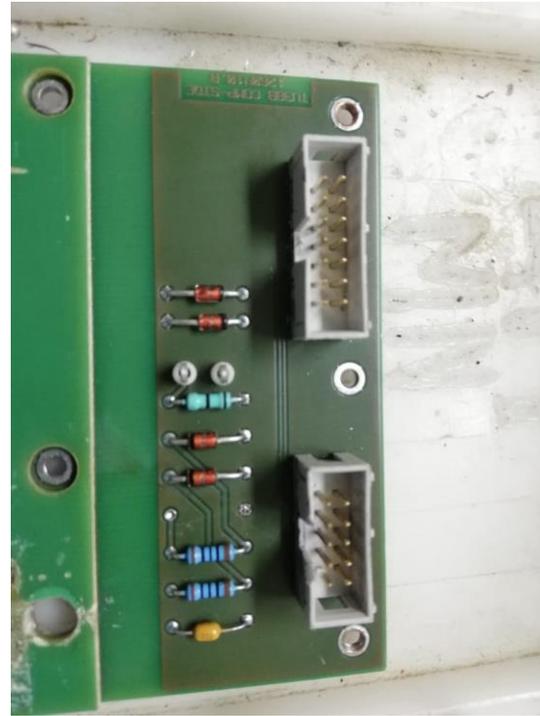


Ilustración 60. Placa en mal estado.

4.2 Cronograma de Actividades

A continuación se presentan detalladamente el desarrollo de las diversas actividades realizadas de manera cronológico a lo largo de las 10 semanas de la práctica.

Tabla 1-Cronograma de Actividades

Actividades	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inducción a las líneas de producción .										
Aprendizaje de funcionamiento de máquina iFlex.										
Ejecución de mantenimiento respectivo a la máquina iFlex.										
Aprendizaje de ajuste de línea.										
Aprendizaje de funcionamiento de máquina aplicadora de pasta.										
Introducción a los procesos										

de mantenimiento.										
Ejecución de conexión de un apilador de placas.										
Ejecución de mantenimiento respectivo a los magazines.										
Introducción a los perfiles térmicos de placas.										
Ejecución de perfiles térmicos.										
Ejecución de mantenimiento respectivo a los feeders.										
Reparación de deshumidificador.										
Ejecución de mantenimiento respectivo a los feeders.										
Reparación de servidor.										
Ejecución de mantenimiento de máquina lavadora de Stencil.										
Ejecución de mantenimiento toolbits.										
Ingreso de la nueva iFlex a la línea de producción.										
Reorganización de la línea de producción.										
Cableado de las maquinas.										
Mantenimiento de pallets.										
Cambio de láseres en iFlex.										
Cambio de cámaras en iFlex.										
Mantenimiento de marcos de Stencil.										
Reparación de fixtura de ICT,										
Reemplazo de componente en placa en mal estado.										

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

En el presente capítulo se exponen las conclusiones obtenidas a través de la práctica profesional en la empresa Empire Electronics.

- 1) El número de feeders en mal estado en el área de mantenimiento se redujo significativamente después de realizar un mantenimiento adecuado a cada feeder.
- 2) El número de paneles no aceptados por calidad es muy alto debido a que la base utilizada en la soldadura por ola están dañando los paneles y evitando un poka-yoke.
- 3) Algunas máquinas como ser la Stencil y la ICT dan fallas y errores constantemente, por lo que pequeños tiempos muertos en la producción son de esperarse, además se agrega el factor de calidad donde se aseguran que los componentes estén ubicados correctamente.
- 4) Debido a su repetido uso, elementos como ser los Feeders y Toolbits se dañan constantemente, por esto se enviaron al área de Tooling donde se repararon y calibraron para que pudieran seguir funcionando correctamente.
- 5) Al hacer cambio de producto en la línea de producción se alistaron anticipadamente los elementos a cambiar en las máquinas para dicho producto y así reducir el tiempo muerto al momento del cambio.
- 6) Los errores más comunes en las máquinas ocurrieron en la iFlex y la ICT debido al mal posicionamiento de los componentes, se encontró que estos errores se solucionaban reajustando los sensores de las máquinas.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

- 1) Se propone un diseño de base diferente, la cual permitirá un porcentaje menor de equivocación. Disminuyendo daños, el número de placas no aceptadas por calidad y evitando el movimiento del panel una vez entre en la soldadora.
- 2) Realizar un programa de mantenimientos preventivos para garantizar su ejecución a tiempo y haciendo uso de los recursos necesarios.
- 3) Realizar un programa de mantenimientos preventivos para garantizar su ejecución a tiempo y haciendo uso de los recursos necesarios.
- 4) Elaborar un mejor sistema de organización de los componentes y repuestos de las máquinas para evitar pérdidas de tiempo en su búsqueda.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. (2017). *Técnico/a en Farmacia. Servicio Murciano de Salud. Temario específico Vol. II*. Editorial CEP.
- Agosin, M., Urzúa, S., Wagner, R., Trejos, A., Rucci, G., Maffioli, A., & Bassi, M. (2014). *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Aparicio, M. P. (2010). *Diseño y desarrollo de circuitos impresos con KiCad*. Rc Libros.
- Aranda, D. (2014). *Electrónica: Conceptos básicos y diseño de circuitos*. Staff Users.
- Archambeault, B. (2002). *PCB design for real-world EMI control*.
<http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3086362>
- Ariza, J. N. (2016). *Guía para la selección, instalación y mantenimiento de compresores recíprocos de gas* [Pregrado]. Universidad Industrial de Santander.
- Cadlog. (2018, September 10). Los circuitos impresos rígido-flexibles dominan el mercado. *CADLOG*. <https://www.cadlog.es/2018/09/10/la-tecnologia-rigido-flexible-domina-el-mercado-de-los-circuitos-impresos/>
- Cárcel Carrasco, F. J. (2014). *La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial*. Omnia Publisher SL.
- Carrillo, J., & Hinojosa, R. (2003). *Cableando a Norteamérica: La industria de los arneses automotrices*. Cal y Arena.

- Charray, C. (2000). Mantenimiento predictivo: Una técnica que reduce o elimina averías inesperadas. *Revista de Ingeniería e Industria Dyna*, 75(1), 28–34.
- Daniel, R., & Paulus, T. (2019). Chapter 15—Maintenance Issues. In R. Daniel & T. Paulus (Eds.), *Lock Gates and Other Closures in Hydraulic Projects* (pp. 883–916). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809264-4.00015-X>
- Deighton, M. G. (2016). Chapter 5—Maintenance Management. In M. G. Deighton (Ed.), *Facility Integrity Management* (pp. 87–139). Gulf Professional Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801764-7.00005-X>
- Dietsche, K.-H. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Robert Bosch GmbH.
- Empire Electronics. (2015). *PCBA Manufacturing Process Controls*.
- Empire Electronics. (2019). *HONDURAS*. Empire Electronics. <https://www.empireelectronics.com/our-company/locations/honduras/>
- Espí López, J., Camps Valls, G., & Muñoz Marí, J. (2006). *Fundamentos de electrónica analógica*. Universitat de Valencia.
- Fernández Ros, M., Soler Ortiz, M. J., Novas Castellano, N., García Salvador, R. M., & Gásquez Parra, J. A. (2020). *Manual de diseño de circuitos impresos con Circuit Design Suite v09 de National Instruments*. Editorial Universidad de Almería.
- Galar, D., & Kumar, U. (2017). Chapter 6—Prognosis. In D. Galar & U. Kumar (Eds.), *EMaintenance* (pp. 311–370). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811153-6.00006-3>

- García Garrido, S. (2010). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- García, S. (2009). *Mantenimiento Predictivo: Técnicas de Mantenimiento Condicional Basadas en la Medición de Variables Físicas* (3rd ed.). Editorial Renovetec.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Batista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta Edición). McGraw-Hill Interamericana.
- Hollomon, J. K. (1989). *Surface-mount Technology for PC Board Design*. Howard W. Sams & Company.
- J. Liou, J. (2015). *Electrostatic Discharge Protection: Advances and Applications*. Taylor & Francis Ltd.
- Khandpur, R. (2005). *Printed Circuit Boards: Design, Frabrication, Assembly and Testing*. McGraw Hill Electronic Engineering.
- Khandpur, R. S. (2005). *Printed Circuit Boards: Design, Fabrication, Assembly and Testing*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Kumar, D., & Kumar, D. (2018). Chapter 18—Maintenance Management. In D. Kumar & D. Kumar (Eds.), *Sustainable Management of Coal Preparation* (pp. 369–380). Woodhead Publishing.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812632-5.00018-5>
- Lagos, R., & Camus, J. (2017). El plateado: Una actividad electroquímica para integrar diversas ciencias con el arte. *Educación Química*, 28, 84–90.
- Lara Silva, M. (2015). *UF1962—Ensamblado de componentes de equipos eléctricos y electrónicos*. Elearning S.L.

- LARRY, J. (2009). *Soldadura. Principios y aplicaciones*. Editorial Paraninfo.
- Lau, J. H. (1994). *Chip On Board: Technology for Multichip Modules*. Springer Science & Business Media.
- López Crespo, J. (2015). *Módulo 4. Fundamentos de electrónica*. Paraninfo.
- López Salazar, R., & Carrillo, J. (2009). Escalamiento y trabajo: El caso de la industria electrónica en Tijuana. *Frontera Norte*.
- López Sánchez, J., Rojas, F. A., Trujillo, C. L., & Guacaneme, J. A. (2004). Recomendaciones para el diseño de circuitos impresos de potencia. *Revista Científica y Tecnológica de La Facultad de Ingeniería Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 9(2), 44–47.
- Manko, H. H. (2001). *Solders and Soldering*. McGraw Hill Professional.
- Martín Castillo, J. C. (2017). *Electrónica*. Editorial Editex.
- Matín Márquez, P. L., Oliva Haba, J. R., & Manjavacas Zarco, C. (2010). *Montaje y mantenimiento de equipos*. Paraninfo.
- Mattox, D., & Sequeda, F. (2019). *Guías educativas para el procesamiento, caracterización y aplicaciones de recubrimientos—Capas delgadas*. Universidad del Valle.
- Miker Palafox, M. C. (2010). Maquiladoras de arneses automotrices: Entre la producción de clase mundial y la precariedad laboral en Juárez. *Suma de Negocios*, 25–42.

- Mital, A., Desai, A., Subramanian, A., & Mital, A. (2014). 8—Designing for Maintenance. In A. Mital, A. Desai, A. Subramanian, & A. Mital (Eds.), *Product Development (Second Edition)* (pp. 203–268). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799945-6.00008-9>
- Nieves Viñas, Á. (2015). *Mantenimiento y reparación de la maquinaria, instalaciones y equipos (UF0380)*. Editorial Elearning.
- N.T Information Ltd. (2017). *Printed Circuit Design & Fab Online Magazine—In the World PCB Rankings, Flex Shows Its Muscle*. <https://pcdandf.com/pcdesign/index.php/editorial/menu-features/12929-nti-100-1809>
- Oliva Haba, J. R., Mate Gutiérrez, M. F., & Manjavacas Zarco, C. (2019). *Montaje y mantenimiento de equipos 3ra. Edición*. Paraninfo.
- Palero Crespo, A. (2000). *Desarrollo De Productos Electronicos II*. Delibros, S.A.
- Pérez Lopez, J. (2015). *UF1966—Operaciones auxiliares en el mantenimiento de equipos electrónicos*. Elearning S.L.
- Phillips, G. B., & Runkle, R. S. (2019). *Biomedical Applications of Laminar Airflow*. CRC Press.
- R. Johnson, M. (2018). The Increasing Importance of Utilizing Non-intrusive Board Test Technologies for Printed Circuit Board Defect Coverage. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/AUTEST.2018.8532499>
- Redondo Quintela, F., & Redondo Melchor, R. C. (2019). *Electrostática y Corriente Eléctrica para Ingenieros*. Nueva Graficesa S.L.
- Robertson, C. T. (2003). *Printed Circuit Board Designer's Referencia: Basics*. Prentice Hall.

- Rowland, R. J., & Belangia, P. (1994). *Tecnología de Montaje superficial aplicada*.
- Ruíz, V. F. (1987). *Componentes electrónicos* (1ra ed.). CEAC.
- Sánchez González, J. J., Guerrero Serrano, P. M., Garrido Linares, A., & Amat Pinilla, D. (2015). *Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras (UF1669)*. Editorial Elearning.
- Sánchez Marín, F. T., Pérez González, A., Sancho Bru, J. L., & Rodríguez Cervantes, P. J. (2006). *Mantenimiento Mecánico de Máquinas*. Universitat Jaume.
- Schneider, E. L., Hamerski, F., Veit, H. M., & Pilotto, M. (2019). Evaluation of Mass Loss in Different Stages of Printed Circuit Boards Recycling Employed in Temperature Controllers. *Materials Research*.
- Semenov, O., Sarbishaei, H., & Sachdev, M. (2008). *ESD Protection Device and Circuit Design for Advanced CMOS Technologies*. Springer, Dordrecht.
- Valdez Salas, B. (2006). *Tecnología en la UABC*. Miguel Ángel Porrúa.
- Vashchenko, V., & Scholz, M. (2014). *System Level ESD Protection*. Springer International Publishing.
- Verrone, E. (2006). Soldadura SMT por Convección Forzada. *TRATE05-009, 1*, 41–46.
- Wimmer, C., Moser, S., O'Neel, T., & Zhen, L. (n.d.). *Readability of Directly-Marked Traceability Symbols on PCBs*.

Xu, J., & Xu, L. (2017). Chapter Eight—Maintenance Decision Support. In J. Xu & L. Xu (Eds.), *Integrated System Health Management* (pp. 377–432). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812207-5.00008-0>