

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO



TABLERO DE PRUEBA ELÉCTRICA CON SISTEMA POKA-YOKE PARA LA EMPRESA FURUKAWA AUTOMOTIVE SYSTEMS

Opción I: Titulación Integral – Tesis Profesional

Elaborada por:

Jesús Eduardo Trujillo Montoya

Que presenta para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Asesor:

Ing. Jesús Amparo Morales Guzmán

Uriangato, Gto.

Noviembre 2020

“TABLERO DE PRUEBA ELÉCTRICA CON SISTEMA POKA-YOKE PARA LA EMPRESA FURUKAWA AUTOMOTIVE SYSTEMS”

Elaborada por:

Jesús Eduardo Trujillo Montoya

Aprobado por..... Ing. Jesús Amparo Morales Guzmán
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial
Asesor de Tesis Profesional

Revisado por..... Ing. Cristina Orozco Trujillo
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial
Revisor de Tesis Profesional

Revisado por..... Ing. Juan Hernández
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial
Revisor de Tesis Profesional

3.- LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL



Instituto Tecnológico Superior
del Sur de Guanajuato

TECNOLOGÍA Y CALIDAD PARA LA VIDA

LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto., 03/ Septiembre/2020

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

Ing. J. Trinidad Tapia Cruz
Director Académico y de Estudios Profesionales
ITSUR
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre de estudiante y/o egresado(a): Jesús Eduardo Trujillo Montoya	
Carrera: Ingeniería Industrial	Núm. de control: D09120152
Nombre del proyecto: Tablero de prueba eléctrica con sistema poka-yoke para la empresa Furukawa Automotive Systems.	
Producto: OPCIÓN I: TESIS PROFESIONAL	

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

ATENTAMENTE



M.C. Gabriel Magaña Guzmán
Coordinador de Ingeniería Industrial
ITSUR

Instituto Tecnológico Superior
del Sur de Guanajuato



COORDINACIÓN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

		
Ing. Jesús Amparo Morales Guzmán Nombre y Firma de Asesor(a)	Ing. Cristina Orozco Trujillo Nombre y Firma del Revisor(a)* 1	Ing. Juan Hernández Paredes Nombre y Firma del Revisor(a)* 2

c.c.p. - Expediente

Julio 2017

Contenido

.....	1
Índice de figuras e imágenes	7
Índice de tablas	12
Resumen y abstract	13
Resumen	13
Abstract	15
Palabras claves (<i>keywords</i>).....	16
Capítulo 1	19
Introducción.	19
Capítulo 2	22
Marco teórico (Antecedentes).	22
Arnés de automóvil	23
Tablero de eléctrica	23
2.1 Construcción del tablero de eléctrica	24
Probador Dynalab.....	25
Poka-yoke	25
Push checker	25
Conector	26
Terminal	27
Grommet	27
Modelo	28
Número de parte	28
Clips	28
Fixturas de clips	29
Combos	30
Fixturas de combos	30
Fixturas de alineación	31
Producción en masa (MP)	31

Ayudas visuales	32
Microswitch	33
Capítulo 3	34
Planteamiento del problema	34
3.1. Identificación.	34
3.2. Justificación.	35
3.3. Alcance.	36
3.3.1 Alcances	36
3.3.2 Limitaciones	36
Capítulo 4	38
Objetivos	38
4.1 Objetivos generales.	38
4.2 Objetivos específicos.	38
Capítulo 5	39
Metodología	39
5.1 Descripción del área en que se participó.	39
5.1.1 Plano de la empresa	41
5.1.2 Organigrama del área	42
5.1.3 Estructura del tablero de eléctrica.	43
5.2 Instalación e implementación de fixturas de clips poka-yoke guiadas por un sistema LED ...	47
5.2.1 Diagrama de flujo del proceso de colocación e inspección de clips.	47
5.2.2 Causa raíz de la implementación de fixturas poka-yoke.	48
5.2.3 Diseño de clips y sistema guiado de LEDs.	49
5.3 Programación.	51
5.3.1 Antecedentes OMI	51
5.3.2 Programación Dynalab.	52
5.4 Implementación de etiqueta en tablero de eléctrica	60
5.4.1 Importancia del nametag	60
5.4.2 Diseño y programación de etiqueta.	61
Capítulo 6	66

Resultados	66
Capítulo 7	78
Análisis de Resultados	78
Capítulo 8	82
Conclusiones y trabajo a futuro	82
Referencias bibliográficas	83
Anexos	84
Glosario	86
Sistema guiado por LEDs	86
Puntos de detección	86
Bloques	86
Conector de 64 vías	86
Protocolo de comunicación serial RS232	86
Controlador de módulos LEDs	86
Diseñador Zebra	86

Índice de figuras e imágenes

Imagen 1 Logo Yamaichi, creado por Ichibe Furukawa, fundador del Grupo Furukawa Electric Co., Ltd. en 1877.	22
Imagen 2 Probador de arneses eléctricos, equipo traído desde Japón, este tipo de probador es determinado por el staff japonés aunque tiene modos de falla y presenta limitaciones en su funcionalidad. Foto por Eduardo Trujillo.	24
Imagen 3 Probador Dynalab es un testeador de origen norteamericano y el cual es más seguro, versátil y con menos modos de falla, es el probador que reemplazara el probador OMI. Foto de manual Dynalab.	25
Imagen 4 Muestras modelo de push checker utilizados en el tablero de eléctrica construido para la empresa Furukawa. Foto por Eduardo Trujillo.	26
Imagen 5 Diferentes modelos de conectores usados en los arneses producidos en la empresa Furukawa.	26
Imagen 6 Tipos de terminales que se insertan en los conectores a lo largo de la construcción del arnés en la planta Furukawa Acámbaro. Foto por Eduardo Trujillo.	27
Imagen 7 Modelos de grommets usados en los diferentes números de parte producidos en Furukawa Acámbaro. Foto por Eduardo Trujillo.	28
Imagen 8 Variedad de modelos de clips que se ensamblan en el arnés, cada uno con un color característico y diseño determinado por el cliente, Honda. Foto por Eduardo Trujillo.	29
Imagen 9 Diferentes modelos de fixturas de clip, cada una elaborada de acuerdo al color y diseño del clip a detectar. Foto por Eduardo Trujillo.	29
Imagen 10 Imagen técnica tomada del dibujo del cliente de un combo de conectores. Diseño e imagen por Honda.	30
Imagen 11 Imagen ilustrativa de conectores ensamblados para formar un combo; vista frontal y superior. Foto por Eduardo Trujillo.	30
Imagen 12 Fixtura de combo, usada para la comprobación de la correcta unión de dos o más conectores en el tablero de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo.	31
Imagen 13 Fixtura de alineación de terminales, con esta se comprueba que las terminales no hayan sido dañadas o dobladas durante el proceso de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo.	31
Imagen 14 Muestra de ayuda visual, la cual da referencia del orden y secuencia que debe seguir el operador, debe ser muy ilustrativa, haciendo amigable su uso y comprensión. Foto por Eduardo Trujillo.	32

Imagen 15 Muestras de los diferentes modelos de microswitches usados en los push checkers y fixturas de clip, son los encargados de censar la presencia de candados y terminales dentro de los conectores y fixturas. Foto por Eduardo Trujillo.	33
Imagen 16 Mapamundi de las compañías del grupo Furukawa Electric Co., Ltd. alrededor de todos los continentes. Imagen elaborada por Kazuto Kobayashi.	39
Imagen 17 Ubicación de la empresa Furukawa en el municipio de Acámbaro, Guanajuato. Imagen tomada de Google Maps.	40
Imagen 18 Fotografía del aspecto frontal de la empresa Furukawa en el municipio de Acámbaro, empresa donde se desarrolló este proyecto. Foto por Eduardo Trujillo.	40
Imagen 19 Lay out actual de las instalaciones de la empresa Furukawa. Imagen por ingeniero de producto.	41
Imagen 20 Lay out actual de la línea de producción donde se desarrolló y coloco el tablero de prueba eléctrica. Imagen por ingeniero de producto.	42
Imagen 21 Organigrama general del departamento de Ingeniería, área en la que se labora y desarrolla el proyecto. Imagen por Eduardo Trujillo.	42
Imagen 22 Diseño del tablero de prueba eléctrica en software Solid Works, vista inferior. Imagen por Eduardo Trujillo.	43
Imagen 23 Muestra del ruteo hecho en el tablero de prueba eléctrica, desarrollado en software Solid Works. Imagen por Eduardo Trujillo.	44
Imagen 24 Muestra física del desarrollo del ruteo del arnés en el tablero de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo.	45
Imagen 25 Overlay de construcción del arnés, usado para referencia de la colocación y orientación de componentes en el tablero de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo, overlay por asistentes de ingeniería de producto.	46
Imagen 26 Distribución de clips en arnés eléctrico. Imagen de manual de construcción de Honda.	47
Imagen 27 Diagrama de flujo de proceso por departamentos involucrados hasta Finish good. Imagen por Eduardo Trujillo.	48
Imagen 28 Modelo de fixtura de clip y sus diferentes detecciones en su estructura. Imagen y diseño por proveedor.	50
Imagen 29 Modelo de grommet con cuatro detecciones en su estructura, las detecciones reducen el riesgo de modo de falla y la posibilidad de pasar la prueba eléctrica de no ser el número de parte correcto. Imagen y diseño por proveedor.	50
Imagen 30 Ilustración de los componentes del OMI y desarrollo de la prueba eléctrica por OMI. Foto por Eduardo Trujillo.	51

Imagen 31 Pantalla donde se dan de alta/baja los puntos de prueba en el programa del probador OMI. Imagen del MemorySystem, software usado para la programación de puntos de conexión de OMI.	52
Imagen 32 Sección de bloques del Editor NX para la programación de puntos de prueba en Dynalab. Imagen por Eduardo Trujillo.	53
Imagen 33 Asignación de puntos de prueba final en Editor NX. Imagen por Eduardo Trujillo.	53
Imagen 34 Asignación de los puntos de prueba de una forma más descriptiva. Imagen por Eduardo Trujillo.	54
Imagen 35 Panel de adición de switches para bloques. Imagen por Eduardo Trujillo.	55
Imagen 36 De las conexiones seriales en el Dynalab, de acuerdo a la capacidad del modelo del probador; por la cantidad de señales a probar se determina el uso del probador NX Pro. Imagen de manual de Dynalab.	56
Imagen 37 Pestaña dentro del panel de adición para la enumeración de puntos de LEDs. Imagen por Eduardo Trujillo.	56
Imagen 38 Muestra del módulo de LEDs usado para transmitir las señales de iluminación. Imagen de manual de Dyalab.	57
Imagen 39 Pantalla de conexiones del programador NX, se muestran las señales totales y se administran dando de alta/baja de acuerdo al número de parte. Imagen por Eduardo Trujillo.	57
Imagen 40 Diagrama de flujo del programa en el editor NX, es la programación de las diferentes etapas de inspección a las cuales se somete el arnés en el tablero de prueba eléctrica. Imagen por Eduardo Trujillo.	58
Imagen 41 En esta pantalla del editor NX se agregan los diferentes números de parte a ser probados en el tablero de prueba eléctrica. Imagen por Eduardo Trujillo.	59
Imagen 42 Ejemplo de una etiqueta, mejora implementada en la construcción del tablero de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo.	60
Imagen 43 Diagrama de flujo del proceso de impresión y control de etiqueta antes de la mejora. Imagen por Eduardo Trujillo.	61
Imagen 44 Composición técnica e información contenida en la etiqueta. Imagen e información tomada del LNDD enviado por el cliente.	62
Imagen 45 Ajuste y configuración de parámetros dimensionales para la etiqueta. Imagen por Eduardo Trujillo.	63
Imagen 46 Diseño de la etiqueta, en ella se muestran los caracteres a imprimirse en la misma. Imagen por Eduardo Trujillo.	63
Imagen 47 Asignación de caracteres que serán impresos en la etiqueta en el programa del editor NX. Imagen por Eduardo Trujillo.	64

Imagen 48 Diagrama de flujo del proceso de impresión de etiqueta en el probador NX. Imagen por Eduardo Trujillo.	64
Imagen 49 Diagrama de flujo del proceso de la etiqueta, después de la mejora. Imagen por Eduardo Trujillo.	65
Imagen 50 Formato de liberación de números de parte, en las diferentes etapas de liberación de línea de producción. Imagen por ingeniero de producto.	67
Imagen 51 Formato de registro de liberación de etiqueta de línea de producción para modelo 32107-T7S-ZT02. Formato e imagen compartida por el departamento de Calidad QA.	68
Imagen 52 Muestra del estado del tablero de prueba eléctrica antecesor a la construcción del tablero actual, vista lateral izquierda. Foto por Eduardo Trujillo.	69
Imagen 53 Muestra del estado del tablero de prueba eléctrica antecesor a la construcción del tablero actual, vista lateral derecha. Foto por Eduardo Trujillo. ..	70
Imagen 54 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "X" cargado, vista superior izquierda. Foto por Eduardo Trujillo.	71
Imagen 55 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "X" cargado, vista superior derecha. Foto por Eduardo Trujillo.	71
Imagen 56 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "Y" cargado, vista superior izquierda. Foto por Eduardo Trujillo.	72
Imagen 57 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "Y" cargado, vista superior derecha. Foto por Eduardo Trujillo.	72
Imagen 58 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "Z" cargado, vista superior izquierda. Foto por Eduardo Trujillo.	73
Imagen 59 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "Z" cargado, vista superior derecha. Foto por Eduardo Trujillo.	73
Imagen 60 Formato de liberación de tablero de prueba electrica, en el se plasma la liberación por número de parte y diferentes defectos en cada arnés, para la prueba Red Rabbit. Imagen compartida por departamento de Calidad QA.	79
Imagen 61 Diagrama de flujo, poka-yokes instalados por los cuales pasa el arnés en el proceso de prueba eléctrica. Imagen por Eduardo Trujillo.	81
Imagen 62 Planeación multidisciplinaria para el arranque de línea de producción para modelo 32107-T7S-ZT02. Imagen por ingeniero de producto.	84

Imagen 63 Planeación multidisciplinaria para arranque de línea modelo 32107-T7S-ZT02. Imagen por ingeniero de producto. **85**

Índice de tablas

Tabla 1 Grafica y tabla de quejas de cliente tenidas a lo largo de un año, referenciada a defectos totales. Tabla por Eduardo Trujillo.	49
Tabla 2 Tabla comparativa entre ambos probadores, se compara tiempo muerto, detección de defectos, tiempo total de inspección al arnés y detección de clips. Tabla por Eduardo Trujillo.	74
Tabla 3 Grafica de comparación de costos entre probadores, OMI vs Dynalab. Tabla por Eduardo Trujillo.	75
Tabla 4 Cuadro comparativo entre ambos robadores antes y después de la implementación. Tabla por Eduardo Trujillo.	76
Tabla 5 Grafica de quejas de cliente durante el año 2018, antes y después del cambio del tablero de prueba eléctrica. Tabla por Eduardo Trujillo.	80

Resumen y abstract

Resumen

El objetivo principal de este proyecto ha sido la elaboración del tablero de pruebas eléctricas para verificar la conductividad de los arneses de la nueva línea de producción para el modelo HR-V de la empresa Honda dentro de la empresa Furukaw Automotive Systems Acámbaro México usando un nuevo probador, la implementación de un sistema guiado por LEDs así como hacer uso de fijaduras poka-yokes además de la eliminación del proceso manual de nametag, reducción de tiempos muertos, entre otros.

Previo a la construcción del tablero el departamento de Prueba eléctrica, área de Mantenimiento, realizó un análisis del tablero antecesor junto a las áreas de Calidad, Producción e Ingeniería para detectar las áreas de oportunidad y de esta manera definir los puntos a mejorar, tanto para su construcción como para su uso, llevar a cabo esta reunión multidisciplinaria permitió percibir mejor los puntos de mejora a nuestro proyecto en comparación al anterior probador, encontrando así una gran área de mejora para desarrollar el proyecto.

Para la realización y ejecución de este proyecto se emitió un estudio de historial de defectos en el año previo al uso de un nuevo probador, así como las quejas de cliente que no fueron detectadas con el probador anterior, los tiempos muertos generados por una avería en el probador y los componentes dejados de detectar al pasar una pieza; los resultados al analizarse arrojaron riesgos muy altos en flujo final, además de ser poco amigable y entendible para los inspectores. Los paros de línea que son generados por averías del probador ascienden hasta a tres horas por turno, durante ese tiempo se reduce la productividad, los costos de reparación se elevan debido a la dificultad de encontrar refacciones por su particularidad de ser un probador completamente japonés. La cantidad de quejas de cliente causadas por una mala o nula detección por falta de poka-yokes durante el tiempo que este probador ha sido usado, superan el target anual que tiene la empresa como meta, siete quejas por año.

Toda esta información fue presentada ante las gerencias, las cuales después de varios estudios y estadísticas más, emitieron la autorización para el cambio y construcción de un nuevo tablero, donde las fijaduras poka-yokes forman parte

indispensable del proceso, así como también la implementación de un nuevo sistema de prueba, que fuese más amigable y manejable para los inspectores.

Actualmente, el tablero se encuentra colocado en línea de producción, siendo aprobado por gerencia y validado por el departamento de Calidad, haciendo efectivo este cambio; con el cambio de tablero las quejas de cliente se han nulificado, el nuevo tablero cuenta ahora con poka-yokes, el probador en su manejo es más amigable y la detección de defectos es más sencilla para el inspector de Calidad, este cambio representa una nueva forma de hacer tableros de prueba eléctrica, es una mejoría significativa ya que permite abrir el panorama a nuevas mejoras y uso de dispositivos diferentes a los japoneses.

Abstract

The principal objective for this project has make an electrical test board to check the electrical continuity on harness for the new production line of model HRV to Honda customer into the Furukawa Automotive Systems Acambaro Mexico using a new tester, implemented guide system LED, new fixtures poka yokes, also, removing the manual process for nametag print and reduce down time, etc.

Before to start to build the electrical test board, Maintenance department have a meeting with Quality, Production and Engineering departments to analyze areas for improvement and define objectives, for construction and use, this multidisciplinary meeting allowed perceive with more clarify the difference between the two testers, finding a big areas for improvement to development the Project.

To make and execution this project was emitted a record with history of defects in the last year before at use a new tester, was considerer customer claims by the tester, down time per failures on the tester and components not detected; the result give us high risks on final flow, also the tester is a little bit friendly and hard to understand by Quality inspectors. The line stop by tester failures is around for three hours per shift, during this time the productivity decrease, the repair cost is very expensive because the spare parts is hard to find because is totally Japanese the tester. The customer claims by bad or null detection for lack poka yoke fixtures during the time of use the tester, the claims pass the annual target putting by Furukawa company like goal, seven claims per year.

All this information was shown to the management, after some study and statistics, they give the approbation to make the change and start to build the electrical test board, where the poka yoke fixtures are essential on the process, also the use a new tester, friendlier and manageable for Quality inspectors.

Currently, the new electrical test board is into a production line, was approved by management, was validated by Quality department, the change it's official; with the new electrical test board the customer claims is zero, the poka-yokes was functional on the board, the use is more friendly and the defects detection is more simple to Quality inspector; this change represents a new way to make boards, it's an important change because show a prospect to new improvements and new or different devices to japaneses.

Palabras claves (*keywords*)

Poka-yokes

Nametag

Push checkers

Fixturas

LEDs

Testeador

Tiempo muerto

Agradecimientos

Aprovecho estas líneas para expresar mi agradecimiento a todas las personas que me han ayudado y apoyado a lo largo de estos años de esfuerzo dentro de el Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato.

En primer lugar quiero agradecer a mi madre, por todo el ánimo, esmero y empuje dado en todo este tiempo, siempre estuvo en las buenas y en las malas situaciones, cada oportunidad de dar e inyectar fuerza y animo han sido piedra angular para llegar hasta aquí. Agradezco a mi padre por su incansable fuerza, dedicación y trabajo de dar siempre lo mejor de sí mismo para otorgarme las herramientas necesarias en este camino, agradezco por siempre tener palabras sensatas para guiarme a mi desarrollo personal y profesional. A mis hermanos, a cada uno de ellos, los quiero y deseo disfruten como yo de este logro. Los quiero y esta meta que costo tanto alcanzar es para ustedes, este es el fruto de lo que ustedes sembraron en mí, solo quería devolver un poco de lo mucho que me han dado.

Quiero mostrar mi más sincero agradecimiento a todos los profesores que tuve durante mi estancia en el tecnológico, por su deseo de enseñar y desarrollar en mí un profesional, por sus conocimientos, valores y virtudes, por el interés, además de su deseo de transmitir y dejar huella en mí a través de su persona.

Tengo la oportunidad de agradecer a compañeros y amigos, a los cuales agradezco por las vivencias y conocimientos aprendidos, en especial a Miguel Ángel Hernández Godínez por ser incondicional, ser parte de esto, por compartir una gran amistad y excelentes momentos; a María del Socorro Hernández López por estar conmigo a lo largo del desarrollo de este proyecto, por confiar y empujar, por cada recuerdo, por todo lo bueno y los momentos compartidos.

Por todo esto, infinitas gracias.

Dedicatoria

Con todo mi corazón, amor y cariño, dedico este proyecto a mis padres, por haberme forjado como la persona que soy, sin ellos no habría logrado muchas de mis metas, se los debo a ustedes, principalmente este; su bendición día a día me protege y me conduce por el buen camino, el camino que ustedes quieren para mí. Me criaron y formaron con las reglas, principios y valores adecuados, los que ustedes han creído necesarios para mi desarrollo, todos con la finalidad de que llegara a alcanzar mis metas, mis sueños, hoy les entrego mi trabajo, por su sacrificio, paciencia e inmenso amor, gracias por estar a mi lado siempre apoyándome.

No ha sido fácil, lo logramos, los amo.

Capítulo 1

Introducción.

El presente proyecto se refiere al cambio de modelo de los tableros de prueba eléctrica que son herramienta para la inspección eléctrica a los circuitos del arnés del nuevo modelo para HONDA HR-V 2019, de igual manera el proyecto abarca cambios notorios en la construcción del tablero de eléctrica y programación, así como el proceso de inspección como parte de una mejora importante para el área de calidad. La característica principal de los viejos tableros de eléctrica es que es un proceso de inspección sumamente deficiente, fácilmente era manipulado por los operadores y no seguía un estándar para la prueba de continuidad eléctrica, el control de la impresión de etiquetas, las cuales son un importante componente, ya que en ellas se registran los datos de la compañía el control del conteo del arnés es nulo, pues tampoco se sigue un proceso riguroso de control, ningún departamento se hace responsable del control.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas, una de ellas son las quejas constantes de clientes ya sea por algún componente faltante, mal etiquetado, algún circuito dañado o incluso conectores dañados. En tan solo el año pasado se tuvieron 2 quejas de cliente por semana en 3 meses, es decir que del total de productividad en 3 meses el 30% fueron quejas de cliente. Las quejas fueron de la siguiente manera:

- Clip faltante o equivocado: 10 quejas de cliente.
- Mal etiquetado: 6 quejas de cliente.
- Circuito dañado: 4 quejas de cliente.
- Conector dañado: 4 quejas de cliente.

Otra causa importante es el incremento sumamente alto de tiempo muerto en el tablero de eléctrica, el equipo de prueba eléctrica es de costosa reparación pues las piezas o refacciones son obsoletas y se requiere mandar comprar especialmente

para este equipo, además de una nula capacitación debido a que es exclusivamente japonés y las personas autorizadas no otorgaban el soporte ideal para su reparación. Se tienen registros de hasta 4 horas de tiempo muerto por fallas en el testeador.

El cambio de diseño del tablero de eléctrica, así como también el probador se realizó para bajar los índices de quejas de clientes o paros de línea en producción con un tablero altamente confiable y con procesos rigurosos para así garantizar la mejor calidad en el producto final, reducir los costos de reparación y compras de spare parts.

Por otra parte se establecieron indicadores para asegurar el correcto uso del tablero y del probador de prueba eléctrica, un diagrama de flujo de proceso que rigurosamente sigue calidad y un proceso de mantenimiento altamente efectivo para mantener la eficacia del tablero de eléctrica.

Anteriormente, los ingenieros de pruebas eléctricas solicitaban a Japón el código o algoritmo de programa de prueba eléctrica, para este proyecto, se propuso desarrollar ese algoritmo por parte del área de eléctrica, tomando como bases de datos las hojas de procesos que los ingenieros de producto realizan. De igual manera la construcción del tablero y la instalación de los componentes basados en los overlays también diseñados por Ingeniería.

En efecto, el problema se centra en el deficiente proceso de inspección final al producto y desarrollar un nuevo modelo y construcción de un tablero de prueba eléctrica, implementando un nuevo equipo de prueba eléctrica y desarrollar un nuevo algoritmo de programación.

- Analizar y realizar un estudio de la estructura del nuevo modelo de tablero de prueba eléctrica, basándose en el actual tablero.
- Implementar fixturas poka-yoke en el nuevo tablero de prueba eléctrica.
- Desarrollar nuevo programa de prueba eléctrica con el equipo Dynalab.

- Eliminar el proceso manual de la colocación de etiqueta y desarrollar un proceso de su control.

Habiendo logrado el cambio en el tablero de prueba eléctrica además de cumplir con los objetivos establecidos en la ejecución del proyecto más adelante durante el desarrollo del mismo se analizan y explican a detalle los resultados obtenidos, siendo los objetivos cumplidos el principal indicador del éxito obtenido, dentro de los cuales se contempla el haber logrado la implementación de un nuevo sistema de prueba eléctrica, una mejor señalización e indicación de componentes dentro del tablero, la eliminación del proceso manual de colocación del nametag, una reducción sustancial del tiempo muerto en el proceso de flujo final además de la implementación de fixturas poka-yoke en todo el tablero; habiendo logrado esto el desarrollo del proyecto y la puesta a punto del tablero fueron logrados y llevados al uso del mismo.

Capítulo 2

Marco teórico (Antecedentes).

El Grupo FURUKAWA, fundado desde 1884 en Japón y liderada por Furukawa Electric Co., Ltd., actúa en las áreas de Telecomunicaciones, Electrónica, Sistemas Automotrices, Energía, Metales y Servicios, presente en los principales mercados del mundo: Norteamérica, África, Asia, Europa y América Latina.



Imagen 1 Logo Yamaichi, creado por Ichibe Furukawa, fundador del Grupo Furukawa Electric Co., Ltd. en 1877.

Consta de un motivo de montaña (yama) y el carácter japonés para "uno" (ichi). El logotipo Yamaichi fue creado por el fundador del Grupo Furukawa: Ichibe Furukawa, en 1877; cuando decidió dejar atrás su larga carrera en el negocio de la seda cruda y se centró en la industria minera.

Basado en la idea de especializarse exclusivamente en la minería, desarrolló la mina Ashio, mina de cobre líder en Japón.

La mina Ashio, se encuentra en la prefectura Tochigi, Japón. Ha estado en operación desde el 1600 cuando era propiedad del Shogunato Tokugawa. En ese entonces tenía una producción anual de 1.500 toneladas, aunque este volumen luego declinó y la mina se cerró en el 1800. Hacia 1871, pasó a propiedad privada luego de la industrialización impulsada durante la Restauración Meiji. Hacia 1877 pasó a ser propiedad de Furukawa Ichibe, y hacia fines del 1880 su producción había aumentado en forma dramática, alcanzando 4.090 toneladas durante 1885, representando el 78 por ciento de toda la producción de las minas propiedad de Furukawa y el 39 por ciento de toda la producción de cobre del Japón.

La mina produjo una seria contaminación hacia la década de 1880 y en ella también hubo importantes revueltas de mineros en 1907. Fue cerrada en 1973.

Furukawa Ichibe fundó la corporación, donde fabricaban cables del cobre producido en la mina, creció de forma paulatina, tiempo después no sólo producían cables, también estaban involucrados con componentes electrónicos. El crecimiento de la empresa siempre se ha sustentado en la innovación técnica, a ello se dedica desde

un inicio y hasta el día de hoy, para contribuir con la sociedad como líderes en la innovación tecnológica.

Arnés de automóvil

Un arnés eléctrico automotriz es un conjunto de cables, terminales, conectores, clips, cintas entre otros componentes que tienen la función de llevar continuidad eléctrica de un punto a otro. La cantidad y orientación de clips, el tipo y lugar donde se aplique la cinta o la variedad, tipo y tamaño de los conectores dependerá de la zona o módulo del automóvil.

El departamento de Calidad QA tiene bajo su resguardo arneses ideales o arneses maestros de acuerdo a las características requeridas por el cliente; son ideales debido a la serie de procesos a los que son sometidos, estos arneses son utilizados para la liberación de las líneas puesto que todas sus pruebas son OK, se tiene un arnés maestro por cada número de parte.

Tablero de eléctrica

El tablero de eléctrica es parte del proceso de flujo final puesto que es el encargado de probar la continuidad de los circuitos eléctricos del arnés, tiene la finalidad de detectar circuitos y terminales dañadas, así como también mala conexión de circuitos, otra de las funciones del tablero de eléctrica es la detección de presencia de clips, que son la guía de ruteo del arnés al momento de ensamblarlo en el automóvil.

A mediados del año 2017 la empresa Furukawa trabajaba con el probador OMI para hacer pruebas eléctricas a los arneses de automóvil, este probador era poco confiable debido a sus limitaciones de su funcionalidad y su difícil interacción con el personal operario, dentro de las investigaciones realizadas se encontraron registros de "tiempo muerto" de hasta tres horas, por lo cual había pérdidas de ganancia y aumentaban los costos por parar la producción del cliente.



Imagen 2 Probador de arneses eléctricos, equipo traído desde Japón, este tipo de probador es determinado por el staff japonés aunque tiene modos de falla y presenta limitaciones en su funcionalidad. Foto por Eduardo Trujillo.

2.1 Construcción del tablero de eléctrica

Puede ser construido con hojas de triplay o MDF el cual se cubre con hojas de coroplast sobre el cual se montan varios arnés master para así realizar un trazado y distribución similar al que tienen los arneses que serán pasados por los inspectores de calidad cuando el tablero esté listo; sobre la superficie de coroplast son marcadas las ubicaciones de los push checker y fixturas de clips, de combos y grommets que formaran parte del tablero, después de esto se colocan los números de identificación de cada push checker, clips respecto al dibujo del cliente y las ayudas visuales de los conectores, así como las ayudas visuales de los clips respecto a la fixtura que corresponda y toda la información que el departamento de Ingeniería crea necesaria para que los inspectores de calidad tengan en el tablero, seguido de esto, se protege la información del tablero, como ayudas visuales, enumeración de push checkers y clips, con una lámina de acrílico de 3mm de espesor, posteriormente se fijan los push checkers sobre el acrílico en la posición trazada en base al arnés.

Probador Dynalab

Probador electrónico de diseño y construcción americano cuya función es la de probar circuitos eléctricos del arnés, así como mostrar, número conector, cavidad, color y nombre del circuito por medio de una programación de diagrama de flujo, este probador permite la conexión de otros dispositivos por medio de puertos seriales, algunos de estos dispositivos pueden ser impresora, módulos de LED's, monitores, dispalys, scanner, etc.



Imagen 3 Probador Dynalab es un testeador de origen norteamericano y el cual es más seguro, versátil y con menos modos de falla, es el probador que reemplazara el probador OMI. Foto de manual Dynalab.

Poka-yoke

Es una herramienta procedente de Japón que significa "a prueba de errores". Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones, ya sean de origen humano o automatizado. Este sistema se puede adaptar para la detección de errores. Si nos centramos en las operaciones que se realizan durante de la fabricación de un producto, estas pueden tener muchas actividades intermedias y el producto final puede estar formado por un gran número de piezas. Durante estas actividades, puede haber ensambles y otras operaciones que suelen ser simples pero muy repetitivas. En estos casos, el riesgo de cometer algún error es muy alto independientemente de la complejidad de las operaciones. Los poka-yokes ayudan a minimizar este riesgo con medidas sencillas, baratas y efectivas.

Push checker

Es un componente cuya función es detectar que exista corriente entre los circuitos de los arneses fabricados, mediante el push checker se puede detectar si algún

circuito se encuentra ensamblado en una cavidad equivocada, cuando un circuito está en una cavidad errónea se le conoce como circuito invertido.

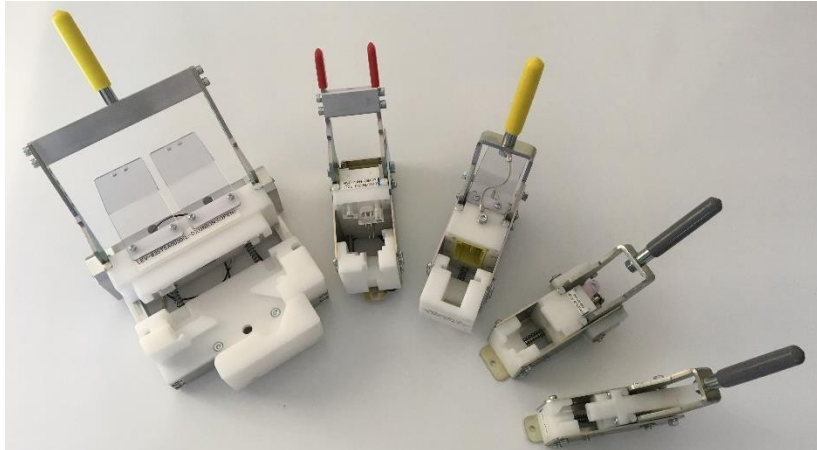


Imagen 4 Muestras modelo de push checker utilizados en el tablero de eléctrica construido para la empresa Furukawa. Foto por Eduardo Trujillo.

Conector

La función del conector es la de asegurar que la señal eléctrica se transmita a través de su terminal emisora hasta la otra terminal receptora; los conectores pueden ir sellados o no, es decir, pueden tener una capa de plástico alrededor de la boca del conector para evitar la filtración de agua o polvo, además, algunos modelos de conectores cuentan con un "candado" que sujeta las terminales para evitar que se muevan y lleguen a desensamblarse.

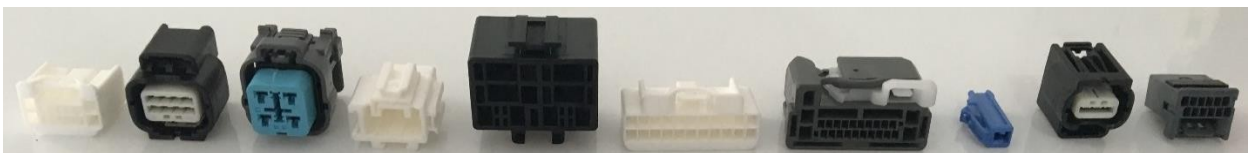


Imagen 5 Diferentes modelos de conectores usados en los arneses producidos en la empresa Furukawa.

Foto por Eduardo Trujillo.

Terminal

Es un componente esencial en los arneses, ya que son las que indican el principio o fin de un circuito y facilitan la introducción del cable en las cavidades de los conectores con el fin de conducir la señal a la terminal del conector de destino. Generalmente están fabricadas de cobre o aluminio, debido a que estos materiales son buenos conductores por lo tanto tienen mayor facilidad de trasladar la señal.



Imagen 6 Tipos de terminales que se insertan en los conectores a lo largo de la construcción del arnés en la planta Furukawa Acámbaro. Foto por Eduardo Trujillo.

Grommet

Tiene la función de permitir el paso de los circuitos a través de objetos que pueden tener fricción o piezas que son móviles y con el tiempo pueden llegar a cortarlos; también tiene la función de sellar el orificio para impedir el paso de polvo o agua entre zonas.



Imagen 7 Modelos de grommets usados en los diferentes números de parte producidos en Furukawa Acámbaro. Foto por Eduardo Trujillo.

Modelo

Familia a la que pertenece el arnés de acuerdo a la versión del automóvil para el que fue fabricado.

Número de parte

Código alfa numérico asignado por el cliente para identificación de la planta donde fue elaborada la pieza producida.

Clips

Los clips constan de dos partes, el sujetador que es la pieza que se fija al metal o arnés y el cintillo que es quien sujetará al conjunto de circuitos y sirven para asegurar el ruteo de los arneses y que no rocen con otra pieza del automóvil, los clips se fijan a piezas de metal en el automóvil.



Imagen 8 Variedad de modelos de clips que se ensamblan en el arnés, cada uno con un color característico y diseño determinado por el cliente, Honda. Foto por Eduardo Trujillo.

Fixturas de clips

Es un sistema que permite probar la presencia de los clips ensamblados en el arnés, como característica, son elaborados de acuerdo a la figura del clip a detectar, y pueden tener una, dos o cuatro detecciones dependiendo de la forma del mismo.

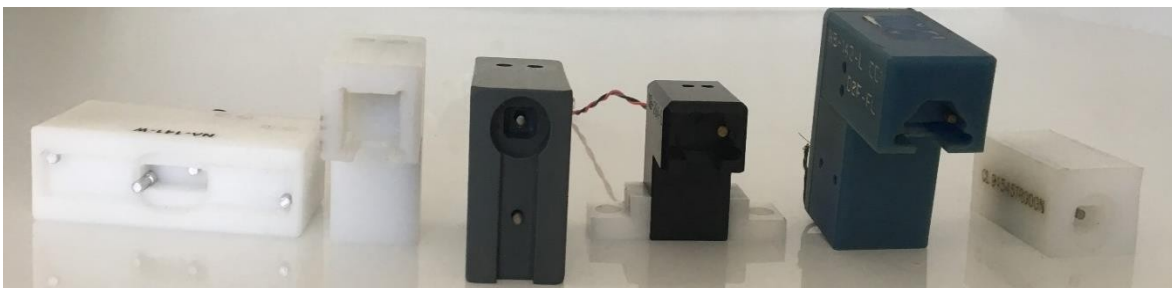


Imagen 9 Diferentes modelos de fixturas de clip, cada una elaborada de acuerdo al color y diseño del clip a detectar. Foto por Eduardo Trujillo.

Combos

Es la unión de dos o más conectores a través de pestañas que se ensamblan entre sí para mantener juntos los conectores. Este proceso se realiza por requerimiento del cliente; especificado en el plano del arnés.

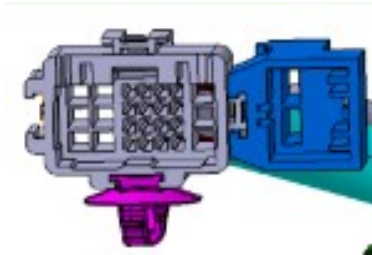


Imagen 10 Imagen técnica tomada del dibujo del cliente de un combo de conectores. Diseño e imagen por Honda.

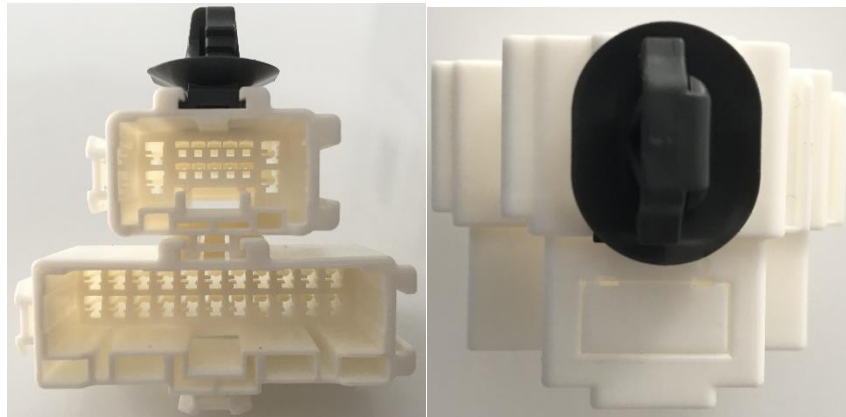


Imagen 11 Imagen ilustrativa de conectores ensamblados para formar un combo; vista frontal y superior. Foto por Eduardo Trujillo.

Fixturas de combos

Son fixturas en donde se insertan los combos de conector para hacer presencia de los mismos y así asegurar la realización de estos en la inspección del tablero de eléctrica.

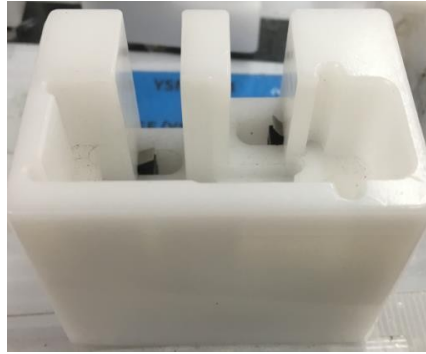


Imagen 12 Fijatura de combo, usada para la comprobación de la correcta unión de dos o más conectores en el tablero de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo.

Fixturas de alineación

Son fixturas de aluminio donde se insertan los conectores con terminal tipo “espada” para comprobar su correcta alineación e inserción dentro de los conectores.

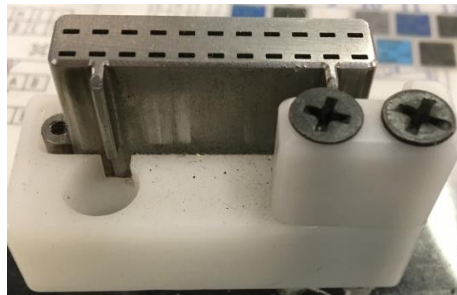


Imagen 13 Fijatura de alineación de terminales, con esta se comprueba que las terminales no hayan sido dañadas o dobladas durante el proceso de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo.

Producción en masa (MP)

Es un sistema de producción cuya idea principal es producir grandes cantidades de productos poco diferenciados, utilizando un alto grado de mecanización.

Ayudas visuales

Imágenes o fotografías de conectores del arnés con especificaciones tales como color de circuito, nombre y número de cavidad en la que debe ir ensamblada, son de apoyo al operador el momento de encontrar un defecto en el arnés.

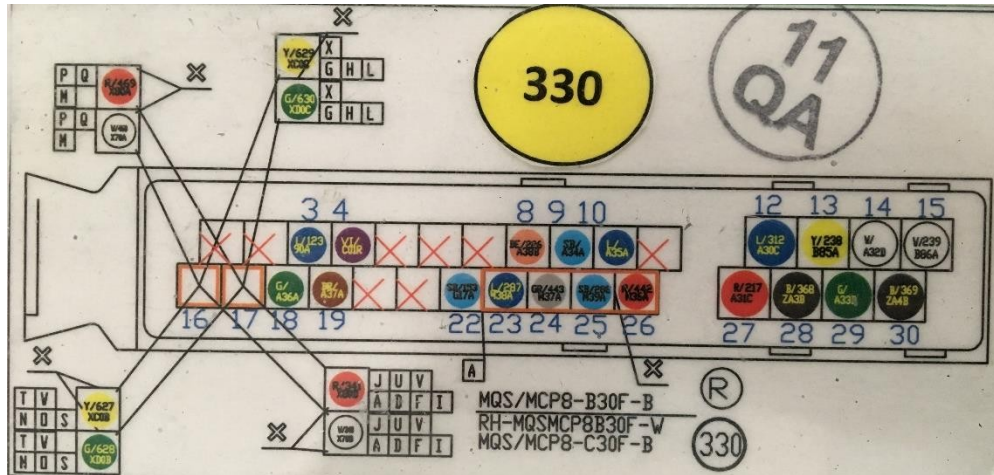
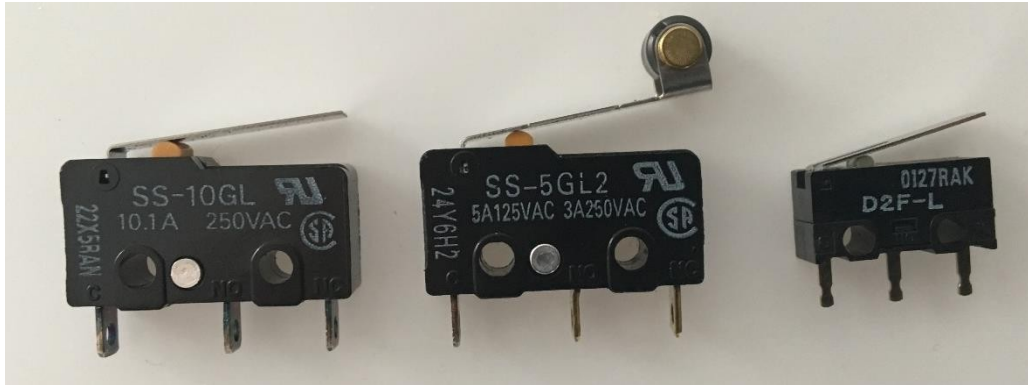


Imagen 14 Muestra de ayuda visual, la cual da referencia del orden y secuencia que debe seguir el operador, debe ser muy ilustrativa, haciendo amigable su uso y comprensión. Foto por Eduardo Trujillo.

Microswitch

Es un interruptor eléctrico que se acciona con muy poca fuerza física, a través de un mecanismo y son utilizados en las fixturas poka-yoke cumpliendo la función de detectar presencia de clips al ser presionados ya que funcionan similar a un botón.



*Imagen 15 Muestras de los diferentes modelos de microswitches usados en los push checkers y fixturas de clip, son los encargados de censar la presencia de candados y terminales dentro de los conectores y fixturas.
Foto por Eduardo Trujillo.*

Capítulo 3

Planteamiento del problema

3.1. Identificación.

Haciendo un análisis detallado junto al equipo multidisciplinario, conformado por el área de Ingeniería, técnicos de Mantenimiento, inspectores de Calidad y líderes del departamento de Producción sobre el anterior tablero instalado, el pasado tablero presenta como desventaja una difícil y limitada interacción con el usuario, así como su fácil manipulación y fuga de componentes faltantes por su pobre sistema de indicación de componentes aplicables al momento de realizar la prueba eléctrica, no existe una indicación de componentes de acuerdo al número de parte a probar, unido a esto, presenta en su construcción fixturas no poka-yokes, fáciles de burlar debido al diseño de las mismas, otra de las desventajas es el proceso manual de impresión de nametag para el producto, permitiendo de esta forma tener un elevado nivel de riesgo debido al factor humano, generando de esta manera reclamos del cliente y poca confianza en el proceso de inspección de prueba eléctrica.

Tomando en cuenta el análisis efectuado, construir este nuevo tablero de prueba eléctrica nos presenta los siguientes puntos a mejorar:

- Detectar componentes faltantes y/o equivocados en el producto final.
- Reducir la manipulación en los equipos de prueba eléctrica.
- Mejorar la indicación de componentes, el anterior tablero no contaba con ninguna señalética para identificar el componente a detectar.
- Agregar un sistema de iluminación para indicar los componentes aplicables en cada número de parte.

Por el diseño de las fixturas, no poka-yokes, que actualmente están en la línea de producción es fácil la manipulación por parte de los inspectores y por lo tanto el aseguramiento de la calidad está en riesgo, la manipulación de la prueba eléctrica del arnés permitía el pase de componentes erróneos o

faltantes, con las fixturas de detección poka-yokes se evitara y se reducirá que se sigan presentando estas fugas en el producto final.

Debido a la poca adaptabilidad del tablero (probador) que se reemplazo era difícil indicar al operador los componentes a detectar de una manera visual y grafica rápida al momento de llevar a cabo el proceso de inspección, por esa razón se toma la decisión de implementar LEDS para la indicación de cada componente en la fixtura que le corresponda.

3.2. Justificación.

Este tablero de prueba eléctrica forma parte del cambio de modelo en la nueva línea de producción HR-V 32107-T7S-ZT para la compañía Honda. En este cambio de modelo se hace uso de un nuevo probador para el arnés, este probador es diferente respecto al equipo japonés instalado en el tablero de prueba eléctrica inicialmente, el nuevo probador permite una interacción completa entre el operador y el equipo debido a su multifuncionalidad y facilidad de manejo. El uso de este probador fortalecerá la reducción de defectos, además hará más confiable, practica y completa la prueba eléctrica, con este nuevo probador se permite realizar mejoras sustanciales en el proceso, tales como la iluminación de fixturas, mayor precisión al momento de detectar algún defecto, este probador representa un avance para la compañía pues se desprende de un probador totalmente japonés y se introduce a un probador más actual, más preciso, versátil, rápido y amigable, estableciendo seguridad en la prueba.

El OMI era un probador eléctrico totalmente japonés y poco manejable al momento de hacer la prueba, no era posible conectarle alguna impresora o algún otro aditamento/accesorio para el equipo debido a su configuración, como tampoco permitía la lectura de colores y conectores, lo cual dificultaba encontrar algún defecto de manera rápida, el OMI tampoco permitía la instalación de indicadores de luz para la identificación de fixturas de clips, este probador era limitado, inseguro, fácil de violar, de esta manera existía poca confiabilidad en el proceso.

3.3. Alcance.

3.3.1 Alcances

Con la innovación de los equipos de prueba eléctrica (Dynamab) se tiene mayor control de los errores o defectos en los arneses y de esta manera cero defectos en la producción.

Facilidad de detección de defectos gracias al robusto sistema de luces indicadores, switches de detección y diferentes etapas de prueba (detección de clips, prueba eléctrica y fijaturas combos).

Gracias al sistema poka-yoke implementado en los tableros de eléctrica de los nuevos modelos la empresa tendrá un estándar en cuanto a calidad se refiere.

Mayor organización de los operadores puesto que al momento de la instalación del tablero en la línea de producción se impartió una introducción de la correcta manipulación tanto del tablero y sus componentes como de los arneses y de esta manera se agiliza el proceso de producción.

3.3.2 Limitaciones

El tablero de prueba eléctrica es exclusivo para sola una plataforma y no puede ser compatible para alguna otra de las existentes en la planta, como son plataforma FIT y plataforma HR-V Sudamérica.

Costos de los equipos de prueba eléctrica, la inversión total del proyecto fue de alrededor de 50000 USD.

La disciplina, por parte de los operadores del tablero no hay una respuesta favorable para el cuidado y correcto uso del equipo.

La alta rotación de personal, es frecuente el cambio de operadores, lo cual provoca que el proceso sea lento debido al poco tiempo de aprendizaje, conocimiento y uso de los equipos, propiciando el riesgo latente de algún defecto, no por falla o defecto del equipo, sino por personal inexperto.

Capítulo 4

Objetivos

4.1 Objetivos generales.

Construir un tablero de prueba eléctrica para asegurar la conductividad del producto final, arnés de automóvil, utilizando un sistema americano en las instalaciones de la empresa Furukawa Automotive Systems México y al término llevar a cabo las pruebas de rigor para comprobar su funcionamiento de manera correcta.

4.2 Objetivos específicos.

- Analizar y realizar un estudio sobre el tablero eléctrico basándose en tablero que ya están en producción.
- Colocar fixturas poka-yoke en todo el tablero para la detección de cada componente en el arnés.
- Hacer visual y grafico la señalización de componentes de acuerdo al número de parte a probar en el tablero.
- Usar un nuevo sistema de prueba eléctrica más preciso, seguro y confiable.
- Reducir el tiempo muerto en el proceso de inspección de prueba eléctrica.
- Eliminar el proceso manual de la colocación de "nametag" fuera del tablero de prueba eléctrica.

Capítulo 5

Metodología

5.1 Descripción del área en que se participó.

Furukawa Automotive Systems es una empresa japonesa fundada el 25 de junio de 1895 por Furukawa Ichibei en Yokohama, Japón. Actualmente cuenta con varias empresas distribuidas alrededor del mundo, países como: Japón, Filipinas, Vietnam, Indonesia, Malasia, China, Inglaterra, Corea, entre otros.

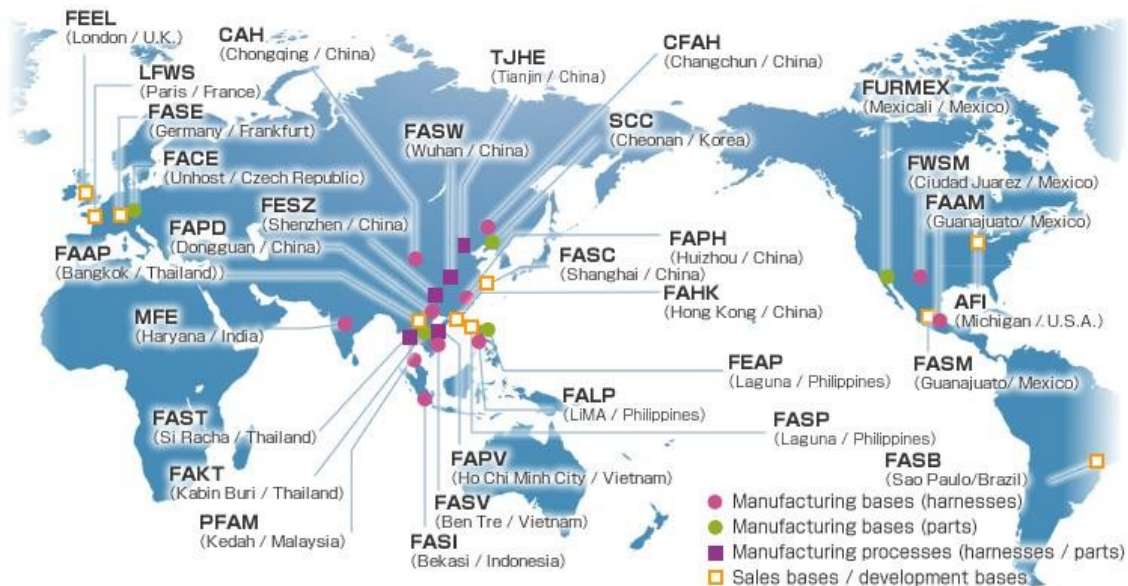


Imagen 16 Mapamundi de las compañías del grupo Furukawa Electric Co., Ltd. alrededor de todos los continentes. Imagen elaborada por Kazuto Kobayashi.

Cada una de las empresas está dedicada a la fabricación de arneses y componentes para diferentes marcas de automóvil; Acámbaro, en este caso, tiene como clientes Mazda y Honda, anteriormente Nissan también era parte de los clientes de la planta. La empresa arrancó planta en la ciudad de Acámbaro, Guanajuato en 2013.

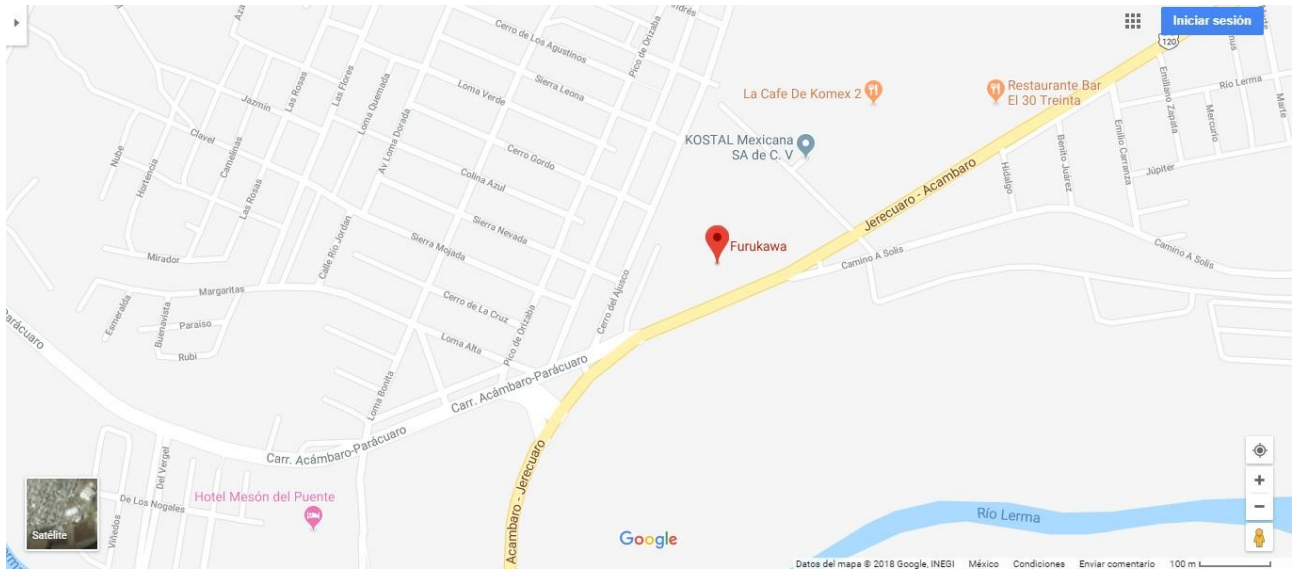


Imagen 17 Ubicación de la empresa Furukawa en el municipio de Acámbaro, Guanajuato. Imagen tomada de Google Maps.



Imagen 18 Fotografía del aspecto frontal de la empresa Furukawa en el municipio de Acámbaro, empresa donde se desarrolló este proyecto. Foto por Eduardo Trujillo.

El proyecto se llevó a cabo en el departamento de ingeniería, el cual se compone por "Ingenieros de producto" que se encargan de realizar la planeación del desarrollo del producto elaborado; así como una sub área llamada "Muestras ingeniería" encargados de realizar los arneses maestros para líneas de producción, "Eléctrica" quién es el responsable de programar las líneas de producción desde el pre ensamble y construir los tableros de prueba eléctrica con cada uno de sus componentes y filtros para asegurar la calidad del producto final, "Corte y procesos" es el área que trabaja la materia prima con la que se construye el arnés y "Mantenimiento" que es el responsable del correcto estado de la planta y sus herramientas.

5.1.1 Plano de la empresa

La distribución y diseño de la planta es como se presenta a continuación:

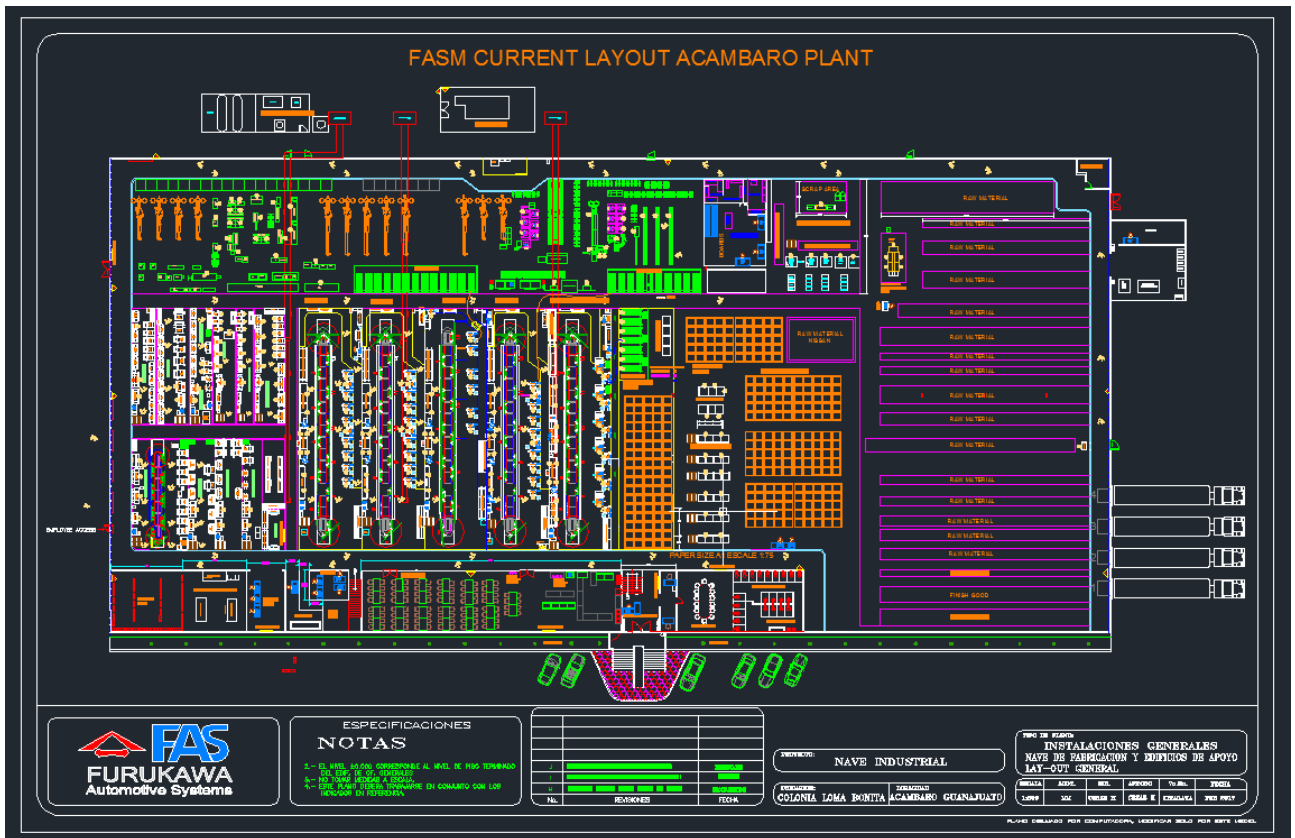


Imagen 19 Lay out actual de las instalaciones de la empresa Furukawa. Imagen por ingeniero de producto.

Layout de la línea de producción donde se realizó e instaló el tablero de prueba eléctrica:

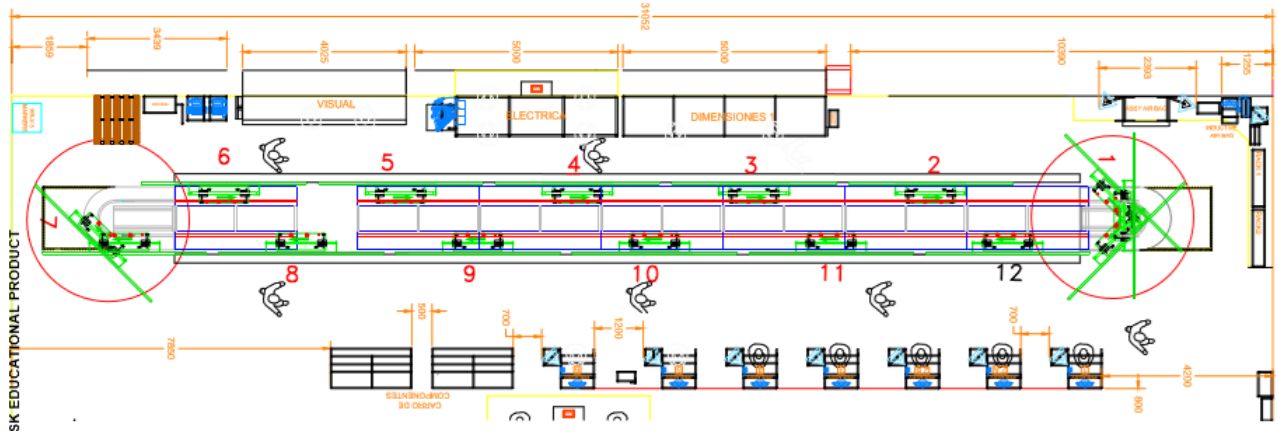


Imagen 20 Lay out actual de la línea de producción donde se desarrolló y coloco el tablero de prueba eléctrica. Imagen por ingeniero de producto.

5.1.2 Organigrama del área

A continuación se muestra el organigrama del área en que se desarrolló el proyecto.

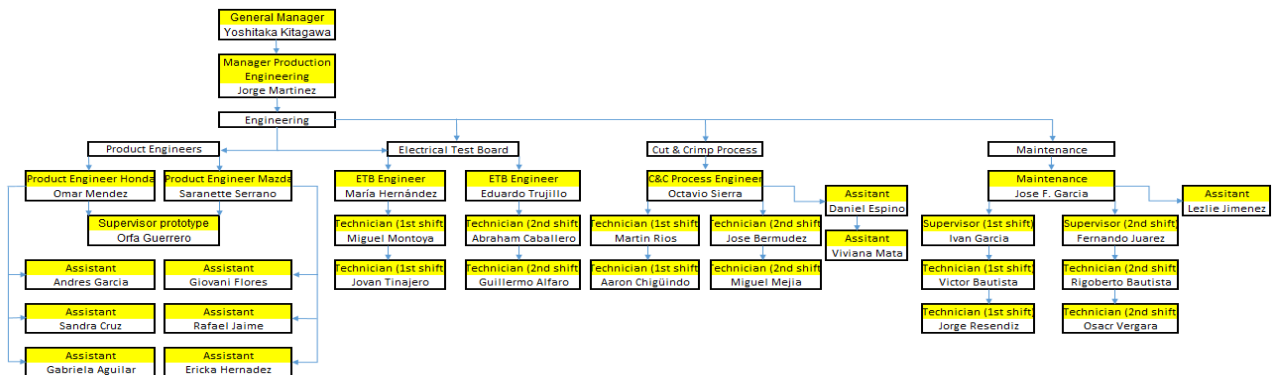


Imagen 21 Organigrama general del departamento de Ingeniería, área en la que se labora y desarrolla el proyecto. Imagen por Eduardo Trujillo.

5.1.3 Estructura del tablero de eléctrica.

Para la construcción del tablero de eléctrica se tomaron medidas en base al estándar japonés, este estándar está basado en el promedio de la altura común en la población de Japón; las medidas que se implementaron son:

- 4000 mm de largo
- 1000 mm de ancho
- 800 mm de altura

Posteriormente se pasa a la construcción de la base que soportará al tablero, la cual está construida con tubo pipe; es un tubo de 1 pulgada que está cubierto en su exterior con una capa de plástico, asegurando que no exista la corrosión y desgaste del material. Una vez terminada la base, se cortan las hojas de triplay o MDF; ambos son materiales aptos para nuestro objetivo de construir el tablero, a la par de esto se cortan de igual forma las hojas de coroplast que se colocaran sobre la madera, ayudando para la estética del tablero y donde se colocaran las ayudas visuales; ya cortadas, se procede a armar la estructura donde se montara todo el equipo que requiere el tablero de eléctrica.

Para el diseño de este tablero se hizo uso de la herramienta Solid Works; es un software de diseño por computadora que sirvió de apoyo para la presentación del diseño del nuevo modelo del tablero de eléctrica.

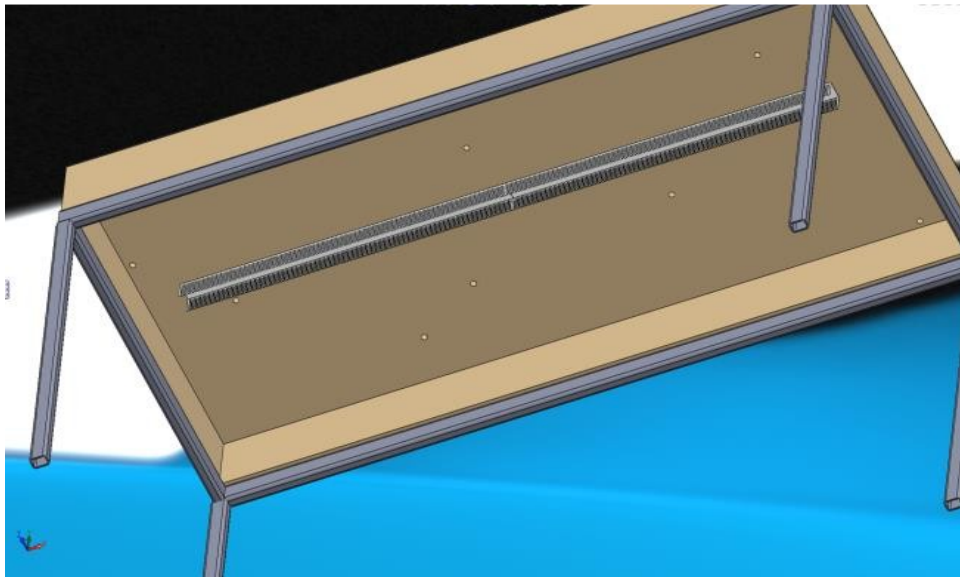
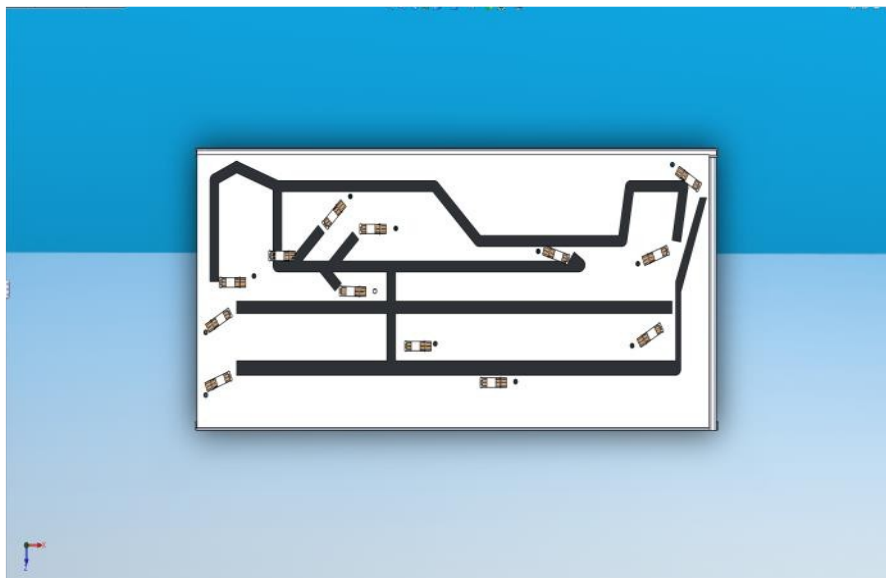


Imagen 22 Diseño del tablero de prueba eléctrica en software Solid Works, vista inferior. Imagen por Eduardo Trujillo.

Una de las mejoras de construcción del tablero de eléctrica fue la implementación de una canaleta para el ruteo de las conexiones, puesto que en el tablero anterior los cables estaban colgados/tirados sin ningún orden e identificación, haciendo más difícil la labor del ingeniero y/o técnico al momento de presentarse una falla en el equipo o dar mantenimiento.

Durante el proceso de construcción, para colocar los push checkers así como fixturas de clips, se toma como referencia el arnés maestro más completo para de esta manera designar las ubicaciones de las conexiones de prueba eléctrica. Estas conexiones son guiadas por un ruteo hecho con cinta de aislar; el ruteo es una representación general de la estructura del arnés, las ramificaciones hechas son de ayuda para el personal que opera el tablero, pues será más fácil ver la orientación de arnés y así agilizar el flujo de las piezas.



*Imagen 23 Muestra del ruteo hecho en el tablero de prueba eléctrica, desarrollado en software Solid Works.
Imagen por Eduardo Trujillo.*

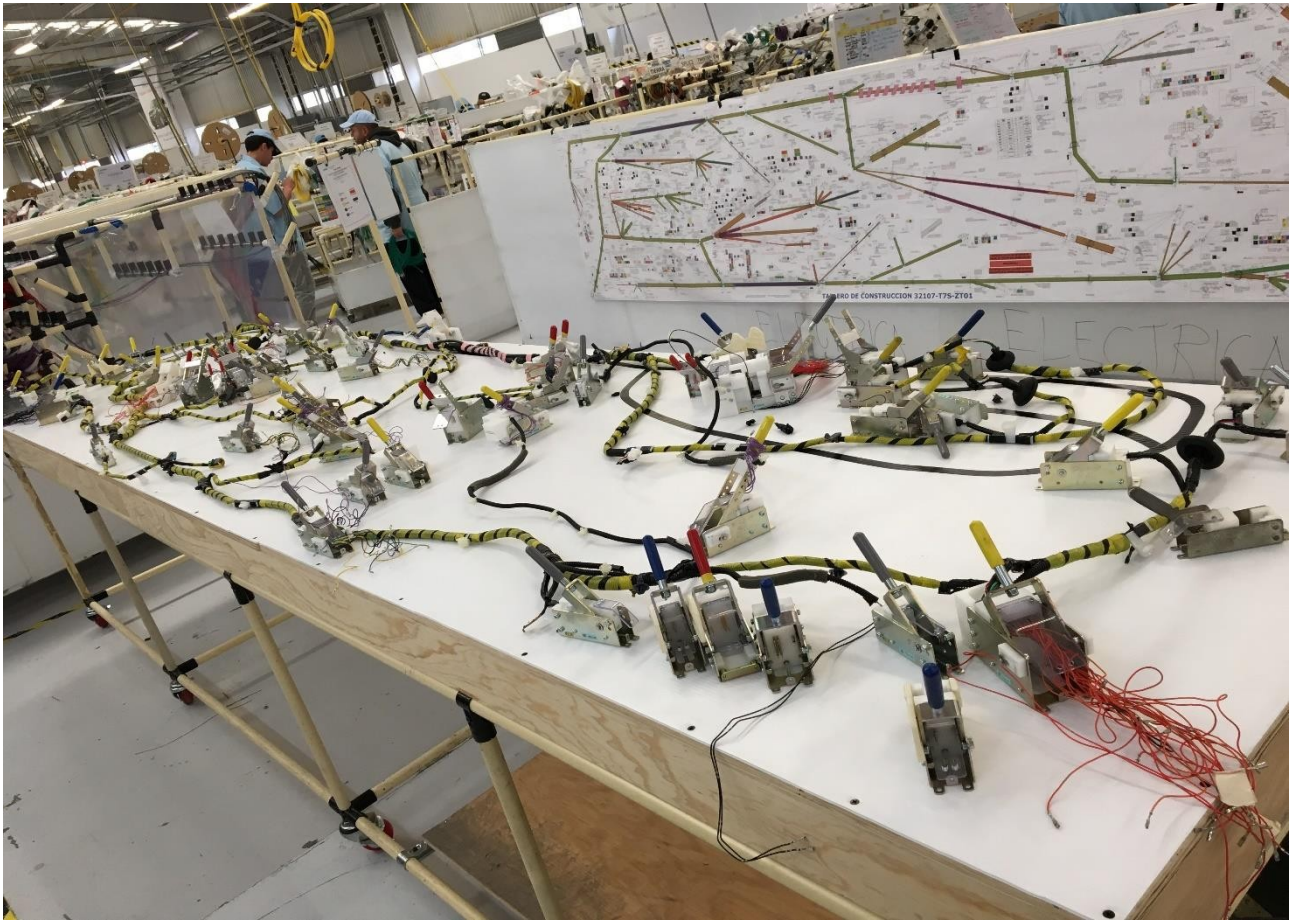


Imagen 24 Muestra física del desarrollo del ruteo del arnés en el tablero de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo.

Terminada la parte del ruteo en el coroplast del tablero apoyado en el arnés maestro, se da paso al enumerado de push checker, fixturas de clips, grommets, etc. con el overlay de construcción; el overlay de construcción es un esquema técnico y gráfico del arnés, en él se encuentran características particulares del arnés manejadas por la empresa, aplicaciones, nombres de circuitos y componentes varios, en él se puede apreciar la distribución de los conectores así como la enumeración de los mismos y demás componentes necesarios al momento de construir el producto, el overlay es enviado desde Japón y dibujado en AutoCAD; con él se enumeran los push checkers, fixturas de clips, grommets, etc. que se colocaran en el tablero de prueba eléctrica, de esta manera se asegura la misma información en todo el proceso de armado y elaboración del arnés así como al momento llevar a cabo la inspección en el tablero de eléctrica, facilitando la identificación de los defectos.



Imagen 25 Overlay de construcción del arnés, usado para referencia de la colocación y orientación de componentes en el tablero de prueba eléctrica. Foto por Eduardo Trujillo, overlay por asistentes de ingeniería de producto.

Después de hacer el ruteo, distribución del arnés sobre coroplast y la colocación de todas las ayudas visuales, tanto como de conectores como de clips, además de toda información necesaria para los inspectores de calidad que harán uso del tablero, se procede a colocar las hojas de acrílico, cortado a la medida del tablero, de esta manera se sella y protege toda la información y se mantiene el estado del tablero para después proceder a hacer la colocación de los push checkers uno por uno en la posición definida desde el ruteo y distribución asegurando que haya el suficiente espacio para la colocación de todos y también las fijaturas de clips, grommets, etc. con esto protegeremos el arnés de ser maniatado, jalado o manipulado excesivamente al momento de hacer la prueba, ya que al tener una distribución semejante a la del overlay de construcción no es necesario realizar movimientos excesivos para realizar las pruebas correspondientes.

Continuando con la construcción, se procede a poner las fijaturas de clips en el tablero, de acuerdo a la orientación que establece el overlay de construcción, esto para evitar defectos en el arnés provocados al momento de hacer las pruebas sobre el tablero, se hace la barrenación en la madera; consiste en hacer un agujero en la madera con la forma y tamaño que tiene la fijatura del clip para ahí introducirla, así sucesivamente en cada una de las fijaturas que se colocaran en el tablero de eléctrica, haciendo todo esto, podemos hacer la colocación de demás fijaturas de componentes como grommets, combos, etc.

El overlay es de mucha importancia en el proceso de ruteo, distribución, enumeración de push checkers de conectores, colocación de ayudas visuales y fijaturas de clips, entre otros, debido a que es la guía a seguir en el proceso primario en la construcción del tablero, al utilizar la secuencia e información que contiene el overlay de construcción se contribuye a la estandarización de la información en todo

el proceso de la elaboración del arnés así como las respectivas pruebas de rigor hechas al producto por parte de los inspectores de calidad.

5.2 Instalación e implementación de fixturas de clips poka-yoke guiadas por un sistema LED

Un clip es un componente básico y fundamental en la construcción del arnés debido a que al momento de ensamblarse en el automóvil estos tienen la función de guiar el ruteo de la pieza sobre el auto, ya sea el techo, el piso, las puertas o el tablero.



Imagen 26 Distribución de clips en arnés eléctrico. Imagen de manual de construcción de Honda.

5.2.1 Diagrama de flujo del proceso de colocación e inspección de clips.

Es elemental asegurar al 200% que el arnés cumpla con los requerimientos de cliente en cuanto a estos componentes. Los clips son colocados en el proceso de construcción del arnés por operadores de producción, después de esto, los operadores de calidad hacen la inspección de dimensiones de estos componentes al 100%, en donde se aseguran que cumplan con las dimensiones y especificaciones correctas de acuerdo al overlay de construcción del arnés. Finalmente son sometidos a la prueba de presencia que, mediante un sistema guiado por LEDs y las fixturas adaptadas y diseñadas especialmente para cada clip el operador de calidad en eléctrica realice la prueba al 200%.

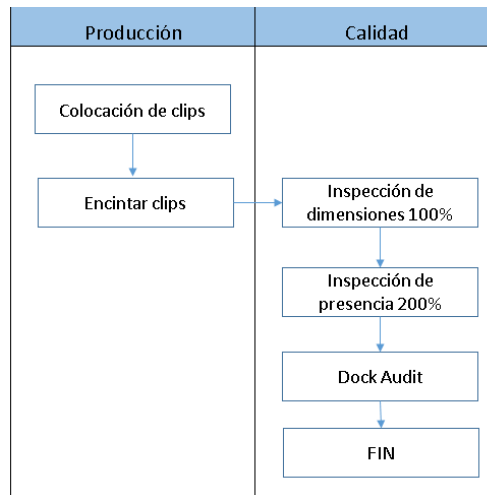


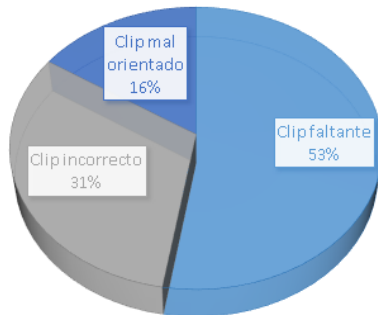
Imagen 27 Diagrama de flujo de proceso por departamentos involucrados hasta Finish good. Imagen por Eduardo Trujillo.

5.2.2 Causa raíz de la implementación de fixturas poka-yoke.

La principal razón por la cual se desarrolló el proyecto fue la deficiencia de la detección de clips en el tablero de prueba eléctrica, las cuales eran: manipulación por operador, las fixturas japonesas que anteriormente se manejaban en la compañía eran genéricas y poco eficientes al momento de realizar la prueba de presencia, esto significa que los operadores tenían la facilidad de manipular el proceso, debido a la ligereza de la detección de los clips, otra razón fue que estas fixturas son del mismo color, formas similares y los costos de reparación eran excesivos, debido al mal manejo por parte del personal operario. En promedio se realizaban compras de refacciones de fixturas de clips (microswitches y tornillos milimétricos) cada mes por 1035 USD. Esto ocasionaba quejas de cliente; en base a los registros de la empresa, Honda reportaba un promedio de 16 a 19 quejas por año, debido a las siguientes causas:

- Clip faltante en el arnés.
- Clip equivocado.
- Clip mal orientado.

QUEJA DE CLIENTE POR AÑO



Queja de cliente	Total por año
Clip faltante	10
Clip incorrecto	6
Clip mal orientado	3

Tabla 1 Grafica y tabla de quejas de cliente tenidas a lo largo de un año, referenciada a defectos totales.
Tabla por Eduardo Trujillo.

Por ello, el equipo de eléctrica, área en donde se desarrolló el proyecto, propuso la opción de cambiar las fixturas que están estandarizadas de Japón por fixturas completamente diseñadas para cada clip cumpliendo las especificaciones de acuerdo a los formatos y procedimientos de la compañía pero adaptadas para la necesidad de cada clip.

5.2.3 Diseño de clips y sistema guiado de LEDs.

Las dos propuestas principales del mejoramiento de la inspección de presencia de clips en el tablero de prueba eléctrica fue que las fixturas de clips fuesen fabricadas de acuerdo al color del clip correspondiente, se utilizaron los colores negro, blanco, café, gris y azul, todo basado en planos y documentos de cliente. Así como también implementar más puntos de detección para asegurar que el operador no manipule el procedimiento y sea forzado a realizarlo correctamente, de esta manera se pretende ayudar al operador a relacionar el clip con la fixtura logrando así un proceso más rápido y eficiente.

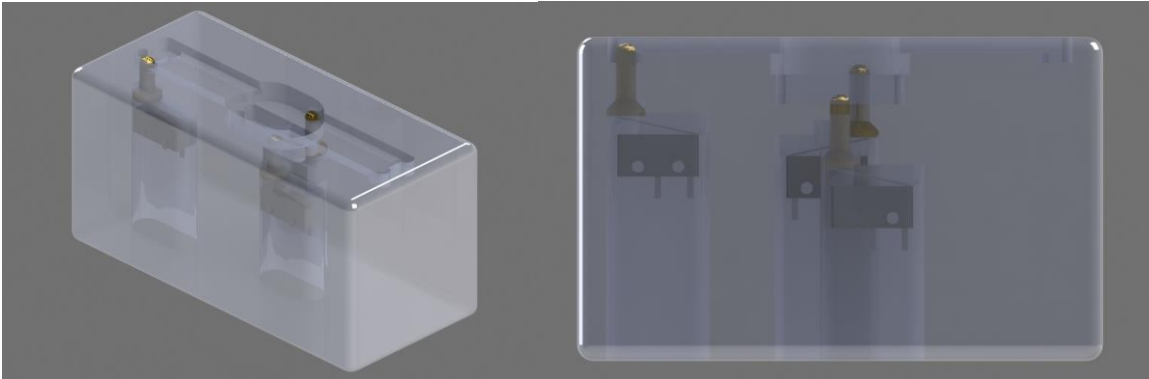


Imagen 28 Modelo de fixtura de clip y sus diferentes detecciones en su estructura. Imagen y diseño por proveedor.

Se mandaron diseñar fixturas de clips con hasta 4 detecciones, esto por la forma y las posibilidades de manipulación, con estos diseños la posibilidad se redujo a 0% de margen de manipulación.

Las fixturas de grommets también fueron modificadas, adaptándose a la figura de cada uno de los diferentes tipos, contando hasta con 4 detecciones instaladas en partes específicas de la fixtura.

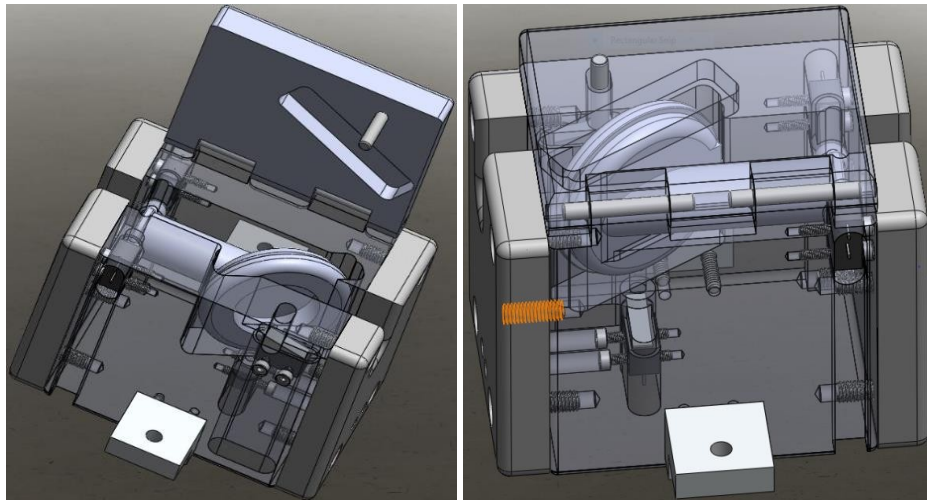


Imagen 29 Modelo de grommet con cuatro detecciones en su estructura, las detecciones reducen el riesgo de modo de falla y la posibilidad de pasar la prueba eléctrica de no ser el número de parte correcto. Imagen y diseño por proveedor.

5.3 Programación.

5.3.1 Antecedentes OMI

Anteriormente, los tableros de prueba eléctrica eran programados directamente por los japoneses encargados del área de eléctrica, estos tableros y su programación eran enviados desde Japón, como consecuencia la prueba eléctrica era ineficiente, pues, los japoneses que lo programaban, desconocían totalmente las necesidades y problemas que generaban los tableros así, ellos sólo cumplían el requerimiento, sin embargo, con el paso del tiempo los problemas comenzaron a surgir como, la detección de clips, invertidos por colores, etc.

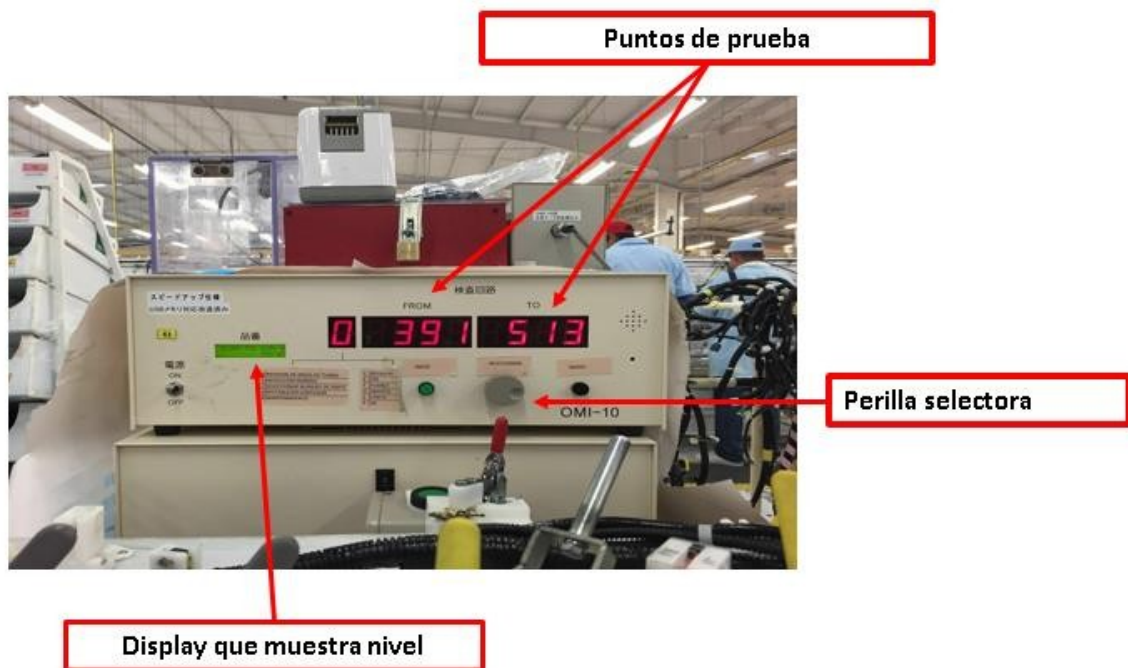
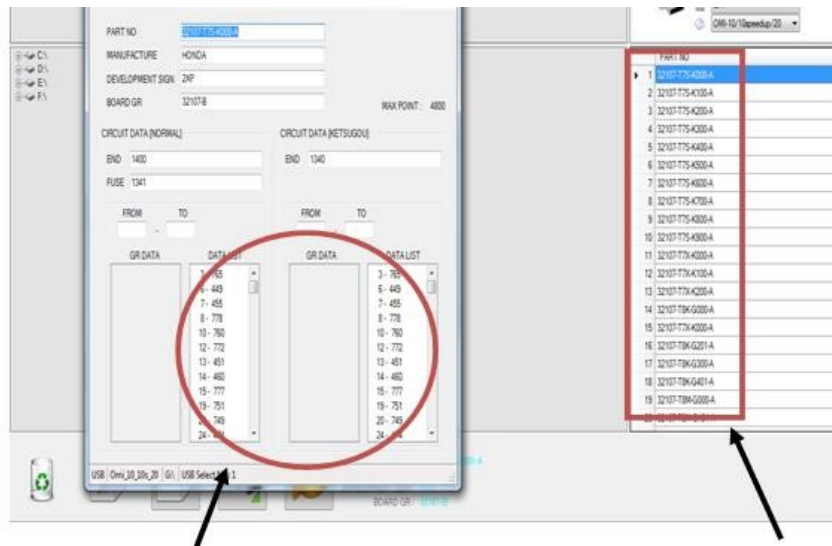


Imagen 30 Ilustración de los componentes del OMI y desarrollo de la prueba eléctrica por OMI. Foto por Eduardo Trujillo.

La programación era sumamente limitante y poco amigable con el usuario. Únicamente podía verse los puntos de conexión, pero no colores o número de cavidad.



Puntos de prueba del programa de OMI.

Números de parte en programa OMI.

Imagen 31 Pantalla donde se dan de alta/baja los puntos de prueba en el programa del probador OMI. Imagen del MemorySystem, software usado para la programación de puntos de conexión de OMI.

El cambio de testeador OMI a Dynalab fue algo difícil de realizar, pues los japoneses fueron muy aferrados a su testeador, se demostró por KPI's la fuerte cantidad de tiempo muerto en las líneas donde el OMI realiza la prueba eléctrica, este tiempo muerto era generado por que el OMI constantemente tenía paros de línea por que la USB que se utilizaba para cargar los programas se desconfiguraba frecuentemente, entonces, se tenía que desconectar la USB y cargar los programas otra vez, se tienen registros de paros de hasta 3 horas por este problema.

5.3.2 Programación Dynalab.

Como ya se mencionó, la opción más viable para este nuevo proyecto, fue el testeador Dynalab, dispositivo que permite realizar la prueba eléctrica al arnés, mostrando número de cavidad, color y nombre del circuito, asegurando una prueba eficiente y rigurosa.

Para comenzar con la programación se accede al NX editor, software propio de la marca Dynalab, este software nos permite la captura de los datos que necesitamos. Primero se abre la ventana de bloques.

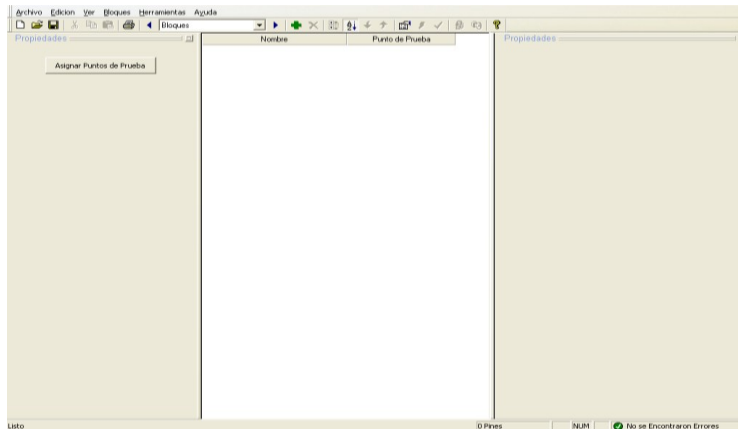


Imagen 32 Sección de bloques del Editor NX para la programación de puntos de prueba en Dynalab. Imagen por Eduardo Trujillo.

En la barra de herramientas nos muestra un menú que contiene las opciones o los componentes de cada programa, se puede seguir cualquier orden, para empezar se trabaja con los bloques, es decir se debe de dar de alta cuantos conectores contiene el arnés, el número de cavidades de cada uno, y la asignación del punto de prueba de cada circuito.

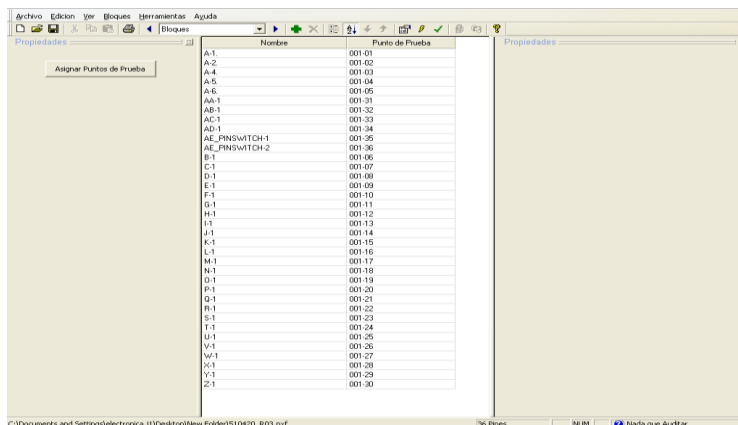


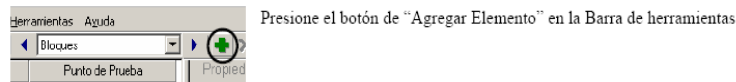
Imagen 33 Asignación de puntos de prueba final en Editor NX. Imagen por Eduardo Trujillo.

La ventana de bloques consiste en tres paneles verticales:

- Panel de bloques.
- Panel de propiedades de los bloques.

- Panel de asignación de puntos.

En el panel de bloques se muestra la cantidad de bloques con sus respectivas cavidades, cada uno de los bloques debe ser agregado de la siguiente manera:



ó también...

Presione el Botón de Insertar (Insert) en el teclado de su PC.

Una vez hecho esto, la siguiente ventana aparecerá en pantalla:

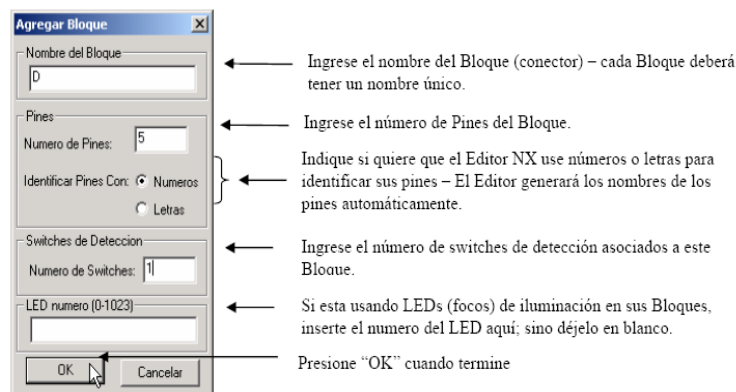


Imagen 34 Asignación de los puntos de prueba de una forma más descriptiva. Imagen por Eduardo Trujillo.

Automáticamente el programa muestra la cantidad de cavidades que se han dado de alta. A los cuales solo deben ser modificados dependiendo de los que serán usados. El panel de asignación de puntos se maneja de la siguiente manera:

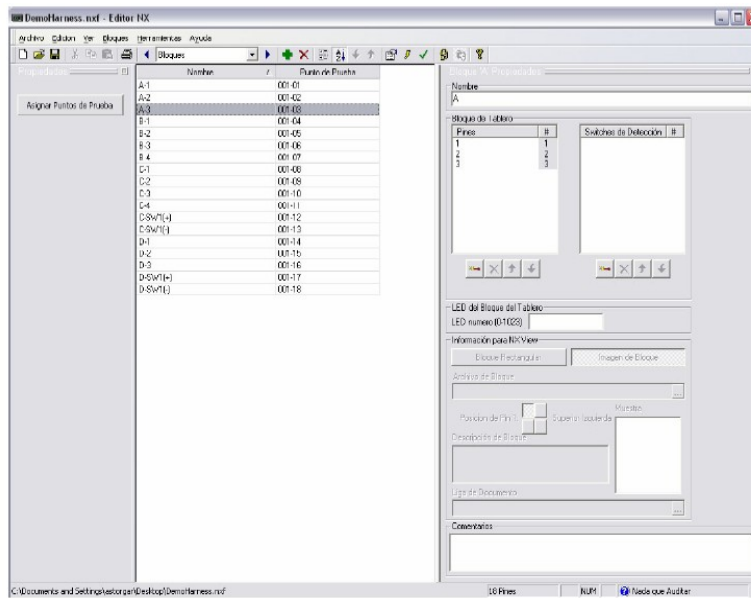
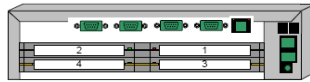


Imagen 35 Panel de adición de switches para bloques. Imagen por Eduardo Trujillo.

Cada uno de los puntos de prueba del probador NX está identificado con un número único. Cada número de cada punto de prueba consiste de dos números separados por un guion X-Y. X representa el número de grupo, mientras que Y representa el número del punto de prueba dentro del grupo, y siempre está en el rango del 1-64. Para conectar el probador al tablero de prueba eléctrica se debe utilizar un conector de tarjeta de 64 vías. Cada conector de tarjeta se conecta a una salida del probador, proveyéndole de 64 puntos de prueba para conectar a sus puntos de conexión del tablero. Por esta razón los puntos de prueba de los probadores están organizados en grupos de 64.

El Probador NX Solo puede ser equipado con un máximo de 4 grupos de Puntos de Prueba:

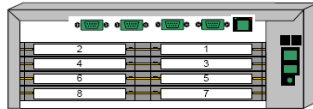
NX Solo



Posición = 1, 2, 3, 4

NX Pro

El Probador NX Pro puede ser equipado con un máximo de 8 grupos de Puntos de Prueba:



Posición = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Imagen 36 De las conexiones seriales en el Dynalab, de acuerdo a la capacidad del modelo del probador; por la cantidad de señales a probar se determina el uso del probador NX Pro. Imagen de manual de Dynalab.

Es importante mencionar esta sección puesto que una de las mejoras destacadas en el proyecto fue la implementación de LED's para asegurar la prueba de clips. Cuando programamos los puntos de conexión de los clips se agregan el número de LED que se encenderá, esta instrucción la manda el dispositivo Dynalab mediante el protocolo de comunicación serial a un controlador de LED's maestro, que a su vez este maneja 5 módulos de 32 puntos de LED cada uno.

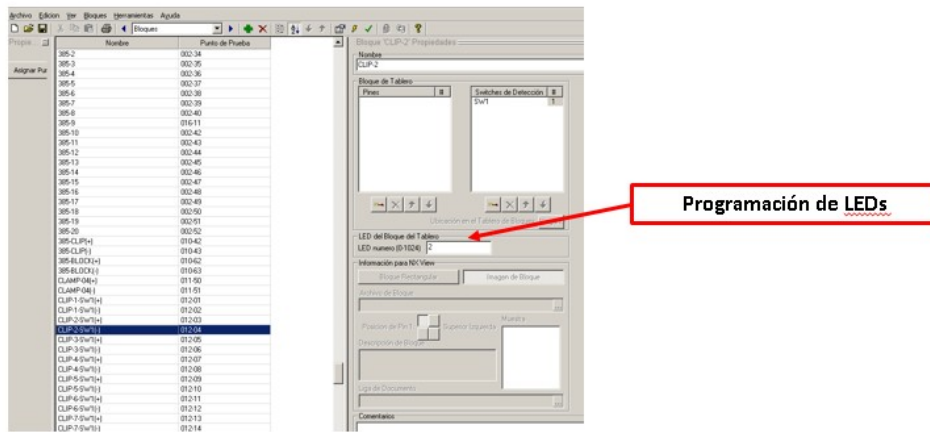


Imagen 37 Pestaña dentro del panel de adición para la enumeración de puntos de LEDs. Imagen por Eduardo Trujillo.



Imagen 38 Muestra del módulo de LEDs usado para transmitir las señales de iluminación. Imagen de manual de Dyalab.

Después de dar de alta todos los bloques del tablero y de declarar todos los componentes que van a ser utilizados, lo siguiente es realizar las respectivas conexiones, es decir, la secuencia y cual cavidad se va a probar con cual.

En la barra de herramientas se selecciona la opción de conexiones, se habilita la opción de agregar elemento y en la ventana de conexiones se le asigna el destino o los destinos a dada cavidad, así hasta completar toda la prueba eléctrica del arnés.

Punto	Punto	Nombre	Color	1:
V-1	V-2	PINSWITCH		<input type="checkbox"/>
A-2.	S-1		NEGRO	<input type="checkbox"/>
A-4.	G-1		GRIS/NEGRO	<input type="checkbox"/>
A-5.	Q-1		ROSA/AZUL	<input type="checkbox"/>
A-9.	A-16		AZUL	<input type="checkbox"/>
A-16	L-6		AZUL	<input type="checkbox"/>
A-12.	L-11		NEGRO/AMARILLO	<input type="checkbox"/>
A-15	L-7		ROSA	<input type="checkbox"/>
A-17	L-5		ROJO	<input type="checkbox"/>
A-20	L-4		CAFE	<input type="checkbox"/>
A-21	L-2		AMARILLO	<input type="checkbox"/>
A-21	B-20.		AMARILLO	<input type="checkbox"/>
A-22	P-1		BLANCO/NEGRIC	<input type="checkbox"/>
A-22	B-6.		BLANCO/NEGRIC	<input type="checkbox"/>
B-6.	B-24.		BLANCO/NEGRIC	<input type="checkbox"/>
A-23	B-5.		VIOLETA/BLAN	<input type="checkbox"/>
B-7.	N-1		AZUL/NEGRO	<input type="checkbox"/>
B-8.	H-1		ROJO/NEGRO	<input type="checkbox"/>
B-10.	M-1		NEGRO/ROSA	<input type="checkbox"/>
B-11.	L-3		GRIS	<input type="checkbox"/>
B-12.	O-1		AZUL/ROJO	<input type="checkbox"/>
B-15.	D-1		CAFE/BLANCO	<input type="checkbox"/>
B-16.	F-1		BLANCO/ROJO	<input type="checkbox"/>
F-1	L-10		BLANCO/ROJO	<input type="checkbox"/>
B-19.	E-1		AZUL/BLANCO	<input type="checkbox"/>
B-21.	C-1		ROSA/AMARILL	<input type="checkbox"/>
B-23.	I-1		NARANJA/NEGR	<input type="checkbox"/>
J-1	L-1		NARANJA	<input type="checkbox"/>
K-1	L-9		VERDE/AMARIL	<input type="checkbox"/>
L-9	U-1		VERDE/AMARIL	<input type="checkbox"/>
U-1	T-1		VERDE/AMARIL	<input type="checkbox"/>
L-8	R-1		BLANCO	<input type="checkbox"/>

Imagen 39 Pantalla de conexiones del programador NX, se muestran las señales totales y se administran dando de alta/baja de acuerdo al número de parte. Imagen por Eduardo Trujillo.

La siguiente operación es el diagrama de flujo, el diagrama de flujo define como debe operar el probador.

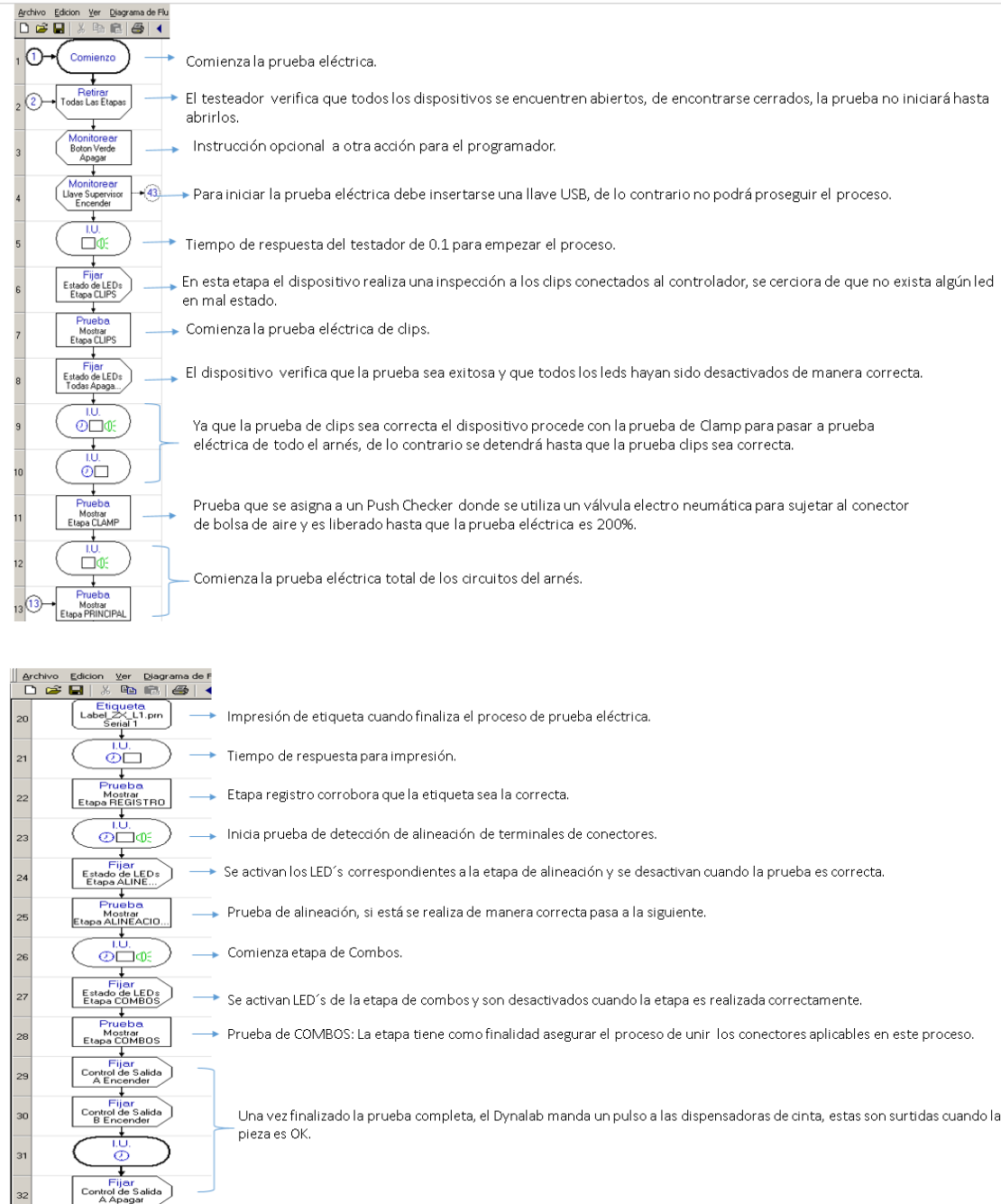
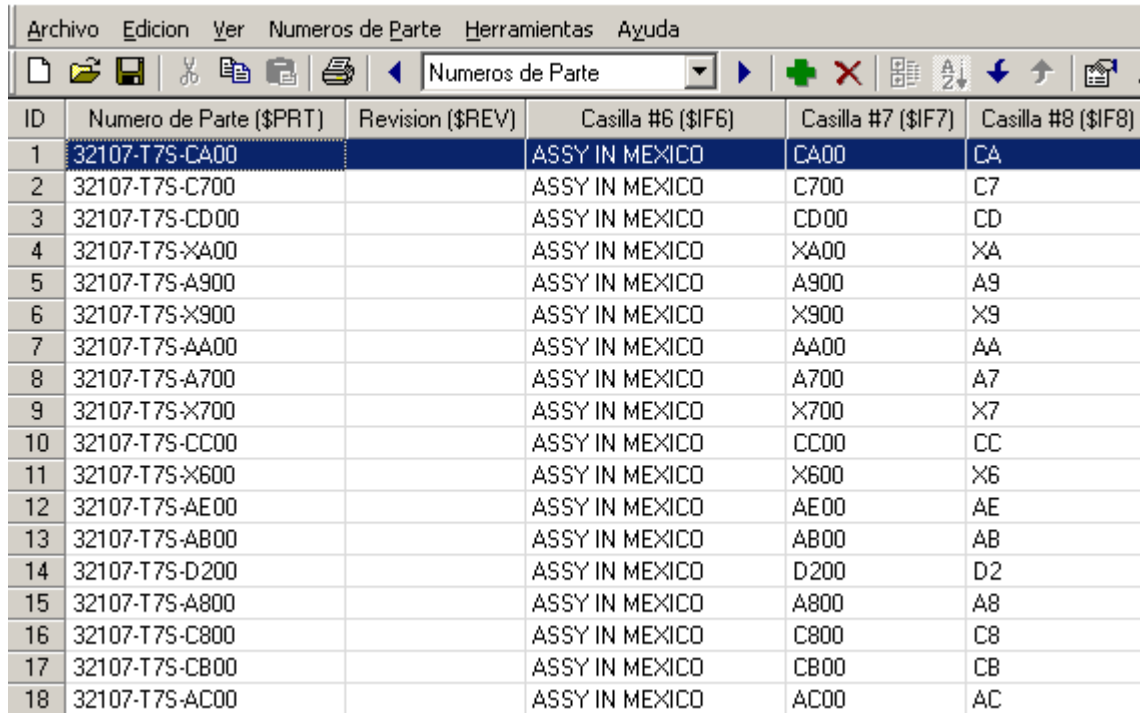


Imagen 40 Diagrama de flujo del programa en el editor NX, es la programación de las diferentes etapas de inspección a las cuales se somete el arnés en el tablero de prueba eléctrica. Imagen por Eduardo Trujillo.

Capítulo 5. Metodología.

Para finalizar el programa se programa el número de parte, este consiste en agregar a una variable, que guarda la memoria del probador, la información que debe mostrar de manera impresa en la etiqueta que muestra un producto terminado, esta etiqueta garantiza que el producto pasó la prueba eléctrica.



The screenshot shows the NX editor interface with a menu bar (Archivo, Edición, Ver, Numeros de Parte, Herramientas, Ayuda) and a toolbar. Below the toolbar is a table with the following columns: ID, Numero de Parte (\$PRT), Revision (\$REV), Casilla #6 (\$IF6), Casilla #7 (\$IF7), and Casilla #8 (\$IF8). The table contains 18 rows of data, with the first row highlighted in blue.

ID	Numero de Parte (\$PRT)	Revision (\$REV)	Casilla #6 (\$IF6)	Casilla #7 (\$IF7)	Casilla #8 (\$IF8)
1	32107-T7S-CA00		ASSY IN MEXICO	CA00	CA
2	32107-T7S-C700		ASSY IN MEXICO	C700	C7
3	32107-T7S-CD00		ASSY IN MEXICO	CD00	CD
4	32107-T7S-XA00		ASSY IN MEXICO	XA00	XA
5	32107-T7S-A900		ASSY IN MEXICO	A900	A9
6	32107-T7S-X900		ASSY IN MEXICO	X900	X9
7	32107-T7S-AA00		ASSY IN MEXICO	AA00	AA
8	32107-T7S-A700		ASSY IN MEXICO	A700	A7
9	32107-T7S-X700		ASSY IN MEXICO	X700	X7
10	32107-T7S-CC00		ASSY IN MEXICO	CC00	CC
11	32107-T7S-X600		ASSY IN MEXICO	X600	X6
12	32107-T7S-AE00		ASSY IN MEXICO	AE00	AE
13	32107-T7S-AB00		ASSY IN MEXICO	AB00	AB
14	32107-T7S-D200		ASSY IN MEXICO	D200	D2
15	32107-T7S-A800		ASSY IN MEXICO	A800	A8
16	32107-T7S-C800		ASSY IN MEXICO	C800	C8
17	32107-T7S-CB00		ASSY IN MEXICO	CB00	CB
18	32107-T7S-AC00		ASSY IN MEXICO	AC00	AC

Imagen 41 En esta pantalla del editor NX se agregan los diferentes números de parte a ser probados en el tablero de prueba eléctrica. Imagen por Eduardo Trujillo.

- Número de Parte (\$PRT): En esta sección agregamos los números de parte correspondiente al modelo del arnés.
- Casilla #6 (\$IF6): País donde fue ensamblada la pieza.
- Casilla #7 (\$IF7): Código correspondiente de cada número de parte.
- Casilla #8 (\$IF8): Broadcast.

5.4 Implementación de etiqueta en tablero de eléctrica

5.4.1 Importancia del nametag

El "nametag" es un elemento fundamental en los procesos industriales, en ella se contiene los datos de identificación de la empresa para mandarla a cliente, los datos son: el número de parte, número de lote, el país donde fue fabricado, número de control por parte de la empresa.



*Imagen 42 Ejemplo de una etiqueta, mejora implementada en la construcción del tablero de prueba eléctrica.
Foto por Eduardo Trujillo.*

Anteriormente el proceso de etiqueta se realizaba mediante control de producción, el coordinador entregaba las etiquetas al líder de producción y no a Calidad, de acuerdo al plan de producción establecido. Este proceso resultó ser muy ineficiente puesto que no había un control y seguimiento correcto, no había inspección al 100% lo cual provocaban:

- Los operadores podían manipular información de conteo de etiquetas.
- Quejas de cliente por falta de etiqueta.
- Quejas de cliente por mal etiquetado.
- Defectos por no realizar inspección eléctrica correcta.

Razones principales por las cuales se definió que este proceso sería agregado a la prueba eléctrica del arnés en flujo final.

El diagrama de flujo anterior era de la siguiente manera.

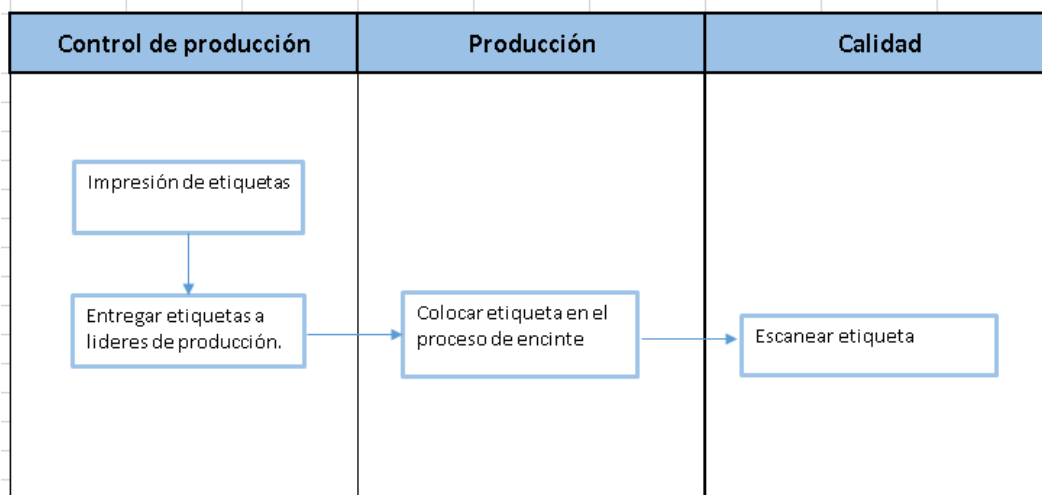


Imagen 43 Diagrama de flujo del proceso de impresión y control de etiqueta antes de la mejora. Imagen por Eduardo Trujillo.

El proceso no aseguraba que la inspección eléctrica era realizada al 200% puesto que los operadores no tenían un poka-yoke para forzarlos a realizar el registro de etiqueta mediante el Sistema de Rastreabilidad IRCS (Inspection Record Control System) el cual es un sistema utilizado en el proceso de flujo final para controlar el total de piezas inspeccionadas al día.

5.4.2 Diseño y programación de etiqueta.

Durante la administración del proyecto se gestionó que el equipo de eléctrica serían los responsables de establecer un sistema de control para la impresión de etiqueta y asegurar que la pieza fuese inspeccionada al 200%. El equipo desarrolló un diseño ideal y confiable para esta propuesta, por ello, se hizo uso del software de diseño Zebra; el diseñador de Zebra es una herramienta muy indispensable para la elaboración de las etiquetas, puesto que dentro de su diseño incluye el número de parte, la fecha, la hora de fabricación y algunos datos más sobre la empresa, es compatible con las impresoras de Dynalab. Las etiquetas manejan códigos QR por sus siglas en inglés (Quick Response Code, “Código de respuesta rápida”). El cual es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional.

La elaboración del diseño se basa en el LNDD por sus siglas en inglés (Lot Number Display Details) Despliegue de detalles de número de lote; documento que muestras mediante códigos QR información como fecha, número de parte, número de lote del

producto, hora en la que fue producido. A continuación se muestra una imagen ilustrativa de la estructura de la etiqueta.

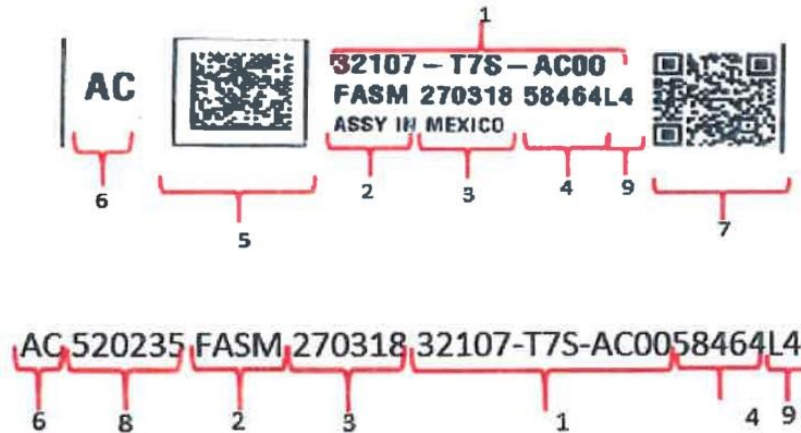


Imagen 44 Composición técnica e información contenida en la etiqueta. Imagen e información tomada del LNDD enviado por el cliente.

Descripción:

- 1.- Número de parte: Corresponde a la familia donde pertenece la pieza.
- 2.- Nombre del proveedor: Empresa donde es fabricado.
- 3.-Número de lote: Número que se registra el cliente.
- 4.-Número de serial: Número de control interno de la empresa.
- 5.- Código de lote: Código de referencia para el cliente.
- 6.-Código de emisión: Es el código que hace referencia al número de parte.
- 7.- Código QR.
- 8.- Código de proveedor.
- 9.-Número de línea de producción.

Teniendo toda la información necesaria se procede a desarrollar el diseño de la etiqueta tal como se muestra en la imagen, desde el diseñador Zebra se definen las medidas de la etiqueta y la impresora toma la lectura de la imagen para cortar justo en la proporción dada en el programa.

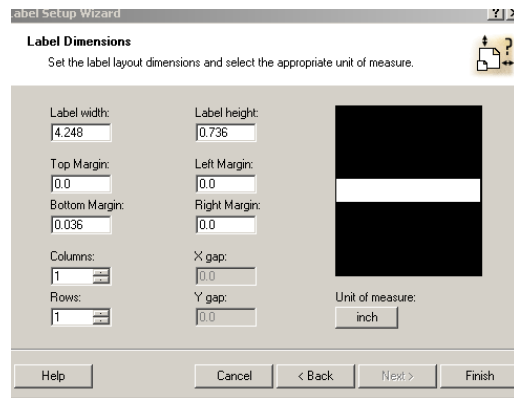


Imagen 45 Ajuste y configuración de parámetros dimensionales para la etiqueta. Imagen por Eduardo Trujillo.

La referencia de la medida es tomada de acuerdo al estándar japonés del LNDD, la etiqueta debe medir 4.248 pulgadas de largo y 0.736 pulgadas de alto.

Los caracteres \$IF8, \$PRT, \$TS2, \$IF6, en la etiqueta son programados desde el sistema Dynalab, así como también la información adjunta en los código QR y el código de lote.

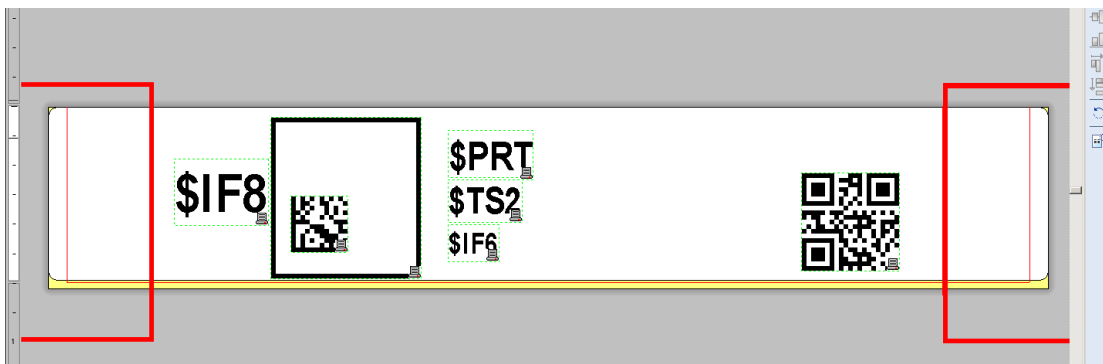


Imagen 46 Diseño de la etiqueta, en ella se muestran los caracteres a imprimirse en la misma. Imagen por Eduardo Trujillo.

Para la impresión de la etiqueta, se enlaza el sistema Dynalab con la impresora Zebra mediante el protocolo de comunicación serial RS-232. En la imagen de referencia se muestra la captura de datos y caracteres de la etiqueta, las variables de texto es en donde se almacena la información de la cadena de caracteres.

ID	Numero de Parte (\$PRT)	Revision (\$REV)	Casilla #6 (\$IF6)	Casilla #7 (\$IF7)	Casilla #8 (\$IF8)
1	32107-T7S-C700		ASSY IN MEXICO	C700	C7
2	32107-T7S-CD00		ASSY IN MEXICO	CD00	CD
3	32107-T7S-XA00		ASSY IN MEXICO	XA00	XA
4	32107-T7S-A900		ASSY IN MEXICO	A900	A9
5	32107-T7S-X900		ASSY IN MEXICO	X900	X9
6	32107-T7S-AA00		ASSY IN MEXICO	AA00	AA
7	32107-T7S-A700		ASSY IN MEXICO	A700	A7
8	32107-T7S-X700		ASSY IN MEXICO	X700	X7
9	32107-T7S-CC00		ASSY IN MEXICO	CC00	CC
10	32107-T7S-X600		ASSY IN MEXICO	X600	X6
11	32107-T7S-AE00		ASSY IN MEXICO	AE00	AE
12	32107-T7S-AB00		ASSY IN MEXICO	AB00	AB
13	32107-T7S-D200		ASSY IN MEXICO	D200	D2
14	32107-T7S-A800		ASSY IN MEXICO	A800	A8
15	32107-T7S-C800		ASSY IN MEXICO	C800	C8
16	32107-T7S-AC00		ASSY IN MEXICO	AC00	AC
17	32107-T7S-CB00		ASSY IN MEXICO	CB00	CB
18	32107-T7S-CA00		ASSY IN MEXICO	CA00	CA

Imagen 47 Asignación de caracteres que serán impresos en la etiqueta en el programa del editor NX. Imagen por Eduardo Trujillo.

El proceso de diagrama de flujo, muestra que, para imprimir la etiqueta, primero el testeador Dynalab asegura que la prueba de clips y prueba eléctrica de cada uno de los circuitos del arnés, cuando la prueba sea exitosa sin defectos el Dynalab imprime la etiqueta.

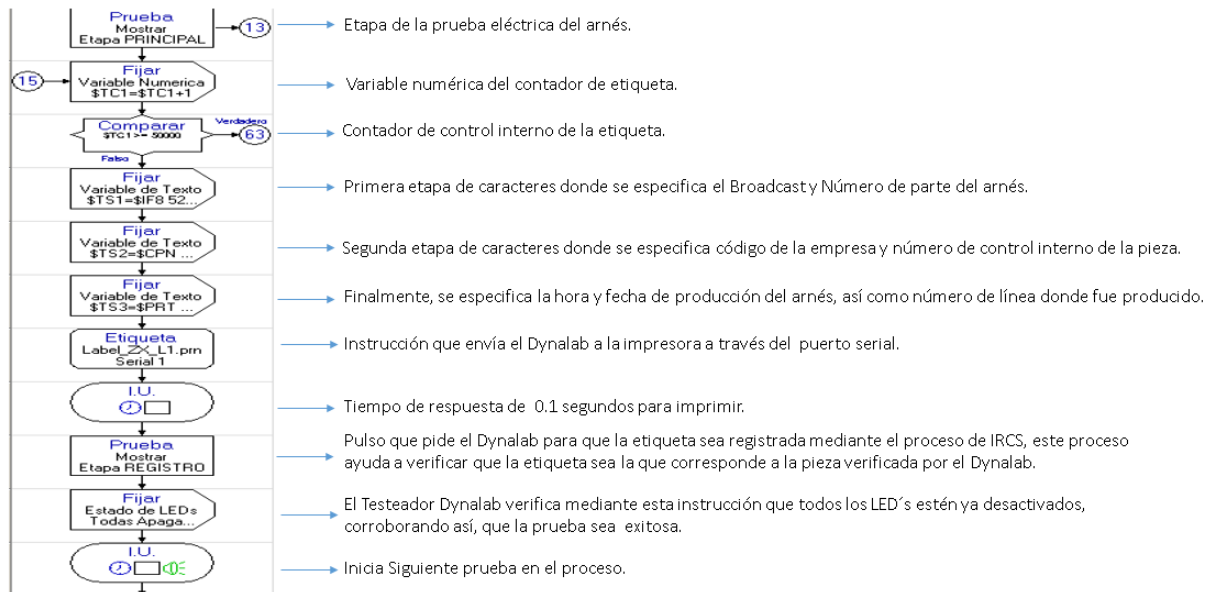


Imagen 48 Diagrama de flujo del proceso de impresión de etiqueta en el probador NX. Imagen por Eduardo Trujillo.

Después de que la prueba eléctrica pasa de forma exitosa, el inspector de calidad realiza el proceso de registro mediante el IRCS, esto es para corroborar que la etiqueta impresa coincida con la pieza que fue inspeccionada por el Dynalab, en caso de no serlo, automáticamente el IRCS anula la operación hasta que la etiqueta sea la correcta. De esta manera, se tiene un absoluto control del proceso, puesto que nadie puede manipular el conteo o números de etiquetas evitando así un defecto o queja de cliente futuras.

Ahora el diagrama de flujo de impresión de etiqueta es de la siguiente manera:

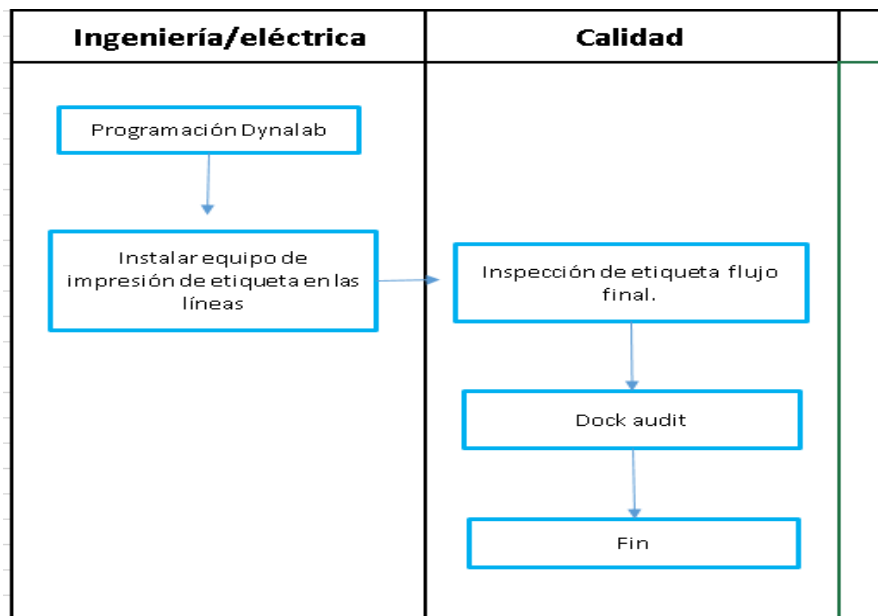


Imagen 49 Diagrama de flujo del proceso de la etiqueta, después de la mejora. Imagen por Eduardo Trujillo.

El equipo de eléctrica solo realiza la instalación del equipo una única vez en la línea y los inspectores de calidad son encargados de la impresión de etiqueta, así como el control de las mismas.

Capítulo 6

Resultados.

El tablero de eléctrica entro en función en la línea de producción el día 18 de julio del año 2018, siendo el primer tablero eléctrico con el sistema riguroso de poka-yoke en la empresa Furukawa Automotive Systems y tomado como modelo para futuros proyectos por su alta funcionalidad. Fue presentado como una mejora significativa en la planta hermana de Valle de Santiago donde actualmente se está llevando a cabo el desarrollo de la implementación del equipo Dynalab. El tablero fue validado totalmente por el departamento de Calidad QA (Quality Assurance) con 19 números de parte que comprende el modelo actual en la plataforma de Honda, 32107-T7S-ZT02, es monitoreado constantemente por los técnicos de mantenimiento y el ingeniero de eléctrica, esto con la finalidad de asegurar su correcto funcionamiento y de esta manera realizar el mantenimiento preventivo necesario.

A continuación se muestra la tabla de liberación final y los formatos de liberación de la etiqueta, se registraron los números de parte liberados por el departamento de Calidad QA, donde los indicadores de liberación de etiqueta fueron todos los datos necesarios requeridos en el LNDD, previamente mencionados, los cuales son número de parte, nombre del proveedor, número de lote, número de serial, código de lote, código de emisión, código QR, código de proveedor, número de línea de producción; y para liberación fueron el proceso de inductive, proceso de ensamble y ruteo y finalmente prueba eléctrica, se adjunta la tabla de liberación. El proceso de liberación donde se involucra el área de eléctrica es el sistema inductive y la prueba eléctrica; para el sistema inductive el departamento de QA se basa en las instrucciones de trabajo para liberar el programa mediante una prueba de bobinas y corrobora que el programa e instrucciones coincidan. En el caso de prueba eléctrica, los ingenieros de eléctrica previamente entregan al QA el programa del tablero para que ellos, departamento de QA, lo revisen punto a punto, se refiere a punto de conexión a punto de conexión, y lo comparan con el arnés maestro montado en el tablero, si estos encuentran una anomalía, ya sea en el programa o en el tablero, avisan al ingeniero de eléctrica para que corrija los errores o hallazgos encontrados y así reanudar su proceso de inspección y control de calidad, si la prueba es exitosa le solicitan al ingeniero de eléctrica las etiquetas correspondientes para que estas también sean liberadas y la línea esté lista para una prueba piloto antes de producción en masa.

Capítulo 6. Resultados.


		PLAN PARA LIBERACIÓN DE NÚMEROS DE PARTE			
		PLATAFORMA : <u>32107-T7S-ZT02</u> LÍNEA : <u>2</u>			
Numero de parte		Inductive	Ruteo en tablero	Prueba Eléctrica	Status total
32107-T7S-AE00	Fecha Programada para liberar	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-AA00	Fecha Programada para liberar	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-A700	Fecha Programada para liberar	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-AB00	Fecha Programada para liberar	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-CC00	Fecha Programada para liberar	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-A800	Fecha Programada para liberar	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-A900	Fecha Programada para liberar	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-X900	Fecha Programada para liberar	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-CA00	Fecha Programada para liberar	12/07/2018	12/07/2018	12/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-C700	Fecha Programada para liberar	12/07/2018	12/07/2018	12/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-X600	Fecha Programada para liberar	12/07/2018	12/07/2018	12/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-X700	Fecha Programada para liberar	12/07/2018	12/07/2018	12/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-AC00	Fecha Programada para liberar	12/07/2018	12/07/2018	12/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-CB00	Fecha Programada para liberar	12/07/2018	12/07/2018	12/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-CD01	Fecha Programada para liberar	12/07/2018	12/07/2018	12/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-C800	Fecha Programada para liberar	12/07/2018	12/07/2018	12/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-X800	Fecha Programada para liberar	13/07/2018	13/07/2018	13/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-D200	Fecha Programada para liberar	13/07/2018	13/07/2018	13/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
32107-T7S-D300	Fecha Programada para liberar	13/07/2018	13/07/2018	13/07/2018	100%
	Fecha Real de liberación				
	Status de liberación (%)	100%	100%	100%	
	Ingeniero de producto		Ingeniero de (QC)		Ingeniero Eléctrica
	Supervisor de Producción		Ingeniero de (QA)		

Imagen 50 Formato de liberación de números de parte, en las diferentes etapas de liberación de línea de producción. Imagen por ingeniero de producto.

Capítulo 6. Resultados.

FAS FURUKAWA ELECTRIC GROUP		FORMATO DE LIBERACION DE NAME TAG "HONDA"					F02-CA-1112-AC REV. 03						
FECHA: 5 Octubre 2018		LINEA: 2		AUDITOR RESPONSABLE: Adriana Perez									
ESPECIFICACION						PARA USO EXCLUSIVO DEL ESCANEO DEL BAR CODE							
PLATAFORMA	NUMERO DE PARTE	NIVEL DE INGENIERIA	SHOUD CAST CODE	CAMBIO DE INGENIERIA / NUEVA REVISION	NUMERO DE PCB (SI APLICA)	FECHA DE CAMBIO O NUEVA REVISION	1-NUMERO DE PARTE	2-DIA DE MANUFACTURA	3-MES DE MANUFACTURA	4-AÑO DE MANUFACTURA	5-NOMBRE DE PROVEEDOR	6- FECHA	7- NUMERO DE ARNES
HONDA	32107-T75-XA00	ASA 300415	XA	Nueva Revision	N/A	28/05/2018	32107-T75-XA00	08	10	2018	FASM	05/10/18	01113L2
HONDA	32107-T75-AC00	ASA 300415	AC	Nueva Revision	N/A	28/05/2018	32107-T75-AC00	05	10	2018	FASM	05/10/18	01093L2
HONDA	32107-T75-C800	ASA 300415	C8	Nueva Revision	N/A	28/05/2018	32107-T75-C800	05	10	2018	FASM	5/10/18	01090L2
HONDA	32107-T75-A800	ASA 300415	A8	Nueva Revision	N/A	28/05/2018	32107-T75-A800	05	10	2018	FASM	5/10/18	01087L2
HONDA	32107-T75-D200	ASA 300415	D2	Nueva Revision	N/A	28/05/2018	32107-T75-D200	05	10	2018	FASM	5/10/18	01084L2

PARA USO EXCLUSIVO DEL QR				
BAR CODE	1- NUMERO DE PARTE	2- NUMERO DE LOTE	3- NUMERO DE SERIE	QR
XA 520235 FASM 051018 32107-T75-XA00	32107-T75-XA00	051018	01113L2	32107-T75-XA00 LOT# 051018 SERIAL # 01113L2
AC 520235 FASM 051018 32107-T75-AC00	32107-T75-AC00	051018	01093	32107-T75-AC00 LOT# 051018 SERIAL # 01093
C8 520235 FASM 051018 32107-T75-C800	32107-T75-C800	051018	01090	32107-T75-C800 LOT# 051018 SERIAL # 01090
A8 520235 FASM 051018 32107-T75-A800	32107-T75-A800	051018	01087	32107-T75-A800 LOT# 051018 SERIAL # 01087
D2 520235 FASM 051018 32107-T75-D200	32107-T75-D200	051018	01087	32107-T75-D200 LOT# 051018 SERIAL # 01087

XA		32107-T75-XA00 FASM 081018 01113L2 ASSY IN MEXICO
AC		32107-T75-AC00 FASM 051018 01093L2 ASSY IN MEXICO
C8		32107-T75-C800 FASM 051018 01090L2 ASSY IN MEXICO
A8		32107-T75-A800 FASM 051018 01087L2 ASSY IN MEXICO
D2		32107-T75-D200 FASM 051018 01084L2 ASSY IN MEXICO

Adriana Perez AUDITOR DE QA		SUPERVISOR DE QA
		LIDER DE QA

Imagen 51 Formato de registro de liberación de etiqueta de línea de producción para modelo 32107-T75-ZT02. Formato e imagen compartida por el departamento de Calidad QA.

El tablero de eléctrica además de ser y tener mejoras sustanciales en su funcionalidad presenta una mejora en apariencia; se adjuntan fotos del antes y después, anteriormente el tablero no contaba con la distribución que se le dio en el proyecto, puesto que este tablero fue diseñado totalmente en Japón y posteriormente enviado a México para su uso, causando problemas al momento de realizar la prueba eléctrica ya que carecía de muchas funciones. En las fotos se aprecian diferentes números de parte cargados en el tablero, así como su apariencia.

A continuación las fotos del antes del tablero de eléctrica, se percibe el estado del mismo.



Imagen 52 Muestra del estado del tablero de prueba eléctrica antecesor a la construcción del tablero actual, vista lateral izquierda. Foto por Eduardo Trujillo.



Imagen 53 Muestra del estado del tablero de prueba eléctrica antecesor a la construcción del tablero actual, vista lateral derecha. Foto por Eduardo Trujillo.

Finalmente se presenta el resultado del proyecto, mismo que implicó nueva forma de construcción y distribución de los componentes, se puede apreciar un mayor orden de los mismos y una mejor vista de la herramienta de trabajo para los inspectores de calidad. Este tablero resultó ser sumamente práctico para ellos, puesto que les facilita el proceso de inspección eléctrica y ubicar rápidamente algún detalle ya sea en el arnés o en el tablero.



Imagen 54 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "X" cargado, vista superior izquierda. Foto por Eduardo Trujillo.

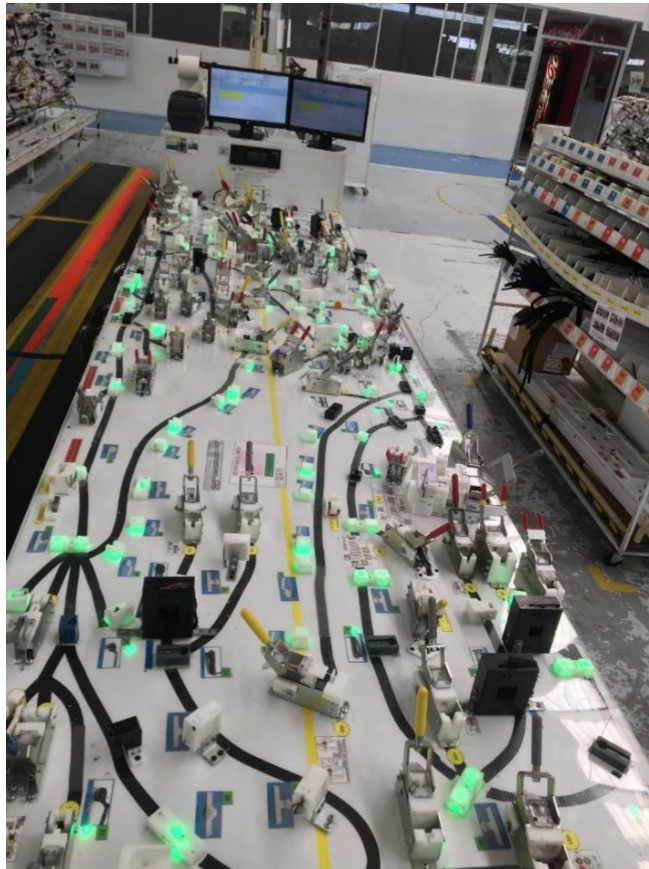


Imagen 55 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "X" cargado, vista superior derecha. Foto por Eduardo Trujillo.



Imagen 56 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "Y" cargado, vista superior izquierda. Foto por Eduardo Trujillo.

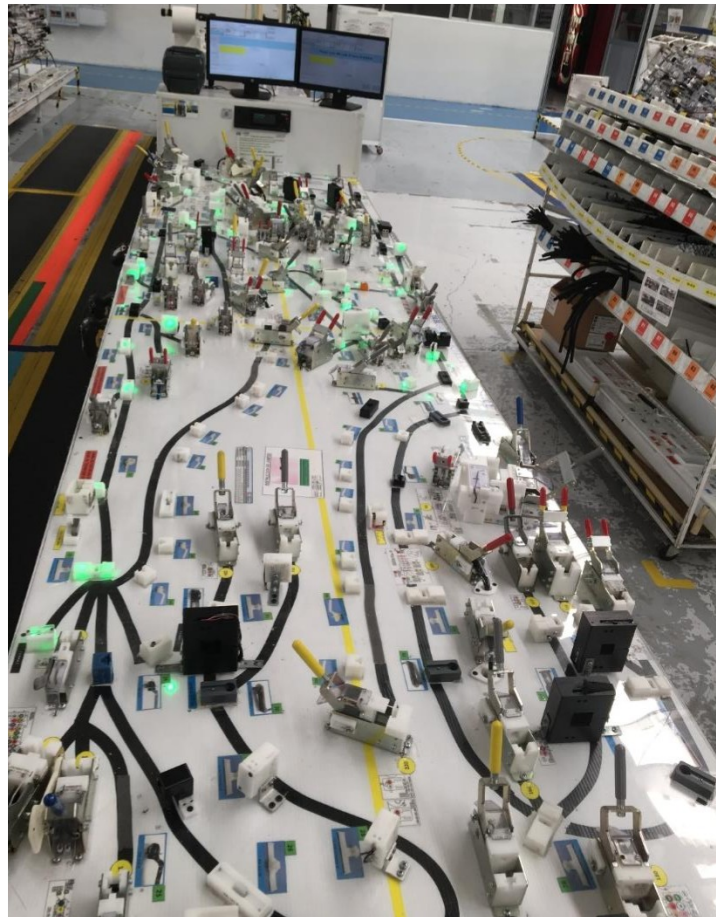


Imagen 57 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "Y" cargado, vista superior derecha. Foto por Eduardo Trujillo.



Imagen 58 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "Z" cargado, vista superior izquierda. Foto por Eduardo Trujillo.

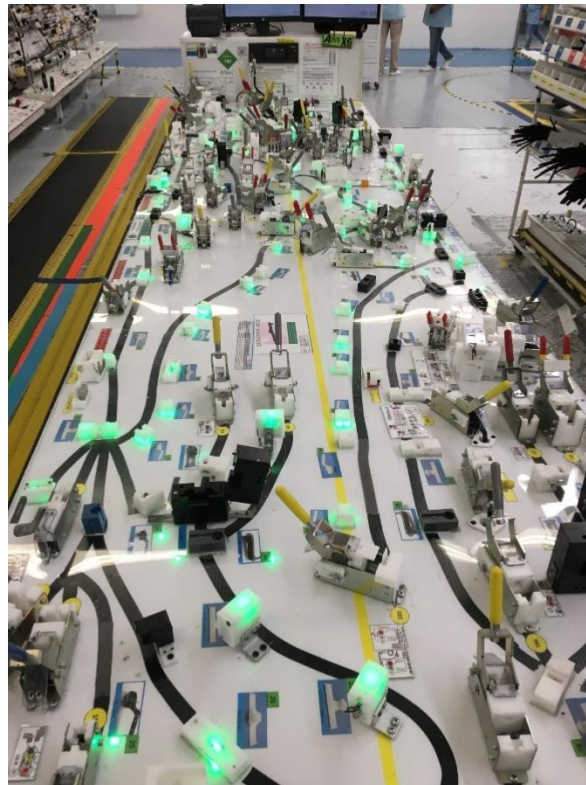


Imagen 59 Tablero de prueba eléctrica actual, liberado y colocado en línea de producción, con número de parte "Z" cargado, vista superior derecha. Foto por Eduardo Trujillo.

Capítulo 6. Resultados.

Anteriormente el proceso de inspección eléctrica tenía una duración de 4 a 5 minutos, esto causaba un aumento de las piezas en flujo, además de los seguidos paros de línea por el probador OMI, donde los procesos de reparación también eran tardados debido a que difícilmente se encontraba si el error era del tablero o del arnés. Con el probador Dynalab el proceso de inspección se redujo a 2 minutos como máximo para la inspección de cada arnés, además de que las reparaciones han sido hasta la fecha mínimas, y los técnicos solo han registrado formatos de 3 a 5 minutos de tiempo total de reparación, mientras que con el probador OMI el paro se extendía hasta por 2 o 3 horas; estos paros generaban la “perdida” de piezas pasadas a través de flujo final, dejando así, un excedente de piezas a inspeccionar al siguiente turno, el tener paros de línea con ese tiempo generaba un cuello de botella en la estación, alto riesgo de fugas de defectos, y una mayor carga de trabajo para el operador; estos paros ocasionaban el retraso por flujo final de alrededor de 14 piezas por hora, con los paros de línea de expuestos anteriormente, se dejaban de inspeccionar alrededor de 42 piezas en ese tiempo, piezas importantes para lograr la meta fijada de producción.

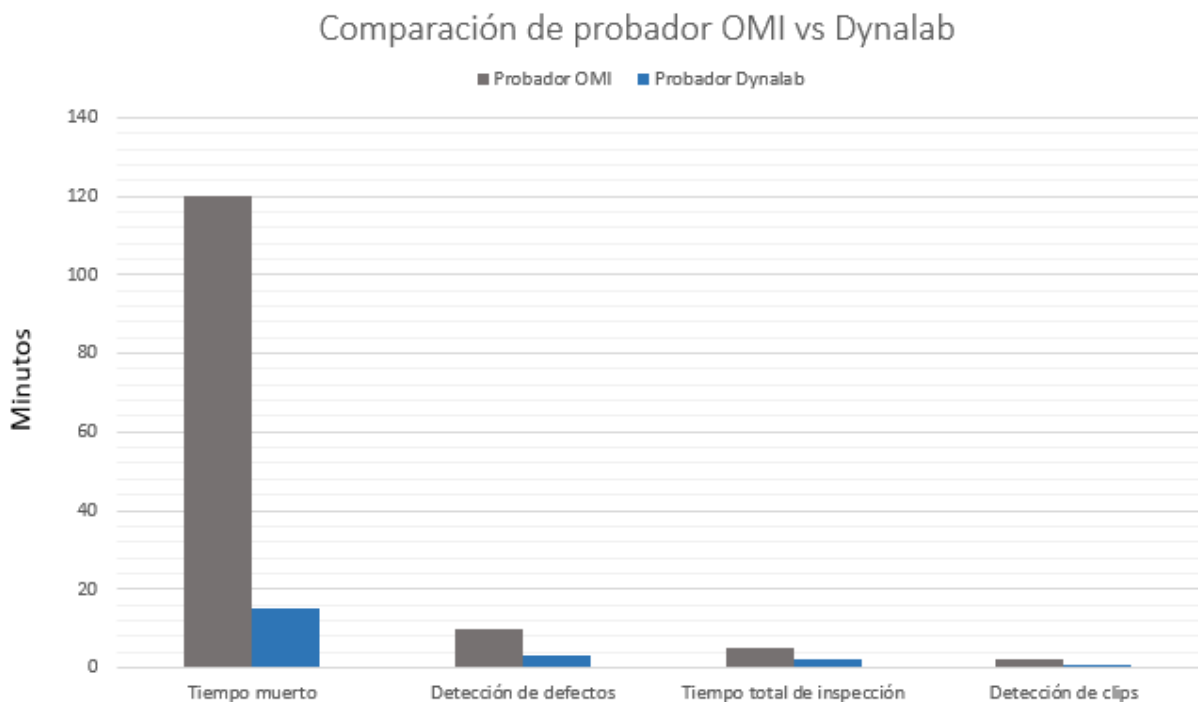


Tabla 2 Tabla comparativa entre ambos probadores, se compara tiempo muerto, detección de defectos, tiempo total de inspección al arnés y detección de clips. Tabla por Eduardo Trujillo.

Capítulo 6. Resultados.

Como se observa en la gráfica de comparación de resultados, es notoria la reducción del tiempo invertido en los procesos que se presentan en la prueba eléctrica. Estos resultados son satisfactorios, pues demuestran que el objetivo del proyecto está cumpliéndose paulatinamente.

Otro resultado favorecedor que ha arrojado la implementación de este proyecto fue la reducción de costos en reparación, los gastos de spare parts, los costos por tiempo muerto, etc. Cada vez que el tablero de eléctrica tenía tiempo muerto la empresa tenía pérdidas por 1500 dólares por cada hora que el tablero parara. Cada arnés tiene un valor de 90 dólares y por cada hora se producían 17 arneses. Si el tablero tenía un paro por 2 horas, las pérdidas oscilaban entre los 3000 y 3500 dólares, dependiendo de la cotización del dólar. Los gastos por spare parts también eran muy elevados debido al consumo diario en las reparaciones que implicaba el tablero de prueba eléctrica, diariamente se registraban en el control de máximos y mínimos consumos de hasta 10 microswitches y 7 pines de continuidad.

A continuación se muestra una tabla comparativa de los costos totales que tenía el tablero con probador OMI y los costos que presenta ahora el tablero con probador Dynalab.

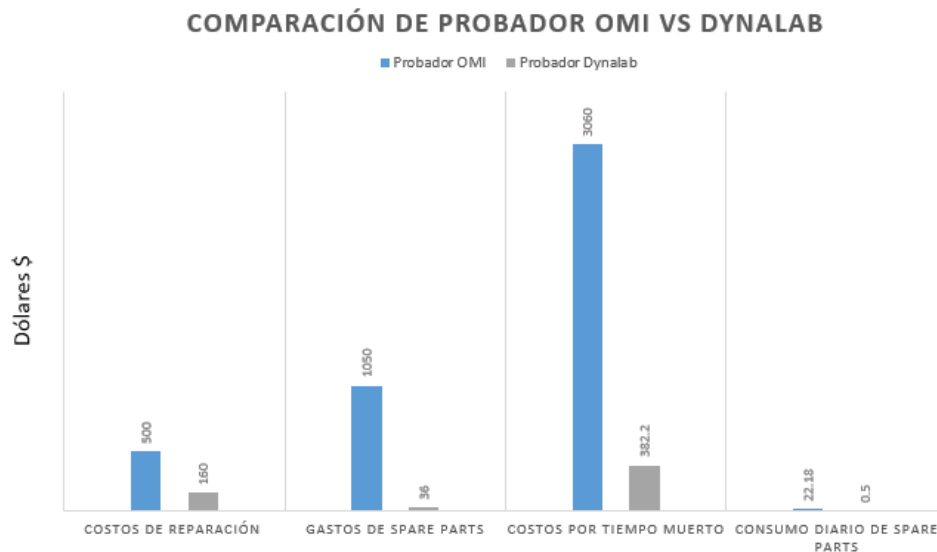


Tabla 3 Gráfica de comparación de costos entre probadores, OMI vs Dynalab. Tabla por Eduardo Trujillo.

Los costos de reparación en Dynalab fueron reducidos al 32% (160 dólares) en comparación de los gastos de reparación de OMI. Por otro lado, los gastos de spare parts no rebasan los 50 dólares desde la puesta en marcha del tablero de eléctrica.

Capítulo 6. Resultados.

Una reducción muy llamativa es el costo de tiempo muerto, que en total es el 10% del costo anterior con OMI.

A continuación se muestra una tabla comparativa entre ambos probadores y se proyecta la mejora que hubo al realizar el cambio de tablero.

Tópico	Antes (OMI)	Después (Dynalab)	Mejora (%)
Quejas de cliente por año	4	0	100%
Tiempo muerto	120 minutos	5 minutos	95.83%
Costo de paro de línea (USD)	3500	382.2	89.08%
Costo de reparación (USD)	\$500	\$160	68%
Piezas producidas por día (dos turnos)	300	330	10%
Productividad (Piezas)	16.48	18.51	2 piezas más por hora

Tabla 4 Cuadro comparativo entre ambos robadores antes y después de la implementación. Tabla por Eduardo Trujillo.

Teniendo comunicación y coordinación con los departamentos de Calidad e Ingeniería se lograron los resultados:

- Puesta en operación del tablero de eléctrica 32107-T7S-ZT02:

La liberación por parte de Calidad fue realizada apoyándose en arneses maestros de los diferentes números de parte que usan en producción en masa (Mass Production).

- Capacitación a auditores e inspectores de calidad:

Los inspectores de calidad son los trabajadores encargados de realizar la prueba de continuidad a cada arnés, antes de la puesta en marcha del tablero fue necesario realizar pruebas contundentes a los arneses maestros, al hacer la prueba se les indico la manera correcta de manejar el probador, ya que los inspectores estaban muy acostumbrados al uso del probador OMI.

Se explicó la manera de leer las ayudas visuales respecto al orden de los circuitos ensamblados en los conectores del arnés, estas se colocan en el tablero para el conocimiento de los inspectores, de esta forma llevaran un proceso más rápido al detectar un defecto.

Hubo retroalimentación acerca de cómo detectar una falla en el tablero haciendo una correcta lectura con el probador Dynalab, el probador puede detectar circuitos faltantes, circuitos mal conectados, cortos, circuitos dañados, candados de conector abiertos, así como el mal funcionamiento de un push checker.

- Metodología de construcción de tableros de eléctrica:

Por parte del área de eléctrica fue desarrollado un método diferente, eficiente y rápido para la elaboración de los futuros proyectos de construcción de tableros de eléctrica, como insertar las fijturas de clips en el triplay y la iluminación de las mismas con LEDs.

Capítulo 7

Análisis de Resultados.

Agregando una nueva prueba para su liberación a este tablero, prueba “Red Rabbit”, esta consiste en pasar un arnés de cada número de parte con defectos, los cuales van desde terminales desensambladas, clips equivocados, mal orientados o faltantes, candados abiertos, candados faltantes, etc. esta prueba se hace con la finalidad de esta prueba es robustecer el proceso de detección de defectos o posibles defectos, además de entrenar a los inspectores para que puedan desarrollar el análisis de piezas defectuosas en el momento de su inspección eléctrica.

Capítulo 7. Análisis de Resultados.


		LIBERACIÓN DE NÚMEROS DE PARTE, PRUEBA RED RABBIT			
PLATAFORMA : 32107-T7S-ZT02		¿Dónde se detecta?			
Número de parte	Defecto	Prueba Clips	Prueba Eléctrica	Prueba de alineación	Status total
32107-T7S-AE00	Candado desensamblado, conector 278		x		OK
	Conector 320 invertido		x		
	Candado abierto, conector 112		x		
	Candado faltante, conector 321		x		
	Tierra 3 desensamblada		x		
32107-T7S-AA00	Clip 45 mal orientado	x			OK
	Clip 14 faltante	x			
	Clip 57 equivocado	x			
32107-T7S-A700	Circuito A32 pinchado, conector 330		x		OK
	Clip faltante conector 112		x		
	Conector 73 dañado		x		
32107-T7S-AB00	Terminal doblada, conector 88			x	OK
	Candado faltante, conector 20		x		
	Candado abierto, conector 35		x		
32107-T7S-CC00	Clip 1 faltante	x			OK
	Clip 99 mal orientado	x			
	Clip 52 equivocado	x			
32107-T7S-A800	Terminal doblada, conector 385			x	OK
	Circuito faltante, conector 288		x		
	Clip faltante conector 202		x		
32107-T7S-A900	Clip 89 faltante	x			OK
	Clip equivocado 26	x			
	Clip 99 faltante	x			
32107-T7S-X900	Clip 114 mal orientado	x			OK
	Clip 61 equivocado	x			
	Clip 9 dañado	x			
32107-T7S-CA00	Terminal doblada, conector 88		x		OK
	Clip faltante, conector 202		x		
	Candado faltante, conector 330		x		
32107-T7S-C700	Clip 59 faltante	x			OK
	Clip 75 mal orientado	x			
	Clip 100 dañado	x			
32107-T7S-X600	Candado abierto, conector 34		x		OK
	Clip faltante, conector 86		x		
	Candado abierto, conector 60		x		
32107-T7S-X700	Circuito pinchado, conector 278		x		OK
	Circuito faltante, conector 176		x		
	Terminal mal ensamblada, conector 180		x		
32107-T7S-AC00	Clip 108, dañado	x			OK
	Clip 37 equivocado	x			
	Clip 11, mal orientado	x	x		
32107-T7S-CB00	Candado faltante, conector 76		x		OK
	Terminal fuera, conector 32		x		
	Circuito faltante, conector 202		x		
32107-T7S-CD01	Terminal dañada, conector 385		x		OK
	Terminal fuera, conector 135		x		
	Clip faltante, conector 88		x		
32107-T7S-C800	Clip 65, equivocado	x			OK
	Clip 74 faltante	x			
	Clip 26, mal orientado	x			
32107-T7S-X800	Clip 16, faltante	x			OK
	Clip 83 dañado	x			
	Clip 31 mal orientado	x			
32107-T7S-D200	Terminal mal ensamblada, conector 165		x		OK
	Terminal dañada, conector 66		x		
32107-T7S-D300	Terminal doblada, conector 202			x	OK
	Terminal doblada, conector 385			x	
	Clip faltante, conector 88		x		
Ingeniero de producto		Ingeniero de (QC)		Ingeniero Eléctrica	
Supervisor de Producción		Ingeniero de (QA)			

Imagen 60 Formato de liberación de tablero de prueba eléctrica, en el se plasma la liberación por número de parte y diferentes defectos en cada arnés, para la prueba Red Rabbit. Imagen compartida por departamento de Calidad QA.

Se anexa la siguiente grafica donde se aprecia los defectos que no eran detectados por el probador OMI y llegaron hasta el cliente y por consiguiente causaron quejas a lo largo del primer semestre del año 2018. A partir de la puesta en marcha del tablero con probador Dynalab, los defectos son detenidos en el tablero de eléctrica para su revisión y su re trabajo evitando así quejas de cliente en el segundo semestre.

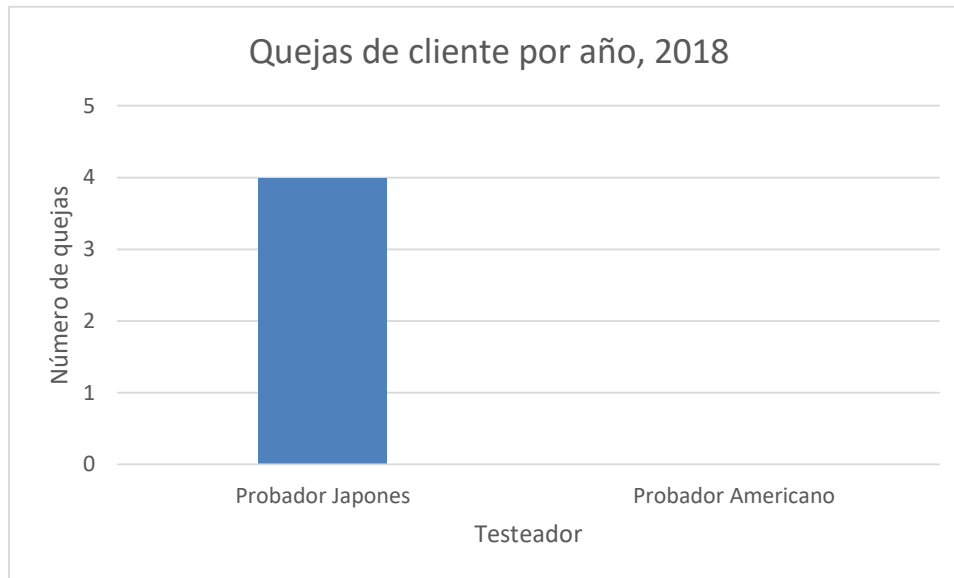


Tabla 5 Grafica de quejas de cliente durante el año 2018, antes y después del cambio del tablero de prueba eléctrica. Tabla por Eduardo Trujillo.

A continuación se muestra un diagrama de flujo de proceso para indicar los poka-yokes en el tablero.

Poka-yokes prueba de clip: Como se aprecia en el diagrama de flujo, si la prueba de clips no es exitosa los inspectores de calidad así como el auditor de calidad deben de revisar que es lo que está dificultando la inspección de clips, si es un clip equivocado, aunque se intente manipular las fixturas no logran debido al número de detecciones que solo probando el clip correcto se pueden confirmar, de igual manera si es un clip faltante, en caso de ser un clip mal orientado de acuerdo al diseño de la figura este no pasara hasta que no sea colocado de la manera correcta.

Poka-yokes prueba eléctrica: Cuando un arnés no pasa la prueba eléctrica de forma exitosa, ya sea por un circuito invertido, un circuito pinchado, circuito faltante el probador Dynalab no continuara hasta ser corregidos los hallazgos; cuando es un circuito invertido, el Dynalab lo detecta como un corto, emitiendo un sonido de advertencia y mostrando en su display la cavidad correcta e incorrecta; en caso de

ser un circuito pinchado o faltante el Dynalab mostrara puntos abiertos y no terminara hasta que el probador no detecte continuidad en estos circuitos.

Poka-yoke alineación y combos: Es la prueba final del programa, la etapa alineación es el poka-yoke para las terminales macho y corroborar que estas no se encuentren dañadas, en caso de encontrarse defecto en estas terminales, la etapa alineación marcara un punto abierto en el conector donde se encuentra el defecto, de esta manera los inspectores deben revisar cada una de las terminales del conector en cuestión y asegurarse que estas continúen el flujo establecido. La etapa combos, se confirma la unión de dos conectores, y estas no proceden si estos conectores no se unen, de lo contrario el Dynalab mostrara en su display un punto abierto en los conectores que hacen falta por unir, los operadores no pueden manipular las fixturas debido al diseño que estas presentan y solo pueden ser colocados los conectores ensamblados.

Diagrama de flujo de proceso de eléctrica (Poka-yokes).

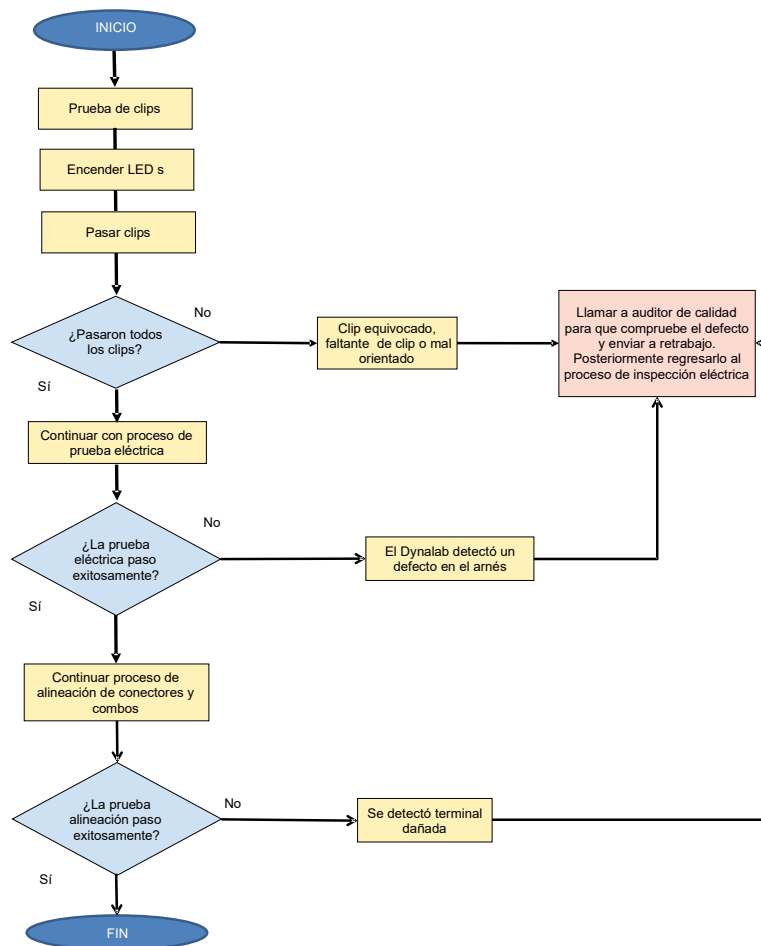


Imagen 61 Diagrama de flujo, poka-yokes instalados por los cuales pasa el arnés en el proceso de prueba eléctrica. Imagen por Eduardo Trujillo.

Capítulo 8

Conclusiones y trabajo a futuro

Llevar a cabo este proyecto es de suma importancia para la empresa, ya que se implementaron mejoras sustanciales que fueron estudiadas previamente con los departamentos involucrados. El tablero con un nuevo sistema probador eléctrico tiene un papel muy importante en la calidad del producto final; ya que al comenzar la producción en masa se disminuyeron defectos y un proceso más rápido al detectarlos.

Anteriormente, el sistema japonés estaba limitado en cuanto a fixturas poka-yoke se refiere, debido al elevado costo de las refacciones necesarias para su uso, con el sistema anterior se llegó a adquirir refacciones de hasta \$400 USD por mes, en cambio este sistema tuvo una reducción significativa de alrededor 80% del gasto en refacciones, no se han solicitado más debido a que solo ha sido requerido mantenimiento preventivo, programado semanalmente.

El tablero con probador OMI no contaba con fixturas poka-yoke, ya que estas fixturas eran muy sencillas y con una sola detección para el componente; con la nueva implementación fue posible instalar nuevas fixturas con el diseño del clip con 2 y hasta 4 detecciones de acuerdo a la figura del componente.

Con el nuevo probador Dynalab, a los arneses que pasan a través del tablero es más sencillo detectarles los defectos y así evitar su avance en el proceso, ya que tanto el probador como sus fixturas iluminadas mediante LED's permiten una detección más efectiva.

Este tablero es un parte aguas y no está cerrado a la mejora en sus procesos, diseño y construcción; aunado a esto, es posible hacer una mejor inspección, trabajando en quipo con el departamento de calidad, al establecer la forma de usar el equipo, capacitando a sus nuevos inspectores, y siguiendo el proceso rigurosamente para hacer la prueba eléctrica de manera exitosa. Con este tablero se logra establecer un proceso más robusto al antecesor, mejorando la forma de hacer la inspección, la indicación de componentes, la eliminación del proceso manual de la colocación de etiqueta y la detección de defectos en el producto final, se marca un precedente en la construcción de tableros de eléctrica debido a las nuevas formas de llevarlo a cabo y el diseño del mismo.

Referencias bibliográficas

- Dynalab Test system. (2007). Dynalab NX Test Systems. 2007, de ST Systems
Sitio web:
http://www.stsystems.co.kr/Product_info/Testsystems/Dynalab_NX%20System_Catalog_English_Ver1.5_ST.pdf
- Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11 Edición. Niebel / Freivalds. Editorial Alfaomega.

Anexos

Preparacion para cambio de Modelo HR-V 19M Linea2		Plan		Responsable	Avance	Estatus
		Comienzo	Fin			
1.-	Elaboracion de Marimba	10-Jan-18	18-May-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	- Diseño de KitSupply(Lado derecho)	10-Jan-18	15-Jan-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Diseño de KitSupply(Lado Izquierdo)	10-Jan-18	19-Jan-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Retroalimentacion del diseño	19-Jan-18	19-Jan-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Definir ubicacion de agarradera	19-Jan-18	22-Jan-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Modificacion de la estructura para montaje del KitSupply	28-May-18	1-Jun-18	Jose Garcia	100%	Actividad Completa
	-Prototipo de tubo retractil y lona para circuitos	27-Mar-18	16-Apr-18	Jose Garcia	100%	Actividad Completa
	-Implementacion de la modificacion	28-May-18	1-Jun-18	Jose Garcia	100%	Actividad Completa
	-Materiales necesarios	10-Jan-18	2-Feb-18	Mantenimiento/Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Cinta reforzada(Confirm Stock)	19-Jan-18	2-Feb-18	Perla Flores	100%	Actividad Completa
	-100 hojas Coroplast (Cotizacion, Requisicion y Ord Comp)	22-Jan-18	2-Feb-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
	-6 hojas Acrilico 3mm (Cotizacion, Requisicion y Ord Comp)	10-Jan-18	2-Feb-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
	-Lazo 120 mts (Cotizacion, Requisicion y Ord Comp)	10-Jan-18	2-Feb-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
	-Canaleta cuadrada(Pedaceria)	10-Jan-18	2-Feb-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
	-Corta circulos, Brocas Planas. (Cotizacion, Requisicion y Ord Comp)	19-Jan-18	2-Feb-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
	Cotizar Argollas para colocacion de calendarios	9-Apr-18	13-Apr-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
	Desarrollo del sistema de iluminacion LED en Marimba	29-Jan-18	13-Apr-18	Equipo de Electrica	100%	Actividad Completa
	-Investigacion	29-Jan-18	12-Feb-18	Equipo de Electrica	100%	Actividad Completa
	-Pruebas	12-Feb-18	19-Mar-18	Equipo de Electrica	100%	Actividad Completa
	-Refuerzo y correccion de cajas para Marimba	16-Apr-18	20-Apr-18	Equipo de Electrica	100%	Actividad Completa
	-Implementacion	9-Apr-18	1-Jun-18	Equipo de Electrica	100%	Actividad Completa
	-Construccion de la primera pieza (lado derecho)	19-Jan-18	26-Feb-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Construccion de primera pieza(lado Izquierdo)	6-Feb-18	26-Feb-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Elaboracion de los 26 Kit Supply	4-May-18	18-May-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Diseño de la Marimba	22-Jan-18	26-Jan-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Elaboracion de Marimba	4-May-18	18-May-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
	-Prueba del Prototipo Marimba y Kitsupply	29-Jan-18	31-Jan-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
2.-	Instrucciones de trabajo (ZT02)	23-Jan-18	19-Feb-18	Gaby/Sandy/Lili/Omar	100%	Actividad Completa
3.-	Actualizar Instrucciones de ruteo	16-Apr-18	20-Apr-18	Gaby	100%	Actividad Completa
4.-	Instrucciones de encinte	19-Feb-18	13-Apr-18	Gaby	100%	Actividad Completa
5.-	ID de Circuitos Picking y procesos	6-Jul-18	6-Jul-18	Sandy	100%	Actividad Completa
6.-	ID de Componentes	28-May-18	28-May-18	Gaby	100%	Actividad Completa
7.-	Actualizar lista de circuitos marcados.	22-Apr-18	25-Apr-18	Lily	100%	Actividad Completa
8.-	A.V de procesos	19-Mar-18	12-Apr-18	Lily	100%	Actividad Completa
9.-	A. V de Conectores Electrica	20-Feb-18	9-Mar-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
10.-	Beams	2-Apr-18	13-Apr-18	Lily	100%	Actividad Completa
11.-	Elaboracion de Peinetas(Estandarizar medidas)	19-Feb-18	30-Apr-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
	-Prototipo	25-Jan-18	29-Jan-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
	-Elaboracion (120 peinetas)+40pzs ZS	2-Apr-18	14-May-18	Octavio Sierra	100%	Actividad Completa
12.-	Calendarios	28-May-18	28-May-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
13.-	Overlay Dimensiones (ZT02)	19-Mar-18	27-Apr-18	Sandy	100%	Actividad Completa
14.-	Overlay de Construccion (ZT02)	12-Mar-18	28-Mar-18	Gaby	100%	Actividad Completa
15.-	5 pasos	28-May-18	28-May-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
16.-	Delimitacion de las estaciones	28-May-18	1-Jun-18	Ingenieria/Mantenimiento	100%	Actividad Completa
17.-	Letreros de nuevo modelo	28-May-18	28-May-18	Ingenieria/Mantenimiento	100%	Actividad Completa
18.-	Actualizar Checklist de cambios	25-May-18	25-May-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
19.-	Construccion de tableros	14-May-18		Jose Garcia	100%	Actividad Completa
	-Barrenado y colocacion del Overlay de Construccion.	14-May-18	23-May-18	Mantenimiento	100%	Actividad Completa
	-Colocacion de herramental	28-May-18	1-Jun-18	Mantenimiento	100%	Actividad Completa
20.-	Construccion de tableros para bolsa de aire	14-May-18		Mantenimiento	100%	Actividad Completa
21.-	Validacion de tableros	4-Jun-18	8-Jun-18	Juan Santos	100%	Actividad Completa
22.-	Alineacion de Flujo Final	28-May-18	1-Jun-18	Jose Garcia/Oscar Nazaret	100%	Actividad Completa
23.-	Propuesta de mejora para modificacion de picking	2-Apr-18	10-Apr-18	Sandy/Gaby/Lily	100%	Actividad Completa
24.-	A. V. para colocacion de clips	11-Apr-18	16-Apr-18	Gaby	100%	Actividad Completa
				Total de Avance	100%	

Imagen 62 Planeación multidisciplinaria para el arranque de línea de producción para modelo 32107-T7S-ZT02. Imagen por ingeniero de producto.

Anexos.

Preparación para cambio de Modelo HR-V 19M Línea 2	Plan		Responsable	Avance	Estatus
	Comienzo	Fin			
-Colocación de agarradera en las cajas de kit supply	23-Jul-18	10-Aug-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
-Modificación de la estructura para montaje del KitSupply	2-Jul-18	6-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Cargar los programas en inductive 18 niveles	2-Jul-18	10-Jul-18	Equipo eléctrica	100%	Actividad Completa
Colocar picos y fijar bins en la estructura pre ensambles	2-Jul-18	10-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Identificar los bins de acuerdo al estándar de colores (blancos-componentes, gris-scrap/ligas)	3-Jul-18	20-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Fijar tapetes	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Delimitación de las estaciones	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
-Canaleta para circuitos.	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
-Instrucción de uso de inductive system	2-Jul-18	10-Jul-18	Equipo eléctrica	100%	Actividad Completa
-Fixturas identificadas correctamente (Letra y nombre del componente correcto)	2-Jul-18	10-Jul-18	Equipo eléctrica	100%	Actividad Completa
-Numero de tablero	2-Jul-18	19-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Revisar y corregir nombres de clip 2 y 3	2-Jul-18	19-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Revisar y corregir nombres de clip 79, 77 y 30	2-Jul-18	19-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
-Pecas para circuitos marcados	9-Jul-18	10-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Colocación de ayudas visuales para ruteo, encinte, tierras, puntas sueltas, clips, andon. Etc.	9-Jul-18	19-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Fijar tapetes	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Delimitar estaciones	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Delimitar vuelta del rotary	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Colocación de argollas en los tableros para calendarios	2-Jul-18	11-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Revisar las horquillas que necesitan cambiarse	2-Jul-18	19-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
-Canaleta para kit supply	2-Jul-18	11-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
-Retenedores de conectores para puntas sueltas	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
-Gatos para ruteo	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
-Resorte para las horquillas	9-Jul-18	20-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
-Lona para la protección de marco en los tableros	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
-Eco bag para cliperos y líderes de producción	2-Jul-18	20-Aug-18	Omar Mendez	100%	Actividad Completa
-Paro de emergencia	2-Jul-18		Jose García	100%	Actividad Completa
Retrabajo de fitura de bolsa de aire YSQ-AB-B2FA G	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
-Delimitación de tablero de dimensiones y electrica por estaciones	18-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
- Identificación del área donde se coloca el name tag	3-Jul-18	6-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Cargar programas para el tablero de electrica	3-Jul-18	10-Jul-18	Equipo eléctrica	100%	Actividad Completa
Cambiar conexiones en el tablero de electrica	3-Jul-18	10-Jul-18	Equipo eléctrica	100%	Actividad Completa
Prototipo para la colocacion de los scanner	2-Jul-18	10-Jul-18	Equipo eléctrica	100%	Actividad Completa
Fijar tapetes	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Identificar picos	2-Jul-18	13-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Andon en todo flujo final	13-Jul-18	18-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Adaptacion de los carros de picking	2-Jul-18		Ivan García	100%	Actividad Completa
5 pasos de cada estacion	2-Jul-18	12-Jul-18	Equipo Ingenieria	100%	Actividad Completa
Delimitación de las estaciones	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Cajas para colocar carton y plastico identificadas	2-Jul-18	20-Jul-18	Ivan García	100%	Actividad Completa
Numeracion de las estaciones de acuerdo al AMEF	2-Jul-18	19-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Carga de material	13-Jul-18	20-Jul-18	Omar Guerrero	100%	Actividad Completa
Revison de ingenieria con check list	19-Jul-18	19-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Top Management Patrol	20-Jul-18	20-Jul-18	Ana Lilia Guzmán	100%	Actividad Completa
Liberacion de tableros de construccion	5-Jul-18	11-Jul-18	Juan Santos	100%	Actividad Completa
-Liberacion de pre-ensambles (18 niveles)	11-Jul-18	13-Jul-18	Juan Santos	100%	Actividad Completa
-Liberacion punto a punto del programa	19-Jul-18	20-Jul-18	Juan Santos	100%	Actividad Completa
-Liberacion de programas electricos	13-Jul-18	20-Jul-18	Juan Santos	100%	Actividad Completa
-Liberacion de Picking	12-Jul-18	13-Jul-18	Juan Santos	100%	Actividad Completa
Liberacion de la línea	12-Jul-18	13-Jul-18	Juan Santos	100%	Actividad Completa

Imagen 63 Planeación multidisciplinaria para arranque de línea modelo 32107-T7S-ZT02. Imagen por ingeniero de producto.

Glosario

Sistema guiado por LEDs

Sistema de detección de componentes donde los LEDs tienen como función principal el indicar que componentes hay que detectar al realizar la prueba eléctrica.

Puntos de detección

Puntos asignados por medio del software Dynalab a la tarjeta de conexión para cada uno de los push checker o clips a probar.

Bloques

Puntos de detección asignados especial y exclusivamente para cada uno de los push checkers.

Conector de 64 vías

Interface entre en el Dynalab y los push checkers para la prueba de continuidad eléctrica.

Protocolo de comunicación serial RS232

Sistema de comunicación que permite transmitir información por medio de un cable serial.

Controlador de módulos LEDs

Módulo maestro: Dispositivo que detecta y transmite las señales del Dynalab a los LEDs.

Módulo esclavo: Dispositivo que ejecuta las señales provenientes del Dynalab y el modulo maestro.

Diseñador Zebra

Software provisto por el fabricante del testeador Dynalab, este software permite el diseño del nametag además la conexión y configuración de la impresora.