



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**DISEÑO DE TABLEROS MAESTROS PARA NUEVO PROGRAMA C48X EN LEAR, GREEN
VALLEY**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

PRESENTADO POR:

JOSÉ JAVIER GUZMÁN VALLADARES

No. CUENTA: 21211013

ASESOR: ING. SANDRA FLORES

CAMPUS SAN PEDRO SULA,

LUNES 5 DE FEBRERO DEL 2018

Autorización

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, José Javier Guzmán Valladares, de San Pedro Sula, autor del trabajo de grado titulado: diseño de tableros maestros para nuevo programa C48X de Lear, Green Valley; presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniería Industrial y de Sistemas, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los cinco días del mes de Febrero del dos mil dieciocho.

05 de Febrero del 2018

José Javier Guzmán Valladares

21211013

Hoja de firmas

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Sandra Flores

Asesor UNITEC

Ing. Roger Perez

Ing. Leonel Molina

Ing. Roberto Rodríguez

Coordinador Académico de Ingeniería Industrial y de sistemas / UNITEC

Resumen Ejecutivo

Debido al crecimiento de Lear, la compañía se ha ganado la confianza del cliente para un nuevo programa. Sin embargo, para poder ganarse el programa completo, la compañía ocupa pasar las pruebas prototipo para lo cual ocupa diseñar una línea de producción prototipo la cual consiste solo de tableros maestros, los cuales son usados para crear los tableros duplicados para producción masiva cuando ya se pasa la fase prototipo.

El nuevo programa se llama C48X y consiste en doce familias de arneses de diferentes tamaños y diseños. En total se requiere enviar 1600 piezas (arneses) de todo el programa para que Ford realice sus pruebas piloto y apruebe de si Lear se ha ganado el programa completo y así empezar la producción masiva. Se entregaron doce planos los cuales representan los requerimientos del cliente de como desea que se construya el arnés. Estos planos fueron usados para poder diseñar los tableros maestros y conocer a detalle que herramientas se van a usar. Primero se dibujó el diseño del arnés con lápiz y papel para conocer la manera en como este se va a diseñar en el tablero maestro. Luego se realizó un listado de todos los componentes de cada familia para solicitar muestras a almacén y usar el mismo listado para realizar una BOM de los tableros maestros y una RFQ para la mesa de prueba eléctrica lo cual sirven como orden de compra para la solicitud del tooling. Una vez que almacén entregó las muestras se procedió a repartir todas las muestras de componentes a todos los proveedores para ellos procedieran a construir el tooling de acuerdo a las especificaciones del plano. Como parte de los requisitos de calidad, se utilizan ayudas visuales en los tableros para mayor facilidad al momento de construir un arnés. Se hicieron ayudas visuales para cada estación de trabajo de la línea prototipo. Para la línea prototipo se utilizó una bahía de 143 ft. De largo con 21.98 ft de ancho y ese espacio se dividió en seis partes iguales para las doce familias del programa C48X. Cada espacio se diseñó para trabajar dos familias a la vez y consiste en 23.83 ft de largo con 21.98 ft de ancho. Por cada familia se hicieron siete estaciones de trabajo las cuales cada una lleva una instrucción de trabajo especifica de cómo se debe construir el arnés de la familia la cual se está trabajando. Al levantar la línea se logró construir cuatro arneses de cada familia listos para ser enviados al cliente.

Índice de contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	2
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
2.1.1. LOGOTIPO.....	4
2.1.2. MISIÓN Y VISIÓN.....	4
2.1.3. POLÍTICA DE CALIDAD.....	4
2.1.4. VALORES FUNDAMENTALES	5
2.1.5. CLIENTES DE LEAR.....	6
2.1.6. ORGANIZACIÓN DE LEAR HONDURAS.....	6
2.1.7. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	6
2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD	8
2.3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	9
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	11
3.2. OBJETIVOS	11
3.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3.3. JUSTIFICACIÓN	12
IV. MARCO TEÓRICO	13
4.1. INGENIERÍA DE MÉTODOS.....	13
4.2. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.....	14
4.3. CALIDAD	14
4.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE UN ARNÉS.....	14
4.4.1. PROCESO DE CORTE.....	14

4.4.2.	PROCESO DE MANUFACTURA	15
4.5.	MAQUINARIA Y EQUIPO	17
4.6.	SISTEMA PRODUCTIVO.....	17
4.7.	LANZAMIENTO DEL PRODUCTO	18
4.8.	DISEÑO DE UNIDAD BÁSICA DE TRABAJO (UBT).....	19
4.9.	CONTROL DE CALIDAD	20
4.9.1.	TÉCNICAS DE INSPECCIÓN DE CALIDAD	20
4.9.2.	TS 16949.....	20
4.10.	SISTEMA LPS.....	22
4.11.	HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA SIX SIGMA.....	22
4.11.1.	POKA YOKE.....	23
4.11.2.	LLUVIA DE IDEAS	24
4.11.3.	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.....	24
4.11.4.	METODOLOGÍA JIT	24
4.11.5.	METODOLOGÍA 5´S.....	24
4.12.	DIAGRAMA DE GANTT	25
V.	METODOLOGÍA.....	26
5.1.	VARIABLES DE ESTUDIO.....	26
5.1.1.	ERGONOMÍA.....	27
5.1.2.	BAHÍA.....	28
5.1.3.	PLANOS C48X.....	29
5.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	29
5.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	30
5.3.1.	OBSERVACIÓN.....	30
5.3.2.	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PARA EL PROGRAMA C48X.....	31
5.3.3.	POKA YOKE.....	37
5.3.4.	LAYOUT DEL PROGRAMA C48X.....	38
5.3.5.	METODOLOGÍA DE LAS 5´S.....	39

5.4.	FUENTES DE INFORMACIÓN	40
5.4.1.	FUENTES PRIMARIAS.....	40
5.4.2.	FUENTES SECUNDARIAS.....	40
5.5.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	41
VI.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO.....	44
6.1.	DISEÑO DEL ARNÉS.....	44
6.2.	SOLICITUD DE TOOLING	44
6.3.	DISEÑO DE AYUDAS VISUALES	46
6.3.1.	CONECTORES	46
6.3.2.	NODOS	47
6.3.3.	BINES.....	47
6.3.4.	CLIPS	48
6.4.	WLL	48
6.5.	PEG BOARD	49
6.6.	INSTRUCCIONES DE TRABAJO.....	49
6.7.	ENTREGA DE MUESTRAS A LOS PROVEEDORES	50
6.8.	LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA PROTOTIPO	51
6.9.	RESULTADOS.....	51
VII.	CONCLUSIONES	53
VIII.	RECOMENDACIONES.....	54
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	55
X.	ANEXOS.....	57

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Países en los que opera Lear.	3
Ilustración 2: Marca Ford.....	3
Ilustración 3: Logo de Lear Corporation.....	4
Ilustración 4: Clientes de Lear.....	6
Ilustración 5: Modelos de Ford.....	7
Ilustración 6: Logo GMC.....	7
Ilustración 7: Logo Chrysler.....	8
Ilustración 8: Procesos para la elaboración de un arnés.....	10
Ilustración 9: Circuitos con procesos especiales.....	15
Ilustración 10: Ejemplo de Layout de una UBT.....	19
Ilustración 11: Política del Sistema de Calidad de Lear Corporation.....	21
Ilustración 12: Ejemplo de POKA YOKE.....	23
Ilustración 13: Variables dependientes e independientes.....	26
Ilustración 14: Ejemplo de tablero de construcción.....	28
Ilustración 15: Bahía para el diseño de las líneas prototipo para el programa C48X.....	29
Ilustración 16: Layout actual de la planta Lear, Green Valley.....	30
Ilustración 17: Diagrama de Flujo para pre-ensamble.....	31
Ilustración 18: Diagrama de Flujo para encintado.....	32
Ilustración 19: Diagrama de Flujo para clips.....	33
Ilustración 20: Diagrama de Flujo para dimensiones.....	34
Ilustración 21: Diagrama de Flujo para prueba eléctrica.....	35
Ilustración 22: Diagrama de Flujo para cuarentena.....	36
Ilustración 23: Diagrama de Flujo para empaque y amarre.....	37
Ilustración 24: Fixtura de un conector.....	38
Ilustración 25: Layout para cuatro familias del C48X.....	39
Ilustración 26: Cronograma de Actividades.....	41
Ilustración 27: Ejemplo de WLL.....	48
Ilustración 28: Ejemplo de Instrucción de trabajo.....	50

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de variables de estudio.....	27
Tabla 2. Ejemplo de BOM para solicitud de tooling.....	45
Tabla 3. Solicitud de muestras para almacén.....	47

Glosario

1. **APQP:** Departamento de ingeniería de calidad avanzada.
2. **Arnés:** es un sistema de conexiones eléctricas, sirve para interconectar todas las funciones eléctricas de un automóvil.
3. **BOM:** documento mediante el cual se hace la solicitud del tooling requerido a compras para la elaboración de los tableros de producción de arneses.
4. **Car Leader:** nombre del puesto o cargo del jefe de ingeniería también conocido como coordinador de ingenierías. Debajo de él están los departamentos de ingeniería de métodos e ingeniería de productos.
5. **DCN:** Documento que se presenta en una junta para informar los nuevos arneses y nuevos posibles cambios de un arnés. Sus letras significan Design Change Notice.
6. **Elevador de ruteo:** es el tooling que sujeta a las horquillas y pernos ruteadores el cual se puede empujar hacia adelante y hacia atrás como un elevador.
7. **Fixtura:** Tooling el cual realiza la función de poka yoke para las diferentes partes del arnés.
8. **GPN:** Global Part Number. Este es el número de parte con el cual identificalear los componentes en cualquier parte del mundo.
9. **Hoja de Corte:** Documento que contiene las indicaciones de las medidas que deben ser cortados los circuitos del arnés.
10. **Horquilla:** Tooling el cual realiza la función de ruteo para los ramales del arnés. Este se utiliza cuando involucra dos o más ramales.
11. **Layout:** esquema de distribución de los elementos de un diseño
12. **Lead Methods:** nombre del puesto o cargo del jefe de ingeniería de métodos, también conocido como coordinador de métodos.
13. **Lead Prep:** Departamento de corte para los circuitos del arnés
14. **Lead Product:** nombre del puesto o cargo del jefe de ingeniería de productos, también conocido como coordinador de productos.
15. **Nodos:** Punto o posición donde se separan los ramales del arnés.
16. **Perno ruteador:** Tooling el cual realiza la función de ruteo para los ramales del arnés. Este tooling se utiliza cuando involucra solo un ramal del arnés.

17. **RFQ:** documento mediante el cual se hace la solicitud del tooling requerido a compras para la elaboración de las pruebas eléctricas de calidad de arneses.
18. **Tooling:** Dispositivos que se utilizan para la elaboración del arnés asegurando una función de poka yoke.
19. **UBT:** Unidad Básica de Trabajo. También conocidas como las líneas de producción o líneas de manufactura.
20. **WLL:** Es la carta de longitudes de los circuitos que se utilizan en un arnés. Sus letras significan Wire Length Longitude.

I. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe describe detalles generales y específicos de una empresa de excelencia mundial, exponiendo todos los factores para la implementación de productos nuevos y la importancia de la ingeniería de métodos en los productos.

Hoy en día conforme van creciendo y desarrollándose las empresas, estas buscan expandirse para continuar existiendo; es decir, conforme aumenta su demanda deben de ir aumentando su capacidad para poder cumplir las peticiones del cliente. En Lear, este ha sido el caso. Con el pasar de los años Lear ha crecido al punto donde ahora ya no solo cuenta con plantas de manufactura en naco sino que se ha expandido hasta el punto de crear una nueva planta en Green Valley para poder seguir sufriendo las demandas de sus clientes, el cual cada vez van aumentando. En Lear, Green Valley trabajan con el diseño de arneses del programa U55X, sin embargo Ford está pidiendo que se manufacture un nuevo programa llamado C48X y para ello se requiere diseñar y crear una nueva línea de manufactura para poder producir los arneses con las especificaciones requeridas. Esto beneficia a la empresa debido a que si gana el nuevo programa esto permitirá nuevas oportunidades de trabajo para las personas sin empleo y permitirá a la empresa seguir creciendo como compañía. Para poder ganarse el programa Lear requiere construir la línea prototipo para las doce familias de arneses del programa C48X y debe construir 1,600 piezas (arneses) en total de las doce familias. Esas piezas serán enviadas a Ford y ellos realizaran sus pruebas para ver si se requiere implementar algún cambio o si están satisfechos y se cumple con sus expectativas. Una vez el cliente haya realizado sus pruebas y sienta que se está cumpliendo con lo que pide, le dará el consentimiento a Lear de producir en masa y esto significara que Lear se ha ganado el programa completo.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Lear se fundó en 1917 en Detroit como American Metal Products, un fabricante de conjuntos de asientos y otros componentes para la industria automotriz y la industria de la aviación. Lear completó una oferta pública inicial en 1994 y se convirtió en un proveedor global a través de un crecimiento orgánico y una serie de adquisiciones.

Lear es un proveedor líder de Nivel 1 de dos sistemas críticos para la industria automotriz global: sistemas de gestión de la energía eléctrica y asientos. Lear provee los productos a prácticamente todas las fábricas automotrices más importantes del mundo, y puede encontrarse contenido de Lear en más de 300 marcas de automóviles en todo el mundo.

El éxito del equipo de Lear está impulsado por un enfoque constante en servir a los clientes y mantener la excelencia en todas las operaciones a nivel global. Existen 98,000 empleados con 207 plantas en 35 países, las oficinas generales de Lear se encuentran en Southfield, Michigan.

Lear Corporation es uno de los más grandes y exitosos proveedores de la Industria Automotriz en el Mundo. Tiene operaciones en los siguientes países:

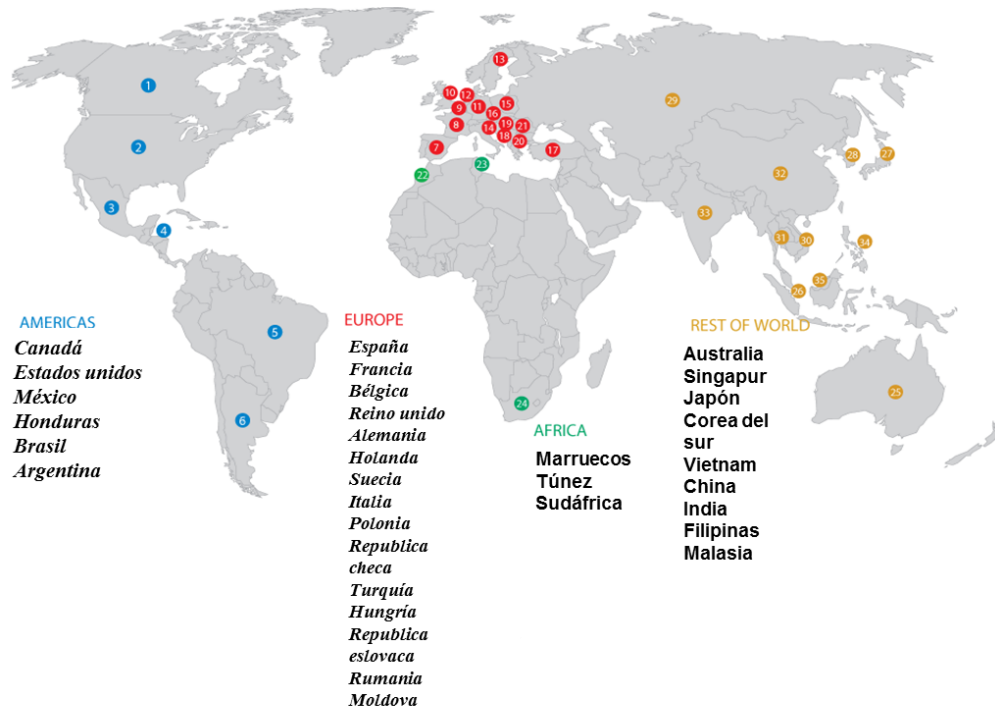


Ilustración 1: Países en los que opera Lear.

(Fuente Lear Corp., 2017)

En Lear Corporation Operaciones Honduras se dedica a la fabricación de arneses para la industria automotriz, para la marca Ford.



Ilustración 2: Marca Ford

(Fuente Lear Corp., 2017)

2.1.1. LOGOTIPO

El logotipo que identifica a la planta Lear es exactamente la misma para toda la corporación.



Ilustración 3: Logo de Lear Corporation.

(Fuente Lear Corp., 2017)

2.1.2. MISIÓN Y VISIÓN

Misión:

Superar las necesidades y expectativas de nuestros clientes al:

- Ofrecer productos y servicios de la más alta calidad.
- Ofrecer soluciones agregadas de bajo costo y alto valor.
- Mejorar continuamente nuestra eficiencia operativa.
- Conducir nuestros negocios con integridad.

Visión:

- Ser reconocidos de manera sistemática como:
- Proveedor preferido
- Empleador preferido
- Inversión preferida; y
- Una Compañía que apoya a las comunidades en donde realizamos nuestra actividad comercial.

2.1.3. POLÍTICA DE CALIDAD

Mediante su estrategia de mejora continua y trabajo en equipo, la Corporación Lear se dedica a establecer las más altas normas de Calidad, Valor, Servicio y Tecnología de la industria.

2.1.4. VALORES FUNDAMENTALES

- ✓ Integridad: Ser ejemplo y promover la integridad en nuestro círculo de influencia. Lear promueve la participación activa de sus empleados con comunicación abierta para crear un ambiente libre de corrupción, hostigamiento, acoso e inseguridad.
- ✓ Trabajo en Equipo: Si lo que se hace se hace uniendo esfuerzo, se tendrá más y mejores resultados que haciéndolo en forma individual. Lear promueve el trabajo en equipo, compartiendo ideas, creando retos y obteniendo lo mejor de cada uno de sus miembros.
- ✓ Enfoque al cliente: Las empresas de Clase Mundial hoy en día saben que ocuparse ágil y contundentemente en satisfacer y exceder las expectativas de sus clientes marca una diferencia para permanecer en esta categoría. Por ello Lear Corporation impulsa iniciativas para nutrir la relación con sus clientes. Para responder consistentemente a los clientes en sus asuntos y preocupaciones.
- ✓ Excelencia operacional: La Excelencia Operacional consiste en hacer lo correcto, hacerlo bien la primera vez, según los criterios de los clientes, empleados, accionistas y proveedores. La Excelencia Operacional apunta a cinco áreas: Seguridad, Personal, Servicios, Calidad y Costos. Para evaluar el progreso hacia la excelencia.
- ✓ Servicio a la comunidad: En Lear, se realiza un esfuerzo por hacer más por la comunidad donde se trabaja retribuyendo a través de regalos, bienes y servicios, horas de voluntariado y apoyo financiero, esperando mejorar la vida y preservar las comunidades locales para las generaciones futuras. Las generosas contribuciones de los empleados ayudan a gente de menos recursos en sus necesidades básicas. Lear es un orgullo patrocinador de fondo unido.
- ✓ Diversidad: Es una guía clave de estrategia de negocios global a través de valorar las similitudes y diferencias de los empleados, lo cual permite reforzar las fortalezas globales. Varias dimensiones de diversidad incluyen: Genero, raza, grupos étnicos, orientación sexual, cultura país de origen, habilidades, educación, experiencia militar y experiencias generales de vida.

2.1.5. CLIENTES DE LEAR

Un cliente es el usuario del producto o servicio, es la más alta prioridad y el elemento vital del negocio. Para satisfacer a un cliente se debe exceder sus expectativas. Se debe desarrollar un compromiso obsesivo para asegurar calidad, confianza y servicio. Al igual que la Corporación, los clientes de Lear, también pertenecen a la Industria Automotriz; siendo los clientes finales las ensambladoras de automóviles.



Ilustración 4: Clientes de Lear

(Fuente Lear Corp., 2017)

2.1.6. ORGANIZACIÓN DE LEAR HONDURAS

La estructura organizacional de la empresa es funcional, pues está basada en las funciones de Manufactura, Contabilidad, Recursos Humanos, Ingeniería, Calidad y Producción; y es descendente porque va desde el Director de Planta hasta los Operadores de línea.

2.1.7. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

En LEAR HONDURAS se fabrican arneses. Un arnés (*Definición 1 del glosario*) es un sistema de conexiones eléctricas, sirve para interconectar todas las funciones eléctricas de un automóvil. La marca con que se conocen los arneses que fabrica LEAR HONDURAS es LEAR CORPORATION, puesto que así se identifica globalmente. Cada arnés lleva una etiqueta que contiene el No. de

Parte (modelo de vehículo y la opción; si es mecánico, automático, etc.), la fecha de elaboración y la línea de producción. El Pallet en el que son enviados porta una etiqueta que lleva la información en letras y en código de barra. Esta información contiene el No. de Parte, la cantidad empacada, el Código de Proveedor y el No. de Serie del contenedor. Para cada arnés existe un diseño que contiene todas las especificaciones requeridas por el cliente. Este plano es proporcionado por el mismo cliente.

LEAR HONDURAS fabrica arneses para modelos de automóvil de FORD, GENERAL MOTOR y CHRYSLER;

Para FORD: Ranger, Focus, Jaguar



Ilustración 5: Modelos de Ford

(Fuente Lear Corp, 2017)

Para GMC GMT-800



Ilustración 6: Logo GMC

(Fuente Lear Corp., 2017)

Para CHRYSLER:



Ilustración 7: Logo Chrysler

(Fuente Lear Corp., 2017)

2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

El departamento de ingeniería de métodos está compuesto por el Car Leader (*Definición 7 del Glosario*), Lead Methods (*Definición 6 del glosario*), los ingenieros de métodos y los operadores de métodos. Este departamento de ingeniería está encargado de toda la preplaneación de los nuevos programas y arneses prototipos que próximamente entrarán en un ambiente de producción.

El departamento de métodos tiene la responsabilidad de la fabricación de las primeras fases prototipos que es donde el cliente hace sus pruebas iniciales para el lanzamiento final del producto que se elaborará en producción normal y se encarga del lanzamiento de las líneas de producción de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

Una vez lanzadas las líneas en ambiente productivo el cliente solicita cambios y el departamento de métodos es el responsable de implementarlo en las líneas.

La tarea del entrenamiento de los operadores de línea para el aprendizaje del arnés que se produce también recae sobre el ingeniero de métodos.

2.3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Lear Corporation Honduras con el paso de los años ha ido creciendo gracias a la calidad en la elaboración de sus productos y a la mano de obra competitiva. Ha sido considerada como una empresa a nivel mundial para expandirse ya que se han ganado nuevos programas obligando a abrir una planta nueva en Green Valley. Debido a la urgencia de expansión surge la necesidad de acelerar el proceso de planeación de los nuevos programas adquiridos para cumplir en tiempo y forma con los requerimientos del cliente.

Los procesos para la elaboración de un nuevo arnés:

- a) Recibimiento de planos de nuevos arneses.

Mediante el departamento de ingeniería de producto, el cliente envía los planos aprobados para la elaboración de los nuevos arneses. Producto informa a ingeniería de métodos mediante la discusión del DCN (*Definición 9 del glosario*).

- b) Elaboración de arnés nominal.

El operador de método procede a la elaboración del arnés nominal con el plano. Este arnés es validado por el equipo multifuncional (ingeniero de métodos, ingeniero de productos e ingeniero APQP) para validar de que este conforme al plano aprobado.

- c) Elaboración de tablero maestro de construcción y de clips

Una vez cotizados el tooling (*Definición 4 del glosario*) por medio del BOM (*Definición 3 del glosario*) y recibido por parte del proveedor del tooling, se procede a la elaboración del tablero maestro utilizando el arnés nominal para definir el layout (*Definición 19 del glosario*) en el tablero asegurando de tomar en cuenta los factores de ergonomía dados en el manual de ingeniería. Cuando el tablero maestro ha sido elaborado se debe construir un arnés el cual será liberado por el departamento de APQP (*Definición 2 del glosario*) con una tolerancia de 2%. Luego se debe proceder a elaborar la WLL (*Definición 10 del glosario*) la cual se debe generar asegurando las medidas del arnés. Esta es validada por el operador de métodos y el operador de APQP. Una vez validada se entrega en el formato de WLL al departamento de producto para proceder a la elaboración de la hoja de corte (*Definición 18 del glosario*). La hoja de corte se entrega al

departamento de APQP para su validación conforme a la WLL entregada y al plano del arnés. Cuando la hoja de corte ha sido validada, se procede a controlarla para que el departamento Leadprep (*Definición 11 del glosario*) proceda a cortar los circuitos.

d) Elaboración de la línea de producción

Una línea de producción consiste en diversas estaciones divididas en procesos de pre-ensamble, ensamble, encintado, clips, dimensiones, prueba eléctrica, cuarentena y empaque y amarre.

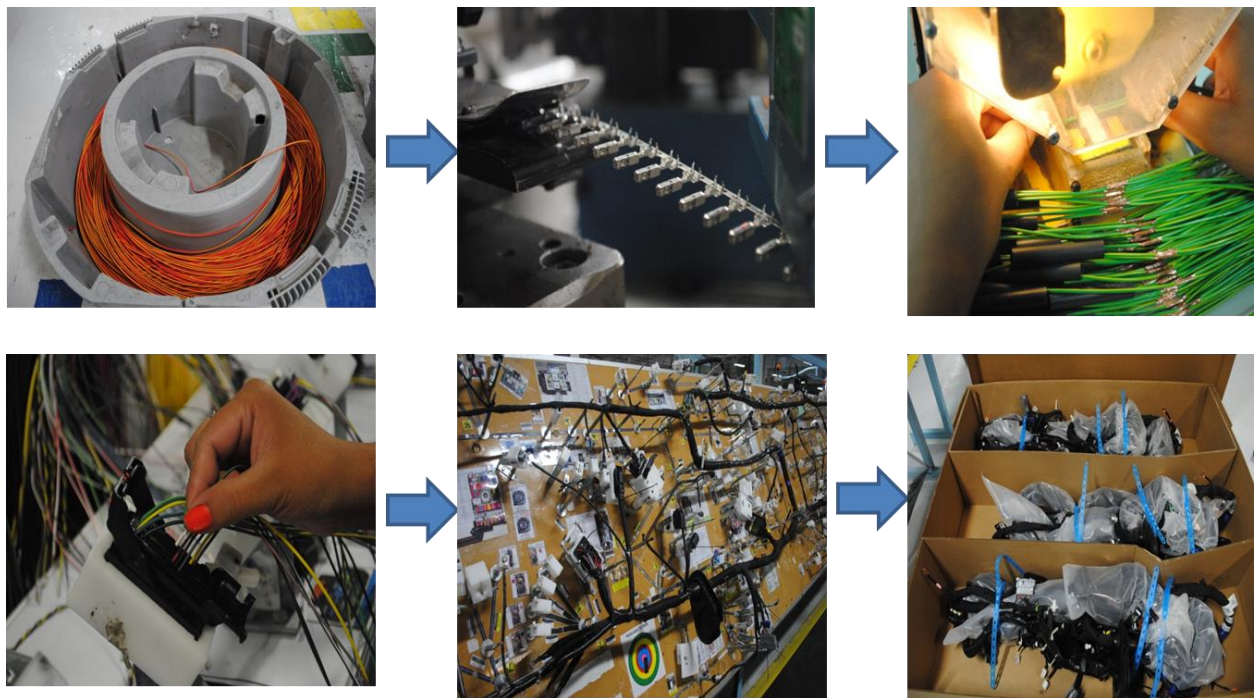


Ilustración 8: Procesos para la elaboración de un arnés

(Fuente Lear Corp., 2017)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Green Valley, Lear actualmente tiene 13 líneas de producción llamadas UBT (*Definición 12 del glosario*) para el programa U55X. Se ha ganado un nuevo programa C48X para el cual se requiere iniciar con la fase prototipo de manera urgente para el envío y prueba al cliente de estos arneses. Una vez el cliente realice sus corridas pilotos, este mismo proveerá la retroalimentación de si pasa o no la prueba para proceder a la duplicación de líneas de producción.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar la línea prototipo para las primeras corridas requeridas por el cliente del nuevo programa C48X.

3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar las BOM y RFQ a través de los planos proveídos por el cliente.
- ✓ Elaborar las WLL/Hoja de corte para el requerimiento de circuitos de las corridas a realizar.
- ✓ Diseñar los tableros maestros aprobados por APQP.
- ✓ Realizar las corridas requeridas para el nuevo programa C48X.

3.3. JUSTIFICACIÓN

Como parte del requerimiento del cliente se debe cumplir con la fase del envío prototipo para sus pruebas en las líneas de producción y así Lear, Green Valley poder hacer la duplicación de las líneas de producción de acuerdo a las liberaciones requeridas y de esta manera poder ganar el programa completo C48X para su producción masiva. Debido a que Lear logra cumplir con los requisitos de demanda y calidad que el cliente pide este ha decidido confiar un nuevo programa y gracias a esto ha permitido a la empresa poder crecer y expandirse hasta el punto de construir una nueva planta para poder cumplir con la demanda solicitada al cliente y siempre entregar el producto con la debida calidad que se merece. Si logra cumplir con la fase prototipo del nuevo programa el cliente mantendrá su confianza en Lear Corporation otorgándole sus nuevos programas en un futuro que estén por venir, permitiendo a la empresa seguir creciendo y poder proveer oportunidades de trabajo y mejora con su desarrollo continuo.

IV. MARCO TEÓRICO

En esta etapa del informe se describen todos los conceptos más relevantes e importantes de la metodología utilizada y a su vez una descripción detallada de los procesos de la empresa en su totalidad seguidamente una descripción de las herramientas utilizadas en el proyecto.

La presente información del trabajo realizado fue obtenida de la empresa Lear Corporation Honduras específicamente en la planta de Green Valley.

4.1. INGENIERÍA DE MÉTODOS

Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares (a menudo conocidos como medición del trabajo) y el diseño del trabajo. Doce por ciento de los costos totales en que incurre una empresa fabricante de productos metálicos está representado por trabajo directo, 45% por materia prima y 43% por gastos generales. Todos los aspectos de una industria o negocio y ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración ofrecen áreas fértiles para la aplicación de métodos, estándares y diseño del trabajo. Con mucha frecuencia la gente considera sólo la producción, mientras que los demás aspectos de la empresa también pueden beneficiarse de la aplicación de las herramientas para incrementar la productividad. En ventas, por ejemplo, los métodos modernos para la recuperación de información generalmente traen como consecuencia información más confiable y ventas mayores a un menor costo.

La ingeniería de métodos incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto. Cuando el mejor método coincide con las mejores habilidades disponibles, se presenta una relación trabajador-máquina eficiente. Una vez que se ha establecido el método en su totalidad, se debe determinar un tiempo estándar para fabricar el producto. Además, existe la responsabilidad de observar que los estándares predeterminados sean cumplidos; los trabajadores sean compensados de manera adecuada de acuerdo con su producción, habilidades, responsabilidades y experiencia; y que los trabajadores experimenten un sentimiento de satisfacción por el trabajo que realizan.

El procedimiento completo incluye la definición del problema; dividir el trabajo en operaciones; analizar cada operación con el fin de determinar los procedimientos de fabricación más económicos para la cantidad que se desee producir, considerando la seguridad del operador y su interés en el trabajo; aplicando los valores de tiempo apropiados; y posteriormente dando seguimiento al proceso con el fin de garantizar que el método prescrito se haya puesto en operación. (W. Niebel & Freivalds, 2009, p. 15)

4.2. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Un proyecto tiene un objetivo claro que establece lo que se logrará. Es el producto final tangible que el equipo del proyecto debe producir y entregar. El objetivo del proyecto se define en términos de producto final o entregable, programa y presupuesto. Requiere que se complete el alcance del trabajo del proyecto y se produzcan todos los entregables por un tiempo determinado y dentro del presupuesto. (Gido & P. Clements, 2009, p. 4)

4.3. CALIDAD

Desde el punto de vista de los clientes, las empresas y/u organizaciones existen para proveer un producto material o inmaterial, un bien o un servicio, ya que ellos necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Estos productos son resultado de un proceso, el cual es un conjunto de actividades entrelazadas o interrelacionadas que reciben determinados insumos (entradas) que son transformados en un resultado (salidas) o en un producto. Un proceso está conformado por varias etapas o subprocesos, mientras que los insumos incluyen sustancias, materiales, productos o equipos. Los resultados pueden ser un producto en sí o alguna modificación de los insumos, que a su vez será un insumo para otro proceso. (Gutiérrez Pulido & Salazar, 2009, p. 15)

4.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE UN ARNÉS

4.4.1. PROCESO DE CORTE

Es el comienzo de los procesos necesarios para la elaboración de un arnés. Siguiendo las especificaciones de la WLL aprobada por APQP, se realiza el proceso de corte de los circuitos para

así poder pasar a la siguiente etapa. El departamento de Leadprep, genera el corte de los circuitos mediante la hoja de corte controlada. Este departamento se divide en corte y macro. Corte se encarga del corte de todos los circuitos tanto directos como los circuitos de los procesos especiales, y macro se encarga de la elaboración de los procesos especiales que lleva un arnés, llámese procesos especiales los splice, trenzados, arañas y argollas. (Fuente Lear Corp., 2017)



Ilustración 9: Circuitos con procesos especiales

(Fuente Propia, 2017)

4.4.2. PROCESO DE MANUFACTURA

En este proceso es donde se procede a crear lo que es el arnés del programa al cual pertenece. Todo el proceso se realiza en las líneas de producción las cuales poseen diversas estaciones que están divididas en pre-ensamble, ensamble, encintado, clips, tablero de dimensiones, prueba eléctrica, cuarentena, y empaque y amarre. La cantidad de estaciones de una línea de producción varía según el arnés y la familia al cual pertenece. Este proceso involucra a operadores de líneas, líder de línea, auditores de piso, operadores multifuncionales, materialistas y auditores de piso.

(Fuente Lear Corp., 2017)

4.4.2.1. Estación de Pre-ensamble

Para que el arnés pueda llegar a la estación de amarre y empaque requiere que comience en la estación de pre-ensamble, donde se van conectando los primeros circuitos en unos de los

conectores de todo el arnés y así poder pasarlo a la estación de ensamble para poder continuar con el proceso de producción. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.4.2.2. Estación de ensamble

El operador de línea que se encuentre en la estación de ensamble se encarga de conectar los circuitos sueltos y faltantes de los primeros conectores que tuvieron comienzo en la estación de pre-ensamble en los demás conectores del arnés. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.4.2.3. Estación de encintado.

Los operadores en esta estación realizan el encintado tipo caramelo o continuo, dependiendo de lo que el cliente pida y asegurándose de usar la cinta correcta según las especificaciones del cliente. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.4.2.4. Estación de Clips

En esta estación el operador coloca los clips requeridos en el arnés, al tener esta estación como una operación aparte del Rotary hace más productiva la línea de ensamble, todos los clips con fajillas con cortados con una pistola de clips la cual esta es calibrada por el departamento de metrología debido a que no todos los clips de fajilla son iguales. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.4.2.5. Estación de dimensiones

Operación en la que se asegura que el arnés cumpla con las medidas, requerimientos y componentes solicitados por el cliente. Cuando el arnés presenta algún defecto se debe de detectar en esta estación siempre y cuando no sea eléctrico. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.4.2.6. Prueba Eléctrica

Cuando el arnés ha pasado por todas las demás estaciones de trabajo y ha pasado la prueba en la estación de dimensiones, este procede a pasar por la prueba eléctrica donde verifican que todas las conexiones de circuitos estén bien conectados y no existan circuitos sueltos, invertidos o faltantes. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.4.2.7. Estación de empaque y amarre.

Una vez el arnés ya ha recorrido toda la línea de producción y ha pasado exitosamente las pruebas de calidad en el tablero de dimensiones y prueba eléctrica ya se puede pasar a la etapa final el cual es el amarre y empaque del arnés. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.5. MAQUINARIA Y EQUIPO

El diseño de la línea de producción se basa en principios básicos como movimientos de distancia mínima, flujo, flexibilidad, satisfacción y seguridad. El LPS (sistema de producción de Lear) establece que la distribución de línea debe mantenerse fija es decir siempre un operador por estación y trabajando siempre con el mismo número de gentes, a excepción de los tableros estacionarios o las estaciones diseñadas por ausentismo. Ingeniería deberá proporcionar el diagrama de posiciones correspondiente para cada línea de producción el cual debe ser seguido por el departamento de manufactura. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.6. SISTEMA PRODUCTIVO

El sistema de producción de Lear es un sistema de producción flexible y disciplinada que asegura alta productividad, calidad y desarrollo del personal basado en sistemas de manufactura de clase mundial.

El LPS (sistema de producción de Lear) tiene como objetivo facilitar el trabajo y mejorar la productividad de la compañía, involucrando a todos los empleados en cuanto a aspectos claves:

- ✓ Enfoque hacia la calidad
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Logro de resultado
- ✓ Incremento de productividad

(Fuente Lear Corp., 2017)

4.7. LANZAMIENTO DEL PRODUCTO

En Lear el proceso de la planeación del lanzamiento del producto consiste en las siguientes 5 fases:

1. Planeación: en esta fase se determinan las necesidades del cliente, esta fase es muy importante porque se definen los requerimientos de calidad.
2. Prototipo: En esta fase se definen los requerimientos y especificaciones de ingeniería del producto, también es donde se requiere prototipos para la realización de pruebas especiales en el arnés.
3. Piloto: esta fase es utilizada para diseñar el proceso de producción, layout, diagrama de flujo, instrucciones de trabajo, especificaciones de empaque, requerimiento de equipo y herramental.
4. Lanzamiento: esta es la fase donde se hace la corrida de producción con el objetivo de validar que el proceso ha sido diseñado para producir con calidad. La corrida de preproducción se hace con todos los operadores y el equipo con el que se ha planeado el proceso.

5. Post-lanzamiento: en esta fase el proceso se encuentra produciendo arneses en los volúmenes que el cliente necesita, a partir de aquí se debe asegurar reducir la variación del proceso y alcanzar las metas de calidad y producción.

(Fuente Lear Corp., 2017)

4.8. DISEÑO DE UNIDAD BÁSICA DE TRABAJO (UBT)

El diseño de la línea de producción se basa en principios básicos como movimientos de distancia mínima, flujo, flexibilidad, satisfacción y seguridad. El LPS establece que la línea debe mantenerse fija, es decir, siempre un operador por estación y trabajando siempre con el mismo número de gentes, a excepción de los tableros estacionarios o estaciones diseñadas para ausentismo. (Fuente Lear Corp., 2017)

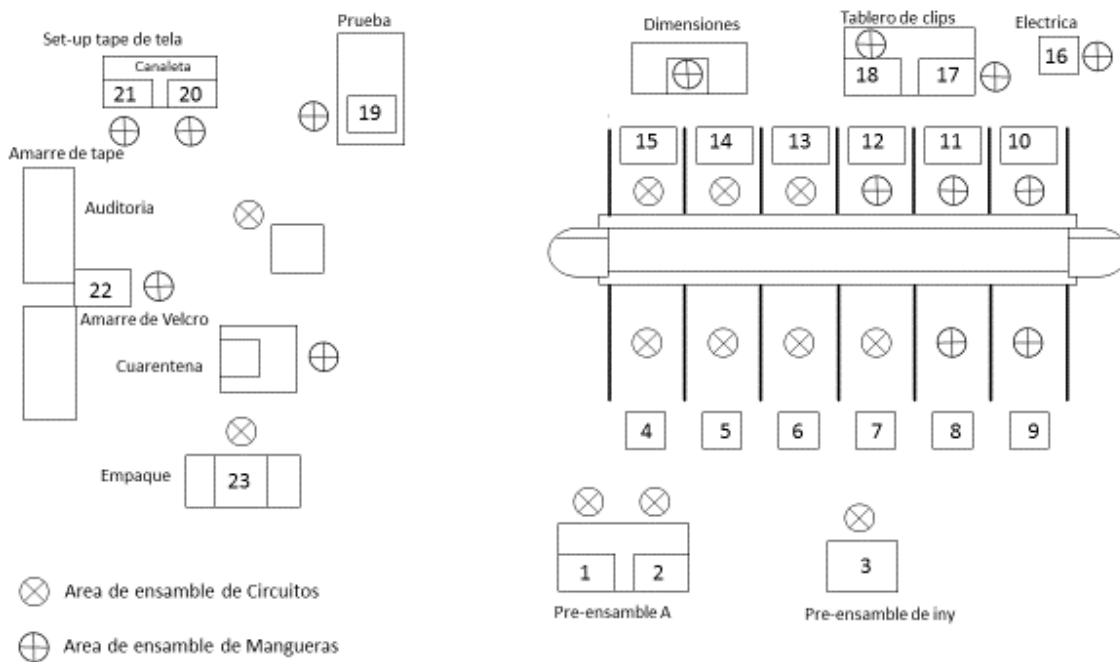


Ilustración 10: Ejemplo de Layout de una UBT.

(Fuente Lear Corp., 2017)

4.9. CONTROL DE CALIDAD

Lear se ocupa de la prevención de defectos, controlando las condiciones que influyen la calidad en la fuente, reduciendo la variación y el desperdicio en el proceso. Se requiere que toda persona que trabaja en Lear sin importar lo que haga, lo haga con calidad, es decir, que haga las cosas de la mejor manera posible y desde la primera vez, de manera que refleje el orgullo de hacerlo y se lleve la satisfacción de que hizo un trabajo bien hecho, al final del día. (Fuente Lear Corp., 2017)

4.9.1. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN DE CALIDAD

Lear tiene como propósito evitar que ocurran los defectos. Para ello cada cual tiene que inspeccionar su trabajo para que no se encuentren los posibles defectos hasta la inspección final ya cuando el producto está terminado.

El equipo que está a cargo deberá realizar:

- **Auto inspección:** es decir, deben revisar su propio trabajo al terminar de hacerlo.
- **Inspección sucesiva:** Este tipo de inspección sugiere que los miembros del equipo revisen el trabajo que realizó su compañero de una estación anterior.
- **Inspección progresiva:** En esta inspección ciertas estaciones revisan partes críticas del arnés.

(Fuente Lear Corp., 2017)

4.9.2. TS 16949

Los requerimientos de sistemas de calidad (TS 16949) fueron desarrollados por las compañías Chrysler, Ford y General Motors con el propósito de guiar a sus proveedores en la preparación de sistemas de calidad. QS-9000 es el resultado de la fusión de sistemas de calidad tales como el Manual de Aseguramiento de Calidad del Proveedor, Estándar de Sistema de Calidad Q-101 y Alcanzando la Excelencia de Chrysler, Ford y General Motors respectivamente. El objetivo de TS 16949 es el desarrollo de las bases de un sistema de calidad que proporcione el mejoramiento continuo a base de la prevención de defectos, reducción de variación y desperdicio dentro de

líneas de manufactura. Todos los proveedores de estas tres compañías deben certificarse en TS 16949. United Technologies Automotive, Honduras S.A (Planta 213) obtuvo su certificación el 22 de Noviembre de 1996. Desde entonces la planta 213 ha estado en un proceso de evolución en busca de la excelencia en todos los aspectos. El certificado QS-9000 es vigente por un periodo de 3 años dentro del cual la planta ha tenido que comprobar el cumplimiento de los sistemas de calidad implementados durante la certificación. Como consecuencia, la planta ha sido sometida a auditorias periódicas de seguimiento. (Fuente Lear Corp., 2017)

La política del Sistema de Calidad de la empresa se puede observar en la siguiente figura:



Política de Calidad

“Mediante su estrategia de mejora continua y trabajo en equipo, la Corporación Lear se dedica a establecer las más altas normas de calidad, valor, servicio y tecnología de la industria”.

Los fundamentos para el logro de nuestro compromiso se basa en:

- Reconocer y entender los requerimientos de nuestros clientes internos y externos.
- Desarrollar e implementar procesos de Diseño, Ingeniería, Manufactura, Administración y Calidad que apoyen la eliminación del desperdicio y la prevención de problemas.
- Utilizar eficazmente los talentos creativos de nuestros empleados y proveedores.

Ilustración 11: Política del Sistema de Calidad de Lear Corporation

(Fuente Lear Corp., 2017)

4.10. SISTEMA LPS

Lear Corporation se rige en lo que a producción se refiere con el sistema LPS (LEAR PRODUCTION SYSTEM). Este sistema de producción sigue los principios de Lean Manufacturing, también conocido como manufactura esbelta. Las principales características del sistema de producción LPS son las siguientes:

1. **Auto inspección:** este principio es una de las bases del sistema LPS. Se refiere al auto inspección en cada operador al realizar todas sus actividades, es decir el operador debe de auto inspeccionar para encontrar defectos en su operación.
2. **Unidades Básicas de Trabajo:** Las líneas de producción reciben el nombre de UBT, (unidad básica de trabajo). Se consideran estas como el motor de la producción.
3. **Grupos pequeños de trabajo:** Por diseño el LPS nos dicta a tener grupos de trabajo poco numerosos. En el pasado se tenían líneas de producción hasta de 40 personas, en la actualidad el número de personas en cada UBT no excede de 21 personas a excepción de que se construya un arnés bastante grande y la línea de trabajo cuente con una gran cantidad de estaciones superior a 20.
4. **Instrucciones de trabajo:** Se exige que cada estación tenga sus respectivas instrucciones de trabajo, para así conseguir un cumplimiento certero del método de trabajo.
5. **Líder de grupo:** Cada unidad de trabajo tiene su respectivo líder de grupo, que es el encargado directo de velar por todas las necesidades de la UBT sean satisfechas, en pro de la productividad y eficiencia.

(Fuente Lear Corp., 2017)

4.11. HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA SIX SIGMA

El Seis Sigma es una metodología que permite la mejora continua en los procesos, en la fabricación, así como en el diseño de los productos y en la prestación de servicios. Técnicamente seis sigma consiste en hablar de una proporción de errores de 3,4 por millón de oportunidades, aunque en la práctica denota mucho más que un recuento de errores. Se basa en los principios de la Gestión de la Calidad Total (GCT), y para su implantación exitosa necesita de todos ellos, comenzando por el compromiso y liderazgo de la dirección hasta llegar a la existencia de una

cultura de calidad fuerte y arraigada. (Zornoza, Ros, Gonzales Cruz, James, & Summers, 2011, p. 341)

4.11.1. POKA YOKE

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 ámbito humano o automatizado. Este sistema se puede implementar también para facilitar la detección de errores. El sistema Poka-Yoke puede diseñarse para prevenir los errores o para advertir sobre ellos:

1- **Función de control:**

En este caso se diseña un sistema para impedir que el error ocurra. Se busca la utilización de formas o colores que diferencien cómo deben realizarse los procesos o como deben encajar las piezas.

2- **Función de advertencia:**

En este caso asumimos que el error puede llegar a producirse, pero diseñamos un dispositivo que reaccione cuando tenga lugar el fallo para advertir al operario de que debe corregirlo. (PDCA HOME, 2012)

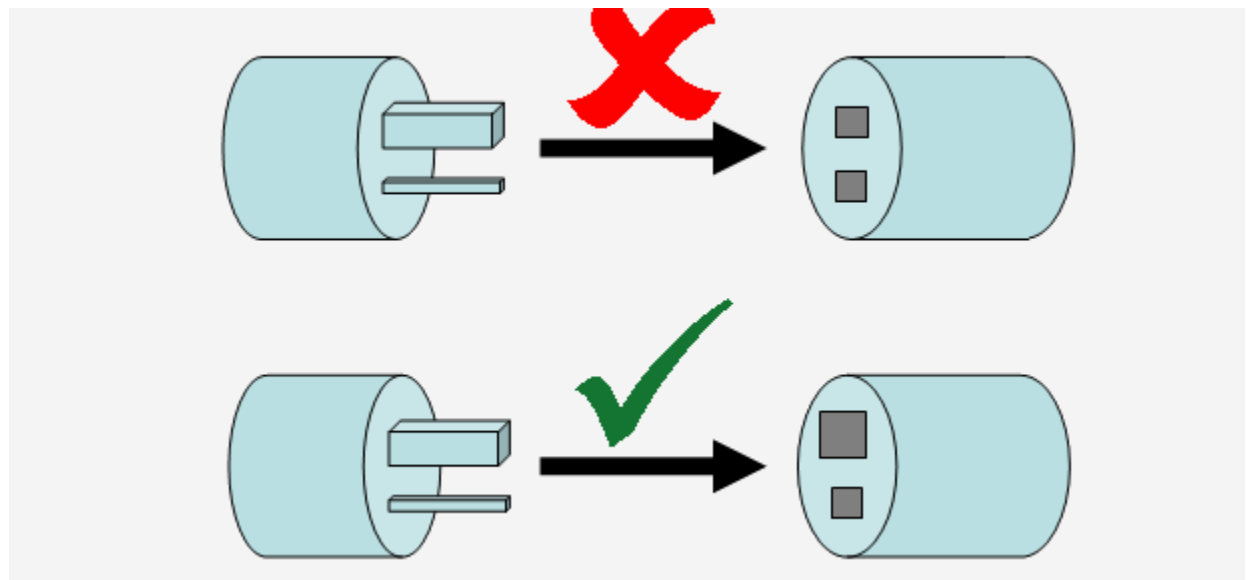


Ilustración 12: Ejemplo de POKA YOKE

(Fuente PDCA HOME, 2012)

4.11.2.LLUVIA DE IDEAS

“Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad.” (Gutiérrez Pulido & Salazar, 2009, p. 159)

4.11.3.DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Los Diagramas de Flujo, también denominados flujogramas, muestran la secuencia de pasos de un proceso. Son de utilidad para describir cualquier proceso existente o nuevo en la organización. Esta herramienta puede ser aplicada para:

- ✓ Realizar las descripciones formales de los procesos dentro de un sistema de gestión de la calidad. Identificar aspectos clave del proceso, a los que lógicamente se les deberá prestar mayor atención.
- ✓ Localizar posibles problemas, lo que permite llevar a cabo acciones de prevención.
- ✓ Buscar acciones o actividades omitidas, bien por error o bien por innecesarias.

(Zornoza et al., 2011, p. 337)

4.11.4.METODOLOGÍA JIT

En un sistema Just-in-Time, el despilfarro se define como cualquier actividad que no aporta valor añadido para el cliente. Es el uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra, equipos, tiempo, espacio, energía). Pueden ser despilfarros el exceso de existencias, los plazos de preparación, la inspección, el movimiento de materiales, las transacciones o los rechazos. En esencia, cualquier recurso que no intervenga activamente en un proceso que añada valor se encuentra en estado de despilfarros. (Lefcovich, 2009, p. 14)

4.11.5.METODOLOGÍA 5´S

Las 5´S se identifican con cinco palabras japonesas:

- ✓ Primer pilar (Seiri). Organización: al aplicar este pilar, se deben distinguir aquellos elementos que son necesarios y los que no lo son.
- ✓ Segundo pilar. Orden (Seiton): el objetivo de este pilar es conseguir ordenar los elementos necesarios de forma que cualquiera pueda encontrarlos, emplearlos y devolverlos al mismo sitio después de su utilización.
- ✓ Tercer pilar. Limpieza (Seiso): este pilar se centra en las tareas necesarias para limpiar la zona de trabajo.
- ✓ Cuarto pilar. Estandarización o control visual (Seiketsu): este pilar mantiene activos los tres pilares anteriores. Después del esfuerzo que suponen, no puede abandonarse el trabajo. Además, debe ser posible detectar anomalías de manera sencilla.
- ✓ Quinto pilar. Disciplina y hábito (Shitsuke): en un primer momento habrá que imponer los nuevos procedimientos de trabajo hasta que se conviertan en hábitos.

(Santos, Wisk, & Torres, 2015, p. 172)

4.12. DIAGRAMA DE GANTT

“Las técnicas de planeación y programación basadas en la red suelen compararse con otra herramienta llamada **grafica de barras** o *grafica de Gantt*. Se trata de una de las herramientas más antiguas de planeación y programación, pero sigue siendo popular debido a su simplicidad.”

(Gido & P. Clements, 2009, p. 161)

V. METODOLOGÍA

Para que el presente proyecto se logre llevar a cabo, se implementaron todas las formas de análisis posibles, aplicando todos los conocimientos, métodos y herramientas en el diseño y elaboración de los tableros maestros para el nuevo programa C48X.

Los diferentes tipos de herramientas que se utilizaron para el planteamiento de la metodología fueron las siguientes:

1. Diagrama de flujo de procesos
2. Poka Yoke
3. Layouts
4. Metodología de las 5'S

5.1. VARIABLES DE ESTUDIO

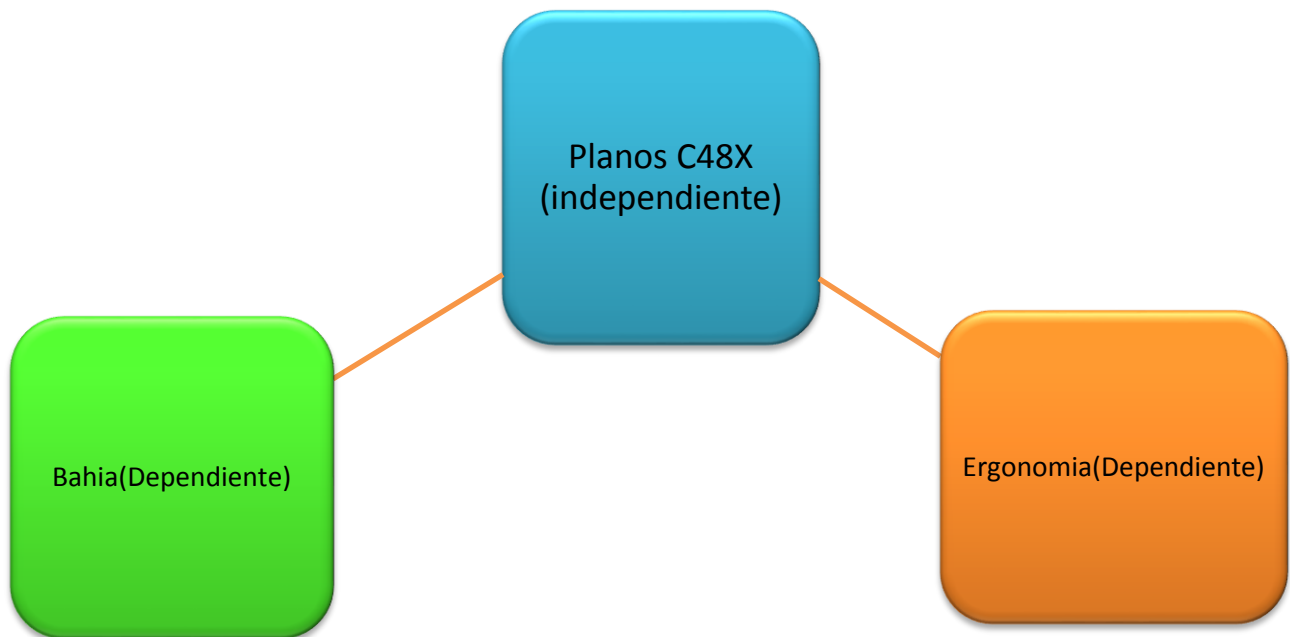


Ilustración 13: Variables dependientes e independientes

(Fuente Lear Corp., 2017)

Tabla 1. Tabla de variables de estudio

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS/MEDICIÓN	INDICADOR
Ergonomía	Diseño del lugar del trabajo de acuerdo a las características fisiológicas y capacidades del operador	mm.	Planos del programa
Bahía	Lugar donde se ubicara la línea prototipo	mts.	Planos del programa

(Fuente Lear Corp., 2017)

5.1.1. ERGONOMÍA

“El diseño del trabajo es una ciencia relativamente nueva que se refiere al diseño de tareas, estaciones de trabajo y del ambiente laboral para que se acoplen mejor al operador humano.” (W. Niebel & Freivalds, 2009, p. 11)

Para poder diseñar una línea prototipo para los tableros maestros se requiere de un análisis en la ergonomía del diseño del área en la cual se trabajará. El tamaño y altura del tablero dependerá al arnés, pero también se mantiene en cuenta la altura promedio de una persona al momento de diseñarlo. Los tableros maestros serán usados para hacer los tableros de construcción una vez hayan pasado la fase prototipo.

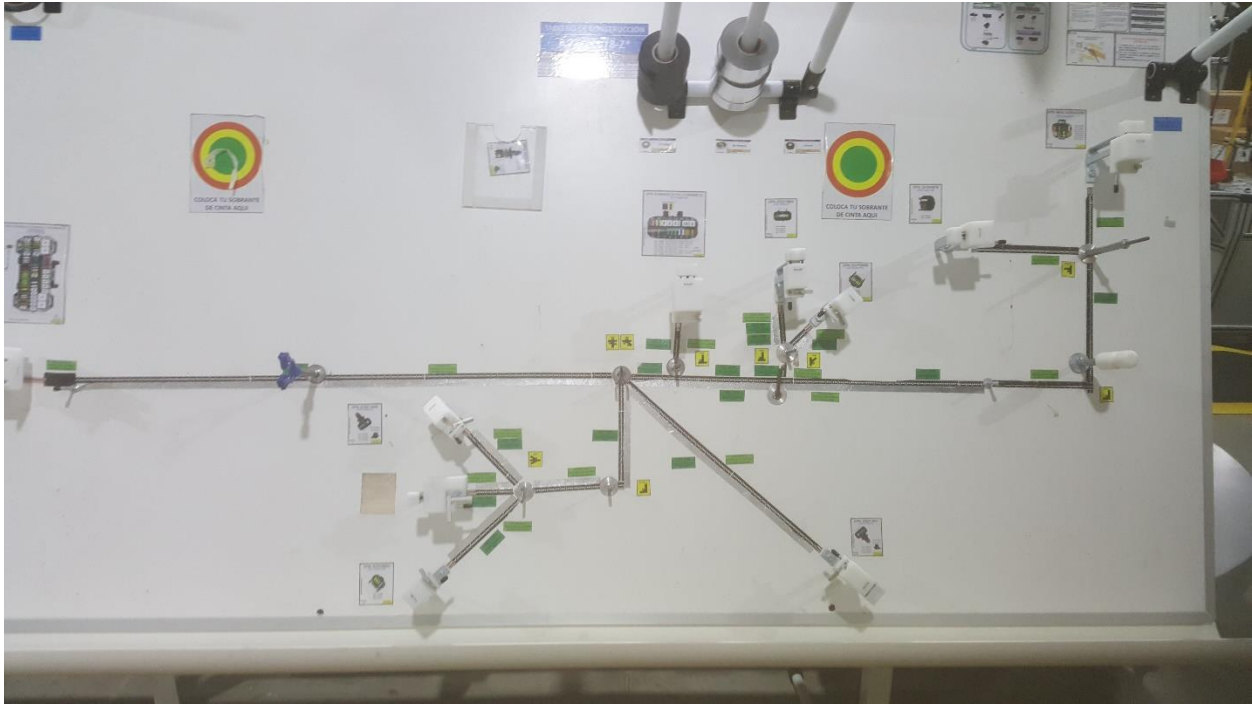


Ilustración 14: Ejemplo de tablero de construcción.

(Fuente propia, 2017)

5.1.2. BAHÍA

El programa C48X cuenta con 12 familias, lo cual significa que son 12 tipos de arneses diferentes. Todas estas familias se construirán en una sola UBT, para lo cual se requiere toda una bahía para poder diseñar las líneas en la cual se dividirán en 6 segmentos.



Ilustración 15: Bahía para el diseño de las líneas prototipo para el programa C48X.

(Fuente Propia, 2017)

5.1.3. PLANOS C48X

Los planos del nuevo programa son propiedad de Ford, por tanto hablar detalladamente de su contenido es información confidencial.

Ford envía los planos de arneses a Lear para que el departamento de ingeniería de métodos y productos proceda a trabajar en la línea en la cual se hará el producto. De acuerdo a las condiciones y especificaciones del plano se procede a diseñar el tablero maestro tomando en cuenta su tamaño, diseño, y contenido.

5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

En el presente proyecto, la población de estudio es la línea de producción prototipo la cual se está diseñando de acuerdo a las especificaciones del nuevo programa y las muestras para poder diseñar dichas líneas son los doce planos provenientes de Ford los cuales representan y contienen las especificaciones del diseño de las doce familias de arneses.

5.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

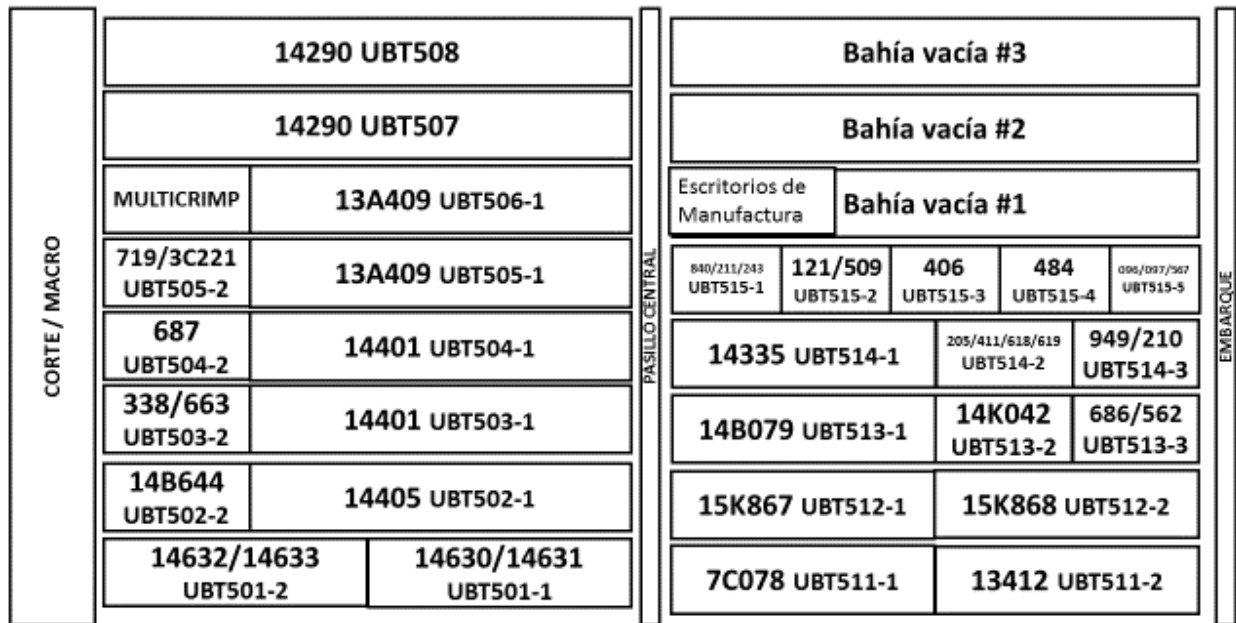


Ilustración 16: Layout actual de la planta Lear, Green Valley.

(Fuente Lear Corp., 2017)

Según la ilustración 14; la bahía vacía #2 es el lugar de trabajo donde se procederá a construir las líneas de producción prototipo del nuevo programa C48X. La bahía vacía #1 y #3 no se estarán utilizando para el nuevo programa debido a que se tienen otros planes a futuro por parte de la gerencia para su uso.

5.3.1. OBSERVACIÓN

Para poder realizar el diseño del nuevo programa se utilizó la técnica de observación en las demás líneas las que están hechas para el programa U55X que ya pasaron la fase prototipo y están en producción. Debido a que las familias del programa U55X tienen varias similitudes con las del nuevo programa C48X sirvieron fuertemente de ejemplo como referencia para que el nuevo programa se pueda diseñar de manera más eficiente.

5.3.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PARA EL PROGRAMA C48X

Para comprender de mejor manera como se requiere diseñar la línea de producción prototipo se necesita conocer el flujo del proceso el cual llevará la nueva línea de producción para el arnés. El diagrama está basado específicamente para tableros maestros y no para una línea de producción masiva, ya que estas consisten en más estaciones de trabajo con tableros de construcción.

5.3.2.1. Estación de Pre-ensamble

Esta es la primera estación donde comienza el proceso de construcción del arnés. Aquí se comienza tomando el conector y se observa si es de 8 cavidades o menos, si el conector es mayor de 8 cavidades entonces se coloca en el poka yoke para conectar los circuitos, en caso contrario (si es de 8 cavidades o menos) se conectarán los circuitos en la manos. Todos los circuitos se conectarán en las cavidades según las ayudas visuales e instrucciones de trabajo, al finalizar se enrolla los circuitos del arnés y se colocan en un pico listo para pasar a la estación de encintado.

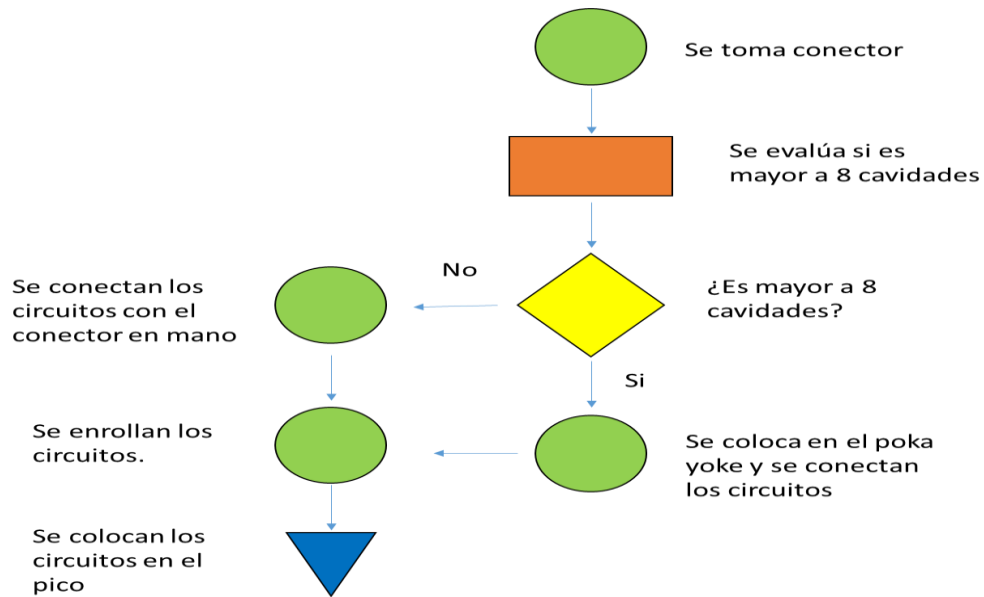


Ilustración 17: Diagrama de Flujo para pre-ensamble

(Fuente Propia, 2017)

5.3.2.2. Estación de encintado

Esta es la segunda estación de la construcción del arnés. En esta estación es donde se realizará el proceso de encintado sobre el tablero maestro. Aquí, se comienza tomando el arnés del pico para así proceder a colocar sobre el tablero maestro ensamblando cada conector en su respectiva fixtura (poka yoke) y luego tomar las mangueras y cintas que se necesitan para colocarlas sobre todos los ramales y cuerpo del arnés. Este proceso se realiza de izquierda a derecha y una vez finalizado se coloca en el pico listo para pasar a la estación de clips.

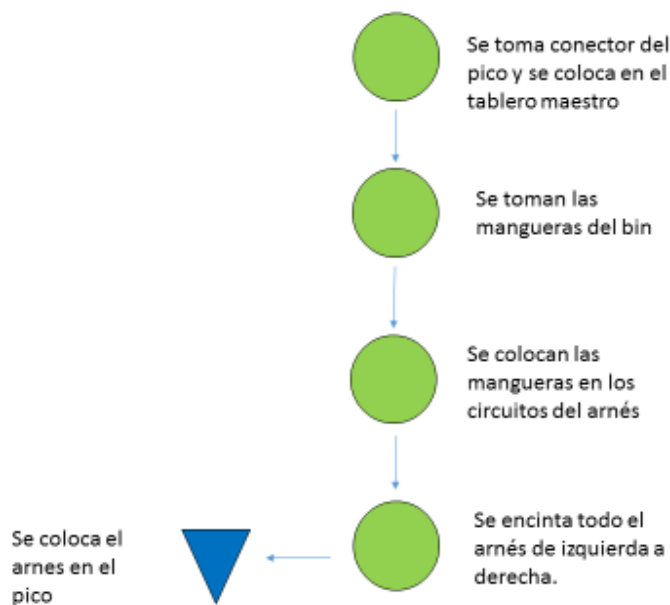


Ilustración 18: Diagrama de Flujo para encintado

(Fuente Propia, 2017)

5.3.2.3. Estación de clips

En esta estación se procede a colocar todos los clips que el arnés requiere según lo pide el cliente (de acuerdo al plano de la familia que el mismo cliente mando), los clips van colocados según las ayudas visuales e instrucciones de trabajo que se le proveen al operador en su estación. En este proceso se utiliza una pistola de clips para cortar las fajillas sobrantes de cada uno, cada pistola va calibrada por parte del departamento de metrología y no todas están calibradas de la misma manera. Una vez terminado, se coloca en un pico listo para pasar al tablero de dimensiones.

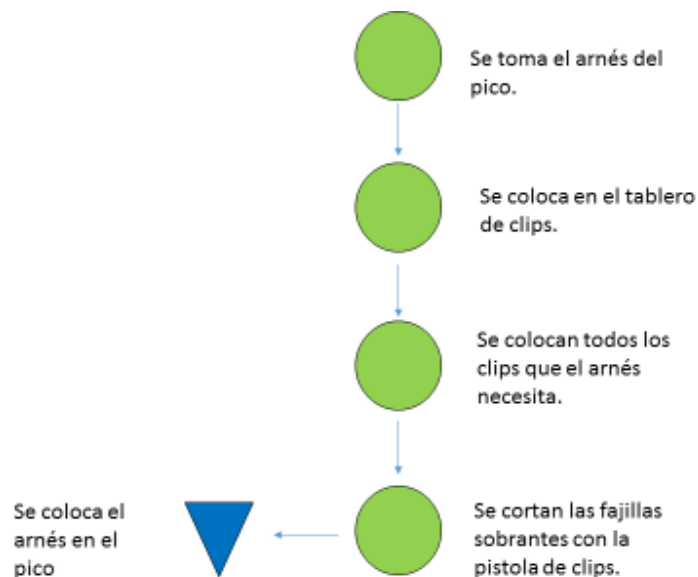


Ilustración 19: Diagrama de Flujo para clips

(Fuente Propia, 2017)

5.3.2.4. Estación tablero de dimensiones

En esta estación el arnés es tomado del pico de su estación anterior. Luego, se procede a colocar en el tablero de dimensiones colocando cada conector, clip, grommet y ramal en su respectiva fixtura y área. Esta estación sirve como parte del proceso de calidad para verificar que no falte nada y que el arnés lleve las mediciones necesarias, el encintado este correcto y cumpla con todos los requisitos de calidad.

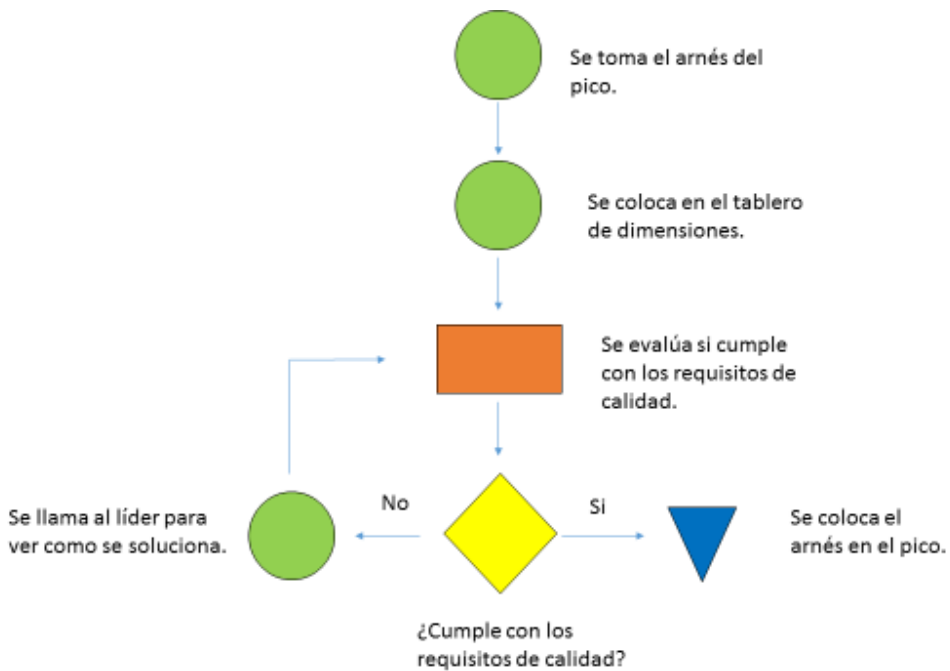


Ilustración 20: Diagrama de Flujo para dimensiones

(Fuente Propia, 2017)

5.3.2.5. Estación de prueba eléctrica

En esta estación el arnés es revisado como parte de los requisitos de calidad y se asegura que el arnés tenga todos los circuitos conectados correctamente y no contenga circuitos sueltos, invertidos y funcione eléctricamente bien. Una vez pase de esta estación, el arnés está listo para pasar a empaque y amarre.

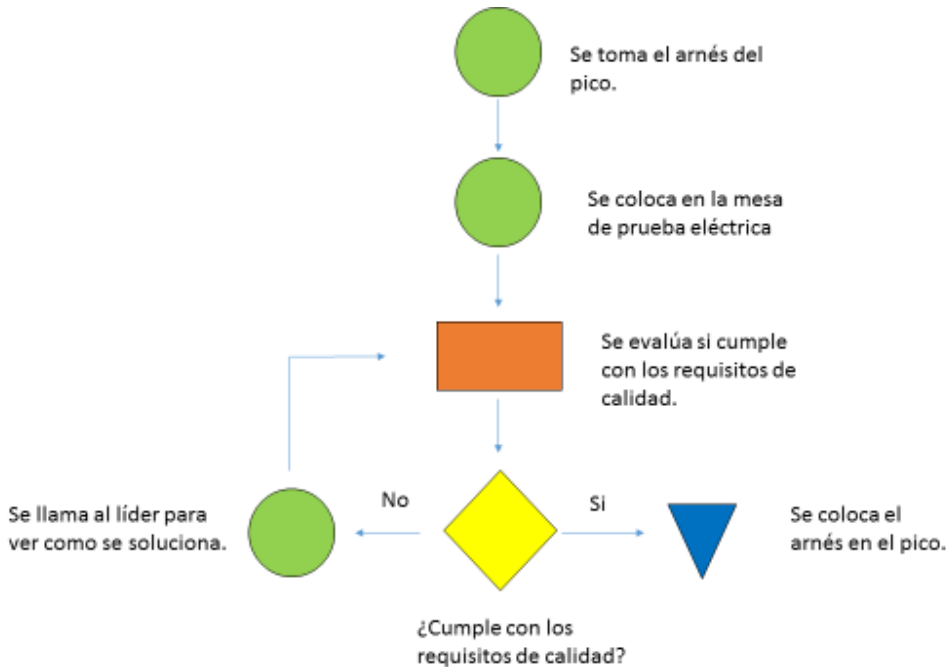


Ilustración 21: Diagrama de Flujo para prueba eléctrica

(Fuente Propia, 2017)

5.3.2.6. Estación de cuarentena

En esta estación se verifica las características críticas del arnés, esta tiene una duración de 40 días y una vez pasado ese tiempo se hace limpieza. Cuando ya el arnés o la línea se encuentran estable se toma la decisión de eliminar la estación de cuarentena.

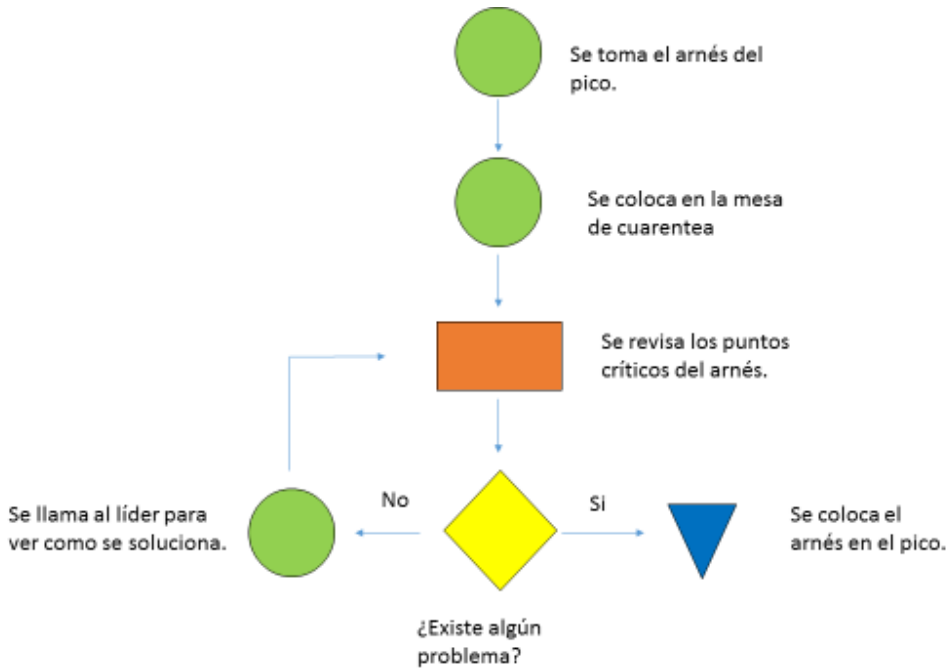


Ilustración 22: Diagrama de Flujo para cuarentena

(Fuente Propia, 2017)

5.3.2.7. Estación de empaque y amarre

Esta última estación indica que el arnés ya ha pasado por toda la línea y pasó las pruebas de calidad lo cual demuestra que está listo para ser entregado al cliente con todos los requerimientos que ha solicitado.

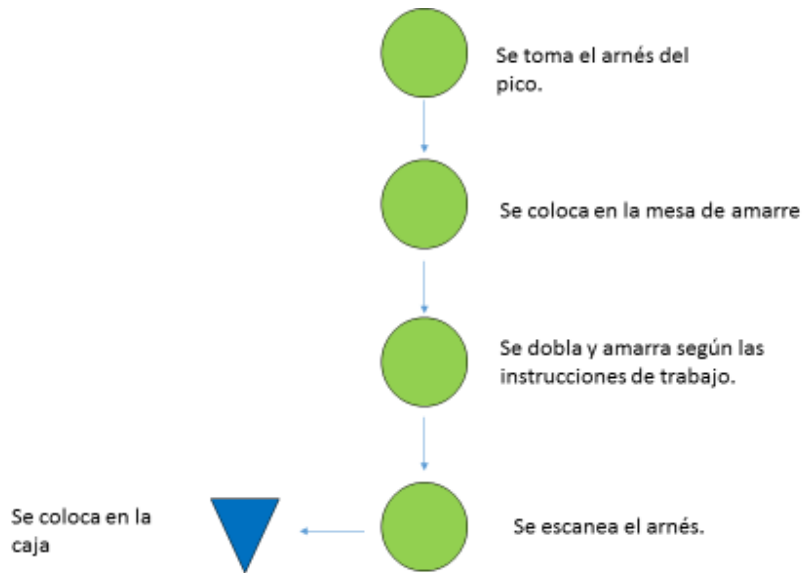


Ilustración 23: Diagrama de Flujo para empaque y amarre.

(Fuente Propia, 2017)

5.3.3. POKA YOKE

En el diseño del tablero para la construcción de un arnés se utiliza un tooling llamado fixtura (*Definición 13 del glosario*). Una fixtura realiza la función del poka yoke, en ella se coloca la parte del arnés específica para la cual está diseñada.



Ilustración 24 Fixtura de un conector

(Fuente Propia, 2017)

5.3.4. LAYOUT DEL PROGRAMA C48X

La bahía cuenta con una tamaño de 143 ft de largo y 21.98 ft de ancho y se divide en seis segmentos para las doce familias del nuevo programa. Cada segmento mide 23.83 ft de largo y 21.98 ft de ancho y cada uno se diseñará para trabajar con dos familias del programa.

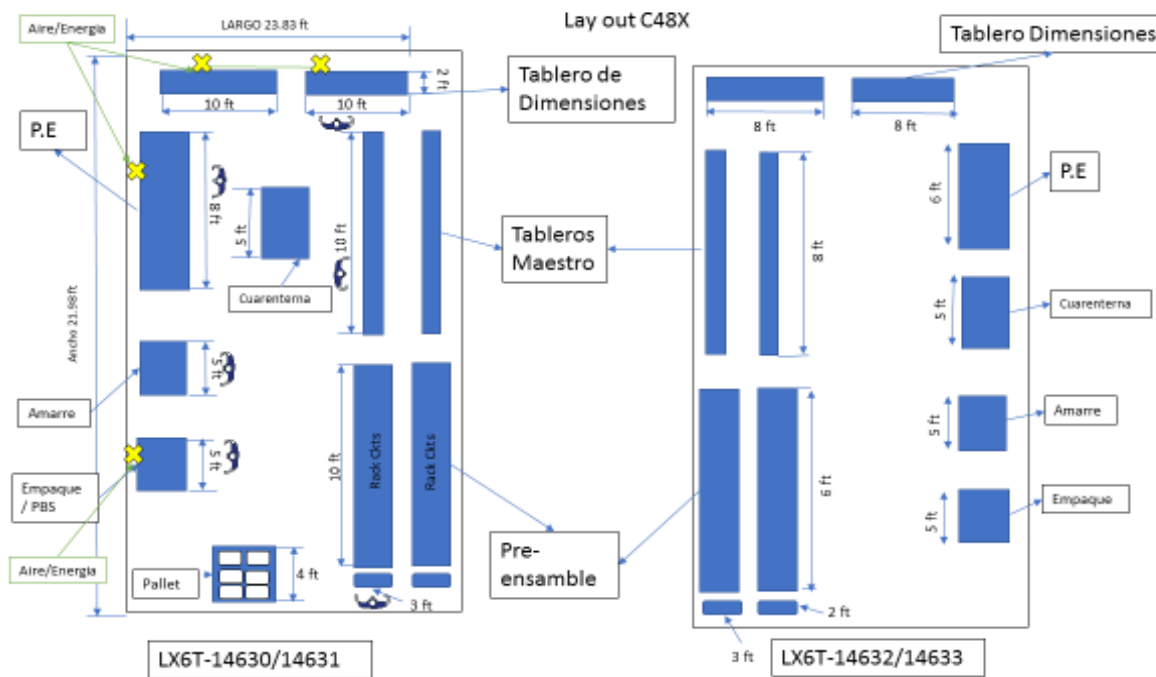


Ilustración 25: Layout para cuatro familias del C48X

(Fuente Propia, 2017)

Las doce familias del programa compartirán el mismo diseño y distribución.

5.3.5. METODOLOGÍA DE LAS 5'S

1. **Organización (Seiri):** La línea prototipo fue diseñada en un orden secuencial para cada una de las estaciones, dejando las distancias lo más cercanas posibles de la siguiente estación para así tener un flujo más eficiente del proceso.
2. **Orden (Seiton):** Cada estación de pre-ensamble, encintado, clips y de amarre tiene uno o más bins con los componentes y herramientas ordenadas y catalogadas para facilitar el encontrar lo que se necesita de manera más rápida y productiva.
3. **Limpieza (Seiso):** Como parte de las costumbres y cultura, cada operador está a cargo de limpiar su propia estación de trabajo y cada uno posee un basurero a la par para botar todo aquel desperdicio o basura que no se necesite.
4. **Estandarización (Seiketsu):** Desde que comienza a trabajar una persona, esta misma se capacita y educa en la cultura de Lear, y una de las cosas que se les enseña es la auto-

inspección. Si un operador tiene problemas en su estación de trabajo, le falta material o algo no está correcto este mismo debe inmediatamente reportarlo con el líder para que se proceda a solucionar el problema.

5. **Disciplina (Shitsuke):** Cuando un operador es nuevo a este se le empieza a entrenar y enseñar siguiente un entrenamiento 4X4.

5.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

5.4.1. FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias utilizadas en el presente proyecto son:

- Recorridos en las líneas de producción de la planta Lear, Green Valley.
- Presentaciones y documentos de Lear Corporation.

5.4.2. FUENTES SECUNDARIAS

- Libros de texto (online y físico)
- Páginas Web
- Fotografías

5.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se presenta un diagrama de Gantt con todas las actividades realizadas semana a semana durante la realización del proyecto de la práctica profesional lo cual duro 10 semanas. Por motivos de seguridad la semana 9 la empresa no permitió que ningún practicante asistiera durante toda la semana por los conflictos políticos del país y el tiempo de duración de la práctica se alargó una semana más para compensar el tiempo perdido.

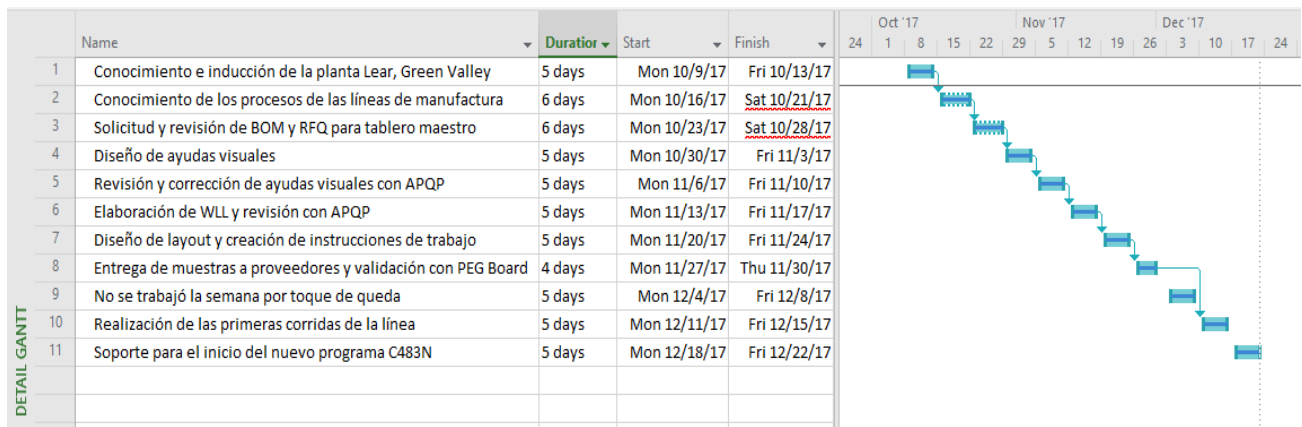


Ilustración 26: Cronograma de Actividades

(Fuente Propia, 2017)

Semana 1. Conocimiento e inducción de la planta Lear, Green Valley

Durante la primera semana de la práctica, la primera actividad a realizar fue de conocer la planta y sus diferentes áreas junto al personal que opera en cada área y quien está a cargo de que en cada zona.

Semana 2. Conocimiento de los procesos de las líneas de manufactura

Durante la segunda semana la actividad realizada fue de ir a diferentes líneas e ir conociendo los procesos que hacen junto al nombre de cada operación y la manera en cómo se realiza la operación.

Semana 3. Solicitud y Revisión de BOM y RFQ para tablero maestro.

Para la tercera semana se determinó que el proyecto a trabajar será el de diseñar una línea prototipo para el programa C48X, esto involucro el hacer la solicitud de tooling para los tableros usando los formatos para las BOM y RFQ.

Semana 4. Diseño de ayudas visuales.

Como parte del diseño del tablero se involucra el diseño de las ayudas visuales. Durante esta semana se realizó todas las ayudas visuales necesarias para todas las familias de todos los tableros.

Semana 5. Revisión y corrección de ayudas visuales con APQP.

Una vez estén terminadas las ayudas visuales estas son enviadas al departamento de calidad para su revisión y que no existan errores. En caso de haber error, APQP lo anota y envía las ayudas visuales de vuelta para su corrección y una vez corregidas se envían nuevamente para volver a ser revisadas.

Semana 6. Elaboración de WLL y revisión con APQP.

Un material importante para construir el arnés son los circuitos, ya que sin esto no se puede empezar construir las piezas. Las WLL involucran todos los circuitos y las distancias que estos van a llevar en todo el arnés de un punto a otro. Una vez hechas se envían a APQP para que los revisen y luego al departamento de producto una vez este todo en orden para que ellos procedan a crear la hoja de corte y esta enviarla al departamento de corte.

Semana 7. Diseño de layout y creación de instrucciones de trabajo.

El diseño del layout se realizó para una bahía dividida en seis partes para las doce familias del programa, dos arneses de cada familia se asignaron a cada espacio dividido. Luego se procedió a crear las instrucciones de trabajo que se requieren por parte de calidad para cada familia y cada estación de todo el programa.

Semana 8. Entrega de muestras a los proveedores y validación con PEG Board.

Para que los tooling tengan las especificaciones correctas se requiere entregarle una muestra de cada componente de todas las familias a cada proveedor para que ellos puedan elaborar el

tablero. Antes de que los proveedores construyan el tablero y durante el tiempo que ellos estén preparando los tooling, se procede a elaborar las PEG Board. Esto es validado por APQP si se tiene un porcentaje de ergonomía mayor o igual a ochenta por ciento (80%).

Semana 9. No se trabajó la semana por toque de queda.

Debido al conflicto político del país y la toma de carreteras junto a los toques de queda, la empresa Lear Corporation decidió que durante esa semana todos los practicantes no van a asistir por motivos de seguridad y prevención a su cuidado. Esa semana que no se presenta el practicante la empresa le dará una semana adicional de plazo, para que no pierda parte de su práctica.

Semana 10. Realización de las primeras corridas de la línea.

Ya teniendo terminado y liberado el tablero maestro por parte de calidad se realizó las primeras corridas del programa construyendo cuatro piezas de cada familia para estas quedar listas a ser enviadas al cliente.

Semana 11. Soporte para el inicio del nuevo programa C483N.

Una vez finalizado de cumplir con todas las responsabilidades asignadas para el proyecto del programa C48X se solicitó pedir soporte para un programa nuevo más que se está solicitando construir, C483N. Durante esta semana se realizó las BOM y el diseño del arnés junto al listado de los componentes que este involucra.

VI. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

A continuación se dará a conocer el trabajo realizado del diseño de la nueva línea de producción prototipo del programa C48X durante el tiempo que duró la práctica profesional. El programa C48X consiste en doce familias de arneses para la Ford Escape 2020 las cuales son:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1) LX6T-13A409-NAA | 7) LX6T-14335-NBAA |
| 2) LX6T-14A411-NAA | 8) LX6T-14406-NDB |
| 3) LX6T-14B446-NAB | 9) LX6T-14630-NAA |
| 4) LX6T-15K867-NAA | 10) LX6T-14631-NAA |
| 5) LX6T-15K868-NAFA | 11) LX6T-14632-NAA |
| 6) LX6T-14335-NAAA | 12) LX6T-14633-NAA |

6.1. DISEÑO DEL ARNÉS

Una vez que se reciben los planos controlados por parte del departamento de control de documentos se procede a realizar el diseño del arnés para los tableros maestros según los planos. Los planos poseen las dimensiones y distancias del arnés; pero el ingeniero de métodos se encarga de crear el diseño de la manera más eficiente respetando siempre las indicaciones del mismo. Todo esto se realiza a lápiz, papel y una regla, en el cual se dibuja el arnés siguiendo las mediciones del plano y dibujando las distancias donde 1 mm real es equivalente a 10 mm del plano; el uso de la regla solamente es recomendación y opcional para el ingeniero, no es un requisito, por tanto el dibujo se puede diseñar sin usar la regla. El diseño que quede dibujado en el papel es la referencia de cómo debe quedar exactamente en el tablero maestro. *(Ver anexo 1)*

Junto a este dibujo se procede a listar todos los componentes que tiene el arnés y la cantidad que involucra y se mide el tamaño total que utilizará el arnés para determinar el tamaño del tablero.

6.2. SOLICITUD DE TOOLING

Por medio de una BOM y una RFQ se realiza una solicitud del tooling que se necesita al departamento de compras para que proceda a conseguir todo lo esencial para la construcción de la línea prototipo. Todo esto involucra todos los materiales así como la cantidad de los tableros y

su tamaño, las fixturas, canaletas, horquillas (*Definición 14 del glosario*), elevador de ruteo (*Definición 15 del glosario*), perno ruteador (*Definición 16 del glosario*), etc. Para poder realizar la BOM correctamente primero se necesita el diseño del arnés dibujado a lápiz y papel (*Ver anexo 1*) y tener un listado de todos los componentes posee el arnés y cuantos de cada uno tiene según el diseño dibujado. De acuerdo al tipo de conector se pedía las fixturas según las cavidades que lleva. Los tipos de fixturas que se podían pedir son fixturas estándar, cierra candado y cierra candado con lámina de aluminio. Para las fixturas de clips se pedían fixturas para clips abatibles o cuadradas, esto dependía de la vista del clip en el plano. Observando el dibujo hecho a mano, se cuentan la cantidad de nodos que necesita el arnés y de acuerdo a eso se pedía cuantos ruteadores, pernos u horquillas se requieren pedir para el tablero. El tamaño del tablero varía a lo largo según el tamaño del arnés; en la BOM se puede solicitar madera de 4 ft, 8ft, 12ft, 16ft y existe la opción para más de 16 ft. Según el tamaño del tablero solicitado se ordena la cantidad de barniz color blanco lo cual se multiplica el largo por el alto del tablero. Todos los tableros son de 4 ft de alto. Al final para cada tablero se incluyen dos picos para colgar los arneses, esto es para la entrada y salida de la estación de trabajo. Por último se pide el tamaño del temple (pequeño, mediano, o grande) según la cantidad de fixturas de conectores que se requieren.

Tabla 1. Ejemplo de BOM para solicitud de tooling

ÍTEM	# DE PARTE	DESCRIPCIÓN	U. DE MED.	PRECIO	CANTIDAD		PRECIO TOTAL	
					TAB. COMPLETO	TAB. DE RET.	TAB. COMPLETO	TAB. DE RET.
1		Poste fijo para clip	EA	L.	-		L.	L.
2		Poste fijo para ruteo	EA	L.	-		L.	L.
3		Perno ruteador 1/4 Y 3/16	EA	L.	-		L.	L.
4		Brackets (45/60/90 grados "C"/"L")	EA	L.	-		L.	L.
5		Brackets (Abatible)	EA	L.	-		L.	L.

(Fuente Lear Corp., 2017)

6.3. DISEÑO DE AYUDAS VISUALES

Como parte del proceso y requisito de parte del departamento de calidad, se diseñan ayudas visuales para guiar de manera más fácil a los operadores al momento de realizar su trabajo en la estación, ya sea para ensamble de circuitos, encintado, pruebas de calidad o empaque y amarre.

6.3.1. CONECTORES

Uno de los tipos de ayudas visuales que se diseñan es para los conectores. Se requiere hacer una por cada conector del plano y posiblemente más de una del mismo conector en caso que el conector posea diferentes niveles de ensamble. Cada conector trae una cantidad específica de cavidades donde deben de ir los circuitos, pueden llegar a tener hasta más de treinta cavidades, sin embargo no todas las cavidades llevan circuitos. Es por esto que cada conector tiene diferentes niveles y en cada nivel es una manera diferente o similar de ensamblar los circuitos y no siempre se conectan los mismos circuitos de un nivel comparados al siguiente (*Ver anexo 2*). Para poder realizar estas ayudas visuales se necesita tener una muestra del conector la cual se pide a almacén. De cada familia de arnés se hizo una tabla con el GPN (*Definición 20 del glosario*), CPN (*Definición 21 del glosario*) y cantidad de muestras a pedir.

Tabla 2. Solicitud de muestras para almacén.

Descripción	GPN	CPN	Cantidad
Conector	G-CONECTOR-1	C-CONECTOR-1	5
Conector	G-CONECTOR-2	C-CONECTOR-2	5
Conector	G-CONECTOR-3	C-CONECTOR-3	5
Conector	G-CONECTOR-4	C-CONECTOR-4	5
Conector	G-CONECTOR-5	C-CONECTOR-5	5
Snapclip	G-SNAPCLIP-1	C-SNAPCLIP-1	5
Clip	G-CLIP-1	C-CLIP-1	5
Clip	G-CLIP-2	C-CLIP-2	5
Clip	G-CLIP-3	C-CLIP-3	5
Grommet	G-GROMMET-1	C-GROMMET-1	5

(Fuente Propia, 2017)

Por motivos de confidencialidad el verdadero número de parte ya sea del cliente o de Lear no se puede mostrar y el dato que se muestra en la tabla solo es para fines de ejemplo.

6.3.2. NODOS

Otro tipo de ayuda visual, la cual se debe diseñar, es la de nodos (*Definición 17 del glosario*). Estos nos indica hacia donde se dirige un ramal o ramales del arnés. Estas ayudas visuales al igual que la de los conectores varían según los niveles que el arnés conlleva, es decir que en un nivel, un ramal en específico puede aplicar pero para el siguiente nivel, el ramal no existe. (*Ver anexo 3*)

6.3.3. BINES

El bin es el estante donde se colocan los componentes y materiales necesarios para la construcción del arnés. Cada estación de pre-ensamble, ensamble, encintado y de clips tiene uno o más bines. Cada bin lleva una ayuda visual que indica que componente contiene y para qué nivel aplica ese componente. (*Ver anexo 4*)

6.5. PEG BOARD

Las PEG Board sirven para determinar qué tan ergonómico es el arnés en el tablero maestro y con ello determinar si la dirección de un ramal es adecuada para el diseño que se está implementando.

(Ver Anexo 12)

Se utiliza un formato donde se introducen los datos del arnés con respecto a cuantas puntas tiene el arnés en una distancia en específico. Las distancias se van tomando desde el nivel del suelo hasta el punto más alto del tablero maestro. Otro dato que se toma en cuenta es el tipo de encintado y la distancia de encintado que posee. La información de ambas partes ayuda a determinar cuánto es el porcentaje de ergonomía del diseño actual del arnés. Ese porcentaje se obtiene automáticamente por el formato una vez ingresado la información. *(Ver Anexo 6)*

Los porcentajes de ergonomía según las familias del programa C48X fueron los siguientes:

- LX6T-15K867-NAAA = 86.9%
- LX6T-15K868-NAFA = 85.2%
- LX6T-14630-NAA = 82.3%
- LX6T-14631-NAA = 83.9%
- LX6T-14632-NAA = 86.4%
- LX6T-14633-NAA = 86.5%
- LX6T-14A411-NAA = 83.9%
- LX6T-14B446-NAB = 91.2%
- LX6T-14335-NAAA = 91.6%
- LX6T-14335-NBAA = 89.9%
- LX6T-14406-NDB = 92.7%
- LX6T-13A409-NAA = 86.8%

6.6. INSTRUCCIONES DE TRABAJO

Las instrucciones de trabajo ayudan a los operadores a saber específicamente cómo realizar el proceso de la estación de trabajo a la cual están asignados. Este es el documento mediante el cual se utiliza para entrenar y explicar al operador cual es la operación que tiene que realizar dentro de su estación. Estas instrucciones se crean en base a las especificaciones del plano entregado por el cliente.

6.8. LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA PROTOTIPO

Todos los proveedores teniendo listo todo el tooling proceden a elaborar los tableros maestros según el layout dibujado por el ingeniero de métodos. Una vez terminan de elaborar el tablero maestro, se le solicita al operador de métodos que construya un arnés híbrido para la familia del tablero maestro recién elaborado. Un arnés híbrido es un arnés hecho con cualquier tipo de circuito, este no lleva especificación de que circuito utilizar en que conector o en que cavidad ir, por tanto se utiliza material reciclable. Todo esto se hace para poder liberar el tablero maestro, esto quiere decir que se requiere de una inspección final por parte del departamento de APQP para verificar que todo está en orden y el tablero ya está listo para empezar a construir según las especificaciones del cliente.

Debido a que el programa se encuentra en la fase prototipo y Lear aún no se lo ha ganado completamente, no se cuenta con una producción diaria o involucra el uso de operadores de línea para el programa. Los operadores de métodos son los encargados de construir los arneses de todas las familias y solamente se van pidiendo pequeñas cantidades de piezas por familia cada semana por parte del cliente.

6.9. RESULTADOS

En Lear, Green Valley actualmente solo existe un programa en fase de producción, U55X. El programa C48X utilizó el programa anterior como ejemplo para tomar como observación algunos puntos que se dieron para mejoras los cuales son:

- Eliminar fixturas para conectores con ocho cavidades o menos: Se determinó que solamente los conectores con más de ocho cavidades van a utilizar fixturas para el ensamble de circuitos en la estación de pre-ensamble, para los que son de ocho o menos se ensamblaran en la mano. Esto permite tener más espacio en la estación y evitar tener una cantidad excesiva de fixturas.
- Eliminación de estación de ensamble: El eliminar la estación de ensamble permite evitar que el arnes que viene de la estación de pre-ensamble no se vaya a dañar en su

movimiento de una estación a otra. Todos los ensambles de circuitos se completaran en la estación de pre-ensamble para así luego pasar directamente a la estación de encintado.

- Ayudas visuales más optimas: las ayudas visuales al momento de diseñarse para el programa C48X se realizaron siguiendo el principio de lean manufacturing, hacer más con menos. Las ayudas visuales en el programa U55X toman demasiado espacio innecesario y terminan siendo más grandes, esto conlleva a usar más papelería al momento de imprimirlas, laminarlas y pegarlas en las estaciones. En el programa C48X las ayudas visuales se ajustaron al tamaño más óptimo para el ahorro de espacio y disminuir el uso y costo de papelería en la planta. *(ver anexo 15)*

VII. CONCLUSIONES

- Por medio de las BOM y RFQ elaborados de los doce planos del programa C48X, se logró solicitar el tooling de los doce tableros requeridos para cada familia del programa y a través de esto se le entregó al proveedor el tooling y muestras de componentes necesarios para que pueda prepararlos según las especificaciones del cliente y así poder elaborar el tablero maestro para empezar a construir los arneses prototipos y estos ser enviados al cliente para poder ganar el programa completo y la empresa poder seguir creciendo.
- Se elaboró las WLL de todas las familias según las especificaciones del cliente para todos los circuitos y se entregó a ingeniería de producto para realizar las Hojas de Corte donde estos se entregaron al departamento de corte y ellos poder proceder a preparar los circuitos según las longitudes requeridas para poder construir los arneses de las doce familias del programa para cuando los tableros maestros estén terminados y liberados por parte de calidad.
- Se diseñó y elaboró los doce tableros maestros y estos fueron aprobados por APQP para su uso en la línea tomando en cuenta la información de las PEG Board y cumpliendo todos los requisitos de calidad junto a sus respectivas ayudas visuales, dando por liberado el tablero para comenzar a construir los primeros arneses de cada familia con todas las especificaciones del cliente.
- Se logró realizar las primeras corridas del programa C48X al finalizar de construir todos los tableros maestros con todos los toolings instalados y todos los requisitos de calidad aprobados, construyendo cuatro piezas de cada familia durante su primera semana y estas quedaron listas para ser enviadas al cliente para poder dar su retroalimentación con respecto al producto terminado.

VIII. RECOMENDACIONES

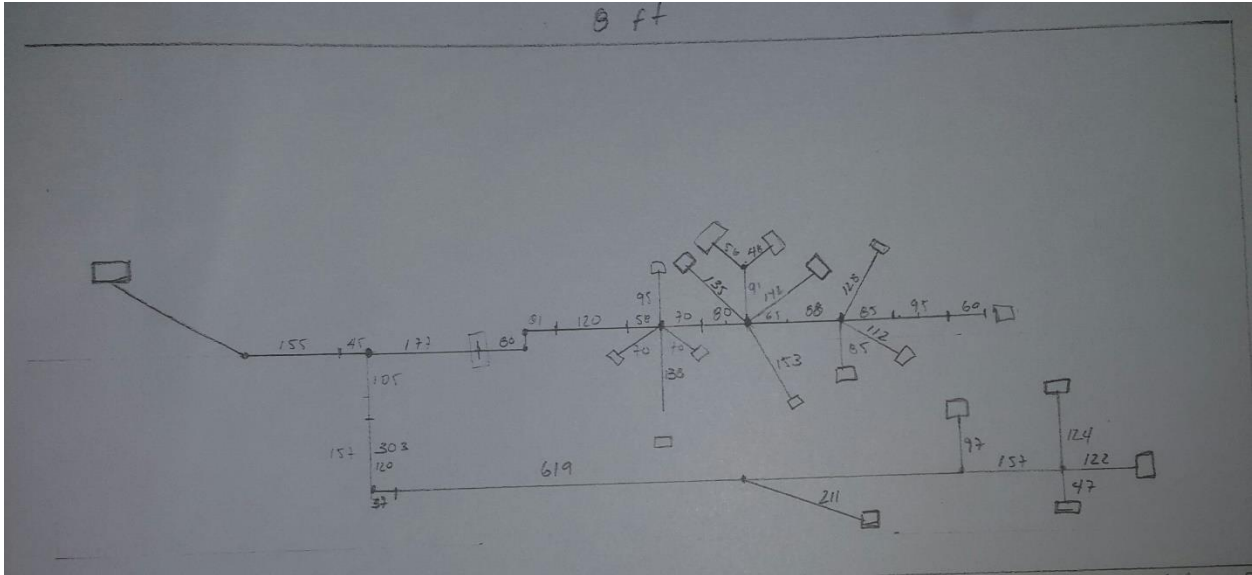
- ✓ Implementar el sistema pull una vez pasada la fase prototipo. (*Ver anexo 13*) Este es un sistema que se puede implementar en la estación de pre-ensamble para así mantener una eficiencia de tiempo alta.
- ✓ Implementar el sistema one set supply para las familias grandes del programa. (*Ver anexo 14*) Las grandes familias del programa requerirán el uso de una estación de rotary en lugar de una estación estacionaria. En el rotary se puede implementar el sistema one set supply donde los operadores de cada estación no tendrán que moverse para ir a traer el material que requieren, sino que ya lo tendrán a mano y esto reducirá el tiempo que se requerirá el construir el arnés a comparación de no utilizar este tipo de sistema.
- ✓ Disponer mínimo de dos operadores de métodos para las fases prototipo de un nuevo programa. Desde que se comenzó a trabajar el proyecto solamente se contaba con un operador de métodos, esto represento una fuerte carga de trabajo para la persona para un periodo de tiempo corto para cada actividad.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Coronado-Hernández, J. R., & Mateus, H. O. (2013). Incorporación de Riesgos Ergonómicos en el Balanceo de Líneas de Ensamble en U/(Incorporating ergonomic risks into U-shaped assembly line balancing problem). *Working Papers on Operations Management; Valencia*, 4(2), 29–43.
- Evans, J., & Lindsay, W. (2008). *administración y control de la calidad* (7a ed.). México: Cengage Learning.
- Geo Tutoriales. (2017). Gestión de Operaciones. Recuperado a partir de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Gido, J., & P. Clements, J. (2009). *Administración exitosa de proyectos* (5a ed.). Mexico: CENGAGE Learning.
- Gutiérrez Pulido, H., & Salazar, R. (2009). *CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA* (2a ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Lefcovich, M. (2009). *Sistema de producción justo a tiempo - JIT* (1a ed.). Mexico: El Cid Editor. Recuperado a partir de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/reader.action?docID=3182197>
- PDCA HOME. (2012). POKA YOKE – Diseño a prueba de errores. Recuperado a partir de <https://www.pdcahome.com/poka-yoke/>
- Ponce Leon, A. Q. (2009). *Sistema de producción*. Mexico: El Cid Editor. Recuperado a partir de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3181652>
- R Evans, J., & M Lindsay, W. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros* (9a ed.). Mexico: CENGAGE Learning. Recuperado a partir de https://bibliotecavirtual.cengage.com/books/773-administracion-y-control-de-la-calidad?library_id=277

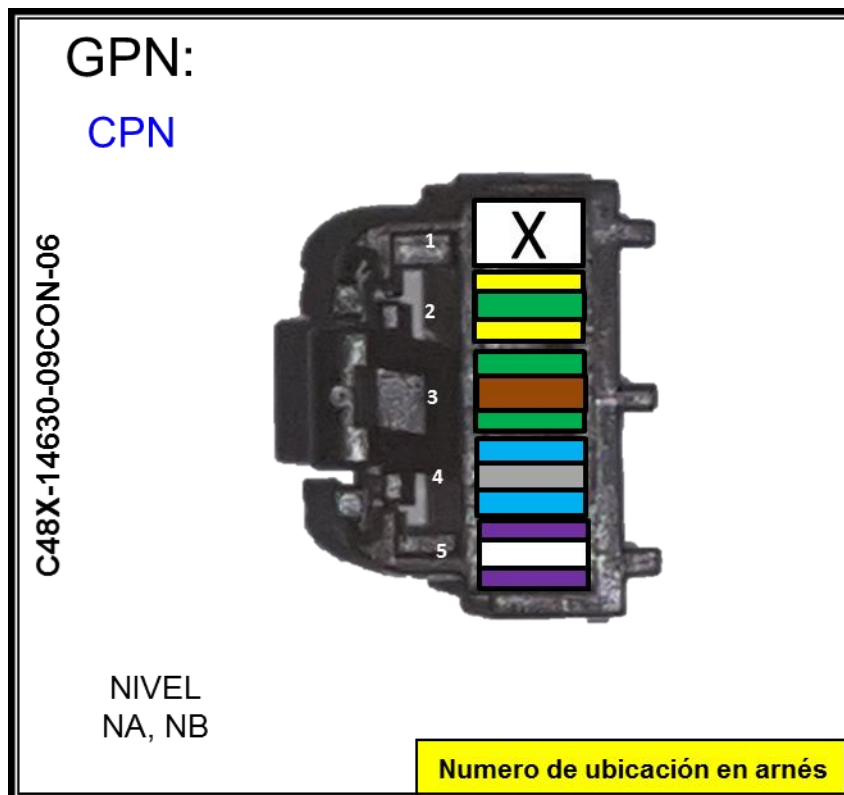
- Santos, J., Wisk, R. A., & Torres, J. M. (2015). *Mejorando la producción con lean thinking* (2a ed.). Mexico: Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. Recuperado a partir de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/reader.action?docID=4945582>
- W. Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12a ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Zornoza, C. C., Ros, S. C., Gonzales Cruz, T., James, P., & Summers, D. (2011). *Gestión de Calidad* (1a ed.). Mexico: Pearson Educación.

X. ANEXOS



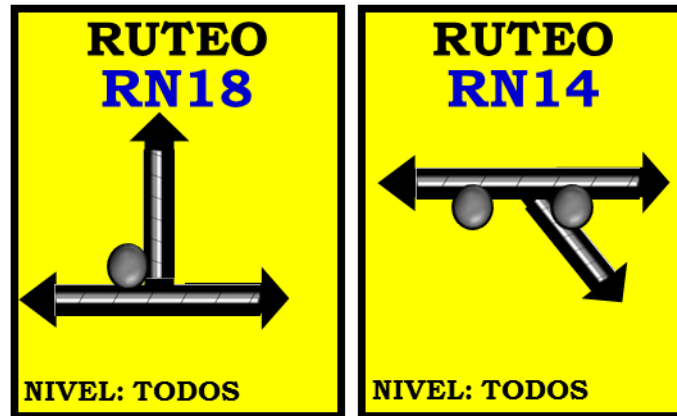
Anexo 1: Dibujo del arnés para el diseño en el tablero.

(Fuente Propia, 2017)




Anexo 2: Ayuda visual de un conector

(Fuente Propia, 2017)



Anexo 3: Ayuda visual de Nodos

(Fuente Propia, 2017)

CLIP	NUMERO DE PARTE
	GPN: G-CLIP-1
	C-CLIP-1
	FAMILIA 1
	NIVELES: TODOS
UBICACIÓN	

Anexo 4: Ayuda visual de Bines

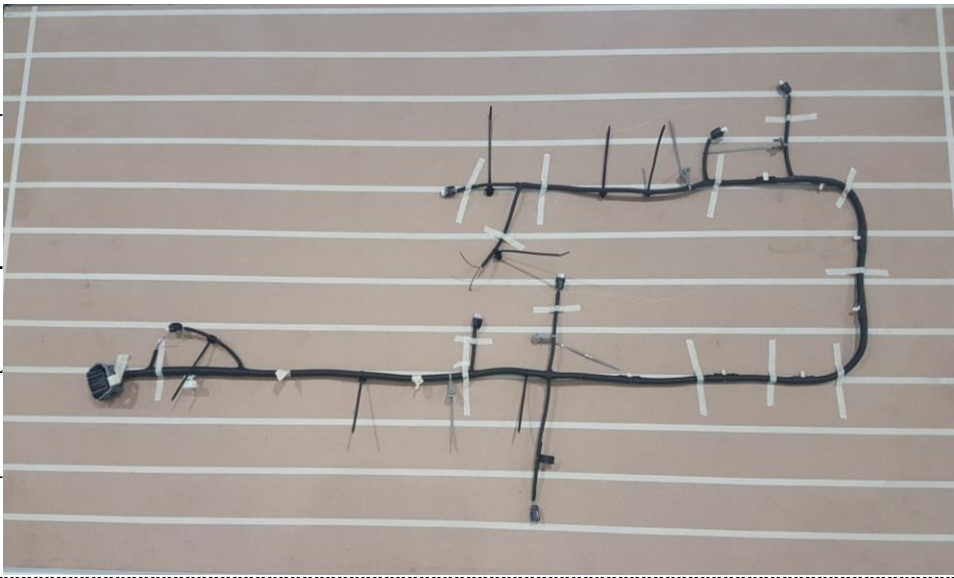
(Fuente Propia, 2017)



Anexo 5: Ayuda visual de Clips

(Fuente Propia, 2017)

MM	# of Plugs	Meters of Tape		MM
		Spiral	Solid	
1800	30 x	30 x		1800
	60 x 3	60 x		
1500	80 x 6	70 x	2.0	1500
	95 x 2	80 x	5.0	
1200	100 x 21	95 x 0.6		1200
	80 x 8	100 x 2.8		
1000	60 x 3	80 x 1.0		1000
	30 x	60 x		
800	30 x	30 x		800
	100 x	100 x		
600	Hand Plug.	Tail Tap.		600
	Plugs	43	11.4 Meters	
	Points	3770	86.9 %	953 Points
		ECF = $\frac{(\text{Plug Points} + \text{Solid Tape Points} + \frac{1}{2} \text{Spiral Tape Points})}{(\text{Plug} + \text{Meters Solid Tape} + \frac{1}{2} \text{Meters Spiral Tape})}$		



Anexo 6: Ejemplo de PEG Board

(Fuente Propia, 2017)



Anexo 7: Bines para el programa C48X

(Fuente Propia, 2017)



Anexo 8: Mesas de pre-ensamble para el programa C48X

(Fuente Propia, 2017)



Anexo 9: Muestra para proveedor

(Fuente Propia, 2017)



Anexo 10: Fixtura con cierra candado

(Fuente Propia, 2017)



Anexo 11: Elaboración de tableros

(Fuente Propia, 2017)



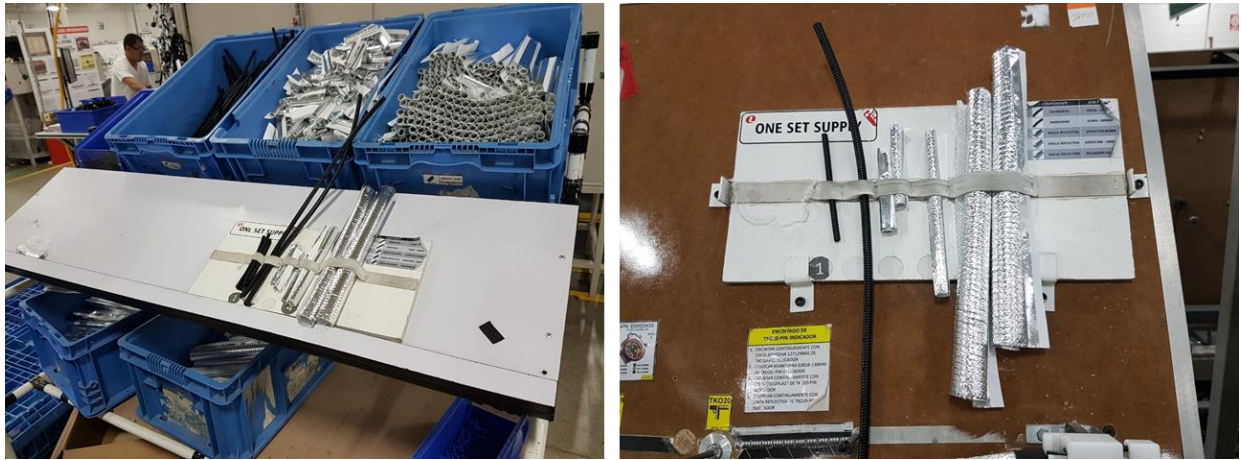
Anexo 12: Elaboración de PEG Boards.

(Fuente Propia, 2017)



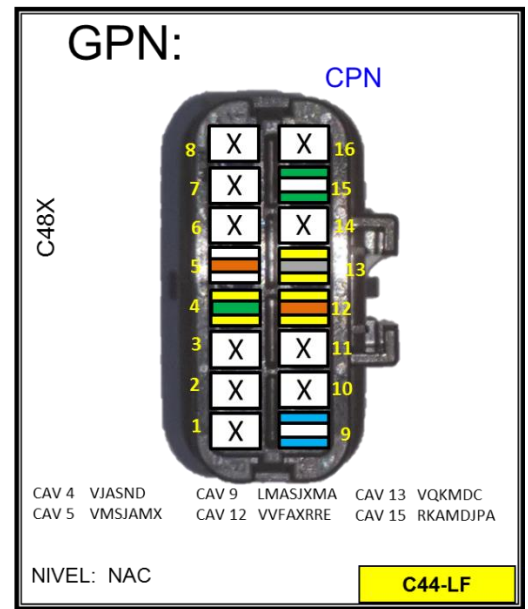
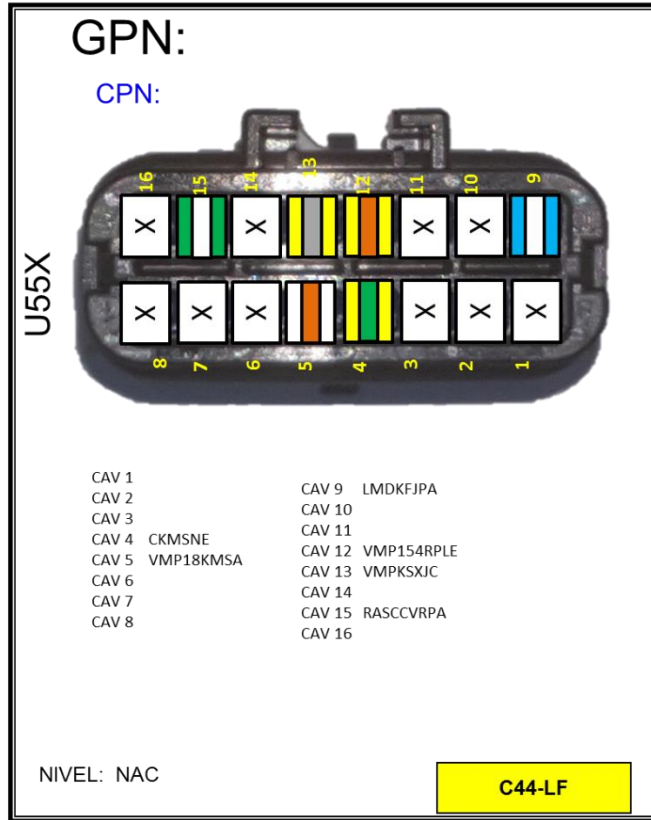
Anexo 13: Ejemplo de Pull System

(Fuente Propia, 2017)



Anexo 14: Ejemplo One Set Supply

(Fuente Propia, 2017)



Anexo 15: Ayuda visual para U55X vs C48X

(Fuente Propia, 2017)