
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**DESARROLLO DE INFORMACIÓN TÉCNICA PARA EL
PROYECTO “LUCID GRAVITY” (BODY MAIN LH)**

**TITULACION INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES**

**PRESENTA:
DIANA KAREN COPALCUA VÁZQUEZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:
MTRO. RAÚL CORTÉS MALDONADO**

APIZACO, TLAX., SEPTIEMBRE, 2025



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Electrónica

Apizaco, Tlaxcala, 25/abril/2023

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. OFICIO IEE/235/2023

Asunto: Liberación de Proyecto
para la Titulación Integral

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E.

Por este medio me permito informar a usted que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del egresado:	DIANA KAREN COPALCUA VÁZQUEZ
Carrera:	INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
No. de Control:	17371128
Nombre del proyecto:	"DESARROLLO DE INFORMACIÓN TÉCNICA PARA EL PROYECTO "LUCID GRAVITY" (BODY MAIN LH).
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradeciendo de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica.
Pensar para Servir. Servir para Triunfar.*

HÉCTOR ESCOBAR JARDINES
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Raúl Cortés Maldonado
Nombre y Firma del Asesor

c.c.p. Expediente



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA



Apizaco, Tlaxcala, 10/octubre/2024

**COPALCUA VÁZQUEZ DIANA KAREN
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
CON NÚMERO DE CONTROL 17371128
PRESENTE**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"DESARROLLO DE INFORMACIÓN TÉCNICA PARA EL PROYECTO "LUCID GRAVITY" (BODY MAIN LH)"** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar 2 USB del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepcion Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica-
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

**CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

ccp. Archivo

CRRG/rls



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES**



Agradecimientos

A mis padres por su apoyo y sus sabios consejos que me han guiado para lograr satisfactoriamente cada uno de mis objetivos.

A mis hermanos por ser mi apoyo y compañía

A mis amigos por haberme acompañado en mi estadía en la Universidad, por apoyarme y motivarme a seguir adelante.

Al Ing. Fabian Nava, a la Ing. Jocabet Morales y al equipo de ingeniería de producto en general, por darme la oportunidad de colaborar en el área, por brindarme sus consejos, tiempo, paciencia y apoyo.

Al Ing. José Luis Juárez por guiarme en este trabajo.

Al Instituto Tecnológico de Apizaco y a mis profesores por brindarme los fundamentos para mi formación profesional.

Índice

Agradecimientos	2
CAPITULO 1. Introducción.....	8
1.1 Localización de la empresa.....	8
1.2 Breve historia de la empresa	8
1.3 Misión.....	8
1.4 Visión	8
1.5 Estructura organizacional.....	9
1.6 Política de calidad	9
1.7 Política ambiental.....	9
1.8 Política de seguridad, higiene y medio ambiente	9
1.9 Antecedentes del ramo automotriz	10
1.10 Planteamiento del problema	11
1.10.1 Objetivo General.....	11
1.10.2 Objetivos específicos	11
1.10.3 Preguntas de investigación.....	11
1.10.4 Hipótesis	12
1.10.5 Justificación	12
CAPITULO 2. Marco teórico.....	13
2.1 ¿Qué es un arnés eléctrico?	13
2.2 Componentes del arnés eléctrico.....	14
2.2.1 Cableado	14
2.2.2 Conectores	14
2.2.3 Terminales	15
2.2.4 Cintas	17
2.2.5 Clips.....	17
2.2.6 Grommet.....	19
2.2.7 Sellos y tapones	19
2.2.8 Tubo corrugado	20
2.2.9 Tubo termo retráctil.....	20
2.2.10 Splice	21
2.3 Tipos de arneses eléctricos	22

2.3.1 Pigtail	23
2.3.2 Jumpers	23
2.3.3 Conexiones en línea.	23
CAPITULO 3. Desarrollo del proyecto.....	24
3.1 Problemas a resolver	24
3.2. Aspectos a considerar para la obtención de un diseño efectivo	24
3.2.1 Nomenclatura de colores	25
3.2.2 Encintado.....	25
3.2.3 Método de encintado	25
3.2.4 Especificaciones de encintado.....	26
3.2.5 Encintado espiral sobre tubo corrugado	26
3.2.6 Encintado, fijación de cubiertas sin restricciones.....	26
3.2.7 Encintado de clip	26
3.2.8 Distancia entre clip y ramal de salida	27
3.2.9 Tubos lisos con clips con cintillo	28
3.2.10 Número de ramales de salida al final de un cable	28
3.2.11 Longitud de cableado	28
3.2.12 Cables trenzados.....	29
3.2.13 Cables con exceso de longitud	29
3.2.14 Encintado del conector	29
3.2.15 Terminales de ojillo	30
3.2.16 Encintado del Grommet	31
3.2.17 Cubierta de splices	31
3.2.18 Ubicación de los splices.....	31
3.3 Procedimientos	32
3.3.1 Diseño de dibujo interno	33
3.3.2 Cálculo de longitudes	38
3.3.3 Cálculo de cinta	43
3.3.4 DMR	48
3.4 Resultados	50
3.4.1 Dibujos internos	50
3.4.2 Diagramas para procesos especiales	52

3.4.3 Longitud de circuitos	54
3.4.4 Cálculo de cinta	55
3.4.5 Máster	56
3.5 Conclusiones	57
3.6 Competencias desarrolladas.....	57
3.7 Recomendaciones	58
3.8 Fuentes de información.....	59
3.9 Anexos	60

Índice de tablas

T - 1 Codificación de colores.....	25
T - 2 Tipos de encintado.....	25
T - 3 Método de encintado	26
T - 4 Máster de circuitos.....	38
T - 5 Longitudes obtenidas.....	41
T - 6 Longitudes para circuitos trenzados	42
T - 7 Ejemplo de inserciones por conector	43
T - 8 Obtención de resultados del cálculo de cinta.....	46
T - 9 Ejemplo de tubo a utilizar.....	47
T - 10 Tipos de tubo de acuerdo al área	48
T - 11 Ejemplo de actualización de máster	48
T - 12 Calculo de longitud de circuitos	55
T - 13 Calculo de consumo de cinta.....	55
T - 14 Máster de circuitos.....	56

Índice de figuras

F - 1 Estructura organizacional	9
F - 2 Ejemplo de un arnés eléctrico.....	13
F - 3 Arnés de cableado automotriz	14
F - 4 Conectores automotrices	15
F - 5 Tipos de terminales.....	16
F - 6 Terminal con circuito integrado	16
F - 7 Inserción de terminal en conector	17
F - 8 Encintado de ramal	17
F - 9 Clips y cintillos	18
F - 10 Ejemplos de tipos de clips y cintillos	18
F - 11 Grommet.....	19
F - 12 Ejemplos de tipos de sellos	20
F - 13 Tubos corrugados y diferentes diámetros.....	20
F - 14 Tubo termo retráctil aplicado en circuitos	21
F - 15 Tipos de empalmes.....	22
F - 16 Aplicación de tubo termo retráctil para sellado de Splice.....	22
F - 17 Encintado de clip.....	27
F - 18 Encintado de clip.....	27
F - 19 Distancia entre clip y ramal de salida.....	28
F - 20 Número de ramales de salida al final de un cable	28
F - 21 Ejemplo de encintado de conectores	29
F - 22 Distancia de nodo a conector.....	30
F - 23 Terminal de ojillo con protección.....	30

F - 24 Método de encintado de grommet	31
F - 25 Ubicación de splice	32
F - 26 Ubicación de splice	32
F - 27 Identificación de componentes.....	34
F - 28 Identificación de irregularidades	34
F - 29 Ejemplo de nota para encintado spot.....	35
F - 30 Ejemplo de nota sobre método de encintado.....	36
F - 31 Ejemplo de nota sobre método de encintado.....	36
F - 32 Ejemplo de nota sobre protección de tubo corrugado.....	37
F - 33 Identificación de conectores para origen y destino	39
F - 34 Captura de datos para cálculo de longitudes	40
F - 35 Programa para cálculo de longitudes.....	41
F - 36 Especificaciones de conectores.....	43
F - 37 Recorrido para cálculo de cinta.....	44
F - 38 Calculo de cinta por nodo	45
F - 39 Calculo de cinta nodo-nodo	45
F - 40 Factores para cálculo de cinta	46
F - 41 Protección con tubo corrugado	47
F - 42 Dibujo actual	49
F - 43 Cancelación de un ramal	49
F - 44 Arnés Body Main LH	50
F - 45 Diseño de dibujo interno lado motor	51
F - 46 Diseño de dibujo interno lado interior.....	51
F - 47 Diseño de dibujo interno Bolsa de Aire	52
F - 48 Diagrama de splice	53
F - 49 Ejemplo de splice en línea	53
F - 50 Diagrama StackFanOut	54
F - 51 Ejemplo de terminal StackFanOut	54

CAPITULO 1. Introducción

1.1 Localización de la empresa

Nombre de la empresa: SE-Bordnetze México S.A de C.V

RFC: SBG0705JR0

Dirección: Carretera Vía Corta Puebla – Santa Ana Km. 17.2, C.P: 90860 Acuamanala, Tlaxcala

Numero de contacto: 246 46 52 500 Ext 168

1.2 Breve historia de la empresa

Sumitomo Electric Bordnetze es parte del Grupo Sumitomo Electric. El grupo incluye aproximadamente 331 subsidiarias y afiliadas en más de 33 países alrededor del mundo, principalmente en Asia, América del Norte y Europa.

Los accionistas de Sumitomo Electric Bordnetze son 60% de Sumitomo Electric y 40% de Sumitomo Wiring Systems.

La historia de Sumitomo Corporation se remonta a más de 400 años, comenzando con la extracción de cobre. Sumitomo Electric Bordnetze se estableció en 1986 como una empresa conjunta entre Volkswagen AG y Siemens AG y se denominó Volkswagen Bordnetze.

Sumitomo Electric Industries se hizo cargo de la empresa en 2006 y desde entonces opera bajo el nombre de Sumitomo Electric Bordnetze (SEBN), la expansión de la empresa fue internacional y llegó a México en 2007 con una fábrica en Tlaxcala.

Sumitomo Electric Bordnetze (SEBN) es una empresa comercial en la industria de suministro automotriz.

Su misión es desarrollar, fabricar y vender sistemas de cableado para automóviles y ser un socio competente en el suministro de diversas soluciones de sistemas a los clientes. (Pérez, 2017).

1.3 Misión

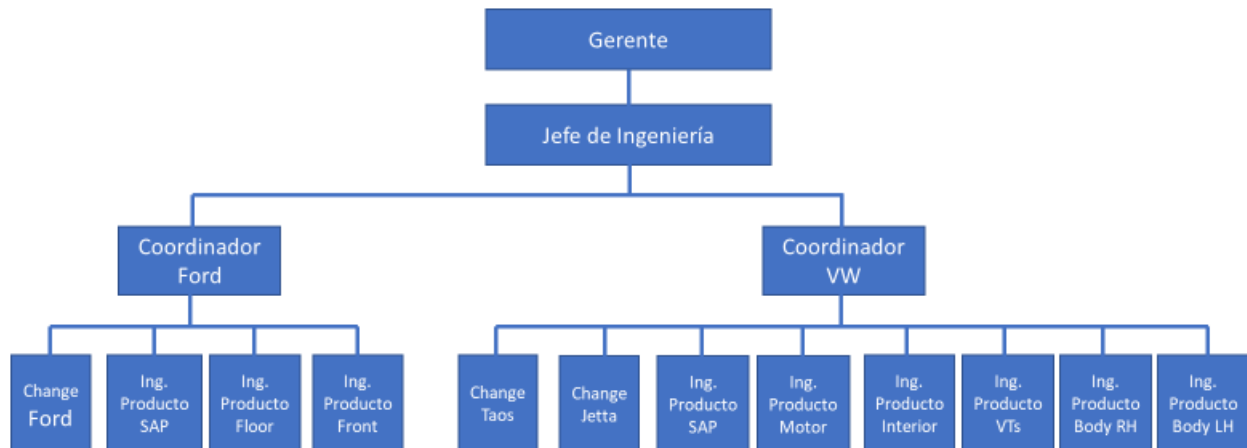
Desarrollar, fabricar y comercializar arneses eléctricos, que satisfagan y superen las expectativas de nuestros clientes y accionistas.

Mediante el desarrollo continuo de nuestros colaboradores, con una amplia contribución a la sociedad y cumpliendo con los lineamientos legales y gubernamentales.

1.4 Visión

Ser la empresa líder y referente en el mercado automotriz norteamericano para la fabricación de arneses eléctricos.

1.5 Estructura organizacional



F - 1 Estructura organizacional

1.6 Política de calidad

- Mejorar continuamente el producto y los procesos.
- Satisfacer al cliente interno y externo.
- Trabajar sin originar defectos.

1.7 Política ambiental

En SE-Bordnetze-México S.A de C.V. nuestros procesos productivos están enfocados en la minimización de los impactos al medio ambiente, trabajando en favor del desarrollo sustentable, por lo que:

- Optimizamos el uso de materias primas y energía provenientes de recursos naturales.
- Reducimos, Reciclamos y Reutilizamos los residuos no peligrosos.
- Manejamos y disponemos de forma responsable los residuos peligrosos.
- Cumplimos con los requerimientos legales, procedimientos y guías ambientales.
- Concientizar y comprometer a todos nuestros colaboradores en la protección del medio ambiente participando en proyectos de mejora continua.
- Influir de manera positiva en el comportamiento de nuestros proveedores y contratistas promoviendo actitudes responsables frente al medio ambiente.

1.8 Política de seguridad, higiene y medio ambiente

Es política de SE-Bordnetze México S.A de C.V., velar por la Seguridad, Higiene y Salud de todo el personal de la empresa y su entorno social, destinando los recursos necesarios, cumpliendo las normas oficiales, apoyando y respaldando las normas

internas, buscando tener “Cero” Accidentes Laborales y la preservación de nuestro Medio Ambiente.

1.9 Antecedentes del ramo automotriz

Los vehículos eléctricos aparecieron antes que los de gasolina, pero por diversos factores no alcanzaron el éxito esperado. Uno de los mayores avances desde la invención de la máquina de vapor a fines del siglo XVIII fue el ferrocarril, que facilitó el transporte de larga distancia. Sin embargo, los carros tirados por animales seguían siendo la única opción para el transporte personal en un momento en que los principales industriales e ingenieros dedicaban tiempo y esfuerzo a encontrar soluciones.

Hubo muchos avances y mejoras durante la creación de los autos eléctricos, y muchos modelos se desarrollaron más tarde, pero las limitaciones de las baterías (no recargables) hicieron que los autos eléctricos fueran poco prácticos.

Con el advenimiento de la batería recargable en 1859 y el modelo perfeccionado en 1881, el automóvil eléctrico fue un éxito a principios del siglo XX. Los autos eléctricos se consideran la forma de transporte más popular, especialmente para la clase alta debido a su alto precio. Cancelan el ruido, no emiten olores ni gases que contaminen a sus ocupantes, su autonomía les permite completar los desplazamientos diarios y la electricidad empieza a cubrir la mayor parte del mundo, lo que facilita mucho la recarga.

Sin embargo, los vehículos con motor de combustión interna están ganando popularidad por varias razones:

Arranque, donde antes había que girar la manivela para arrancar el motor, la experiencia de conducción ha cambiado con la introducción del arranque automático.

Henry Ford presentó el Ford T en 1908, un automóvil con motor de combustión interna construido en un sistema de línea de producción que podía venderse a un precio más bajo que los automóviles eléctricos. En 1912, un automóvil eléctrico costaba alrededor de \$ 1750, en comparación con \$ 650 por un automóvil de gasolina.

Finalmente, el descubrimiento de vastas reservas de petróleo en todo el mundo convirtió a la gasolina en un producto asequible.

Al final de la Primera Guerra Mundial, aumentó la necesidad de movilidad, con énfasis en los automóviles de combustión.

El interés por los vehículos eléctricos revivió después de la Segunda Guerra Mundial debido a la escasez de combustible durante y después del conflicto. Actualmente, debido a los múltiples beneficios del cambio climático y la movilidad sostenible, los vehículos eléctricos vuelven a estar en auge, con nuevas baterías de iones de litio y mayor autonomía (Iberdrola, 2022).

La industria de vehículos eléctricos se está desarrollando rápidamente y la demanda de arneses de cableado electrónico también ha aumentado, pero vale la pena mencionar que los métodos de fabricación tradicionales no pueden cumplir completamente con los requisitos requeridos para la operación de vehículos eléctricos. Los métodos actuales de fabricación de arneses tienen dificultades para sostener el intercambio manual de datos

y la incapacidad de recopilar bases de conocimiento a medida que aumenta la complejidad (AMN Quality Solutions, s.f.).

El sistema eléctrico automotriz es bastante complejo, y para entender su funcionamiento es necesario identificar cada componente que lo integra y su función en el sistema, analizar cada proceso y determinar los requerimientos para establecer las especificaciones para su implementación dentro del mismo.

1.10 Planteamiento del problema

El diseño y desarrollo del sistema eléctrico del automóvil se encuentra en constante cambio tecnológico, sin embargo, para este caso, debido a que el vehículo es completamente eléctrico, trabajar con el modelo Gravity de Lucid es un concepto diferente al que no se puede adaptar el fabricado tradicional de arneses tan fácilmente.

Al analizar las especificaciones para la fabricación se puede notar que los requerimientos son diferentes respecto a los vehículos convencionales, es decir, los procesos son diferentes y los materiales y accesorios son desconocidos también.

Para obtener un resultado eficiente y que sea acorde a las especificaciones del cliente, es requerida la Ingeniería, diseño y manufactura de herramientas para el armado y validación eléctrica de arneses.

1.10.1 Objetivo General

Establecer los requerimientos generales de Lucid Gravity en lo que respecta a Body Main LH para la fabricación de arneses de cableado.

1.10.2 Objetivos específicos

- Analizar las especificaciones correspondientes al proyecto.
- Diseñar el dibujo interno y preensambles.
- Realizar cálculo de longitudes y consumo de cinta.
- Integrar hojas de cambio.

1.10.3 Preguntas de investigación

Para el desarrollo del proyecto se plantean algunas preguntas que nos darán la base para comenzar con la investigación, dichas preguntas serán respondidas conforme los procedimientos y análisis sean ejecutados.

¿Cómo inicia la creación de un arnés?

¿Cómo influye el cliente en la fabricación del arnés?

¿Qué normas son consideradas para el diseño del arnés?

¿Cómo está constituido el arnés para un vehículo eléctrico?

¿Cuánta variación existe entre el arnés para un vehículo eléctrico y para un vehículo de combustión interna?

¿Cuáles son los procesos nuevos que deben integrarse para la creación del arnés?

1.10.4 Hipótesis

La empresa en la cual se realizara el proyecto, esta familiarizada con los procesos para la fabricación de arneses bajo los estándares de Ford y Volkswagen, específicamente para vehículos de combustión interna, considerando que el fabricante con el que se va a trabajar requiere de un diseño de arnés para un modelo de auto eléctrico se tiene contemplado que, podrían existir procedimientos similares a los trabajados actualmente, sin embargo, también habrán procedimientos nuevos a los cuales se tendrán que ajustar para poder implementarlos en la fabricación del arnés.

1.10.5 Justificación

En cuanto al diseño para la fabricación de arneses, es necesario considerar ciertos aspectos que finalmente darán forma al producto final. Para el establecimiento de especificaciones técnicas se requiere tanto de un plano como de las especificaciones técnicas.

El plano tiene la función de representar de forma gráfica la información relevante en cuanto a la forma del arnés, la ubicación de sus conectores, splices, clips y otros componentes. Por otro lado, las especificaciones técnicas establecen todos aquellos lineamientos necesarios para la fabricación del arnés, de acuerdo a las necesidades del cliente.

Tanto el plano como las especificaciones están relacionadas, se complementan mutuamente y son empleados en conjunto ya que proporcionan una descripción completa acerca de lo que se va a construir.

Cabe mencionar que las especificaciones indicadas por el cliente no siempre terminan en un buen resultado y eso puede ser ocasionado por muchos factores, probablemente puedan ser errores en las especificaciones, es decir, que lo que el cliente desea no sea acorde con lo que muestra el documento, que las especificaciones no hayan sido interpretadas adecuadamente o también puede ser posible que haya errores por algún material erróneo o defectuoso, habiendo mencionado lo anterior, podemos decir que la posibilidad de error siempre va a existir, para evitar que se presenten errores en el diseño, es necesario analizar cada detalle para detectar lo que funciona bien, lo que es deficiente o poco efectivo y donde son necesarios ciertos ajustes, es decir, tener un constante seguimiento en cuanto a modificaciones de cualquier tipo.

Durante el desarrollo del proyecto, se pretende conocer el proceso que se lleva a cabo para la definición de especificaciones técnicas para arneses automotrices, en este caso, para el proyecto Lucid Gravity, BodyMain LH.

CAPITULO 2. Marco teórico

El funcionamiento de cada vehículo está controlado casi en su totalidad por señales eléctricas, dichas señales son recibidas y analizadas por computadoras o módulos. Los componentes mencionados son muy importantes dentro del automóvil, pues son estos los elementos encargados de interpretar las señales, procesarlas y transmitir las para la ejecución de alguna función en específico. Las señales eléctricas comienzan desde el arranque del motor y todos aquellos sistemas que cualquier auto debe tener, como ABS, radio e indicadores luminosos. Estas señales eléctricas viajan a través de los circuitos por todo el auto y además de tener la protección adecuada, deben darse ciertas características y condiciones para que la señal sea estable y confiable, como el material o especificaciones del cable, asegurando que la señal llegue a su destino. Una colección de estos elementos se llama arnés eléctrico.

Para tener una mejor visualización del funcionamiento de los arneses electrónicos y de su importancia en la industria es necesario comenzar la interpretación desde lo básico, y así tener una noción certera del funcionamiento del sistema eléctrico en general y de todos los componentes que se ven involucrados.

2.1 ¿Qué es un arnés eléctrico?

Se denomina arnés eléctrico al grupo de cables, terminales, conectores, clips, cintas entre otros componentes que tienen la función de transmitir señales eléctricas de un punto a otro para realizar funciones específicas. Los arneses de cables vienen en diferentes formas y dimensiones y están diseñados para encajar en espacios específicos de manera organizada y protegida.

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.



F - 2 Ejemplo de un arnés eléctrico

2.2 Componentes del arnés eléctrico

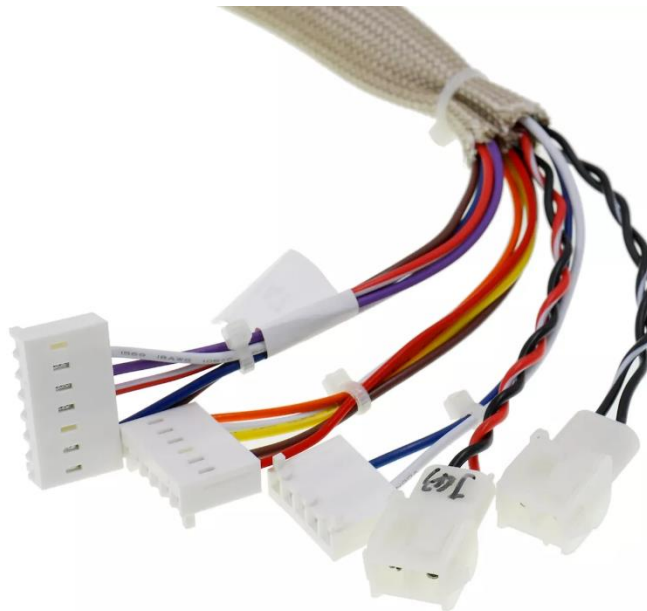
2.2.1 Cableado

Como se ha mencionado anteriormente, el arnés eléctrico está conformado por varios componentes, principalmente, tenemos el cableado, el cual lo podemos encontrar codificado por colores, lo que permite la detección de alguna falla o anomalía de algún componente eléctrico y/o electrónico de manera más sencilla.

El cableado eléctrico se encuentra acoplado a la carrocería, debido a esto se requiere una cubierta especial ya que, por la zona, podemos observar bordes afilados que podrían dañar el cableado y generar corto circuito (autobodymagazine, 2021).

El cableado a utilizar en el vehículo debe ser seleccionado adecuadamente, considerando la zona en la que será acoplado, es decir, si el área es de alta temperatura, si hay vibración, si se tienen exposiciones químicas, si el área es húmeda o seca, etc. De acuerdo a esto también va a depender la protección que se le aplique al cableado.

Existen tipos de cables que son diseñados para propósitos específicos, por eso es necesario considerar la aplicación que tendrá el cableado, por ejemplo, si en la aplicación del cable se requieren aplicar muchos giros y vueltas se considera el uso de cables trenzados. El cable trenzado es el mejor cable para automóviles porque es muy flexible y puede doblarse varias veces sin dañarse (zwcables, 2022).



F - 3 Arnés de cableado automotriz

2.2.2 Conectores

Un conector es un accesorio de tipo industrial, el cual tiene la función de transmitir la señal eléctrica desde una terminal emisora hacia otra terminal receptora. Así como el arnés de cableado requiere una protección, el conector puede ser protegido o no, considerando la zona en la que será fijado, zona húmeda, zona expuesta al polvo, zona con alta temperatura térmica o simplemente que la zona este expuesta al polvo.

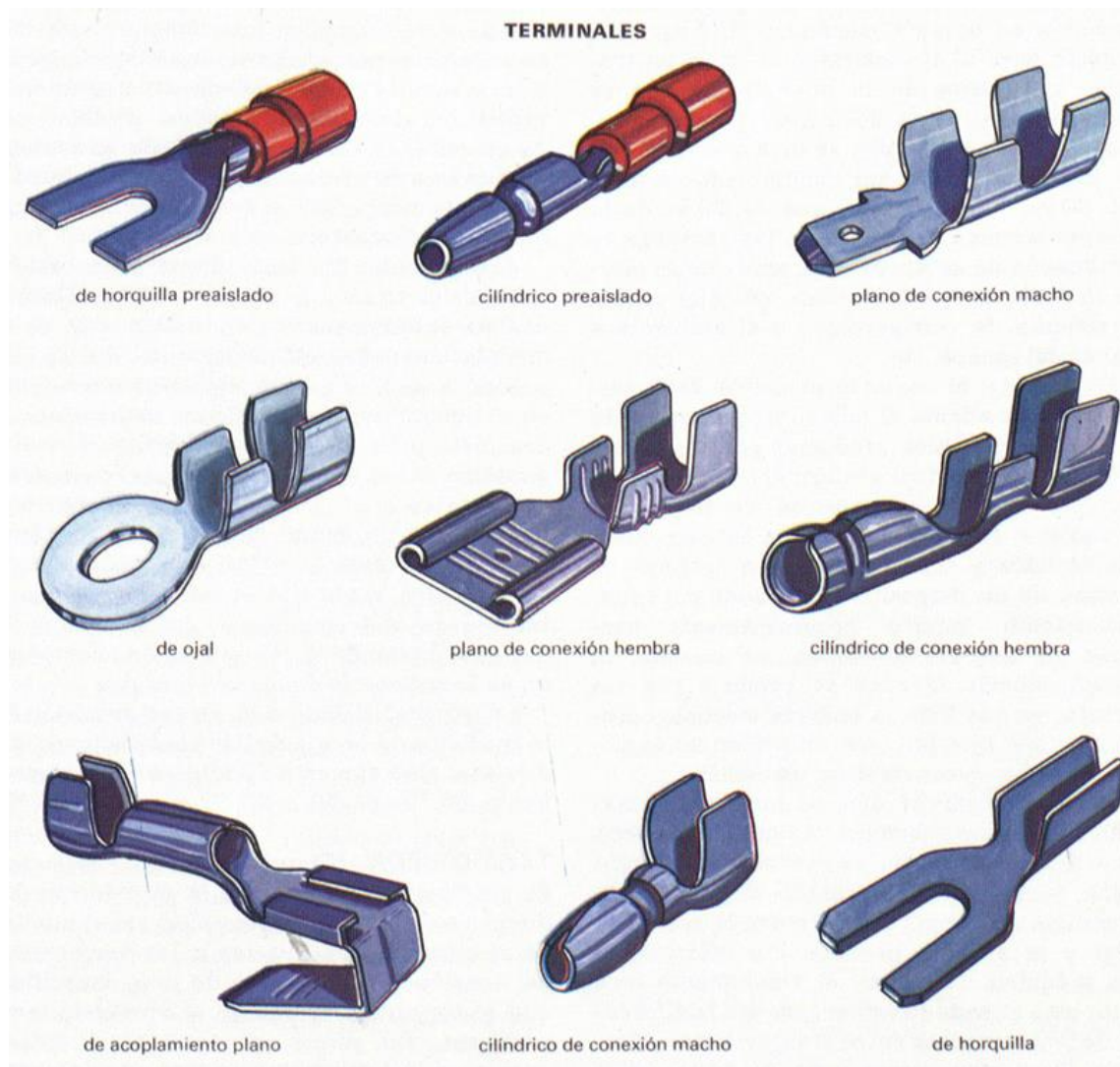


F - 4 Conectores automotrices

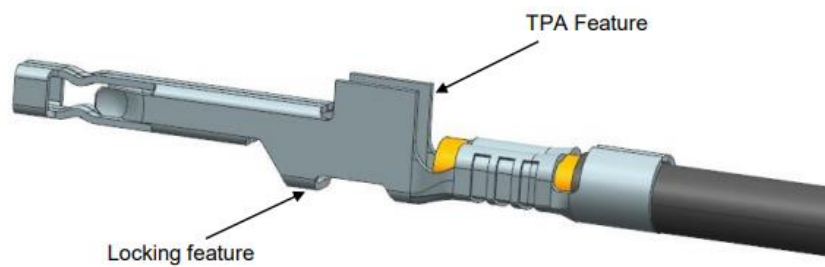
2.2.3 Terminales

Las terminales son componentes importantes en el conjunto de arneses, estos componentes indican tanto el principio como el fin de un circuito y sirven como guía para ser insertados en las cavidades de los conectores. Debido a que las terminales de origen tienen que transmitir la señal eléctrica hacia las terminales de destino, los materiales que se utilizan para su fabricación, suelen ser el cobre y el aluminio. Existe gran variedad de terminales y el tipo de terminal a utilizar va a depender del tipo de cable (calibre) con el que se esté trabajando.

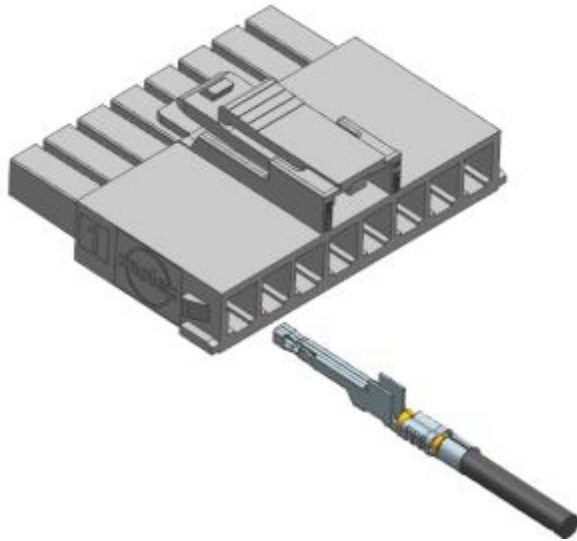
Pardo nos menciona que, cuando se manejan terminales, tenemos que considerar que la terminal sujete perfectamente el cable descubierto, para que transmita la señal a través de ella cuidando que no quede holgada para que el cable no se suelte, ni tan ajustada que pueda llegar a dañar el cableado. El segundo punto es asegurar que la terminal no salga de la cavidad del conector o que el dobléz que forma el cable al salir del conector provoque su ruptura (2020).



F - 5 Tipos de terminales



F - 6 Terminal con circuito integrado



F - 7 Inserción de terminal en conector

2.2.4 Cintas

La cinta es uno de los elementos de protección que se utilizan para cubrir el mazo de cables manteniéndolos de forma segura contra condiciones ambientales extremas. Los productos para el compartimiento del motor deben ser altamente resistentes a la abrasión y altas temperaturas, por ejemplo, mientras que en el interior del vehículo se utilizan cintas para reducir el ruido y otras condiciones ambientales extremas (TESA, 2022).

La cinta es capaz de proteger el mazo de cables al mismo tiempo que lo hace lo suficientemente flexible como para poder manipularlo y colocarlo en lugares de difícil acceso.

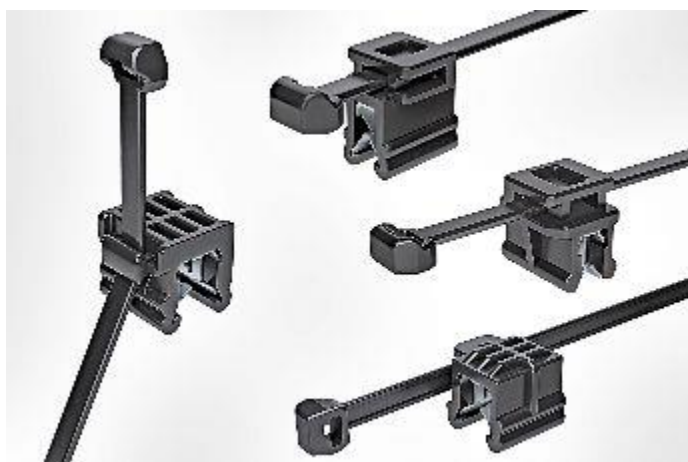


F - 8 Encintado de ramal

2.2.5 Clips

Los clips son piezas plásticas utilizados en el arnés como una forma de sujeción para mantener los cables firmes, pero sin perder su flexibilidad, lo que facilita su ensamble en la carrocería del automóvil incluso en zonas muy estrechas.

Podemos encontrar diferentes tipos de clips que pueden adaptarse a la zona que lo requiera, donde no sea posible el uso de adhesivos, y que permiten el enrutamiento del cableado sin la necesidad de realizar costosas modificaciones (HellermannTyton, 2022).



F - 9 Clips y cintillos

Tipos de clips y cintillos		
		
Clip de corbata de alambre con abeto ovalado	Clip Conector	Clip Conector
		
Clip conductor	Conjunto de abrazadera de conducto	Alfiler

F - 10 Ejemplos de tipos de clips y cintillos

2.2.6 Grommet

El grommet es un elemento más utilizado como pieza de protección, por su diseño, posee una excelente resistencia a la compresión, al desgarro, al calor y a aerosoles químicos y salinos (Kingtom, 2021). El grommet se fabrica principalmente con Nitrilo NBR, se considera el uso de este material debido a las sustancias utilizadas en el vehículo, como el aceite.

El grommet es colocado alrededor de orificios para proporcionar un área de cojín para el cableado y así protegerlo de zonas afiladas. Además de usarse como protección, este componente funciona también como tapón, sellado y cubierta para el polvo libre e impermeable (better-silicone, s.f.).



F - 11 Grommet

2.2.7 Sellos y tapones

Los sellos y tapones son piezas fabricadas de silicona auto lubricante. Los sellos son insertados en conjunto con la terminal, específicamente en cables que serán posicionados en zonas húmedas como protección o en cables que serán insertados en cavidades muy grandes del conector y que necesitan sellarse completamente.

El tapón es utilizado en conectores, cuando nos encontramos con cavidades vacías que requieren ser bloqueadas.



F - 12 Ejemplos de tipos de sellos

2.2.8 Tubo corrugado

El tubo corrugado es un componente utilizado con el propósito de proteger el cableado, podemos encontrar tubos de diferentes diámetros y materiales que serán utilizados dependiendo de la zona y el grosor del mazo de cables.

El material con el que se fabrican suele ser PA6, PA12, PP y PE. Aunque suelen ser materiales rígidos, los tubos corrugados de plástico se vuelven flexibles y se pueden doblar gracias a su método de fabricación corrugado (HellermannTyton, 2022).



F - 13 Tubos corrugados y diferentes diámetros

2.2.9 Tubo termo retráctil

El tubo termo retráctil es utilizado para la protección de los cables contra el calor, la humedad o químicos.

El termino termo retráctil se refiere al proceso de aplicación de calor para contraer tubos o formas de plástico expandidas a su forma original. Es importante diferenciar entre la

dimensión recuperada (tamaño original) y la dimensión suministrada (tamaño expandido) (HellermannTyton, 2022).

El tubo termo retráctil puede encontrarse en varios colores, siendo los más comunes el color negro, naranja y transparente. El tubo transparente es utilizado considerando no solo la protección si no también la visualización, que es un aspecto importante en algunos casos donde se requiere una marca de identificación.



F - 14 Tubo termo retráctil aplicado en circuitos

2.2.10 Splice

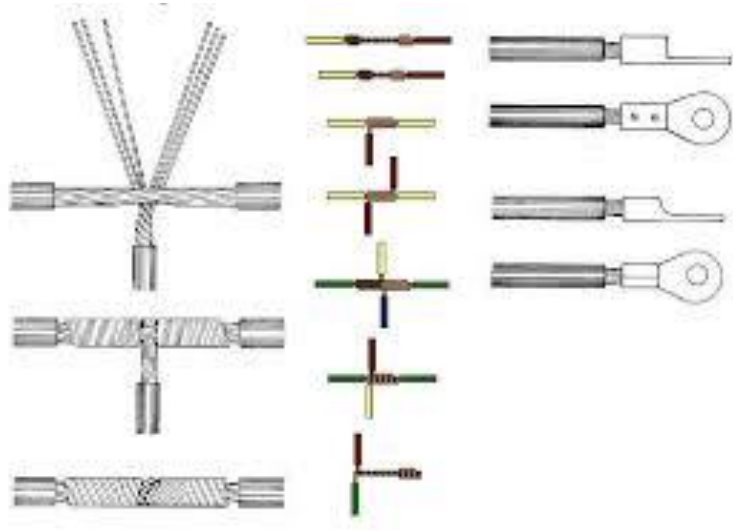
El término splice hace referencia a la unión de dos o más cables, sin embargo, al ser un vehículo que se encuentra en constante movimiento se requieren ciertas condiciones para realizar empalmes de forma satisfactoria, generalmente se emplean dos métodos para el empalme, toque y trenzado.

La primera se refiere a la unión de dos cables, donde con un giro, pueden quedar empalmados de forma segura, garantizando un buen contacto y energía ininterrumpida. Una vez que se ha realizado el empalme, se aplica soldadura para asegurar que el empalme se mantendrá fijo cuando el auto se encuentre en movimiento (Pretextsa.com, 2022).

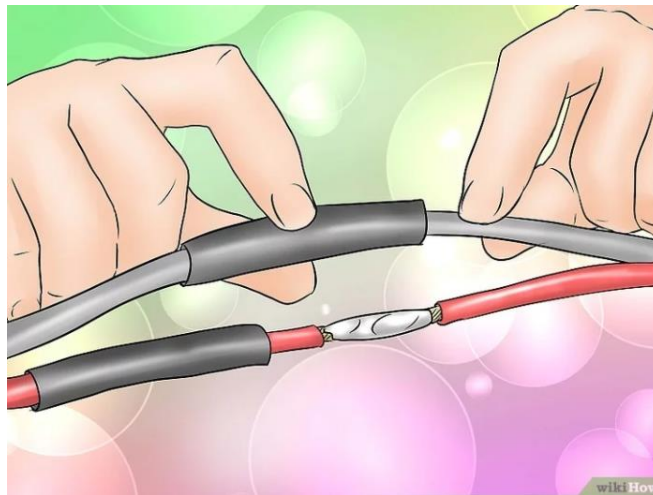
El empalme trenzado se realiza cuando se requiere la unión de tres o más cables, donde un giro no sería capaz de mantener una buena conexión entre los tres cables es en este caso donde se realiza el empalme trenzado, el cual consiste en llevar los hilos de los cables juntos para que todos los cables hagan buen contacto con cada uno de los otros cables. Al igual que en el proceso anterior, se aplica soldadura sobre el empalme para sellar la conexión (Pretextsa.com, 2022).

En ambos casos, una vez que se ha realizado el empalme y se ha aplicado la soldadura, se coloca sobre el empalme una cubierta para que la unión quede completamente sellada. La cubierta, generalmente, suele ser un tubo termo retráctil, que, como se ha mencionado anteriormente, cumple la función de mantener el empalme completamente

sellado y protegido contra cualquier condición que pueda presentarse por la zona en que se localice.



F - 15 Tipos de empalmes



F - 16 Aplicación de tubo termo retráctil para sellado de Splice

2.3 Tipos de arneses eléctricos

El automóvil está constituido por arneses de varios tipos, los cuales cumplen con una función en específico y podemos identificarlos de acuerdo al proceso al que son sometidos para su integración en el automóvil. Algunos ejemplos que podemos encontrar son:

2.3.1 Pigtail

Este tipo de circuitos es fácilmente identificable debido a que uno de sus extremos ya viene integrado al módulo. Este sería un ejemplo de un componente de compra, en el cual, al adquirir el módulo, este ya se encuentra ensamblado con su respectivo cable y conector, por lo que, para alimentar el módulo, solo se requiere el conector que proviene del arnés.

2.3.2 Jumpers

Los arneses conocidos como “Jumpers” se caracterizan por ser muy pequeños ya que, al ser arneses que van de un punto a otro, pueden ser integrados por dos o hasta tres conectores como máximo.

2.3.3 Conexiones en línea.

Para este caso, las conexiones en línea permiten una mayor cantidad de conexiones que pueden incluir tanto a módulos como a otros arneses.

Es posible clasificar los tipos de arneses de acuerdo con su función dentro del vehículo. Podemos encontrar:

- Arnés “Body”. Este arnés es el que abarca mayor volumen dentro del vehículo y además es considerado el de mayor importancia debido a que cumple la función de brindar energía a los componentes esenciales de seguridad.
- Arnés “Instrument Panel (IP)”. Está conectado al Arnés “Body”, este maneja las conexiones al cluster, aire acondicionado, radio y otros elementos de la periferia.
- Arnés Motor. Energiza los componentes del tren motriz y el motor de arranque, bobinas, inyectores, alternador, bomba de aceite, sensores de temperatura del motor, entre otros. El arnés del motor es el que integra la mayor cantidad de sensores.
- Arnés Chasis. Está conectado al Arnés Motor, este acopla a su paso la bomba de combustible, sensores de rueda traseros y las lámparas traseras (calaveras).
- Arnés “FEM”. Conecta las luces delanteras, faros de niebla, bocina de claxon, bomba del líquido limpiaparabrisas, sensor de presión del refrigerante en la línea de aire acondicionado, sensores de impacto frontales y el ventilador del radiador (AMN Quality Solutions, s.f.).
- Arnés “Puertas”. Como su nombre lo indica este arnés pertenece a las puertas e incluye sensores y conectores para los seguros y para dar movimiento a los vidrios. El número de arneses para este caso es variable, dependiendo el modelo del vehículo, es decir, puede incluir un par de arneses para puertas delanteras (izquierda y derecha) o pueden ser dos pares de arneses para puertas delanteras y traseras (dos arneses para puertas izquierdas y dos para puertas derechas).

CAPITULO 3. Desarrollo del proyecto

3.1 Problemas a resolver

Para poder comenzar con la fabricación de arneses es necesario tener las especificaciones técnicas, la información con la que se va a trabajar, en este caso para el modelo de Lucid “Gravity”, se va a comenzar con la información desde cero.

En primer lugar, se realizará el análisis e interpretación de la información. La información que se tiene para comenzar se trata de la información del cliente, la información viene muy generalizada, es responsabilidad del ingeniero de producto “desmenuzar la información” para obtener el paso a paso para obtener un procedimiento concreto que nos lleve a la obtención del resultado optimo.

Una vez que se tiene la información más detallada, debe plasmarse en un plano que indique (en palabras que los operadores sean capaces de comprender sin mayor esfuerzo) las especificaciones para cada parte que conformara el arnés.

Además del plano, debe realizarse la máster la cual contiene toda la información respecto a cada circuito, plano y máster van de la mano para indicar las especificaciones deseadas.

Come requerimiento extra debe realizarse:

- Cálculo de longitud de circuitos para indicar al área de corte las longitudes de cada circuito.
- Calculo de consumo de cinta, para indicar la cantidad de insumo requerida
- Diagramas o esquemas para indicar el proceso de manufactura para nuevos procesos.

Son las herramientas anteriores las necesarias para comenzar con el proceso de fabricación del arnés.

3.2. Aspectos a considerar para la obtención de un diseño efectivo

Para el proceso de manufactura del arnés se deben considerar las especificaciones de diseño y mejores prácticas que darán el soporte necesario para la creación de un diseño adecuado del arnés para “Gravity”, tomando en cuenta la optimización en cuanto a costos y tiempos de producción a fin de cumplir con los estándares de calidad y los requerimientos del cliente.

Con el fin de realizar un diseño que satisfaga las expectativas del cliente, se realiza el diseño estandarizado para cableado, considerando y aplicando las normas correspondientes en cuanto forma y función, todo esto, para dar soporte al diseñador y crear un diseño adecuado y de la manera más efectiva, optimizando la operación de ensamble, disminuir el costo y producir la mayor calidad.

3.2.1 Nomenclatura de colores

La siguiente tabla muestra los colores para cableado que podemos encontrar en el plano, los acrónimos para cada color y una referencia del cable respecto al color.

Color	Acronimo del color	Ejemplo
Negro	BK	
Azul	BU	
Café	BN	
Gris	GY	
Verde claro	LG	
Rosa	PK	
Rojo	RD	
Bronce	TN	
Violeta	VT	
Blanco	WH	
Amarillo	YE	
Naranja	OG	

T - 1 Codificación de colores

3.2.2 Encintado

Nombre de la cubierta	Grosor (mm)	Ancho (mm)	Abrasion (clase)	Proteccion al ruido (clase)	Color en plano
Cinta de vinil	0.2	19	N/A	N/A	
Tubo corrugado	Dependiendo del grosor del ramal	Dependiendo del grosor del ramal	N/A	N/A	
Cinta de abrasion	0.2	19	D	D	

T - 2 Tipos de encintado

En la imagen presentada se indican las características que cada cinta posee y que de acuerdo a sus propiedades son las que se utilizaran para proteger el cableado del arnés.

3.2.3 Método de encintado

Podremos encontrar tres métodos de encintado que se van a emplear dependiendo de las necesidades del arnés y a la protección que se requiera.

Tipo de encintado	Requerimientos de encintado	Ejemplo
Spot	5 capas	
Encintado en espiral	Traslape de 1/2 del ancho de la cinta	
Encintado continuo	Traslape de 1/2 del ancho de la cinta	
Tubo corrugado	Cubrir con 3 capas sobre el tubo corrugado	

T - 3 Método de encintado

Como se ha mencionado anteriormente, un arnés está constituido de varios elementos que cumplen una función en específico y que poseen instrucciones para su correcta instalación.

3.2.4 Especificaciones de encintado

Si el mazo es menor de 3 mm y con longitud menor a 150 mm, no existe necesidad de encintado

Si el mazo está entre 3 y 7 mm, usar cinta de 9 mm de ancho (espiral o continuo).

Si el mazo es mayor de 7 mm, usar cinta de 19 mm de ancho (espiral o continuo)

Utilizando estos métodos, la trabajabilidad con el arnés se facilita y hace que el arnés sea mucho mejor estéticamente.

3.2.5 Encintado espiral sobre tubo corrugado

Cuando tenemos tubos corrugados y la longitud entre dos ramales de salida es menor o igual a 300 mm y el diámetro de tubo es mayor a 13 mm, aplicar un encintado espiral.

3.2.6 Encintado, fijación de cubiertas sin restricciones

A fin de tener un nodo con menos restricciones, el tubo debe ensamblarse a ≤ 10 mm del nodo (considerar para cálculo de longitud de tubo corrugado), para hacer los ramales más flexibles.

3.2.7 Encintado de clip

Los clips tienen la función de sujetar el mazo de cables, podemos encontrar una variedad en cuanto a la forma y el tamaño, aspectos que son importantes al momento de definir la ubicación donde serán insertados.



F - 17 Encintado de clip



F - 18 Encintado de clip

Al ubicar un clip o cintillo se debe considerar que la distancia entre el clip y el fin del encintado o cubierta (tubo corrugado) no debe ser menor a 20 mm, de ser así, puede causar que el clip se deslice y llegue a otras superficies ocasionando severas consecuencias.

Antes de insertar el clip, se encinta el mazo de cables con 3 capas de cinta y posteriormente se inserta el clip por la parte superior del mazo y encintar con 4 capas de cinta por cada extremo del clip, tal como indica la ilustración.

3.2.8 Distancia entre clip y ramal de salida

La distancia entre un clip y un ramal de salida no debe ser menor a 20 mm, al tener una distancia demasiado corta se corre el riesgo de tener retrasos al momento de ensamblar y el operador no tendría el espacio suficiente para encintar el ramal, además el encintado no sería ergonómico ni estéticamente bueno.



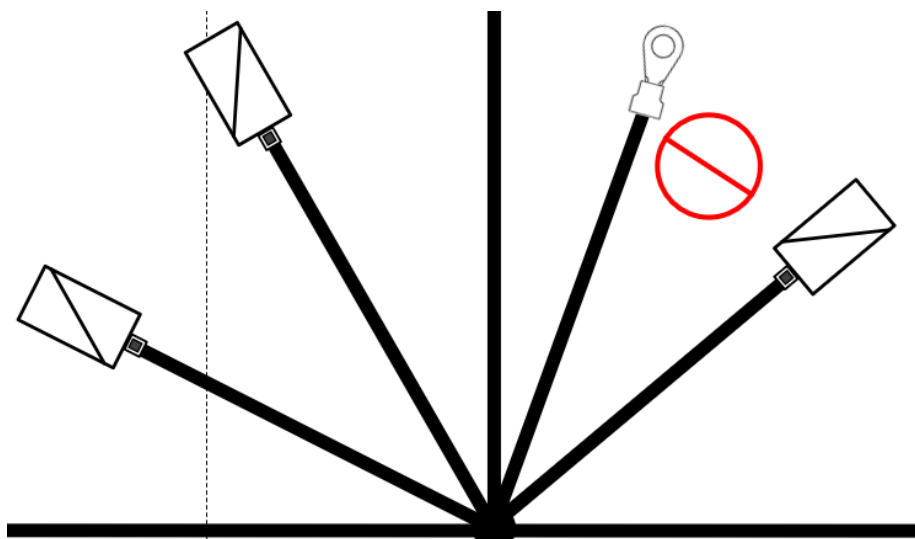
F - 19 Distancia entre clip y ramal de salida

3.2.9 Tubos lisos con clips con cintillo

Es recomendable evitar el uso de clips con cintillo en zonas con tubos o cubiertas lisas, esto para evitar el deslizamiento del cintillo o que la cubierta se arrugue provocando un producto defectuoso u otras consecuencias.

3.2.10 Número de ramales de salida al final de un cable

El número de ramales de salida no debe ser mayor a 4 salidas. Si el diseño tiene más de 4 salidas, el excedente debe ser integrado a uno de los ramales. El número correcto de ramales permite una mejor distribución del cableado en el tablero optimizando la inserción de terminales y cubiertas. Esto permite un ahorro de tiempo y dinero al producir el arnés.



F - 20 Número de ramales de salida al final de un cable

3.2.11 Longitud de cableado

Para cables menores a 4 mm², la longitud mínima es de 100 mm.

Para cables mayores o iguales a 4 mm², la longitud mínima es de 100 mm.

El uso de las longitudes indicadas permite una mejor manipulación durante el proceso de corte, ensamble, etc., permitiendo reducir el tiempo de operación del proceso en general.

3.2.12 Cables trenzados

Longitud

La longitud máxima para cables trenzados es de 100 metros.

Tasa de trenzado

La tasa de trenzado mínima es de 3 vueltas por cada 50 mm.

3.2.13 Cables con exceso de longitud

El exceso de longitud debe evitarse para reducir desperdicio, sin embargo, es imposible evitar el excedente en la longitud del cableado, siendo en este caso, el primer modelo a realizar, podemos encontrarnos casos donde se tiene exceso de longitud, longitud faltante o cables con el tamaño óptimo y son estos detalles los que van a ser ajustados posteriormente con la integración de hojas de cambio. Como se mencionó anteriormente, el excedente siempre va a existir y existen ciertas zonas del arnés donde es permitido tenerlo siempre y cuando no afecte el funcionamiento del arnés, así como es posible tener zonas donde el exceso es permitido también hay áreas donde el exceso está prohibido, especialmente en áreas donde se tiene encintado espiral eso debido a que, por el tipo de encintado puede provocar que los cables expuestos caigan en zonas donde podrían ocasionar algún defecto u otra consecuencia.

3.2.14 Encintado del conector

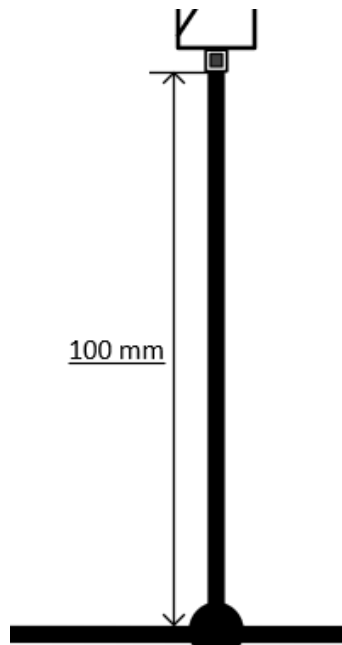
Al encintar el mazo del cable que va hacia el conector es importante considerar una tolerancia para que los cables no queden muy tensos, a largo plazo, eso puede generar daños en el forro del cable o dañar el conector. También hay que considerar el tipo de conector ya que hay conectores que, por su geometría, requieren una mayor tolerancia. Entonces al encintar no debe haber mucha holgura ni mucha tensión.



F - 21 Ejemplo de encintado de conectores

Es importante conocer todo lo anteriormente mencionado ya que al analizar el plano general nos podemos encontrar con diferentes componentes, notas y especificaciones que debemos comprender para entender cuál será el procedimiento a seguir en el proceso de producción del arnés.

Tanto para la distancia entre ramales como para la distancia ramal - conector, la distancia mínima entre dos ramales debe ser de al menos 100 mm, la distancia va a permitir la creación de un tablero de armado más efectivo, mejorando las fijaciones de ensamble para tener suficiente espacio y optimizando la operación de encintado. Considerando esto, el proceso de ensamble del arnés puede ahorrar más tiempo y dinero durante la operación.



F - 22 Distancia de nodo a conector

3.2.15 Terminales de ojillo

Para el caso del encintado de las terminales de ojillo con tubo termo retráctil, el encintado debe cubrir hasta la protección de la terminal, como se indica en la ilustración, pero sin cubrir la superficie conductiva.



F - 23 Terminal de ojillo con protección

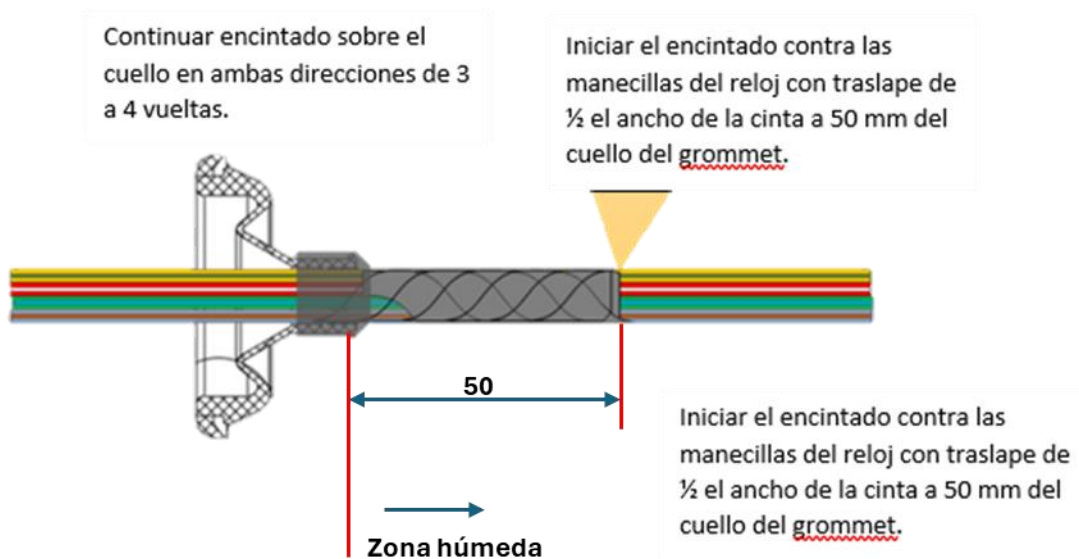
3.2.16 Encintado del Grommet

El grommet va colocado en zonas específicas donde se requiere proteger el mazo de cables, se utiliza para aislar la zona húmeda de la zona seca por lo que el grommet debe ser completamente sellado. Para lograrlo, se debe seguir la metodología siguiente:

Encintar el ramal en una dirección con medio traslape, iniciando a 50mm del cuello del grommet sin cortar la cinta. Continuar encintando sobre el cuello y el tubo del grommet con 4 a 5 vueltas.

Encintar el ramal en la dirección opuesta con medio traslape iniciando a 90 mm del cuello del lado sellado sin cortar la cinta. Continuar encintado sobre el cuello y el tubo del grommet con 4 a 5 vueltas.

Aplicar butilo sobre los circuitos, encintar con pvc sobre el butilo. La siguiente ilustración permite una mejor visualización del encintado para este componente.



F - 24 Método de encintado de grommet

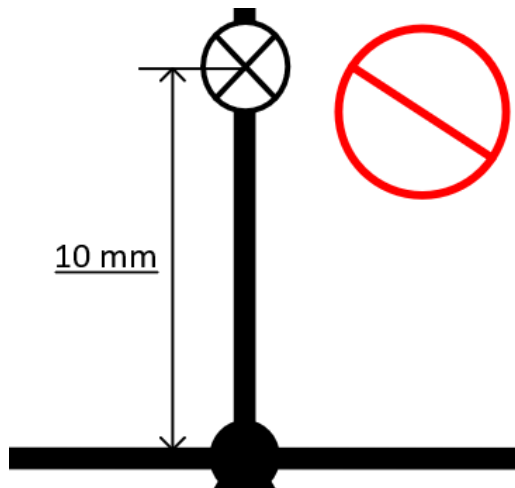
3.2.17 Cubierta de splices

Para splices protegidos con tubo termo retráctil, el tubo debe tener 65 mm de longitud, el tubo termo debe aplicarse en zonas húmedas.

Para splices protegidos con cinta, el sellado debe tener de 40-65 mm de longitud con un promedio de 2 a 3 vueltas, donde $\frac{2}{3}$ de esta se amarra sobre el splice.

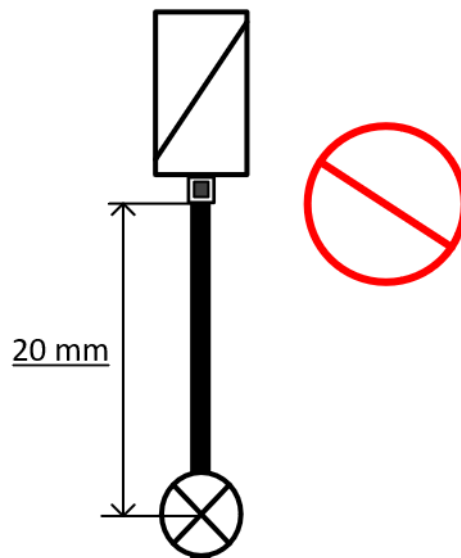
3.2.18 Ubicación de los splices

Los splices no deben colocarse a 10 mm de distancia desde el nodo hacia el centro del splice.



F - 25 Ubicación de splice

Los splices no deben colocarse a 20 mm de distancia desde el final de la cobertura del conector hacia el centro del splice.



F - 26 Ubicación de splice

No debe haber más de 3 splices en mazos de más de 30 mm de diámetro y más de 2 splices apilados para mazos de 29 mm de diámetro.

Ningún splice debe ser ubicado a 20 mm de distancia de la zona encintada de un grommet, ni a 30 mm de distancia de la pared externa de un grommet.

3.3 Procedimientos

Para describir las actividades realizadas durante mi estancia en la empresa, es necesario describir la función que tiene el departamento de ingeniería de producto. Ingeniería de producto es el área encargada de definir el concepto del producto mediante diversas tareas, que van desde el diseño y desarrollo de los componentes, así como el análisis

del producto a desarrollar para determinar el consumo de materiales o recursos requeridos. Se continua con la definición del proceso para la fabricación del producto y dar seguimiento al desarrollo del mismo, obteniendo así el elemento requerido para su comercialización.

Al ingresar al departamento de producto comienzo con una introducción al proyecto que se estará realizando, el cliente con el que se va a trabajar y el modelo de vehículo para el que se fabricara el arnés. Toda información es importante ya que de ahí comienza lo que se tomara en cuenta para comenzar con el diseño de las especificaciones. El primer plano que se muestra es el Body Main de Lucid Gravity, se trata de un plano que integra solamente a la parte del arnés del motor, cabe recalcar que los arneses que componen al Lucid Gravity son: Body Main LH y RH, Body, IP, FEM, cooling pallet, front subframe, rear subframe, puertas delanteras y traseras, siendo Main y Body los arneses de mayor tamaño.

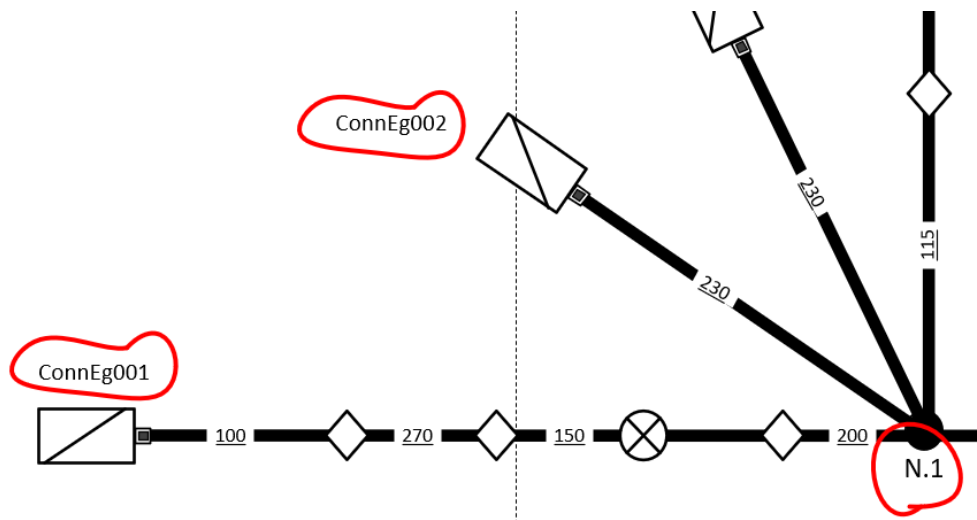
Anteriormente se había mencionado que los arneses principales que podemos encontrar en un automóvil son el arnés del motor y el arnés “Body” que corresponde al arnés del interior del vehículo. Para este modelo en específico, se realizó la fusión del arnés de Body y motor, resultando de ahí un par de arneses llamados Body Main LH y Body Main RH, siendo los arneses de motor e interior lado izquierdo y derecho respectivamente. La fusión se realizó como un nuevo proceso con el fin de reducir el número de circuitos y conectores y con ello disminuir el peso del cableado que se ensamblaría en el vehículo.

3.3.1 Diseño de dibujo interno

Para comenzar con el proceso, se realiza el análisis del Body Main LH, observando los conectores que lo componen, ramales, tipos de terminales, y las especificaciones generales que indica el cliente. Una vez que se hace el análisis general, se procede a la realización del dibujo interno, esto con el fin de obtener un dibujo editable que nos servirá más adelante para realizar las modificaciones que el cliente indique.

Durante el proceso de diseño habrá muchas modificaciones, considerando también que el plano con el que se comienza a trabajar no es el dibujo definitivo, se trata de un dibujo preliminar que sirve para comenzar a trabajar y realizar el análisis de especificaciones para la producción.

El proceso de diseño comienza con la identificación de componentes en el plano físico.

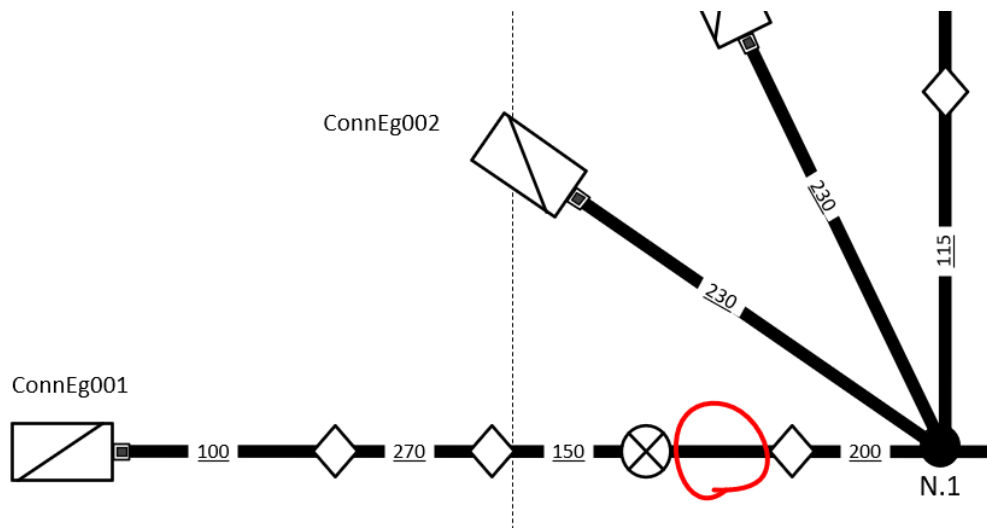


F - 27 Identificación de componentes

Al realizar el análisis del plano es importante identificar cada conector o terminal y los nodos hacia los que están conectados, y los splices que puedan existir entre nodo y conector. Es importante realizar el análisis previo de estas características para tomarlo en cuenta al realizar el plano y, además nos será útil más adelante para realizar el cálculo de longitudes y cálculo de consumo de cinta.

Una vez que se ha realizado la identificación de todos los componentes, se procede a verificar que los ramales tengan todas sus cotas (entre clips y splices) además de revisar cada nota en el plano, las cuales indican tipo de encintado, método de encintado, cubierta y notas generales para ensamble de conectores o encintados especiales.

Es común que en los planos previos nos encontremos con zonas en donde hagan falta datos, como cotas, números de parte, zonas que no indican encintado, etc. Como ejemplo tenemos la ilustración 28 donde se observa que entre el splice y el clip de la derecha falta una cota.

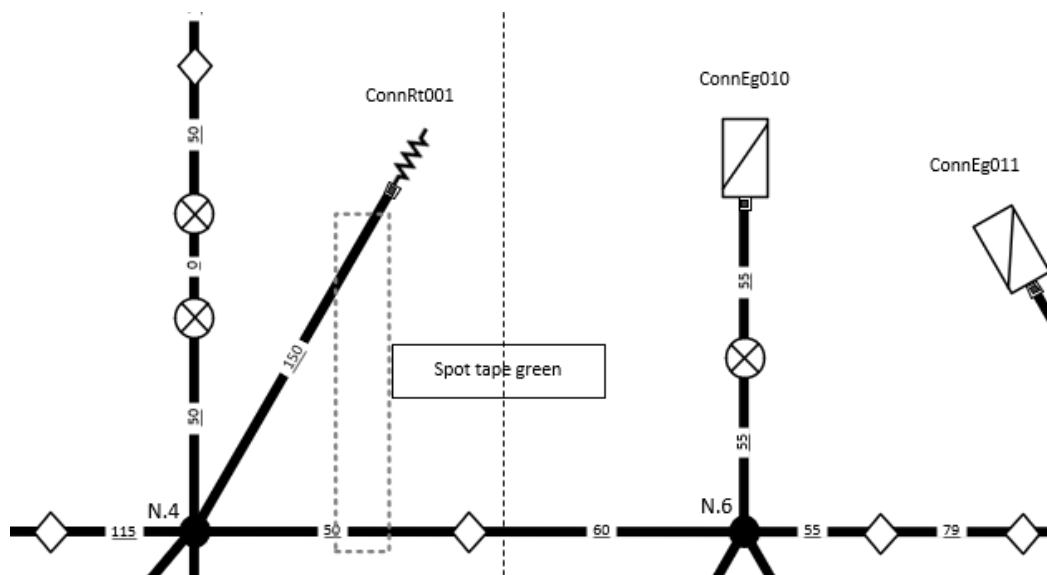


F - 28 Identificación de irregularidades

En esos casos, cuando se tiene alguna duda respecto a cotas faltantes, componentes erróneos, procesos confusos, etc., se debe realizar un documento detallando la duda para que sea resuelta por el área de desarrollo técnico. Una vez que se tiene la respuesta, esta llega como un documento que se denomina “hoja de cambio” o “DMR”, la cual debe ser integrada a la información técnica y distribuida al resto de las áreas para poder continuar con el proceso.

Como se mencionó anteriormente, en el plano podemos encontrar varias notas importantes, debido a que el cliente es americano, las notas se presentan en ingles por lo que dichas notas deben ser analizadas e interpretadas correctamente para poder comprender el proceso que se requiere en una zona específica.

Al realizar el plano interno, las notas se deben introducir en español y ser detalladas a fondo, con la finalidad de que en el siguiente proceso exista la menor cantidad de dudas posibles en cuanto a ensamble, encintado y armado en general.



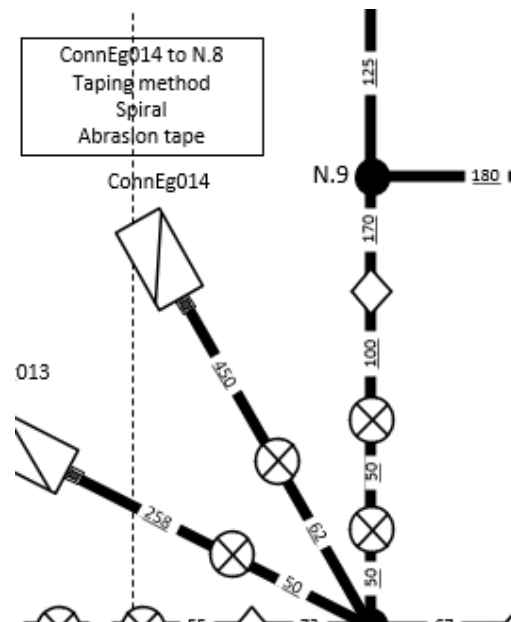
F - 29 Ejemplo de nota para encintado spot

En la ilustración 29 se muestra una de las notas que se presentan con mayor frecuencia, “Spot tape green”, seguido de un recuadro punteado en color gris este conjunto hace referencia a que el ramal con el conector ConnRt001 será encintado con una cinta verde y empalmarse a la rama principal.

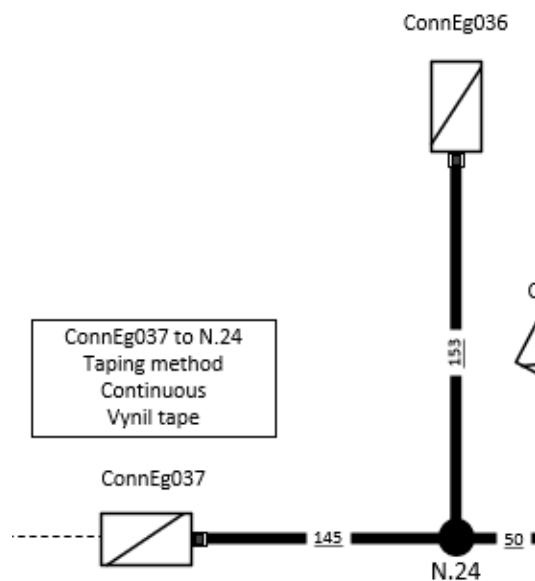
En las ilustraciones 30 y 31 se muestran dos notas más, quizá sean las notas que se repitan con mayor frecuencia, ya que indican el tipo de encintado con el que será cubierto un ramal, para el arnés Body Main LH solo se presentan dos métodos de encintado, espiral y continuo.

La nota indica al conector desde donde comenzara el encintado y el nodo hasta donde terminara el mismo, la nota también puede indicar encintado de nodo a nodo, de nodo a clip o de clip a clip. Una vez que indica el intervalo de encintado, se muestra el método con el que será encintado y el tipo de cinta a utilizar. Para este arnés, en la zona de motor

se utiliza un tipo de cinta que sea resistente al calor, mientras que, para la zona de interior, se utiliza un tipo de cinta resistente al ruido.



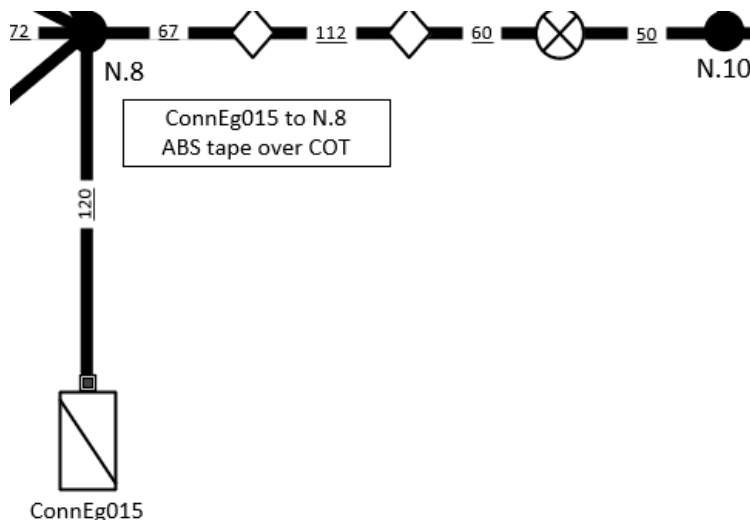
F - 30 Ejemplo de nota sobre método de encintado



F - 31 Ejemplo de nota sobre método de encintado

La siguiente nota que se presenta es referente a la cubierta. Para este arnés se utiliza tubo corrugado para proteger el arnés en caso de ensamblarse en zonas filosas o donde se requiera protección especial.

La nota indica en primer lugar, el intervalo en donde será necesario utilizar tubo corrugado y la cinta (en caso de ser necesario) con la que será cubierto el arnés.



F - 32 Ejemplo de nota sobre protección de tubo corrugado

Las notas presentadas anteriormente son las que podemos encontrar en este arnés y que son importantes de tomar en cuenta para el diseño del dibujo interno. Al realizar el dibujo interno, las notas presentadas ya no serán colocadas, en su lugar se integran colores para los encintados y dibujos para indicar las zonas que necesitan tubo corrugado. Las notas que se colocan son para ensambles de conectores (en caso de ser necesario), especificaciones para el tubo corrugado y encintados especiales.

Al tener el plano general con notas y especificaciones, es necesario identificar VT's, este término hace referencia a arneses de menor tamaño que podemos obtener para encintarlo en un proceso independiente y posteriormente ensamblarlo al arnés general.

Un arnés VT es útil en estos casos cuando se tiene un arnés de gran tamaño que dificulta el ruteo en un solo tablero, entonces del plano general se hace un análisis para identificar las zonas que pueden ser separadas para ser trabajadas de manera independiente y ser ensambladas en un último proceso.

En primer lugar, se identifica la zona y los conectores que están involucrados en dicha zona, posteriormente, se procede a identificar orígenes y destinos de los circuitos, en caso de que uno de los circuitos tenga como destino un splice, todos los circuitos de ese splice deben considerarse también para la VT, en ese caso se hace un análisis, si realmente es conveniente o muy necesario llevar ese circuito hacia la VT, si se hace el análisis y se determina que no es necesario o se trata de un circuito sin razón de pertenecer a la VT, se elimina.

Una vez que se tienen identificados los circuitos que pertenecerán a la VT, se elabora un dibujo para identificar cada VT, teniendo el dibujo, se deben identificar orígenes y destinos de cada circuito a fin de garantizar que cada circuito tenga ambos conectores representados en el plano.

Para este arnés lograron identificarse tres VT's, correspondientes a zona motor, zona interior y zona bolsas de aire.

Circuito	Origen	Cavidad	Destino	Cavidad	Color	Calibre
MOD0106F	ConnEg004		SPEG0768	L	WH	0.5
EG0017E	ConnEg005	3	SPEG0017	L	GN	0.35
EG0102B	ConnEg005	6	SPEG0102	R	WH	1
IN0098C	ConnEg005	2	SPIN0098A	L	WH	0.35
IN0097C	ConnEg005	1	SPIN0097A	L	PK	0.35
EG0064A	ConnEg005	8	ConnEg001	3	WH	0.35
EG0063A	ConnEg005	9	ConnEg001	4	PK	0.35
EG0096A	ConnEg005	5	ConnEg013	38A	WH	1
EG0096B	ConnEg005	4	ConnEg013	38A	RD-YE	1
EG0102C	ConnEg005	7	SPEG0102	R	RD	1
EG0094	ConnEg013	3A	ConnEg004	2	BK	0.5
EG0027H	ConnIN014	2	SPEG0391	R	BK	0.35
EG0026H	ConnIN014	7	SPEG0392	R	BN	0.35
EG0025D	ConnIN014	2	SPEG0025B	L	BN	0.35
EG0024D	ConnIN014	7	SPEG0024B	L	BK	0.35
IN0255	ConnIN039	55	ConnSK009	1Z	BK	0.35
IN0255A	ConnSK009	1	ConnSK009	1Z	BK	0.35
EG0061C	ConnRt005	2	SPEG0061	R	BK	0.35
EG0062C	ConnRt005	1	SPEG0062	R	BK	0.35

T - 4 Máster de circuitos

En la ilustración anterior se muestra la Máster de circuitos y conectores, una matriz que recopila toda la información de los circuitos, el conector de origen y destino con las cavidades respectivas, colores y calibres.

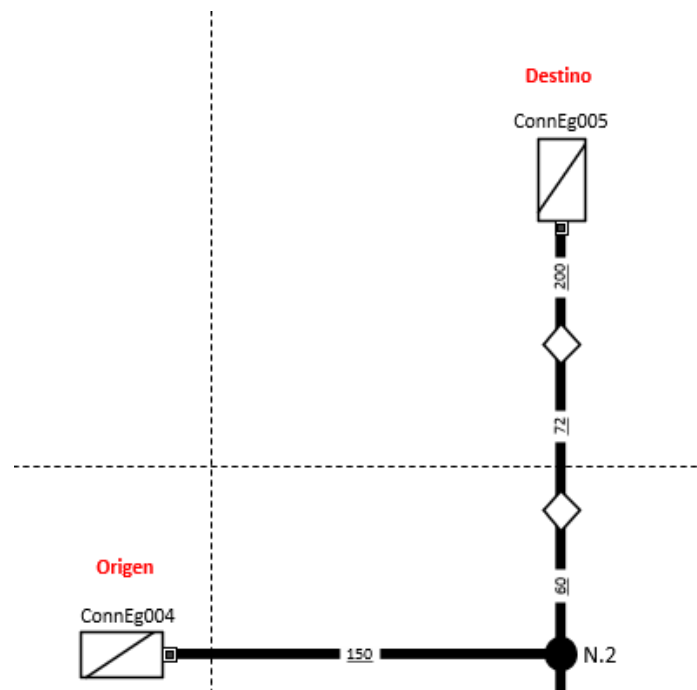
Esta matriz es de gran importancia, ya que de ahí obtenemos la información necesaria para realizar los cálculos correspondientes en cuanto a cálculo de longitudes y encintado, solo se necesita filtrar la información por conector para poder visualizar los circuitos que contiene, los colores y calibres para cada circuito.

La tabla presentada se encuentra incompleta, posteriormente se debe integrar la información que se genere al realizar los cálculos mencionados anteriormente. La Máster en conjunto con el plano son las herramientas que se necesitan para poder comenzar con el proceso para la fabricación del arnés.

3.3.2 Cálculo de longitudes

El siguiente proceso a realizar es el cálculo de longitudes, este proceso se realiza para el área de corte, el cual se encarga de cortar el cableado de acuerdo a las longitudes requeridas y especificadas por el área de ingeniería de producto. El cálculo de longitudes se realiza al sumar todas las cotas de origen y destino de un circuito. Como ejemplo tenemos la siguiente ilustración, donde el conector ConnEg004 es el origen y el

ConnEg005 es el destino. Cada conector posee una cantidad de circuitos y cada circuito va dirigido hacia distintos destinos, suponiendo que entre esos conectores hubiera un circuito con ese origen y destino, tendríamos que su longitud sería: $150+60+72+200 = 482$, longitud lineal sin inserción (sin considerar una inserción por conectores).



F - 33 Identificación de conectores para origen y destino

Realizar el cálculo de longitudes de manera manual tomaría demasiado tiempo y el margen de error es muy alto, es por esto que, para llevar a cabo el proceso, se hace uso de una herramienta que compara la información que obtiene de la información del cliente contra la información que nosotros generamos.

Para poder realizar este comparativo, nuestro deber es introducir los conectores que tenemos en el plano y los nodos hacia los que se conecta, distancias de nodo a nodo cuando es necesario y la sumatoria de las cotas. Tomando como ejemplo la ilustración sería:

ConnEg005 a N.2 332mm

ConnEg004 a N.2 150mm

Y así sucesivamente para cada conector, nodo y splice, sin omitir ninguna cota y considerando la secuencia de los nodos para que el programa no tenga errores al realizar el cálculo. Una vez teniendo esa información, se introduce al programa colocando también cada circuito que conforma el arnés, siendo en este caso un total de 428 circuitos.

De	Hasta	Longitud
x02119B	mp7	70
x02119A	mp7	110
x02119C	mp7	66
mp7	mp6	80
mp6	mp8	411
x02120_CX	mp8	300
mp8	mp9	508
x02020CN12	mp9	161
mp9	x02021CN11	583
mp6	xSpliceIP1450	125
xSpliceIP1450	mpSpliceIP1450	1
xSpliceIP1450	mp4	50
x06422	mp5	72
x06116	mp5	144
mp5	xSpliceIP1057	50
xSpliceIP1057	mpSpliceIP1057	1
xSpliceIP1057	mp4	112
mp4	xSpliceIP0177	68
xSpliceIP0177	mpSpliceIP0177	1
xSpliceIP0177	mp3	50
x06503	mp3	126
mp3	mp2	46
x06423	mp2	212
mp2	mp1	221
x06409	mp1	85
mp1	xSpliceIP0445	50
xSpliceIP0445	mpSpliceIP0445	1
xSpliceIP0445	xINLINE_39A	78
mp1	xSpliceIP0007A	38
xSpliceIP0007A	mpSpliceIP0007A	1
xSpliceIP0007A	mp10	38
mp10	mp11	88
x01042A2	mp11	84
x06003B	mp11	41
mp10	mp12	100

F - 34 Captura de datos para cálculo de longitudes

De	Hasta	Longitud	xSpliceIP0445	xINLINE_39A	xSpliceIP0445	44	78	0	3011	0	0
x02119B	mp7	70	29	xSpliceIP0445	xINLINE_39A	78	78	Ergebnis OK			
x02119A	mp7	110	FALSO								
x02119C	mp7	66	3011								
mp7	mp6	80									
mp6	mp8	411									
x02120_CX	mp8	300									
mp8	mp9	508									
x02020CN12	mp9	161									
mp9	x02021CN11	583									
mp6	xSpliceIP1450	125									
xSpliceIP1450	mpSpliceIP1450	1									
xSpliceIP1450	mp4	50									
x06422	mp5	72									
x06116	mp5	144									
mp5	xSpliceIP1057	50									
xSpliceIP1057	mpSpliceIP1057	1									
xSpliceIP1057	mp4	112									
mp4	xSpliceIP0177	68									
xSpliceIP0177	mpSpliceIP0177	1									
xSpliceIP0177	mp3	50									
x06503	mp3	126									
mp3	mp2	46						0			
x06423	mp2	212									
mp2	mp1	221									
x06409	mp1	85									
mp1	xSpliceIP0445	50									
xSpliceIP0445	mpSpliceIP0445	1									
xSpliceIP0445	xINLINE_39A	78									
mp1	xSpliceIP0007A	38									
xSpliceIP0007A	mpSpliceIP0007A	1									
xSpliceIP0007A	mp10	38									
mp10	mp11	88									
x01042A2	mp11	84									
x06003B	mp11	41									
mp10	mp12	100									
x02120A	mp12	402									
x01042A1	mp13	70									
x06003A	mp13	30									
mp13	mp12	47									
x06504	mp12	60									

Start - click
oder press
Ctrl+m

F - 35 Programa para cálculo de longitudes

Una vez que se ejecuta el programa, debe dar como resultado un listado de las longitudes por circuito, los conectores de origen y destino con sus cavidades y la longitud.

Circuito	Origen	Cavidad	Destino	Cavidad	Longitud
MOD0106F	ConnEg004		SPEG0768	L	1162
EG0017E	ConnEg005	3	SPEG0017	L	1246
EG0102B	ConnEg005	6	SPEG0102	R	650

T- 5 Longitudes obtenidas

Si las cotas fueron introducidas correctamente al programa, obtendremos un listado con todas las longitudes obtenidas por circuito, para saber que la información obtenida es correcta, se debe hacer una valoración haciendo la sumatoria de forma manual de al menos 10 circuitos tomados al azar. Si al realizar la sumatoria los resultados coinciden con los obtenidos en el programa significa que todo está en orden.

Si los resultados no coinciden, se debe revisar nuevamente, en caso de que alguna cota se haya omitido o integrado erróneamente. Una vez identificado el error, se hace la corrección y se ejecuta el programa una vez más, posterior a esto, se hace una segunda valoración si todo está en orden, continuamos al siguiente paso, si no, se realiza el procedimiento anterior hasta obtener las longitudes correctas.

Una vez que se han obtenido las longitudes, se tiene que revisar la información del cliente para determinar si el circuito es un circuito normal o requiere de un proceso de trenzado. Para el caso de procesos trenzados, se debe integrar una fórmula para considerar una longitud extra ya que, al realizar el proceso de trenzado, la longitud del cable se haría más corto y al momento de realizar el ruteo de los circuitos tendríamos dificultades.

Circuito	Proceso	Origen	Cavidad	Destino	Cavidad	Longitud	Paso	Factor	Calibre	Total trenzado
IN0098C	TRENZADO	ConnEg005	2	SPIN0098A	L	3355	15+/-3	0.035	0.35	3454
IN0097C	TRENZADO	ConnEg005	1	SPIN0097A	L	3356	15+/-3	0.035	0.35	3455

T - 6 Longitudes para circuitos trenzados

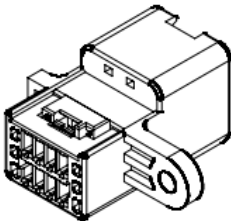
En la ilustración se muestra un ejemplo de dos circuitos que se trenzan, para considerar una longitud extra se toma en cuenta el calibre, para obtener de ahí un paso y un factor, con los cuales se realiza la operación para determinar la longitud que se debe agregar como compensación. Se realiza la sumatoria de la longitud obtenida anteriormente y la compensación requerida y obtenemos así la longitud total para proceso trenzado.

Para todos los circuitos ya sean normales o trenzados, se requiere considerar una longitud extra por inserción, es decir, una compensación por la distancia de cable que se requiere para insertarse al conector. Para obtener esta inserción es necesario buscar la hoja de datos de cada conector para determinar si se trata de un conector largo o corto, si el conector es corto, la inserción va desde los 20 hasta los 30mm, si el conector es largo, la inserción va desde los 50 hasta los 80mm.

Las hojas de datos son similares a la siguiente ilustración, donde se muestra toda la información respecto al conector.

Para la inserción se considera la longitud de inserción del conector de origen y de destino y en caso de que el destino sea un splice, la inserción será de 15mm, para cualquier splice la inserción será de 15mm.

**1.00mm (.040") Tab
Wire-to-Wire
040 III
Housing
68507/64002
Male, 8 Circuits, 2 Rows**



Features and Benefits

- Meets industry-standard requirements for 040 automotive interface
- Side Terminal Position Assurance (TPA) feature virtually eliminates terminal backout
- Rugged contact design offers increased life cycle durability, and mechanical and electrical reliability
- Side flange provides panel mounting retention
- Fully shrouded to protect contacts

Reference Information

Product Specification: PS-35896-001 and PS-68507-003
Packaging: Bag
Mates With: 68508, 64022
Use With: 50654 and 50660
Designed In: Millimeters

Electrical

Voltage: 13V
Current: 5.0A max.
Contact Resistance: 5 milliohms max.
Dielectric Withstanding Voltage: 1000V AC
Insulation Resistance: 500V DC 100 Megohms min.

Mechanical

Contact Insertion Force: 1.5 kgf max.
Contact Retention to Housing: 8.0 kgf min.
Mating Force: 10 kgf max.
Unmating Force: 10 kgf max.
Durability: 50 cycles

Physical

Housing: Polyester, UL 94-HB

Circuits	Order No.	Type
8	68507-0811	Screw
	68507-0821	Clip
12	64002-1210	Screw
	64002-1215	

F - 36 Especificaciones de conectores

La siguiente ilustración muestra un ejemplo de las inserciones por conector, una vez que se tiene la inserción de origen y destino, se realiza la sumatoria y se integra a la longitud obtenida en el proceso anterior para obtener una longitud total.

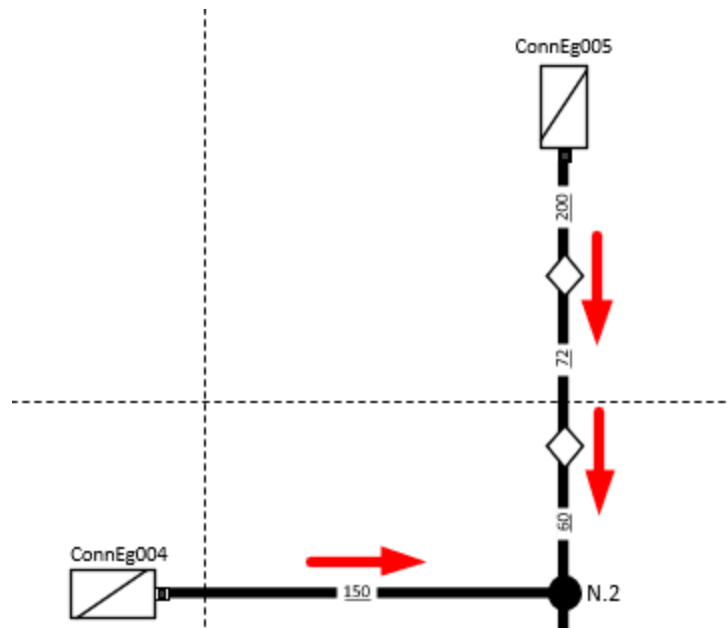
Circuito	Proceso	Origen	Cavidad	Destino	Cavidad	Longitud	Insercion origen	Insercion destino	Compensacion	Paso	Factor	Calibre	Total	Total trenzado
MOD0106F		ConnEg004		SPEG0768	L	1162	30	15	11.85	-	-	0.5	1219	-
EG0017E		ConnEg005	3	SPEG0017	L	1246	50	15	12.71	-	-	0.35	1324	-
EG0102B		ConnEg005	6	SPEG0102	R	650	50	15	6.63	-	-	1	722	-
IN0098C	TRENZADO	ConnEg005	2	SPIN0098A	L	3355	50	15	34.22	15+/-3	0.035	0.35	3575	3454
IN0097C	TRENZADO	ConnEg005	1	SPIN0097A	L	3356	50	15	34.23	15+/-3	0.035	0.35	3576	3455

T - 7 Ejemplo de inserciones por conector

En la ilustración anterior se muestra un apartado de "compensación" esa compensación es considerada para todos los circuitos y se debe de tomar en cuenta para la longitud total, dicha compensación hace referencia al recorrido, ya sea por giros que el circuito debe realizar durante su recorrido, por el encintado, etc. Por tales motivos es que se toma en cuenta una longitud extra por recorrido.

3.3.3 Cálculo de cinta

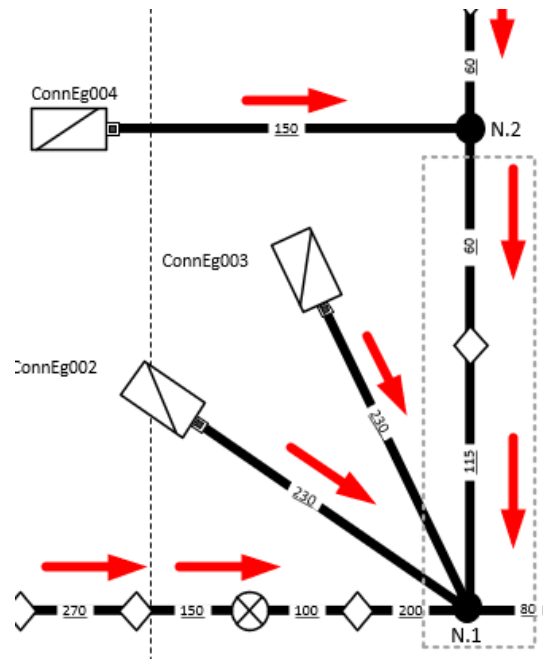
El siguiente proceso a realizar es el cálculo de cinta, el cálculo de cinta se hace a fin de proporcionar una cantidad aproximada de material a utilizar, al igual que para el cálculo de longitudes, el cálculo de cinta se realiza en orden de acuerdo a los nodos y los conectores deben tomarse desde los extremos hacia el centro, tal como se muestra en la ilustración.



F - 37 Recorrido para cálculo de cinta

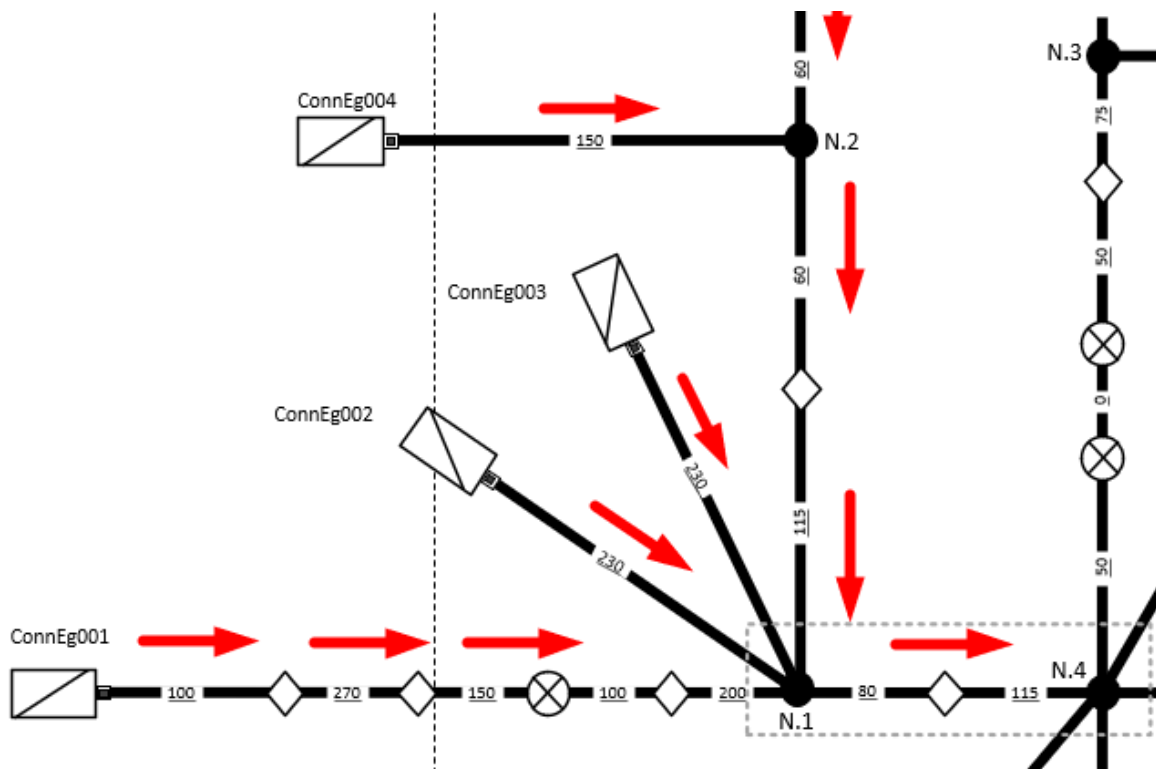
Para obtener la cantidad de cinta a utilizar se debe realizar la sumatoria de los calibres de cada conector, de ahí obtener un factor que, al indicar la longitud que tendrá el ramal, dará como resultado la cantidad de cinta a utilizar.

Es importante mencionar que para el cálculo de cinta del nodo N.2 al nodo N.1 se realiza con la sumatoria de ambas longitudes (115+60) pero tomando en cuenta los calibres de ambos conectores (ConnEg004 y ConnEg005), esto debido a que los circuitos de esos conectores deben pasar por esa zona para llegar a sus destinos. Por lo tanto, al considerar todos esos circuitos se obtendría un nuevo factor que indica que en esa zona se tiene un ramal de mayor grosor y se realiza el cálculo de la cinta que se necesitara para cubrir la zona.



F - 38 Calculo de cinta por nodo

El mismo caso sería para el cálculo de cinta de N.1 a N.4, el mazo de cables corresponde a la zona central y para calcular el encintado para esta zona, se toma en cuenta el área (sumatoria de calibres) obtenida para el cálculo de N.2 a N.1, el área de ConnEg001, ConnEg002 y ConnEg003, y la longitud total de 195.



F - 39 Calculo de cinta nodo-nodo

En la ilustración se muestra el factor a considerar para realizar el cálculo, el factor es considerado tomando en cuenta si se trata de encintado continuo o en espiral.

COD	ENCINTADO	AREA	FACTOR					LONG	FACT	METROS
A50	ALTERNO	50	10.9					130	C10	0.429
A40	ALTERNO	40	6.7						15%	0.49335
A30	ALTERNO	30	6.65							
A20	ALTERNO	20	2.5							
A10	ALTERNO	10	2.05							
	ENCINTADO	AREA	FACTOR							
C50	CONTINUO	50	18.8							
C40	CONTINUO	40	11.4							
C30	CONTINUO	30	8.8							
C20	CONTINUO	20	3.45							
C10	CONTINUO	10	3.3							

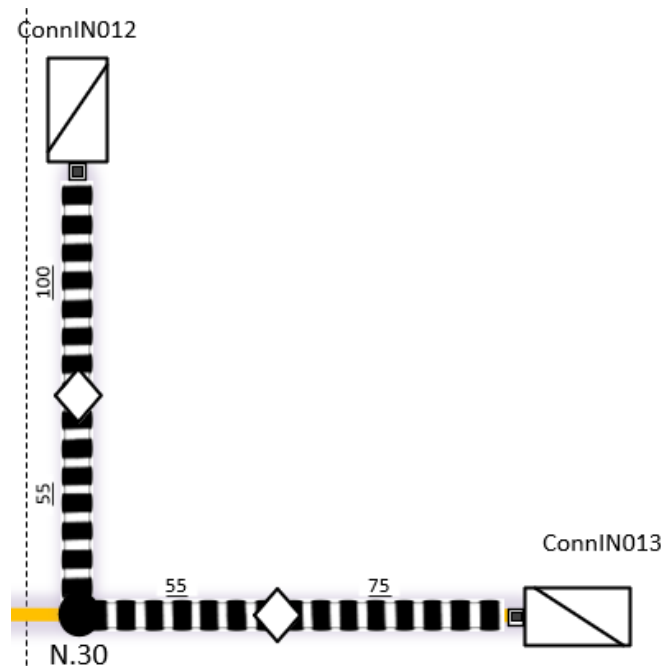
F - 40 Factores para cálculo de cinta

En la siguiente ilustración se muestra el cálculo de cinta para las zonas mencionadas anteriormente.

ORIGEN	DESTINO	LONGITUD	AREA	Ø mm TUBO	CONSUMO DE CINTA
ConnEg001	N.1	575	1.9	-	520
ConnEg002	N.1	150	3.5	-	260
ConnEg003	N.1	150	3	-	260
ConnEg004	N.2	150	1	-	260
ConnEg005	N.2	332	5.75	-	400
N.2	N.1	165	6.75	-	400
N.1	N.4	195	21.9	-	400

T - 8 Obtención de resultados del cálculo de cinta

El apartado de diámetro de tubo, solo se calcula cuando se requiere protección en algún ramal, al igual que la cinta, se calcula a partir de los calibres del conector o conectores que se ven involucrados en la zona a proteger.



F - 41 Protección con tubo corrugado

En la ilustración se muestra una de las zonas que deben protegerse con tubo corrugado, debido a que poseen circuitos con calibres pequeños, el diámetro del tubo es pequeño. Para el conector ConnIN012 necesitaríamos un tubo de 4.5mmX145mm y para el conector ConnIN013 un tubo de 4.5mmX120mm.

Puede observarse que en la longitud del tubo eliminamos 10mm, esto debido a que ambos tubos van unidos a un nodo y de acuerdo a la especificación del cliente, cuando un tubo corrugado se dirige hacia un nodo, se debe tener en cuenta una tolerancia de 10mm para que, al fijar el tubo, no haya problemas (tubo muy ajustado o imposible de ubicarse en la zona especificada) y no se tenga que volver a cortar el tubo o se genere desperdicio.

ORIGEN	DESTINO	LONGITUD	AREA	Ø mm TUBO	CONSUMO DE CINTA
ConnIN012	N.30	155	2.4	4.5	260
ConnIN013	N.30	130	4.8	4.5	260

T - 9 Ejemplo de tubo a utilizar

Para obtener el tipo de tubo a utilizar de acuerdo al diámetro, utilizamos la siguiente tabla, la cual nos indica el área (sumatoria de calibres) y el diámetro de tubo que podemos utilizar considerando el área que tenga el ramal; siendo el tubo de 4.5 mm el más pequeño y el tubo de 22 mm el más grande.

AREA	Ø mm TUBO
15.9	4.5
44.5	7.5
78.1	10
130.7	13
220.5	17
370.1	22

T - 10 Tipos de tubo de acuerdo al área

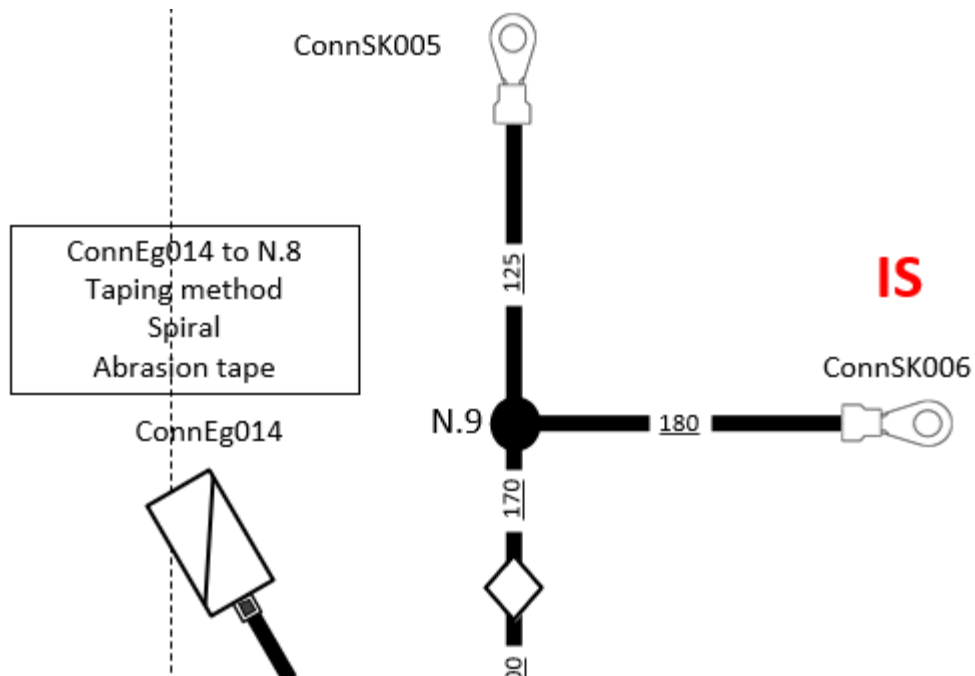
3.3.4 DMR

El concepto DMR se refiere a las hojas de cambio, como se mencionó anteriormente, el proceso de diseño requiere de constantes actualizaciones en este caso, cuando se requiere hacer una actualización o modificación, estas vienen en un formato denominado DMR, el cual contiene el nombre del plano al que pertenece, un numero de control, el problema que se tiene, la solución y anexos para integrar a la información interna, como actualizaciones en la máster y modificaciones en el dibujo.

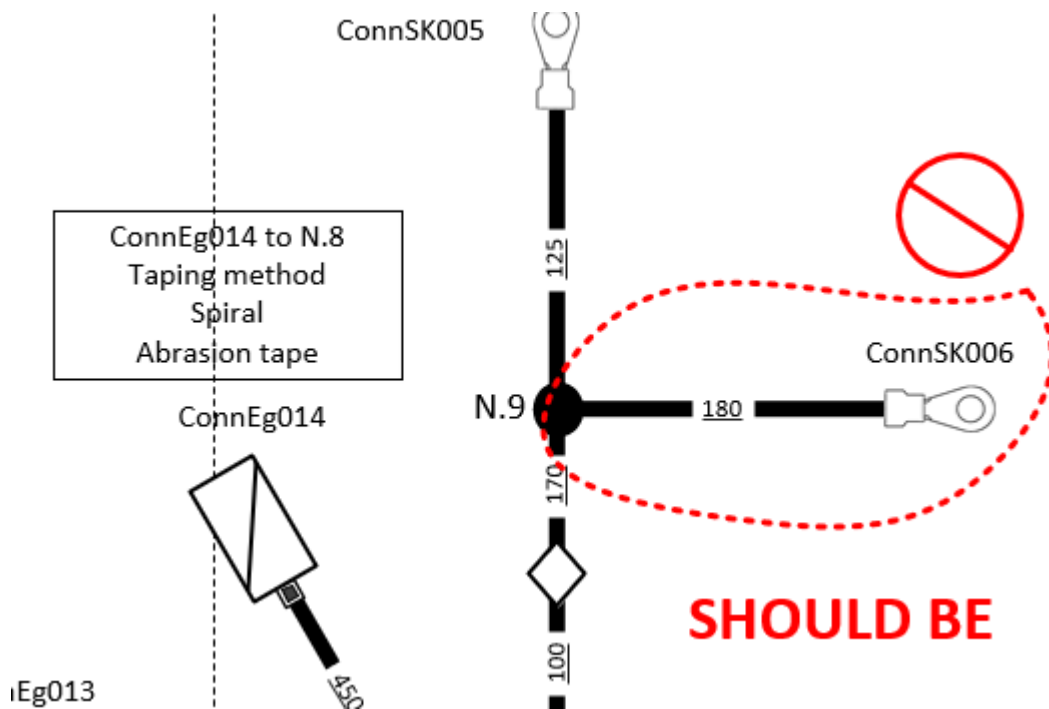
Las actualizaciones deben integrarse a la información interna lo antes posible y distribuirse a las áreas implicadas en el proceso de fabricación para que se ajusten a las nuevas especificaciones y no generar algún proceso con información obsoleta.

	Circuito	Origen	Cavidad	Terminal	Destino	Cavidad	Terminal	Color	Calibre
Is	MOD0106F	ConnEg004		15673503	SPEG0768	L	-	WH	0.5
Should be									0.75
	EG0017E	ConnEg005	3	32264-191	SPEG0017	L	-	GN	0.35
	EG0102B	ConnEg005	6	3004-01033	SPEG0102	R	-	WH	1
Is	IN0098C	ConnEg005	2	15673503	SPIN0098A	L	-	WH	0.35
Should be									0.5
Is	IN0097C	ConnEg005	1	15673503	SPIN0097A	L	-	PK	0.35
Should be									0.5
Is	EG0064A	ConnEg005	8	15673503	ConnEg001	3	200577-5	WH	0.35
Should be									0.5
Is	EG0063A	ConnEg005	9	15673503	ConnEg001	4	200577-8	PK	0.35
Should be									0.5

T - 11 Ejemplo de actualización de máster



F - 42 Dibujo actual



F - 43 Cancelación de un ramal

En el primer ejemplo, solo se muestra la afectación en la máster, sin embargo, la información debe ser actualizada en el plano también. El mismo caso es para el segundo ejemplo, la información se actualiza en ambas partes y se debe poner especial atención cuando se trata de agregar ramales, modificarlos o eliminarlos, ya que podrían estar afectando también a VT's o a Splices y es ahí donde viene el análisis para entender por

qué se agregan o eliminan componentes cuando la modificación se da un solo ramal, se tiene que analizar a fondo el alcance de la afectación para poder distribuir la información correctamente.

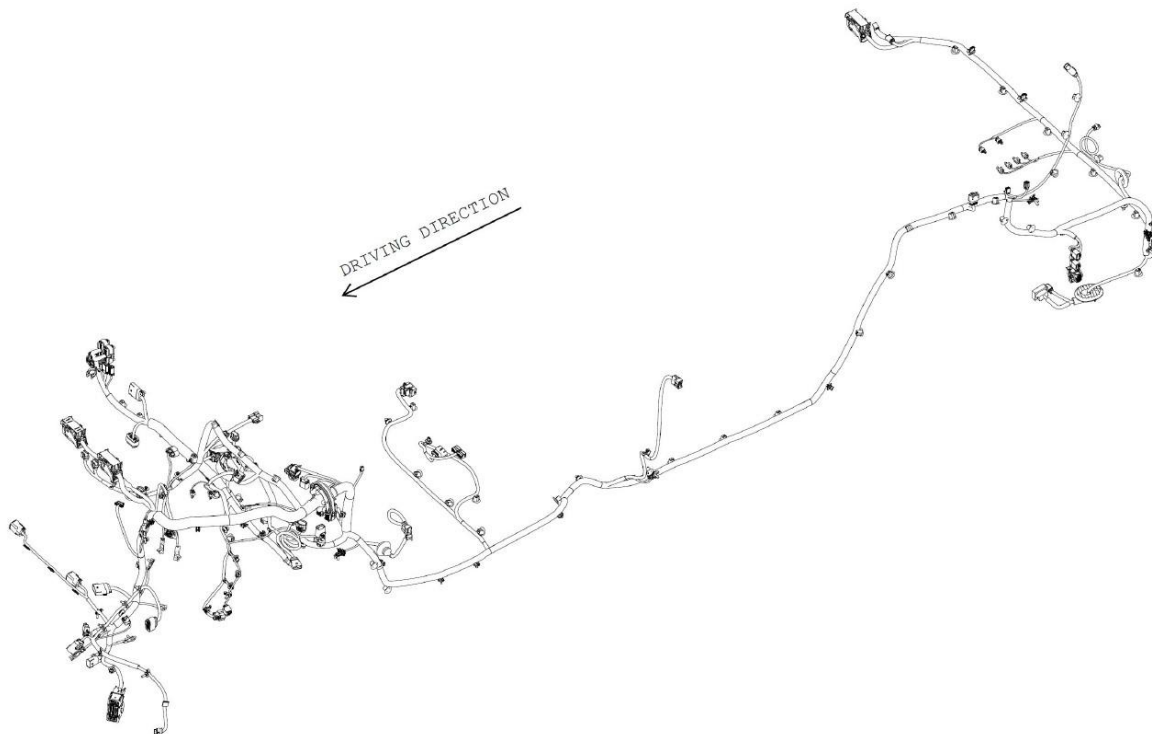
Cuando se trata de dibujos previos generalmente la modificación es muy grande o puede ser que la nueva información llegue completamente diferente, en ese caso, lo mejor es comenzar de nuevo con la información interna ya que al interpretar la información, comparar lo nuevo con lo obsoleto y tratar de descifrar que elementos fueron modificados y que es lo que pertenece igual o similar requiere de un tiempo mucho mayor en comparación de empezar a analizar la información desde cero, sin considerar la información previa.

El proceso de diseño es bastante extenso, sin embargo, llevar a cabo todo lo que implica es necesario para poder continuar a la fase y comenzar con la fabricación de prototipos.

3.4 Resultados

3.4.1 Dibujos internos

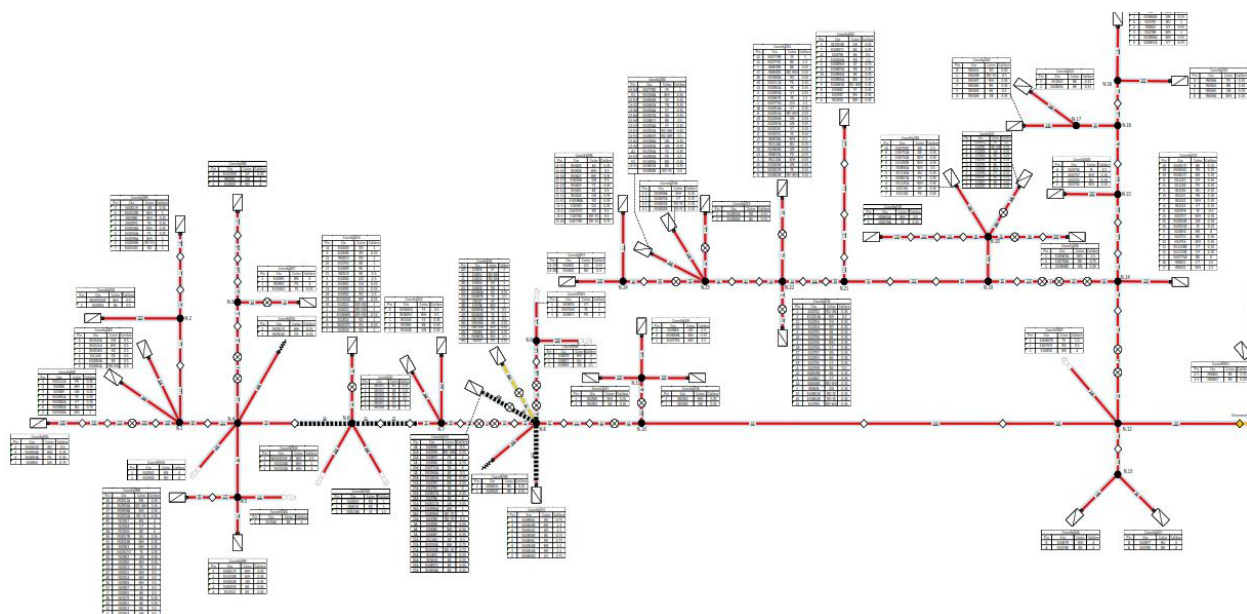
El dibujo presentado a continuación muestra una ayuda visual del diseño del arnés que será ensamblado en el vehículo.



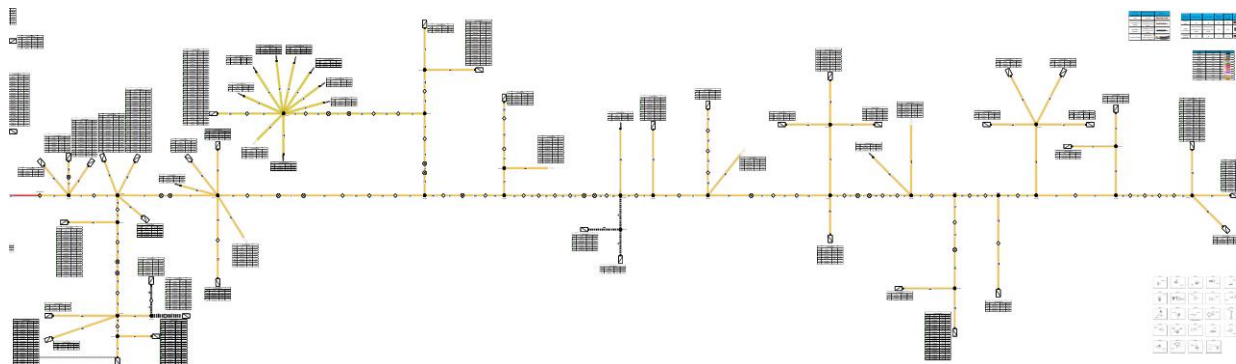
F - 44 Arnés Body Main LH

Tomamos esta imagen como referencia para ubicar algunos conectores y visualizar la posición en que deben ser ensamblados.

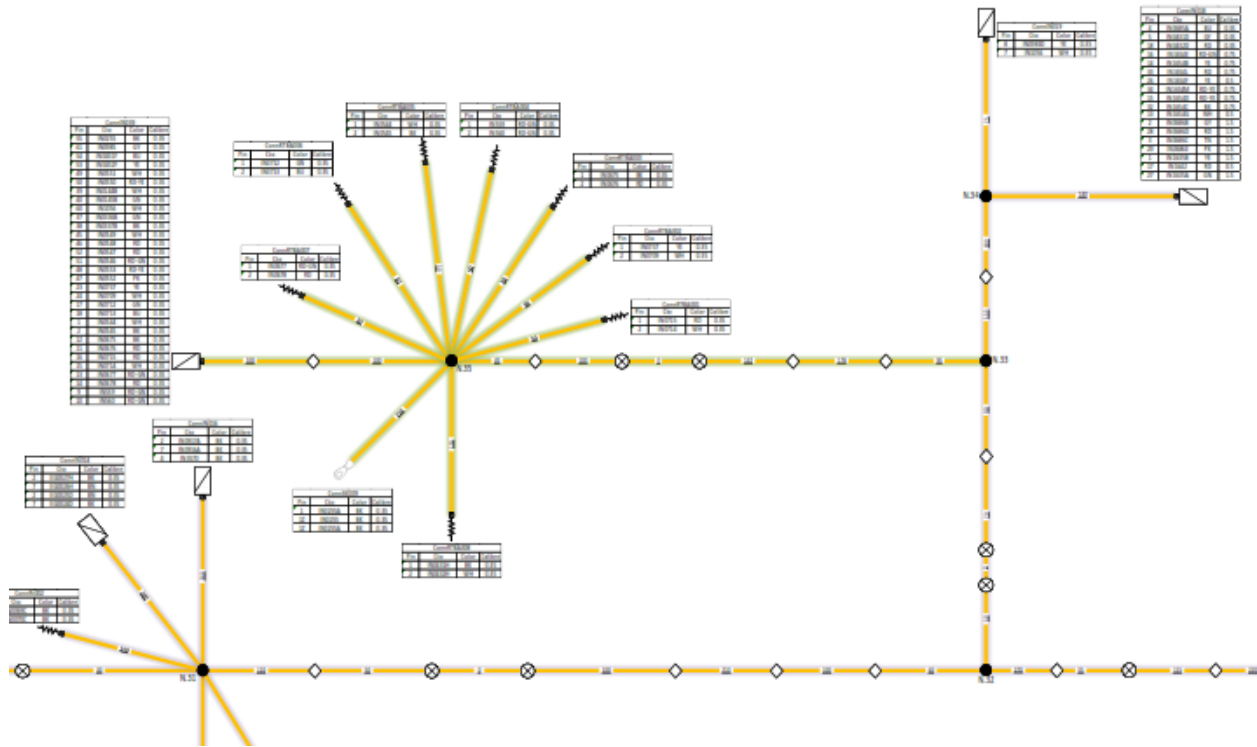
En primer lugar, tenemos el plano general, en el cual se muestran, a diferencia del plano del cliente, tipos de cinta y métodos de encintado de una manera más visual, instrucciones para el armado y vistas de los conectores.



F - 45 Diseño de dibujo interno lado motor



F - 46 Diseño de dibujo interno lado interior



F - 47 Diseño de dibujo interno Bolsa de Aire

Nota: El plano general se encuentra en el anexo 1.

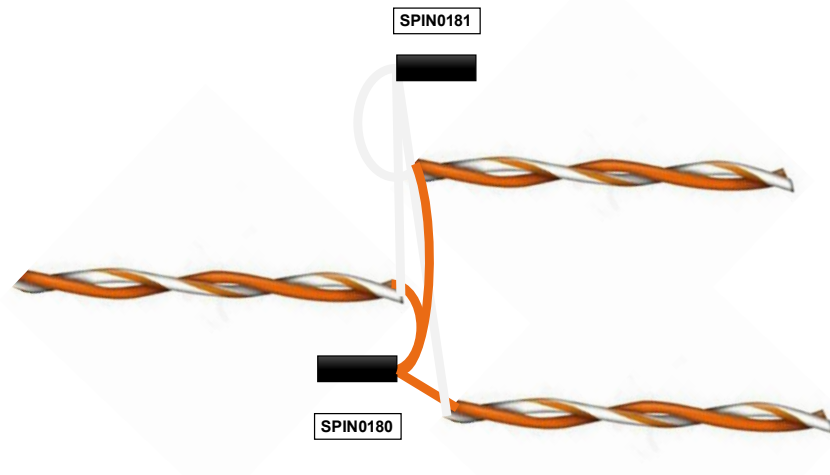
Tanto en el plano como en la máster general es necesario identificar las VT's, dicha información es utilizada para el armado de los arneses y la identificación de los circuitos que pertenecen a cada VT.

3.4.2 Diagramas para procesos especiales

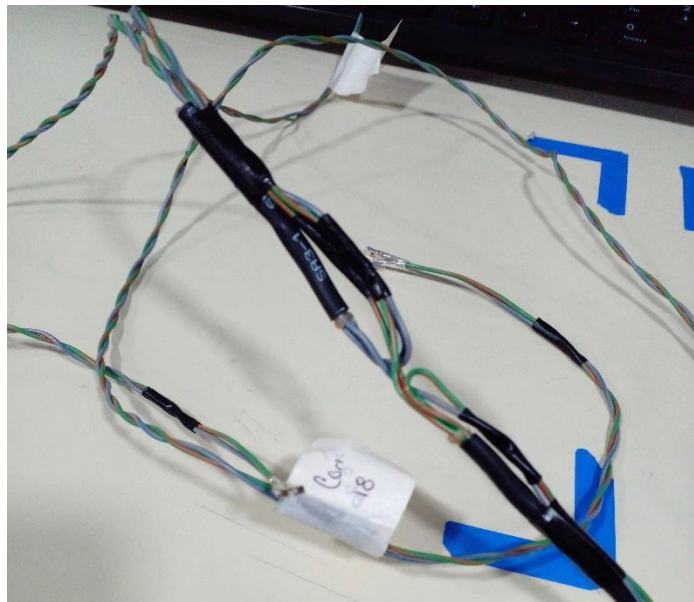
En este caso, tenemos dos procesos nuevos para los que es necesario realizar diagramas que den soporte a la integración de los procesos en el confeccionado.

Splice en línea

Se trata de un par o grupo de splices que comparten circuitos entre sí y que requieren de una confección especial.



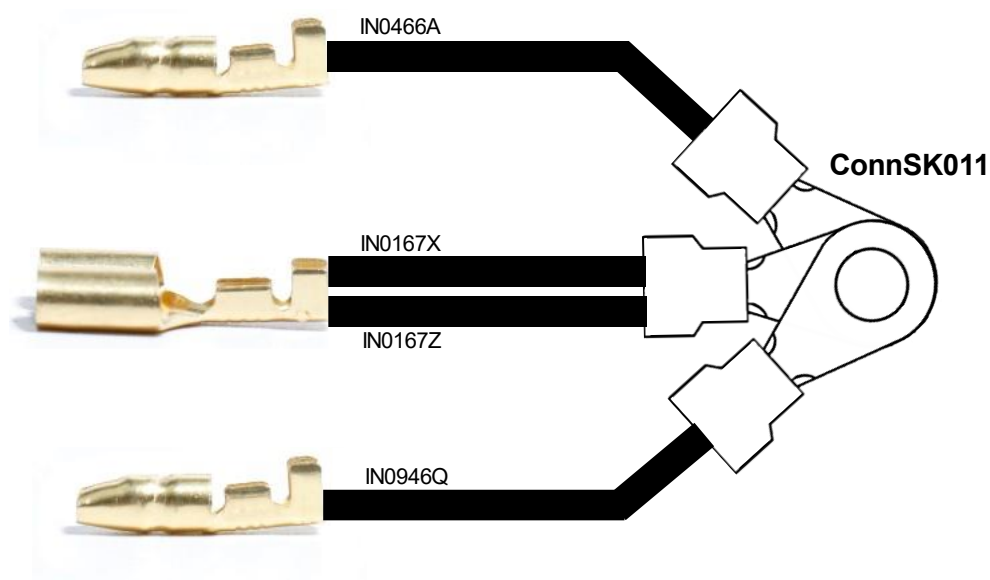
F - 48 Diagrama de splice



F - 49 Ejemplo de splice en línea

Terminales StackFanOut

Se trata de terminales de ojillo que pueden ser de aplicación simple o doble (uno o dos circuitos en una terminal) de acuerdo al calibre permitido, que son ensamblados uno encima de otro hasta formar la configuración deseada.



F - 50 Diagrama StackFanOut

En la ilustración, las terminales de los extremos son de aplicación simple, mientras que la terminal del centro es aplicación doble.

Una vez que se tiene la configuración mostrada, las terminales son insertadas en un dispositivo tipo “araña” que forma la terminal de acuerdo a la especificación y la protege.



F - 51 Ejemplo de terminal StackFanOut

3.4.3 Longitud de circuitos

El cálculo de la longitud de los circuitos permite proporcionar una medida para el corte de cableado evitando desperdicios y pérdida económica.

Como se muestra en la ilustración, tenemos 2 tipos de longitudes las cuales corresponden a las longitudes para cables normales y longitudes para cables trenzados.

Circuito	Proceso	Origen	Cavidad	Destino	Cavidad	Longitud	Insercion origen	Insercion destino	Compensacion	Paso	Factor	Calibre	Total	Total trenzado
MOD0106F		ConnEg004		SPEG0768	L	1162	30	15	11.85	-	-	0.5	1219	-
EG0017E		ConnEg005	3	SPEG0017	L	1246	50	15	12.71	-	-	0.35	1324	-
EG0102B		ConnEg005	6	SPEG0102	R	650	50	15	6.63	-	-	1	722	-
IN0098C	TRENZADO	ConnEg005	2	SPIN0098A	L	3355	50	15	34.22	15+/-3	0.035	0.35	3575	3454
IN0097C	TRENZADO	ConnEg005	1	SPIN0097A	L	3356	50	15	34.23	15+/-3	0.035	0.35	3576	3455
EG0064A	TRENZADO	ConnEg005	8	ConnEg001	3	1024	50	50	10.44	15+/-3	0.035	0.35	1174	1134
EG0063A	TRENZADO	ConnEg005	9	ConnEg001	4	1024	50	50	10.44	15+/-3	0.035	0.35	1174	1134
EG0096A		ConnEg005	5	ConnEg013	38A	1503	50	50	15.33	-	-	1	1618	-
EG0096B		ConnEg005	4	ConnEg013	38A	1503	50	50	15.33	-	-	1	1618	-
EG0102C		ConnEg005	7	SPEG0102	R	650	50	15	6.63	-	-	1	722	-
EG0094		ConnEg013	3A	ConnEg004	2	1369	119	30	13.96	-	-	0.5	1532	-
EG0027H	TRENZADO	ConnIN014	2	SPEG0391	R	918	30	15	9.36	15+/-3	0.035	0.35	1006	972
EG0026H	TRENZADO	ConnIN014	7	SPEG0392	R	919	30	15	9.37	15+/-3	0.035	0.35	1007	973
EG0025D	TRENZADO	ConnIN014	2	SPEG0025B	L	704	30	15	7.18	15+/-3	0.035	0.35	783	756
EG0024D	TRENZADO	ConnIN014	7	SPEG0024B	L	705	30	15	7.19	15+/-3	0.035	0.35	784	757
IN0255		ConnSK009	55	ConnSK009	12	420	60	10	4.28	-	-	0.35	494	-
IN0255A		ConnSK009	1	ConnSK009	12	130	60	10	1.33	-	-	0.35	201	-

T - 12 Calculo de longitud de circuitos

Nota: La tabla de cálculo de longitud de circuitos (completa) se encuentra en el anexo 2.

3.4.4 Cálculo de cinta

El cálculo de cinta es útil para tener un control sobre la cantidad de material a utilizar y que será solicitado posteriormente para el armado del arnés.

ORIGEN	DESTINO	LONGITUD	AREA	Ø mm TUBO	CONSUMO DE CINTA
ConnEg001	N.1	575	1.9	-	520
ConnEg002	N.1	150	3.5	-	260
ConnEg003	N.1	150	3	-	260
ConnEg004	N.2	150	1	-	260
ConnEg005	N.2	332	5.75	-	400
N.2	N.1	165	6.75	-	400
N.1	N.4	195	21.9	-	400
ConnEg006	N.3	448	4.35	-	400
ConnEg007	N.3	125	8.5	-	260
N.3	N.4	175	12.85	-	400
ConnRt001	N.4	150	0.7	-	260
ConnSK001	N.4	175	8	-	260
ConnSK002	N.5	125	6	-	260
ConnEg008	N.5	260	20.2	-	400
ConnEg009	N.5	65	1.75	-	260
N.5	N.4	80	27.95	-	400
N.4	N.6	110	75	10	260
ConnEg010	N.6	110	11.65	-	400
ConnSK003	N.6	160	3.5	-	260

T - 13 Calculo de consumo de cinta

En la ilustración se muestra la cantidad de cinta y tubo de acuerdo al diámetro del ramal.

Nota: La tabla de cálculo de consumo de cinta (completa) se encuentra en el anexo 3.

3.4.5 Máster

Finalmente, tenemos la máster general interna que, como se ha mencionado, concentra toda la información necesaria para el armado del arnés, se incluye la longitud de los circuitos, origen, destino, tipo de terminal a utilizar, colores y calibres de los circuitos.

VT	Proceso	Circuito	Longitud de circuito	Longitud trenzado	Origen	Cavidad	Terminal	Destino	Cavidad	Terminal	Color	Calibre
MAIN	SPLICE	MOD0106F	1219	-	ConnEg004		15673503	SPEG0768	L	-	WH	0.5
MAIN	SPLICE	EG0017E	1324	-	ConnEg005	3	32264-191	SPEG0017	L	-	GN	0.35
MAIN	SPLICE	EG0102B	722	-	ConnEg005	6	3004-01033	SPEG0102	R	-	WH	1
MAIN	TRENZADO	IN0098C	3575	3454	ConnEg005	2	15673503	SPIN0098A	L	-	WH	0.35
MAIN	TRENZADO	IN0097C	3576	3455	ConnEg005	1	15673503	SPIN0097A	L	-	PK	0.35
MAIN	TRENZADO	EG0064A	1174	1134	ConnEg005	8	15673503	ConnEg001	3	200577-5	WH	0.35
MAIN	TRENZADO	EG0063A	1174	1134	ConnEg005	9	15673503	ConnEg001	4	200577-8	PK	0.35
MAIN	NORMAL	EG0096A	1618	-	ConnEg005	5	15673503	ConnEg013	38A	15673503	WH	1
MAIN	NORMAL	EG0096B	1618	-	ConnEg005	4	15673503	ConnEg013	38A	15673503	RD-YE	1
MAIN	SPLICE	EG0102C	722	-	ConnEg005	7	15673503	SPEG0102	R	3004-01033	RD	1
MAIN	NORMAL	EG0094	1532	-	ConnEg013	3A	200577-5	ConnEg004	2	3004-01033	BK	0.5
BODY	TRENZADO	EG0027H	1006	972	ConnIN014	2	200577-5	SPEG0391	R	-	BK	0.35
BODY	TRENZADO	EG0026H	1007	973	ConnIN014	7	15673503	SPEG0392	R	-	BN	0.35
BODY	TRENZADO	EG0025D	783	756	ConnIN014	2	32264-191	SPEG0025B	L	-	BN	0.35
BODY	TRENZADO	EG0024D	784	757	ConnIN014	7	504666-2	SPEG0024B	L	-	BK	0.35
BODY	TIERRA	IN0255	494	-	ConnIN039	55	504666-2	ConnSK009	1Z	-	BK	0.35
BODY	PUENTE	IN0255A	201	-	ConnSK009	1	504666-2	ConnSK009	1Z	-	BK	0.35
MAIN	RESISTOR	EG0061C	359	347	ConnRt005	2	-	SPEG0061	R	-	BK	0.35
MAIN	RESISTOR	EG0062C	358	346	ConnRt005	1	-	SPEG0062	R	-	BK	0.35

T - 14 Máster de circuitos

Nota: La máster (completa) se encuentra en el anexo 4.

3.5 Conclusiones

La industria automotriz en cuanto a vehículos eléctricos ha evolucionado principalmente con la potencial mejora de las baterías, la reducción de los precios y normas cada vez más apegadas en pro del cuidado y preservación ambiental, asegurando un futuro prometedor.

Los fabricantes están apegándose cada vez más en el diseño y fabricación de vehículos eléctricos con la intención de obtener en un vehículo con motor eléctrico, la misma potencia que genera un vehículo con motor de combustión interna, eliminando las emisiones contaminantes y disminuyendo costos por uso de combustibles.

Así como los fabricantes intentan implementar este sistema, también surgen nuevos fabricantes dedicados únicamente a la producción de autos eléctricos, tal es el caso de Lucid Motors Company, empresa de reciente integración al mercado.

Lucid esta por lanzar el modelo Gravity, un vehículo en el cual la empresa SE Bordnetze tendrá participación en la elaboración de arneses.

Hasta ahora se tienen prototipos de los 9 arneses por los que estará conformado el vehículo.

El proyecto realizado fue enfocado en el arnés Body Main LH donde a partir de todos los procedimientos descritos fue posible crear un proceso de ensamble efectivo, esto podemos confirmarlo ya que, a pesar de haber hecho ajustes, no hubo afectación al realizar pruebas de calidad y pruebas eléctricas al arnés.

Por lo anterior podemos decir que las actividades realizadas fueron logradas satisfactoria y exitosamente y una vez que el proyecto de inicio en serie podremos observar el resultado de todo el trabajo realizado.

3.6 Competencias desarrolladas

El área de ingeniería es un área de oportunidad de aprendizaje bastante amplio ya que es ahí donde se origina toda la información requerida para dar comienzo al proceso de fabricación.

De acuerdo a las actividades realizadas durante mi estadía en la empresa, considero que mi desempeño fue bastante bueno, los conocimientos adquiridos durante mi formación académica fueron bastante útiles en cuanto al sistema eléctrico del automóvil, siendo este el producto que fabrica la empresa, en combinación con conocimientos sobre diseño para el análisis e interpretación de planos.

Tomando como base lo anterior, el análisis e interpretación de planos fue una habilidad que fui fortaleciendo con el tiempo, logrando identificar cada característica en los dibujos, analizar la información, interpretarla, plasmarla en un dibujo o diagrama y poder transmitirla posteriormente.

Mas que nada, en el área de ingeniería de producto se requiere pensamiento lógico y analítico, aspectos que logre manejar muy bien, para el análisis de información, comparativa entre información previa e información nueva y las posibles afectaciones.

3.7 Recomendaciones

Todos los documentos, dibujos, diagramas, etc., son importantes para el proceso de fabricación. La recomendación que se tiene respecto a esta información es que se continúe dando seguimiento, modificaciones o actualizaciones siempre va a haber y es importante considerarlas, e integrarlas a la información previa que se tiene, debido a que esto es requerido en el área de procesos para la fabricación, sobre todo cuando se crea un modelo nuevo.

Siempre que se integra información nueva es importante analizarla para identificar la afectación que surge con cada actualización y así tener noción de lo que se está trabajando y el por qué se trabaja así.

Al integrar información también es importante verificar que las especificaciones del cliente no sean afectadas, el incumplimiento de dichas especificaciones podría ocasionar problemas en el futuro.

El seguimiento de las recomendaciones mencionadas garantiza la fabricación de arneses acorde a las necesidades del cliente.

3.8 Fuentes de información

- AMN Quality Solutions. (s.f.). *Arneses eléctricos: pieza clave en las industrias modernas*. Obtenido de AMN Quality Solutions: <https://amnquality.com/arneses-electricos-pieza-clave-en-las-industrias-modernas/>
- autobodymagazine. (2021). *autobodymagazine*. Obtenido de Reparacion de cableado electrico dañado: <https://www.autobodymagazine.com.mx/2018/08/07/reparacion-de-cableado-electrico-danado/>
- better-silicone. (s.f.). *better-silicone*. Obtenido de Grommets de caucho automotriz: <http://m.grommet-seal.com/rubber-grommet/grommet-rings/automotive-rubber-grommets.html>
- HellermannTyton. (3 de Diciembre de 2022). *HellermannTyton*. Obtenido de Clips de sujeción: ruteado de cables de gran rendimiento en bordes y perfiles: <https://www.hellermanntyton.es/competencias/bridas-con-clip-para-perfil>
- HellermannTyton. (2022). *HellermannTyton*. Obtenido de Tubos corrugados para industria e instalaciones eléctricas: <https://www.hellermanntyton.es/competencias/tubos-corrugados>
- HellermannTyton. (2022). *HellermannTyton*. Obtenido de Tubos termoretráctiles, fundas y manguitos para cualquier aplicación: <https://www.hellermanntyton.es/competencias/tubos-termoretractiles>
- Iberdrola. (2022). *Iberdrola*. Obtenido de Historia del coche electrico: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/historia-coche-electrico>
- Kingtom. (2021). *Kingtom*. Obtenido de Ojales De Arnés De Cableado De Caucho Automotriz: <https://es.kingtomb.com.cn/automotive-rubber-wiring-harness-grommets>
- Pérez, F. J. (13 de Diciembre de 2017). Obtenido de SEBN MX: <https://prezi.com/p/to4uhjjg8yqc/sebn-mx/>
- Pretexsa.com. (14 de Agosto de 2022). *Pretexsa.com*. Obtenido de El camino de la derecha para empalmar cables eléctricos de automóviles: <http://www.pretexsa.com/IVp2oY69.html>
- TESA. (2022). *tesa.com*. Obtenido de Encintado y protección de mazos de cables: <https://www.tesa.com/es-mx/industria/automotriz/aplicaciones-automotrices/cintas-de-cableado>
- zwcables. (2022). *zwcables*. Obtenido de Alambre Automotriz: <https://zwcables.com/es/automotive-wire/>

3.9 Anexos

Anexo 1. Dibujo general Body Main LH

https://drive.google.com/file/d/1Gr_ZmG22hERyfPrCD9EqWQld5Ti7CINu/view?usp=share_link

Anexo 2. Cálculo de longitud de circuitos

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Hk-iaDmJTNw7-ulZrWkOjMgCC1Y7KTqj/edit?usp=share_link&oid=105992265323196809889&rtpof=true&sd=true

Anexo 3. Cálculo de consumo de cinta

https://docs.google.com/spreadsheets/d/13IR0TZUmJPUwEowbdhgGAM_867sOnV9J/edit?usp=share_link&oid=105992265323196809889&rtpof=true&sd=true

Anexo 4. Máster general

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1-OEkNSr027zg_nu5GPMef3IbSUAK5FOS/edit?usp=share_link&oid=105992265323196809889&rtpof=true&sd=true