



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**REPORTE DE EXPERIENCIA
PROFESIONAL EN
STELLANTIS MÉXICO**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Abel Galarza Martínez

ASESOR DE INFORME

M.I. Antonio Zepeda Sánchez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL EN STELLANTIS MEXICO que presenté para obtener el título de INGENIERO MECATRÓNICO es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

ABEL GALARZA MARTINEZ
Número de cuenta: 314070171

Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Mecánica e Industrial

Nombre de la empresa: Stellantis México
Título: Reporte de Experiencia Profesional en Stellantis México

Índice

Índice.....	2
Capítulo 1: Perfil de la empresa.....	3
Organigrama.....	4
Capítulo 2: Perfil del puesto, Ingeniero de producto (DRE).....	6
Capítulo 3: Experiencia profesional como ingeniero de producto.....	8
Implementación de sensores de velocidad inteligentes para la RAM Promaster Eléctrica 2024.....	9
Antecedentes.....	9
Criterio y proceso de selección del sensor de velocidad de llanta ABS.....	10
Solución técnica.....	10
Etapas de pruebas y validación de diseño en pilotajes de planta.....	13
Soporte en planta durante pilotaje y lanzamiento de la RAM Promaster eléctrica 2024	14
Antecedentes	14
Prototipados	14
Prueba de pilotos 1.....	15
Señal errática del sensor de velocidad de llantas.....	15
Prueba de pilotos 2.....	17
Tensión en cable del sensor de velocidad de llantas ABS.....	18
Diagnóstico de causa raíz.....	18
Prueba de vehículos vendibles prelanzamiento.....	21
Implementación de nuevos niveles de software para el módulo de control integrado (IBC), Identificación y resolución de DTC durante implementación.....	22
Antecedentes.....	22
Implementación del nivel de software, SW 6.....	23
Resolución de DTC: Condiciones incorrectas para inicio de prueba de certificación de pedal.....	25
Capítulo 4: Conclusiones Reflexiones finales.....	29
Referencias	30

Capítulo 1: Perfil de la empresa

Stellantis es una empresa dedicada al desarrollo y armado de automóviles que surgió en 2021 a partir de la fusión del grupo Ítalo-estadounidense FCA (Fiat Chrysler Automóviles) y PSA (Peugeot Société Anonyme) convirtiéndose en una de las fabricantes de automóviles multinacional más grandes del mundo. Debido a que es una fusión entre dos grupos automotrices, abarca 14 marcas de autos en la actualidad divididas en tres grupos principales, el grupo al que pertenecen estas marcas depende del país de origen de estas los cuales son:

- Stellantis Italia: Fiat, Abart, Alfa Romeo, Lancia y Maserati.
- Stellantis Norte América: Chrysler, Dodge, Jeep, Ram Trucks.
- Grupo PSA: Peugeot, Citroën, DS Automobiles, Opel y Vauxhall Motors.

Antes de ser constituida en 2021, cada grupo automotriz trabajaba de manera autónoma en sus respectivos mercados, pero con la unión Stellantis está presente en todos los mercados y regiones comerciales del mundo.

Hablando de su historia, inicialmente el grupo norteamericano de Chrysler constituía las marcas de autos norteamericanas (Chrysler, Dodge, Jeep y RAM), posteriormente en 2014 se fusiono con el grupo Italiano FIAT debido a su elevado total accionario sobre la marca formando el grupo FCA (Fiat-Chrysler Automóviles). Por otro lado, el grupo (PSA por sus siglas en francés, Peugeot Société Anonyme) se fundó en 1976 con la unión entre las marcas de automóviles francesas Citroën y Peugeot. Posteriormente en 2019 grupo PSA inicio el proceso de fusión con grupo FCA para fundar Stellantis.

Stellantis se ha posicionado como una de las 3 mayores armadoras de automóviles en Norteamérica y una de las más grandes a nivel mundial debido a su diversidad de marcas y modelos de autos y camionetas cuyo alcance internacional cubre las zonas comerciales de NAFTA, EMEA, MEA, LATAM y APAC.

En México, cuya sede es el Corporativo STELLANTIS Santa fe, Stellantis coordina el diseño, manufactura, armado y validación de marcas como Jeep, RAM, Dodge y Chrysler centrándose en el mercado de Norte América, Europa y Latino América.

En México, Stellantis está presente con las armadoras de Toluca Assembly Plant (TAP), Saltillo VAN Assembly Plant (SVAP), Saltillo Truck Assembly Plant (STAP) y Planta motores Saltillo Norte, los cuales arman los modelos de automóviles: Jeep Compass, Jeep Gran Cherokee, RAM Promaster, RAM 1500 y RAM 3500. Asimismo, cuenta con el Corporativo Santa Fe y el centro de ingeniería Santa Fe ocupados principalmente en la administración y desarrollo de ingeniería. En cuanto a la ingeniería, Stellantis Santa Fe coordina el diseño y desarrollo de modelos de

autos presentes en Norte América, Europa y Latinoamérica principalmente en marcas de autos estadounidenses (Jeep, RAM, Chrysler y Dodge) e italianas como (Fiat y Alfa Romeo).

Organigrama

Al ser una empresa multinacional teniendo sede en Amsterdam, Países bajos, el centro administrativo se dirige por un comité directivo mundial compuesto por los directores ejecutivos y los principales accionistas de la empresa. Así pues, cada una de las 14 marcas o concesionarias de Stellantis tiene su propia junta directiva quienes trabajan en conjunto con las plantas armadoras y los corporativos presentes en cada zona comercial.

En el caso de Stellantis México, perteneciente a la zona comercial NAFTA, las marcas presentes son las norteamericanas (Chrysler, Dodge, Jeep, Ram Trucks) estando divididos entre las armadoras y los corporativos. Para México, el corporativo Santa fe coordina en tres estados de la república (Ciudad de México, Estado de México y Coahuila) los diferentes departamentos como son: Mesa Directiva, Comunicaciones, Ventas, Posventas, Desarrollo a distribuidores, compras y cadena de suministros, Diseño centros técnicos, producción, entre otras.

Durante el periodo comprendido en este reporte, forme parte del departamento de diseño en el segmento de ingeniería y tecnología siendo el organigrama específico de mi puesto el siguiente:

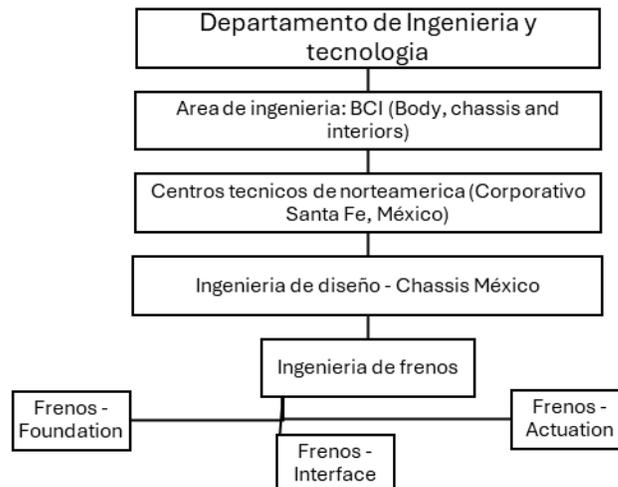


Imagen 1. Organigrama de departamentos de ingeniería en Norteamérica

El puesto en el que ejercí mis actividades profesionales fue el de Ingeniero de producto para el área de chasis frenos actuación e Interfaz, siendo parte del equipo

de ingenieros para la marca Jeep y RAM. Así pues, el área de frenos se cataloga en tres dependiendo la de las partes que la componen, como es:

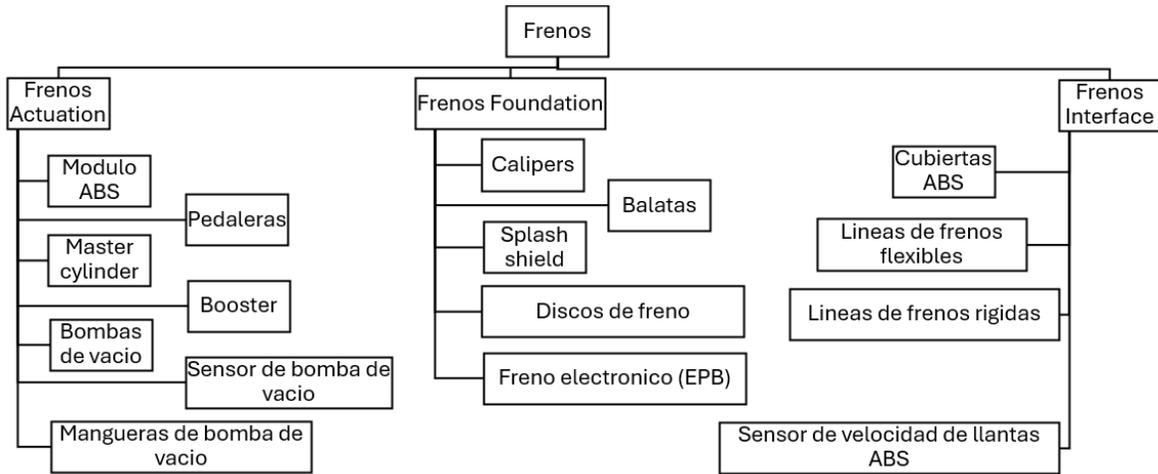


Imagen 2. Clasificación de los tipos de frenos

Capítulo 2: Perfil del puesto, Ingeniero de producto (DRE)

El puesto de Ingeniero de Producto (Design and release Engineer) es perteneciente al departamento de ingeniería y es el primer puesto de trabajo cualificado para ingenieros. Esta organizado por áreas del vehículo “commodity” las cuales se centran en un segmento funcional del vehículo procurando una homogeneidad en las especializaciones de ingeniería que puedan atender los retos ingenieriles y el desarrollo.

Cada área y departamento dentro del departamento de ingeniería y tecnología cuenta con un puesto jerárquico correspondiente al área siendo la siguiente:



Imagen 3. Organigrama del departamento de tecnología

Las responsabilidades comunes que tiene que tomar un Ingeniero de producto descritas en el perfil de responsabilidades de Stellantis son descritas como: Diseñar, especificar, probar, validar y publicar partes para las familias de vehículos asignadas; analizar y resolver las fallas producidas por partes; proponer, validar y obtener reducciones de costo inherentes a estos componentes. Realizar los cambios o modificaciones a partes componentes de las familias de vehículos asignados (Change Notices). Solicitar y autorizar pruebas requeridas a sistemas, partes y componentes de las familias de vehículos asignados. Elaborar y evaluar pruebas de ensamble y operación de partes en las plantas de ensamble antes de su incorporación a producción vehicular. Analizar y resolver las fallas de funcionamiento y durabilidad de partes en unidades de las familias de vehículos asignados. Solicitar fabricación de prototipos y de lotes de partes para resolver problemas de garantía. Proponer y/o elaborar reducciones de costos. Verificar el proceso de manufactura del producto previo a la producción de partes. Soportar las fases de pilotaje en las plantas de ensamble. Responsable de diseñar partes en NX (3D & 2D) (Stellantis Mexico , 2024) Dichas responsabilidades se manejan de manera hibrida excepción de las situaciones de soporte a las plantas de ensamble, eventos de benchmarking y de visita a proveedores.

Asimismo, para poder desempeñar las responsabilidades mencionadas previamente, Stellantis México se requiere que los ingenieros de producto cumplan con el perfil de Ingeniero con los siguientes requerimientos: 1-3 Años de experiencia en diseño de componentes de chasis (Frenos) Escolaridad: Licenciatura en ingeniería (mecánica, mecatrónica, eléctrica, electro mecánica o afín) Experiencia: 1-3 Años de experiencia en la industria automotriz y/o diseño y desarrollo de componentes de chasis (Frenos) Idiomas: Inglés avanzado Características

Especiales: Conocimientos de vehículos automotores y sus sistemas, procesos de ensamble y manufactura de productos automotrices, validación de partes y sistemas automotrices. Sistema de CCD, CNs, NX, Codep, Ebom, STV. (Stellantis Mexico , 2024)

En el puesto de Ingeniero de producto, no solamente nos encargamos de tratar con situaciones cien por ciento técnicas, entre otras responsabilidades es importante recalcar las interacciones con las demás áreas de la empresa. Entre las más importantes se destaca la relación con las siguientes áreas:

Otras áreas de ingeniería de producto: Dado que un vehículo es un conjunto de sistemas, el área de frenos no solamente interactúa en diseño como una unidad independiente si no que en cualquier diseño o parte se debe de estudiar y diagnosticar efectivamente las interacciones con las partes adyacentes y que son directamente afectadas. Ejemplos de áreas con más interacción es con suspensión, carrocerías, dirección, transmisión, rines y llantas, cableado y arneses, estructuras, chasis activo, entre otras.

Logística: Dado que las partes diseñadas deben de ser fabricadas por proveedores externos normalmente en el extranjero (EMEA, APAC y NAFTA), el departamento de logística apoya a ingeniería para coordinar un correcto envío, sourceo y transporte de las partes vehiculares que libera ingeniería.

Compras: En los procesos de diseño y liberación de partes es común que se seleccione proveedores y se llegue a acuerdos con los precios de venta en masa, para lo cual el equipo de compras trabaja con ingeniería para coordinar el proceso de adquisición con proveedores.

Calidad: En la producción de los vehículos y en el manejo de procesos industriales en la línea de ensamble, el equipo de calidad se asegura de detectar, reportar y comunicar con ingeniería cualquier defecto de calidad en el producto que pueda afectar la calidad de los vehículos para lo cual trabaja junto con ingeniería para diagnosticar, aplicar contenciones temporales y ejecutar soluciones permanentes a cualquier defecto.

Posventas: Dado que continuamente se está monitoreando y mejorando los vehículos, el área de posventa se encarga de hacer llegar a ingeniería cualquier problema de garantías que pueda surgir con vehículos vendidos para solucionarlos y asegurar un vehículo de calidad para el cliente.

De manera menos frecuente se tiene contacto con otras áreas de la empresa, pero no se limita dado que el ser ingeniero de producto conlleva ser líder en el diseño, validación, liberación y resolución de problemas que pueda llevar una parte automotriz lo que lo hace un puesto muy integral.

Capítulo 3: Experiencia profesional como ingeniero de producto.

Durante el periodo de trabajo detallado en este reporte en la empresa, pude ser partícipe de proyectos de optimización, ahorro de costos, cambios de ingeniería, soporte a planta de ensamble, pilotajes, localización de componentes, revisiones técnicas, identificación y resolución de problemas de lanzamiento, inspección de procesos en planta, implementación de software entre otras tareas.

Los proyectos destacables realizados en el periodo descrito en este reporte son los siguientes:

- Implementación de sensores de velocidad inteligentes para la RAM Promaster Eléctrica 2024.
- Soporte en planta, prototipado, pilotaje y lanzamiento de la RAM Promaster eléctrica 2024
- Implementación de niveles de software para el módulo de control integrado (IBC), Identificación y resolución de DTC post lanzamiento

Dichos proyectos comprenden los retos de ingeniería más destacables en el periodo que se trabajó en la empresa. De manera general, el pensamiento crítico, conocimientos técnicos de ingeniería, resolución de problemas, planificación, trabajo en equipo, coordinación de áreas de ingeniería entre otras, fueron habilidades aplicadas a los proyectos, los cuales marcaron un punto de inflexión para la correcta aplicación de estos.

A continuación, se describen los antecedentes, los problemas de ingeniería, la aplicación de conocimientos, criterio de ingeniería, desarrollo, resultados y beneficios que se lograron con mi participación en el proyecto, así como el impacto en la empresa y retos destacables en cada proyecto.

Implementación de sensores de velocidad inteligentes para la RAM Promaster Eléctrica 2024.

Antecedentes

Parte de los componentes del sistema de frenos para la RAM Promaster son los sensores de velocidad de llantas ABS “WSS” cuyas siglas en inglés es Wheel Speed Sensor. La función de estos sensores es la de cuantificar las RPM de cada una de las cuatro llantas y proporcionar dicha medición al sistema de control Anti brake system Module (ABS) y al Programa de control de estabilidad electrónico (ESP).

En el caso de la RAM Promaster, los sensores de velocidad ABS funcionan basándose en el efecto hall. El Efecto Hall hace uso de la generación de un flujo de electrones a partir de la inducción de un campo magnético. El encoder de la RAM Promaster está conformado por 48 dipolos puestos concéntricamente en un anillo magnético. El captador magnético y el encoder está separado por un pequeño espacio vacío llamado air gap de menos de 6 [mm].

Siendo un sensor de velocidad ABS activo, es alimentado con un voltaje definido por el módulo de control ABS (Integrated control module IBC en el caso de la RAM Promaster). El encoder al tener imanes con polaridad cambiante y puestos de manera alterna, al momento de girar, el campo magnético que genera actúa en las resistencias magneto-resistivas que son parte de la electrónica interna del sensor dando como salida una señal digital o señal de modulación por ancho de pulsos. Así pues, el sensor aparte de su pin de alimentación cuenta con un pin de salida el cual se encarga de enviar la señal digital al módulo de control ABS que medirá a partir de la señal la velocidad a la que está girando la rueda y el sentido de esta a partir de la ecuación:

$$V_{vehiculo} = \frac{3.6 * D_{Llanta} * F_{Mag}}{Z}$$

Donde:

$$\begin{aligned} V_{vehiculo} &= \text{Velocidad del vehiculo [Km/h]} \\ D_{Llanta} &= \text{Circunferencia dinamica de la llanta [m]} \\ F_{Mag} &= \text{Frecuencia magnetica [Hz]} \\ Z &= \text{Numero de polos del encoder [1] = 48} \end{aligned}$$

La frecuencia magnética se puede calcular de la siguiente manera para el protocolo de los sensores inteligentes.

$$F_{Mag} = 0.5 * F_{Pulso\ inteligente}$$

Para el proyecto de la RAM Promaster eléctrica, se debía de implementar un sensor inteligente el cual pueda competir con los estándares del mercado cuyas características mínimas debían de ser: Capacidad para detectar dirección de giro de la llanta y ser compatible con el freno de emergencia de reversa (REB)

Dichas características, más el volumen que requería para la producción de autos eléctricos alineado a las pruebas necesarias que se debían correr para que el sensor cumpliera con las características de fiabilidad fueron un requerimiento el cual tuvo que desarrollar para la empresa.

Criterio y proceso de selección del sensor de velocidad de llanta ABS

El proceso de selección se dividió en 3 etapas, la etapa de solución técnica, evaluación de proveedores (revisión técnica y retroalimentación hasta la definición de producto), verificación de diseño y de producto (DV/PV testing), hasta el posterior lanzamiento de producto.

Solución técnica

En esta etapa se decidió definir las características principales y secundarias que debería de cumplir el sensor acorde a las características exigidas por el vehículo y la implementación de mejoras en la versión eléctrica del producto, dichas características estaban definidas principalmente por:

- Ruteo del cableado u arnés eléctrico al sensor
- Protocolo de comunicación del sensor con el módulo ABS
- Resistencia mecánica ante la exposición al ambiente externo y posible contaminación.

Así pues, empezando con las características principales del vehículo como rpm máximos, las cuales de acuerdo con la estimación de las 6400 RPM las cuales vienen del diseño en modelos anteriores que se usaban en la RAM Promaster de combustión se prosiguió con el diseño dimensional. El motivo por el cual se decidió mantener el diseño mecánico del sensor es debido a que el sensor estaría sujeto a las mismas circunstancias ambientales (humedad, temperatura, contaminación, etc.) por lo que se decidió que la mejor manera de proceder mecánicamente sin invertir en diseño y desarrollo era mantener los materiales usados en la contraparte de combustión los cuales son:

- Material del housing del sensor – Poliamida 6.12
- Inserto para el tornillo de sujeción – Acero 7071
- Material del cable – Poliuretano elastómero.
- Material del housing del conector – EPDM

El uso de la poliamida en los housings tanto del sensor como del conector presenta las ventajas de resistencia a los exteriores dado que al ser un material con una dureza y ductilidad balanceadas. Esto permite que el sensor pueda recibir impactos o contaminación sin que la integridad estructural sea afectada y también, permite que no se presente humedad o contaminación en el circuito interno del sensor al ser este impermeable y aislante. Asimismo como método de sujeción para la cabeza del sensor se utiliza el injerto de acero para poder hacer una sujeción entre el sensor y el knucle por medio de un fastener torquado a 8 ± 2 [Nm], el uso del acero en la estructura del housing es para que el contacto entre acero fundido (knucle), acero de grado SAE 5 (Tornillo) y el injerto no genere desgaste a la larga y pueda asegurar la integridad del ensamble así como permitir un desmontaje y montaje rápido y sin complejidad para un reemplazo sencillo para cualquier usuario.

Así pues, definiendo las características de los materiales y la definición del ruteo del cable que fue primordial para la selección correcta de las mediciones del sensor. La ruta de sensor debía de cubrir las siguientes características:

Juntar el conector con el housing del sensor por medio de los puntos de sujeción disponibles en el chasis del vehículo.

Para seleccionar los puntos de sujeción se consideró principalmente el utilizar puntos de sujeción con clips de EPDM colocados en la masa suspendida y la masa no suspendida lo cual aseguraría la correcta sujeción ante el efecto jounce and rebound. Para que los clips de EPDM sujetos al chasis no afectaran la integridad del cable y, asimismo, pudieran usarse los clips existentes en el ruteo de las líneas de frenos traseras, se decidió usar grommets de EPDM con el diámetro de las líneas de frenos traseras (10 [mm]) para poder ser compatible con el clip y asimismo el EPDM al ser un material flexible al momento de asegurar con el clip, no afectara estructuralmente al cable del sensor. Los sensores de la versión de combustión contaban con 4 grommets dispuestos desde el conector hasta el housing distribuidos de la siguiente manera:

Grommet 1: Sujeción del conector con el chasis en la zona de conexión con el arnés de Señal/Alimentación

Grommet 2: Sujeción al chasis a una distancia de 248 [mm] del conector.

Grommet 3: Sujeción al chasis a una distancia de 280 [mm] entre clips compartiendo clip de doble vía con la línea de frenos trasera.

Grommet 4: Sujeción al bracket de las mangueras de freno flexible ya posicionado en la masa no suspendida con una distancia de 235 [mm] para amortiguar el efecto de jounce and rebound.

Con el objetivo de mantener el ruteo para simplificar el ensamble de los operadores (debido a que se ensamblarían unidades BEV en la misma línea de ICE), se mantuvieron esos puntos de sujeción y además se decidió agregar uno más debido al efecto presente de ruido en terrenos discontinuos provocado por la holgura entre el grommet 1 y 2 al tener una distancia muy amplia entre la zona del conector y el chasis. Así pues, para eliminar el problema del ruido, se decidió agregar un grommet más sujeto a la zona del chasis entre dos de los perfiles del underbody a una distancia de 90 [mm] del grommet 1 y utilizando el clip de dos vías ya usado en la ruta de la línea de frenos rígida. Así pues, usaríamos un clip existente para solucionar un problema de ruido existente para las nuevas versiones.

Resolviendo las dimensiones que se usarían del cable y del housing standard para no hacer cambio de diseño en el knucle, se procedió a diseñar el dibujo, estandarizarlo y hacer las respectivas aprobaciones de GDNT (Geometrical and dimensions tolerances). Usando los sistemas estandarizados para el source package, se lanzó la convocatoria para los proveedores potenciales habiendo recopilado toda la información correspondiente para el diseño del producto como fue: Solución técnica, Dibujos y tolerancias (GDNT), Tabla de estándares, Part Bill of materials, validación de diseño y producto (DVPNR), tiempos y cronograma del proyecto.

Una vez subida la documentación procedió la etapa de coordinación con los compradores para la selección del proveedor tanto en aspectos económicos como técnicos. Siendo yo responsable de ingeniería, para cada proveedor se debía de auditar la viabilidad técnica, las propuestas de proveedor, el cumplimiento de las especificaciones y seguimiento de los estándares, así como los impactos de diseño que pudiera causar el método de fabricación y montaje de las partes.

Consecuentemente de la selección del proveedor a partir de una evaluación técnica de sus propuestas, se puso en marcha la planeación de las pruebas correspondientes al “Design and producto verification” (DVPNR) para lo cual se definieron dos etapas, la de verificación de diseño con partes prototipo las cuales no necesariamente debían de ser industrializadas y que podían asegurarnos pruebas definidas por los estándares como por ejemplo fueron las pruebas de:

- Verificación dimensional y de ensamble.
- Fuerza de inserción y retiro del knucle.
- Verificación de señal de pulso y frecuencia acorde al standard.
- Prueba de sumergibilidad e insolación.
- Prueba de conexión y validación de conectores.
- Carga estática y carga dinámica.

Dichas pruebas se llevaron a cabo por el proveedor ya sea en su línea de ensamble, en banco de pruebas o en el vehículo por medio de una prueba en sitio (PER). Los resultados arrojados por dichas pruebas fueron validados por medio del mismo proceso definido en el DVPNR para lo cual la industrialización del sensor se esperó en un tiempo de aproximadamente seis semanas y se procedió a usar el sensor para la primera etapa de prototipado del vehículo en las oficinas de CTC en Michigan, Estados Unidos.

Etapa de pruebas y validación de diseño en pilotajes de planta

Posteriormente a la validación del ensamble y funcionamiento del sensor durante las pruebas de rodillos, eléctrica y freno de emergencia (aceleración y reversa), se debía de poner a prueba el producto en la línea de ensamble siguiendo a la etapa de pilotajes en la planta de Saltillo VAN Assembly. Para esta etapa los vehículos se construirían con una cadencia entre 1 y 5 al día dependiendo la capacidad de producción de las unidades.

El objetivo de las etapas de pilotaje era corroborar que la industrialización del proceso de ensamble no afectara a los componentes y en caso de que lo hiciera, se hicieran los cambios de ingeniería correspondiente para asegurar una producción confiable.

Durante la etapa de pilotaje nos enfrentamos a dos problemas con el sensor de velocidad ABS los cuales fueron solucionados haciendo diagnóstico de causa raíz, definición de metodología de solución, aplicación de métodos de contención y la posterior aplicación de pruebas y solución definitiva usando el criterio de ingeniería.

En el siguiente proyecto titulado “Soporte en planta durante pilotaje y lanzamiento de la RAM Promaster eléctrica 2024” se detalla el problema presente “Tensión en el sensor de velocidad de frenos ABS” referente a la aplicación de este sensor.

Soporte en planta durante pilotaje y lanzamiento de la RAM Promaster eléctrica 2024

Antecedentes

La RAM Promaster es una de las camionetas de la marca RAM ensamblada por Stellantis en la planta de SVAP (Saltillo VAN Assembly Plant) en la ciudad de Saltillo, Coahuila. La planta de ensamble SVAP se construyó para la producción de la misma en mayo del 2011 iniciando su producción en el 2013. Desde entonces se han producido las camionetas de manera periódica para ser vendidas en México, Canadá y Estados Unidos (Stellantis México, 2022).

Desde el inicio de producción, la planta de SVAP ha producido cada año los modelos de combustión interna de la RAM Promaster. Así pues, acorde con la demanda del mercado, la tendencia de electrificación y con los objetivos de electrificación de Stellantis, en el 2023 se comenzó la etapa de pilotaje del primer modelo de Ram Promaster eléctrico el cual sería lanzado para el año 2024 en el cual forme parte como ingeniero de diseño y lanzamiento de los componentes de frenos.

La fase de pilotaje tiene el objetivo de probar la producción del vehículo a nivel de prototipado, línea de ensamble, sistemas, partes en específico, pruebas de final de línea (EOL) y la viabilidad del vehículo en general. El pilotaje se compone de diferentes fases que en términos generales son: Prototipados, Prueba de pilotos 1, Prueba de pilotos 2 y Prueba de vehículos vendibles prelanzamiento.

Prototipados

Como parte del equipo de DRE para el área de frenos, se me asignaron los sensores de velocidad de llantas (WSS) como componente de especialidad y responsable durante los primeros meses de pilotaje, en especial para la liberación de partes prototipo los cuales serían parte de los vehículos eléctricos.

Durante los meses de agosto a diciembre del 2022, trabaje en la localización de sensores de velocidad ABS y por tanto lleve a cabo juntas de soluciones técnicas con el proveedor para el correcto diseño de los sensores de velocidad. Se tocaron temas como ruta de cableado, conectores y sujeciones. Dicho diseño esta detallado en el apartado de "Implementación de sensores de velocidad inteligentes para la RAM Promaster Eléctrica 2024" dentro de este reporte. Dicha implementación se vio reflejada en los prototipos iniciales tomando los sensores inteligentes como únicos para los prototipos eléctricos. Durante la fase inicial de prototipados los sensores funcionaron de manera correcta y no presentaron problemas de geometría, impactos u malfuncionamiento de las señales.

Prueba de pilotos 1

El objetivo de la prueba de pilotos 1 es el de verificar que las partes, módulos y sistemas del vehículo funcionan de manera correcta tanto a nivel vehicular como a nivel de proceso de ensamble. Estas pruebas se llevan a cabo en la planta de Saltillo Van Assembly. En caso de que la parte o el sistema no funcione de manera adecuada se deben de cumplir las condiciones de: Evaluar y detectar la causa raíz, definir una contención para no para la línea de ensamble, hacer el árbol de decisión para determinar la solución adecuada, definir la solución y hacer pruebas en planta por medio de un formato de pruebas estandarizado por la empresa, en caso de que la prueba se considere exitosa, liderar el cambio de ingeniería para implementar la solución.

Durante la primera fase de pilotajes que duro 4 meses desde el mes de abril hasta el mes de agosto, tome las responsabilidades de componentes extra dando como total la evaluación de los componentes como Pedaleras, cubiertas de módulos ABS, Modulo de control integrado (IBC Module) y el sensor de velocidad de llantas ABS. En esta etapa se presentaron los casos particulares de problemas como como la señal del sensor de velocidad ABS con exceso de ruido o señal errática.

Señal errática del sensor de velocidad de llantas

Este problema surgió a partir de la activación del código de error (DTC: Diagnostic trouble code) “Señal errática del sensor de velocidad de llanta ABS frontal izquierdo” en una unidad con VIN específico. La forma de diagnosticar esto inicialmente es a partir del manual de ingeniería del Módulo de control integrado (IBC) el cual indicaba las condiciones que hacían que se activara el DTC las cuales eran:

- Señal del sensor ABS con ruido excesivo.
- Señal intermitente de sensor ABS.

Dichas condiciones eran las que después de obtener la señal del sensor donde el módulo IBC mostraba el DTC, se lograba contemplar una amplitud de onda distorsionada en los picos del protocolo del sensor. Dado que el sensor se comunica a partir de una onda cuadrada con una amplitud variable (Dependiendo el giro de la rueda), se pudo detectar que el ruido afectaba la señal cuadrada en valor de 5 V haciendo picos de aproximadamente 2 V entre cresta y cresta lo cual no es aceptable para el sensor ABS.

Para detectar este error, se usó el criterio de ingeniería conforme al árbol de decisión básico para encontrar la causa raíz más otras causas tomadas de la experiencia recopilada con los años. Dicho árbol de determinación fue en términos generales el siguiente:

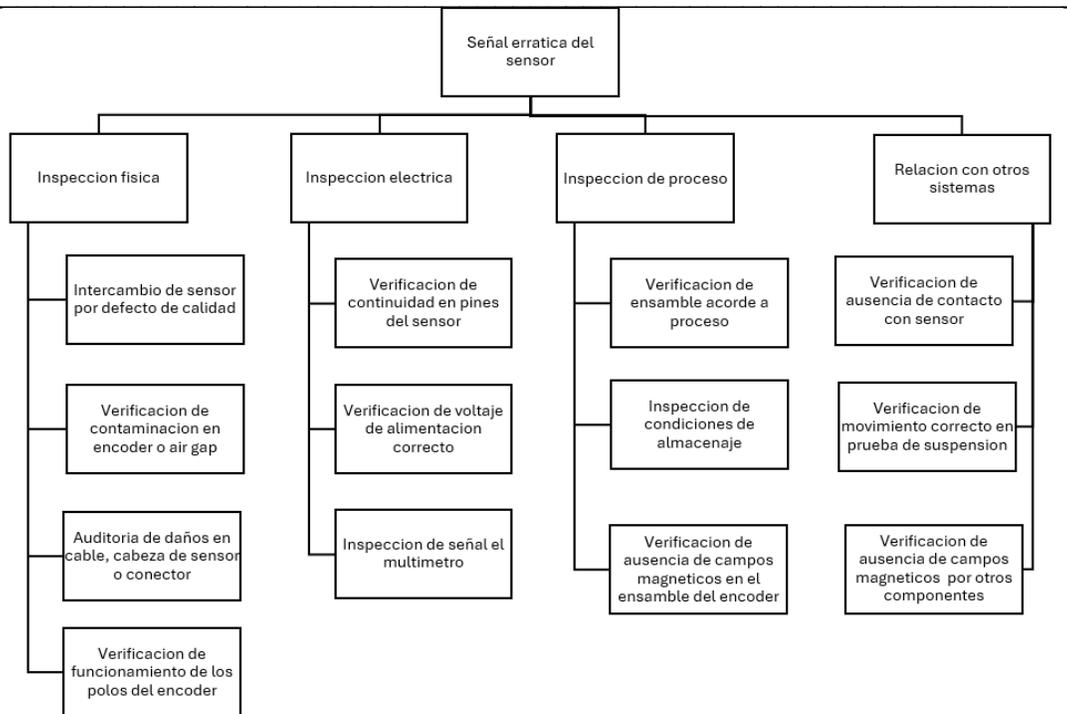


Imagen 4. Árbol de decisión básico

Se realizaron las pruebas, verificaciones y auditorias correspondientes a cada tipo de inspección. Cuyos resultados a grandes rasgos, fueron los siguientes:

Inspección física

- El intercambio de sensores se hizo y la señal errática se mantuvo, descartando defecto de calidad en el producto.
- Se confirmo ausencia de contaminantes o material ferromagnético en el encoder y air gap, descartando falla por contaminación.
- Se corroboró el ruteo y estado correcto de conectores, pines y housing de sensor, así como del ensamble, descartando defectos de geometría o daños físicos.
- Se retiró el encoder y se reemplazó por otro en buen estado, manteniendo el mismo problema, descartando daño en encoder.

Inspección eléctrica

- La continuidad en los pines era presente por lo que se descartó defecto.
- El voltaje de alimentación se mantenía correcto y dentro del rango de operación, descartando carencia de alimentación.
- Durante la inspección con multímetro en banco de pruebas se obtuvo una señal correcta.

Es importante destacar esta prueba debido a que en banco de pruebas el problema no se presentaba lo cual nos llevó a la hipótesis de que el sensor no necesariamente sería el problema, si no que factores o componentes externos que pudieran afectar el funcionamiento podrían indicar la causa raíz de la señal con ruido.

Después de obtener estos resultados, se trabajó en la relación con otros sistemas y posteriormente, notamos que había un desalineamiento del eje de la transmisión que iba a la llanta. Al analizar esta desalineación, una rondana que había sido agregada como consecuencia de una idea de optimización de costos tendía a rozar con la cubierta de nylomac que cubría el sensor. Al hacer una fricción de un material metálico con un aislante de nylon, se generaba un campo electrostático dado que los componentes se rozaban y se separaban en cada giro, efecto de la desalineación. Así pues, al remover la rondana y alinear el eje. Obtuvimos resultados satisfactorios al notar que el DTC no se presentaba más.

Como conclusión a este problema se tomaron las acciones de pasos extra en el proceso de ensamble del eje para certificar una alineación correcta que no generara un campo electrostático y provocara al estar muy cerca del air gap, un ruido que afectaba la señal del sensor y provocaba este DTC:

Posteriormente en la prueba de pilotos 1, se trabajó sobre todo con coordinación y capacitación de los operadores responsables del ensamble de componentes, dado que la inexperiencia en el ensamble de autos eléctrico provocaba errores de ensamble. Así pues, como parte de las actividades de ingeniería, se trabajó con los manuales e infografías en sitio para certificar el correcto ensamble de partes como fueron: Pedalera, Sensor de velocidad de llantas ABS y Modulo de control integrado IBC.

Prueba de pilotos 2

El objetivo de la segunda prueba de pilotos es dar tiempo suficiente para aplicar los cambios de ingeniería y soluciones aplicadas en la primera prueba. Para poder hacer una segunda verificación y funcionamiento de las partes, tanto a nivel vehicular como de línea de ensamble y producción. En esta etapa se aplicaron los cambios iniciales y bajo mi responsabilidad se extendieron los componentes de Sensor de velocidad de Frenos ABS, Ensamble de las pedaleras, Modulo de control integrado (IBC), Cilindro Maestro y Cubierta ABS.

Durante la segunda prueba de pilotos se presentaron problemas menores en cuanto a cambios de ingeniería, principalmente en cuestión de tensión en el sensor de velocidad de frenos ABS y fugas menores de líquido de frenos.

Tensión en cable del sensor de velocidad de llantas ABS

Aproximadamente por el mes de agosto, las unidades pilotos construidas, presentaban un problema de exceso de tensión en la sección de cable que está sujeta del lado posterior del underbody en la zona trasera izquierda del vehículo. Este problema de tensión no se había presentado en pilotos anteriores y desde el primer caso, hubo una constancia en los vehículos posteriores. Inicialmente no hubo método de contención dado que la tensión no generaba un problema en el funcionamiento de los sensores o pruebas. Pero al ser una condición no ideal y no marcada por el dibujo estándar, se trabajó directamente con encontrar la causa raíz.

Diagnóstico de causa raíz.

Para determinar la causa raíz se hizo el siguiente árbol de decisión el cual tenía que ver con lo que puede afectar dimensionalmente a la tensión del cable del sensor.

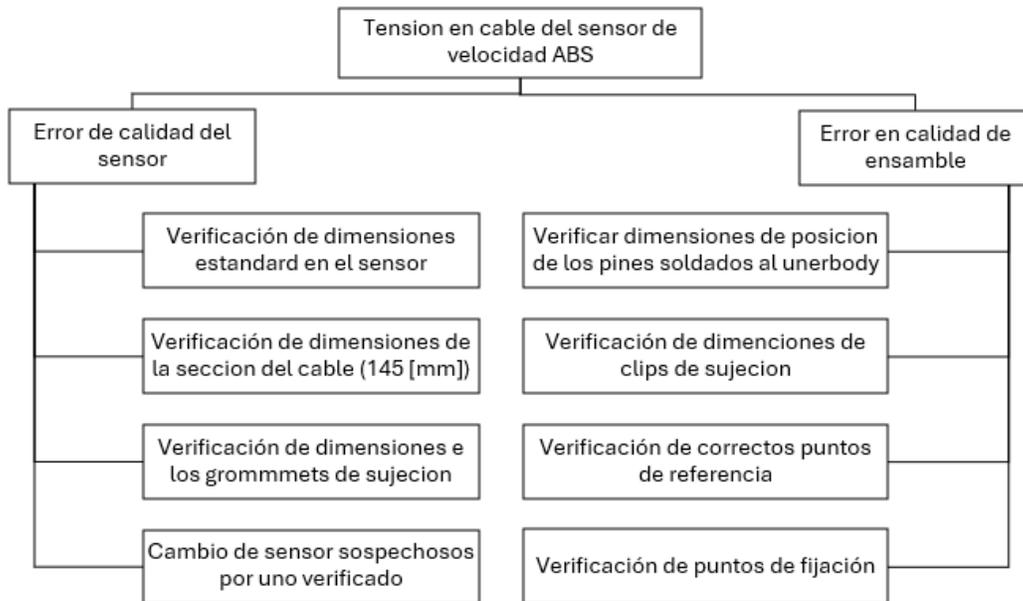


Imagen 5.

Se hizo la planeación para correr las pruebas necesarias para determinar la causa raíz a partir del árbol de solución, cuyas conclusiones fueron:

Errores de calidad del sensor

Se retiraron muestras de los sensores que presentaban el error y se median dichos sensores para verificar correctas dimensiones y tolerancias. Todos entraron en dimensión lo cual descarto error de calidad en dimensiones.

Se midieron las secciones de cable en las muestras de los sensores afectados y cumplían con dimensión y tolerancia. Descartando calidad en esa sección del sensor.

Los grommets fueron medidos tanto con referencia de dimensión, como con dimensiones generales contra el plano, descartando error de calidad en los grommets

Se hizo el cambio por sensores verificados y se presentó el problema, descartando errores de calidad del sensor y asegurando que todos entran acorde al dibujo.

Error en calidad de ensamble

Se midió la posición de los pines que sostienen al clip donde se asegura el cable del sensor a partir de los grommets, los cuales no estaban en posición en el primer vehículo que se midió. Dando a entender que los pines fueron soldados fuera de posición.

Para poder comprobar que la causa raíz era un error en la posición de los pines, se midieron los pines con respecto a la referencia donde el sensor presentaba tensión. Para esto, todos los vehículos presentaban un margen de error de entre 1 y 10 [mm] de separación de la medida estándar. Así pues, consultando con el equipo de proceso y planta en el área de body in white, se fue a certificar que el brazo robótico que se encargaba de soldar los pines cumpliera con la tolerancia requerida. Para lo cual se detectó que se estaba manejando una tolerancia mayor a la debía.

Habiendo detectado la causa raíz de este problema, se hizo la solicitud de ajuste del brazo robótico para entrar en tolerancia, resolviendo el problema de tensión del sensor.

El segundo problema al cual me enfrente en la segunda etapa de pilotajes fueron las fugas menores de líquido de frenos.

A finales de esta etapa, por el mes de septiembre, en la línea final donde se hace el llenado de líquidos necesarios para los sistemas del auto (entre estos el del líquido de frenos), se presentaron en vehículos eléctricos aleatoriamente fugas menores las cuales detenían el proceso de llenado y de certificación de la línea final. Lo cual obligaba a estacionar los vehículos en el taller de reparaciones para un purgado manual.

Debido a la naturaleza del cambio, se hizo rápido un árbol de decisión para poder determinar cuál era la causa raíz del problema. Asimismo, la naturaleza de aleatoriedad en la falla indicaba que un proceso no automatizado pudiera ser la causa raíz.

Por otro lado, el sistema de frenos al ser compuesto por varias partes exigía que se hiciera una supervisión de todas las uniones del sistema hidráulico para poder detectar en cual se estaba presentando la falla, ya sea de proceso o de calidad. Por lo que se hizo el siguiente árbol de decisión principal.

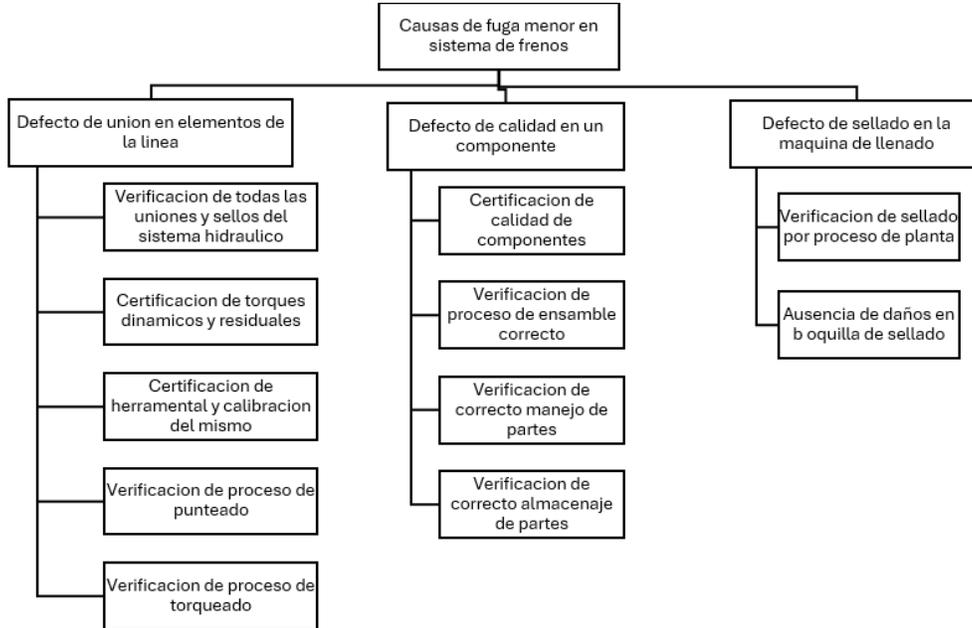


Imagen 6. Causas de fuga menor en el sistema de frenos

Habiendo definido las posibles causas raíz, se hicieron las siguientes acciones

Defecto de unión en elementos de la línea:

Se verifico la integridad de todas las uniones presentes en el sistema hidráulico (Master cylinder con tubos rígidos, Modulo integrado IBC con tubos rígidos, líneas principales con secundarias, Conexión entre líneas rígidas y líneas flexibles, conexión de insertos de líneas flexibles en calipers, etc.). Habiendo verificado la integridad y torque de todas las uniones se detectó que tres de los cuatro insertos de las líneas de frenos que conectan al módulo integrado (IBC) no cumplían con el torque definido por el estándar (de 13 a 18 NM) el cual era necesario para el sello de estos. Así pues, los demás componentes no estaban fuera de especificación.

Tras detectar los torques fuera de especificación, se procedió a verificar en el sistema de torques, cuál era el historial. Consecuentemente, se descubrió que los torques que no entraban en estándar coincidían con los Vines de los vehículos que presentaron la falla de fuga menor. Al revisar la herramienta, se llevó al laboratorio para certificarla lo cual arrojó que la herramienta tenía defectos de calidad y después de uso intensivo, provocaba la falla e incongruencia de torques.

Después de ese descubrimiento se hizo la solicitud de certificación y reinstalación de herramienta para el módulo IBC con las líneas de freno rígidas. Resolviendo posteriormente el problema de fuga menor.

Esto fueron los representantes de los retos y problemas que se presentaron en la segunda etapa de pilotajes, sin contar temas de trazabilidad en pedaleras, de posicionamiento de switch del pedal de acelerador, reflashes de niveles de software del módulo IBC. Terminado el segundo periodo de pilotajes, se concluyó que se finalizó esta etapa de pilotajes con éxito, dando paso a la tercera, “Prueba de vehículos vendibles prelanzamiento”.

Prueba de vehículos vendibles prelanzamiento

En esta etapa, ya tenía como responsabilidades todos los componentes referentes a la división de “Brakes Actuation” como fue el módulo de control integrado (IBC), los cilindros maestros, el reservorio de líquido de frenos, el ensamble de las pedaleras y las cubiertas de módulos ABS (Shield ABS), así como los componentes de la división de “Brakes Interface” como fueron los sensores de velocidad de llanta y las mangueras de freno flexibles.

Durante esta etapa, no se presentaron retos de ingeniería mayores más que terminar las implementaciones y validaciones de diseño en vehículo, así como dar seguimiento del estado de las partes en las pruebas de durabilidad en las diferentes estaciones de prueba como fueron Toluca, Ciudad de México, Michigan Texas, California entre otras más. Teniendo resultados positivos en el desempeño de los componentes bajo mi responsabilidad.

Implementación de nuevos niveles de software para el módulo de control integrado (IBC), Identificación y resolución de DTC durante implementación

Antecedentes

El módulo de control integrado (IBC) por sus siglas en inglés (Integrated brakes control Module, es una parte automotriz que integra el módulo de control ABS, el Cilindro Maestro, las válvulas de control de presión en línea de freno, el reservorio del líquido de frenos y el módulo de control electrónico ECU en un solo producto el cual tiene como objetivo general las siguientes tareas específicas:

- Controlar la presión que le llegara al sistema de frenado para evitar condiciones de deslizamiento de llantas.
- Diagnosticar el sistema de frenado a partir de las entradas de los sensores de velocidad de llantas, presión en líneas de freno, temperatura de líquido de frenos.

La importancia de tener un sistema de frenos antibloqueo radica en la seguridad extra que brinda el sistema para con los clientes a partir de diagnosticar de manera eficiente la tracción en cada llanta y evitar el derrapen las mismas en caminos con tracción irregular.

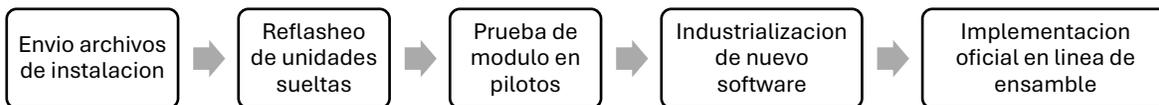
Hablando más sobre el software del módulo de control integrado IBC, debido a que este módulo de control es perteneciente a la primera generación de la RAM Promaster eléctrica, el producto se debía de diseñar como primera generación, lo que provoca que los tiempos de desarrollo sean más extensos de lo normal. Acorde al proceso de liberación de la parte, las verificaciones de diseño y las verificaciones de producto en el vehículo son requeridas para llegar a tener un proceso de aprobación de partes de producción (Full PPAP) y hacer un lanzamiento completo de la parte, el problema se presenta al tener que validar varios sistemas, (hidráulico, mecánico, eléctrico, software), en general el validar un producto mecatrónico requiere mucho tiempo. Para cumplir con los tiempos estipulados del programa, se hizo una liberación a partir de niveles de software asegurando que los primeros niveles de liberación cumplieran con las funciones necesarias, de seguridad y de regulaciones del módulo IBC. Así pues, los demás niveles fueran para adaptar las correcciones y ajustes a nivel de software que se presentaran durante la etapa de prototipos.

Implementación del nivel de software, SW 6

Para simplificación de este reporte, llamaremos a los niveles de software “SW N”, siendo “N” el nivel en el que el software era liberado. Se empezó la implementación a partir del software (SW 5) el cual fue liberado en el mes de agosto durante las etapas primera y segunda de pilotaje, el cual ya contaba con el software funcional necesario para habilitar todas las opciones con las que contaba el módulo integrado. Este software constituía una etapa intermedia en el plan de implementación de los niveles para el módulo de control integrado por lo que se me asignó la tarea de la liberación del software SW 6. El cual, en resumidas cuentas, buscaba incluir la siguiente característica:

- Configurar el tiempo de reinicio del freno trasero de emergencia al tiempo especificado por los estándares de Norteamérica de 3 segundos en estado “Hold”

El proceso de implementación de un nuevo nivel de software lleva por consiguiente las siguientes etapas para evitar errores en los pilotos construidos o inconvenientes que comprometan la línea de ensamble:



Para cada etapa, se realizaron las siguientes actividades:

Envío de archivos de instalación: En esta etapa, se trabajó con el proveedor responsable del diseño del software a partir de los ajustes solicitados para el reinicio del freno de emergencia de reversa (REB) a los 3 segundos solicitados. Dicho software al momento de ser terminado se envió al equipo de planta y a un proveedor externo que nos ayudaría a hacer el reflasheo o actualización de software de las unidades a partir de la comunicación CAN y ajustar los módulos existentes que contenían el software anterior (SW 5) al nuevo (SW 6).

Reflasheo de unidades sueltas: Como parte del equipo que lidera la implementación, se coordinaron las actividades para el correcto flujo de materiales con el equipo de almacenaje de la planta, así como el lugar y tiempo de reflasheo necesario para el equipo que haría la tarea de actualizar el software. El rango aproximado de actualizaciones era de 60 unidades al día, lo cual nos daba suficiente tiempo para cubrir las producciones semanales.

Prueba de modulo en pilotos: En esta etapa los módulos reflasheados por el equipo se programaron para entrar en vehículos pilotos con Vines específicos, los cuales serian seguidos de manera cercana por los equipos de ingeniería y de residentes de planta de forma que se verifico el correcto funcionamiento a nivel de comunicación, ausencia de DTC, ensamble, y pruebas de línea final (EOL). La forma de pasar a la siguiente etapa era corroborando que las pruebas en los vehículos determinados fueran correctas y hubiera ausencia de fallas en los vehículos probados.

Industrialización de nuevo software: Tras certificar que el nuevo nivel de software funcionaba correctamente en los vehículos pilotos, se dio la autorización al proveedor de que se industrializara el SW 6, para evitar los trabajos de reflasheos en planta y al mismo tiempo, se empiezo a hacer la coordinación documental para la implementación oficial de este nuevo software.

Implementación oficial en la línea de ensamble: Aquí se hizo el proceso de documentación oficial el cual sigue las etapas estandarizadas del APQP, se siguió en sus etapas de implementación, trabajando con los equipos de materiales, proveedores, calidad y demás. Así pues, el SW 6 fue implementado para los vehículos de manera exitosa.

Cabe destacar que la implementación del SW 6 no vino sin obstáculos o problemas de ingeniería. Durante la etapa de prueba de módulos en pilotos, los módulos reflasheados presentaron varios DTC (Diagnostic Trouble Code) los cuales deben de eliminarse y encontrar una solución permanente para que la implementación sea limpia.

Algunos de los DTC que presentaron un reto en cuanto a diagnóstico y solución fueron:

- DTC – Condiciones incorrectas para inicio de prueba de certificación de pedal.
- DTC – Señal del sensor ABS con ruido excesivo.

A continuación, se da un resumen de las acciones tomadas y el proceso de resolución del DTC “Condiciones incorrectas para inicio de prueba de certificación de pedal” dado que el DTC “Señal del sensor ABS con ruido excesivo” se detalla en capítulos anteriores.

Resolución de DTC: Condiciones incorrectas para inicio de prueba de certificación de pedal

Este DTC se presentó aleatoriamente en vehículos pilotos durante la segunda etapa. La descripción del DTC indicaba que la maquina que se encarga de certificar el recorrido de pedal, no estaba recibiendo las condiciones para certificar la prueba, por lo que esta era cancelada al de alcanzar el vehículo la etapa de certificación en la línea de ensamble. Algunas razones específicas para que este DTC aparezca se listan a continuación, aun así, estas podían ser extendidas a mas dado que las condiciones son dependientes de una variedad de factores:

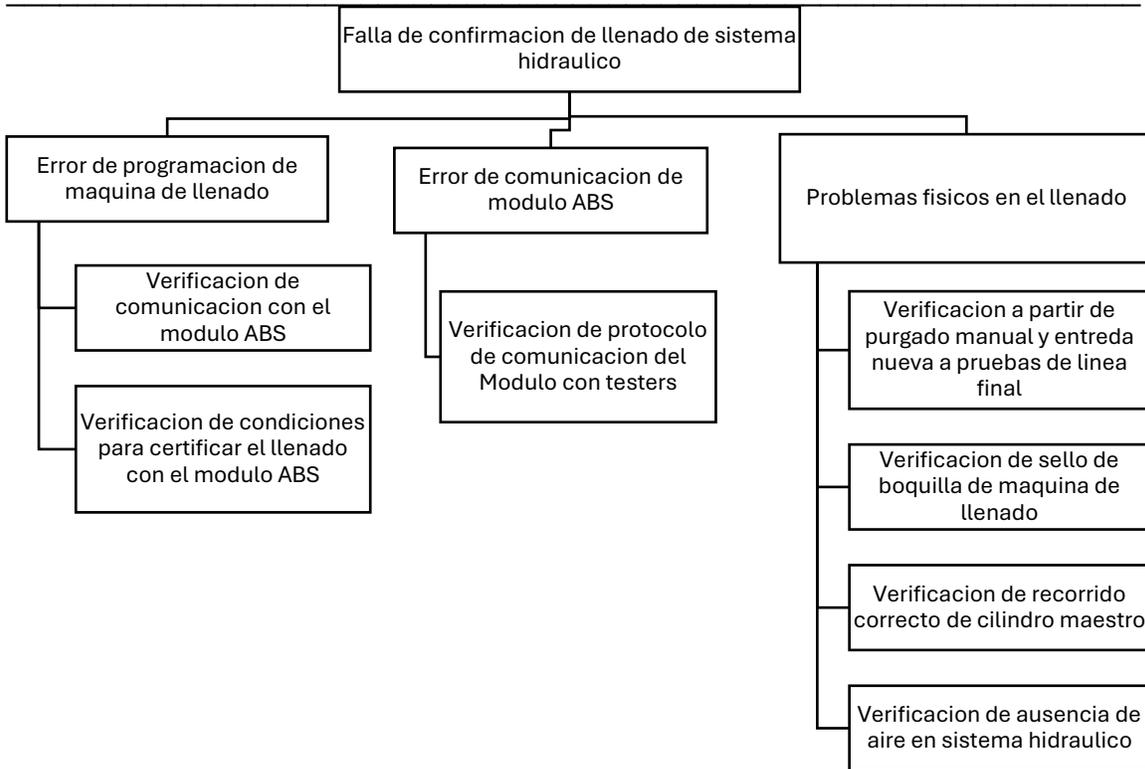
- Liquido de frenos no llenado o presencia de gas en el sistema hidráulico.
- Recorrido fuera de estándar del cilindro maestro.
- Falla de comunicación de la maquina de llenado y ausencia de certificación de llenado.
- Nivel de software incorrecto.
- Conexión interrumpida de la máquina de certificación con el Módulo ABS.

Para poder hacer la determinación de la causa raíz que activa este DTC, se trabajo con el proveedor para hacer un acercamiento preliminar. A diferencia de otros procesos descritos en este reporte, los registros guardados por el modulo ABS que se muestran en la interfaz del analizador, nos permite ver los DTC, y la línea de código con el historial donde se presento cualquier error por primera vez. Dado que el software es diseñado por proveedor, se requirió de su ayuda para la lectura de los códigos de error y la interpretación de esta ante el equipo de ingeniería.

Posteriormente al análisis de los registros de los vehículos que presentaban este código de error, se detectó que el primer error señalado por los registros se presentaba en la línea de código referente a la solicitud de confirmación de llenado del sistema de frenos, el módulo ABS no confirmaba que se hubiera hecho un llenado correcto del sistema hidráulico.

Este descubrimiento fue desconcertante dado que la maquina encargada de llenar el sistema hidráulico estaba corroborando que el llenado había sido exitoso por lo cual se dejó pasar al vehículo a las pruebas de línea final. Por lo que los hechos se contradecían y la aleatoriedad de estos sucesos sugería que la causa raíz de este problema no era algo intuitivo o de manual.

Para poder definir cuales eran las posible causas raíz, se hizo este árbol de solución:



Posterior al desarrollo de este criterio, procedimos a coordinar las acciones con el equipo de procesos de planta para las maquinas de llenado y de certificación de pedales, personal de ingeniería de planta para los problemas físicos de llenado y con ingeniería del módulo integrado IBC en el cual desempeñe el rol como responsable del componente.

Después de las actividades realizadas por los grupos respectivos, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Problemas físicos en el llenado:

Se hicieron purgados manuales para certificar un correcto llenado del sistema hidráulico, lo cual arrojó que el error persistía. Se concluyó que el error no radicaba en el llenado físico, si no en la comunicación y código ya sea del módulo o de las maquinas de llenado o certificación de pedales.

- Error de comunicación del módulo ABS:

Tras verificar la comunicación CAN con el equipo de active chasis y no detectar errores o DTC relacionados con una falla durante las pruebas de llenado, se descartó error de comunicación del módulo ABS. Sin embargo, en una línea de código se detectó que la máquina de llenado había marcado la ausencia de la confirmación de llenado.

- Error de programación en la máquina de llenado:

Se verifico el código y versión de software de la máquina de llenado, así como los parámetros requeridos para certificar un correcto llenado. Sin embargo, se marcaba una ausencia de respuesta del modulo ABS para la confirmación de llenado a lo cual la maquina no enviaba el bit a la línea de código donde se debe de guardar la confirmación del llenado.

Tras revisar estos hechos, se llego a las dos observaciones principales:

- El modulo ABS no estaba recibiendo en la línea de confirmación, la confirmación de llenado.
- La maquina de llenado no estaba recibiendo la confirmación del modulo ABS de llenado por lo que no guardaba en el módulo la confirmación.

Para poder definir que era lo que estaba pasando, se junto a los equipos de ingeniería del módulo, proveedor por parte del software, active chasis y procesos de planta. Los hechos nos estaban diciendo que, a pesar de que el llenado físico del sistema hidráulico estuviera bien, la maquina no estaba recibiendo la confirmación del modulo IBC, por lo que esta no regresaba la retroalimentación para cumplir con la condición necesaria para empezar las pruebas de pedales.

Como responsable del modulo IBC, coordine junto con los representantes de los demás sistemas el chequeo de la causa raíz y decidimos checar los parámetros necesarios para obtener las confirmaciones que no estaba siendo recibidas. Por parte del módulo, observe que en los módulos que pasaban la prueba, el tiempo de espera para dar la confirmación era de menos de 1 segundo. Mientras que los que no pasaban, tenían un tiempo de respuesta variado entre 2 y 4 segundos. Comunicándome posteriormente con los equipos de la maquina de llenado, comparamos los tiempos de respuesta viendo que el tiempo de espera de la maquina de llenado era de dos segundos, y en caso de no cumplir, se hacia la excepción de enviar el código de confirmación. Así pues, se llegó a las siguientes conclusiones

- Los módulos que fallan tardan más de dos segundos en dar la confirmación de llenado.
- La maquina solo espera 2 segundos a la confirmación, de lo contrario no regresa la retroalimentación y no se cumplen las condiciones.
- Esta discrepancia de tiempos está provocando el error.

Para certificar que este era el problema, se analizaron los registros CAN Log de los vehículos que fallaban los cuales resultaron cumplir la condición de falla.

En cuanto a la implementación de la solución, determinamos configurar el código de la maquina de llenado para poder darle un mayor tiempo de espera a los módulos, los cuales al ser reflasheados por la implementación del software SW 6, los cuales todavía no estaban siendo industrializados, solían presentar este retraso. Así pues, se extendió el tiempo de espera a 10 segundos acorde a los datos recopilados y dando un factor de seguridad de 2 tomando como referencia el tiempo máximo obtenido de los módulos (5 [s]). Lo cual resulto ser una solución efectiva del problema agilizando el proceso.

Dicha resolución de DTC se llevo a cabo durante todo el proceso, a veces con casos únicos, por vehículo, los cuales se atendieron acorde al criterio de ingeniería. Siendo el previamente mencionado el mas complicado.

Cuando se determinó el tiempo de industrialización del SW 6 y de implementación en planta, todos los DTC habían sido resueltos por lo que se completó la implementación del SW 6.

Capítulo 4 Conclusiones Reflexiones finales

En el periodo comprendido por este reporte, corrobore la calidad de los estudios brindados por la facultad de ingeniería de la UNAM, conocimientos técnicos, socio humanísticos, gestión de recursos, comunicación, liderazgo entre otras habilidades. El trabajar en Stellantis me ha dejado una mejora y especialización de las habilidades aprendidas en la facultad, permitió que el conocimiento aprendido tanto en clases como en asociaciones estudiantiles se fortaleciera con experiencia aplicada en el mundo laboral. El diseño de componentes mecánicos, eléctricos y mecatrónicos para Stellantis ha complementado la formación que se me otorgo en la facultad, describiéndose las habilidades potenciadas de manera general en los siguientes rubros

- Mejora y profundización de la ingeniería mecatrónica aplicada a la industria automotriz. Experiencia en diseño (mecánico, y mecatrónico), retroalimentación, validación, implementación e innovación en el desarrollo de un producto real.
- Manejo, trabajo y coordinación de equipos multidisciplinarios y de ingeniería, habilidades de comunicación efectiva, liderazgo y negociación.
- Planeación, coordinación e implementación de soluciones de ingeniería de la industria automotriz

La facultad de ingeniería de la UNAM me brindo conocimientos avanzados y generales para la correcta y satisfactoria inclusión en el mundo laboral. Las habilidades de planeación, trabajo en equipo y los conocimientos técnicos fueron notorios al momento de entrar a la vida laboral, marcando una diferencia y ventaja en cuanto a la integración y correcta adaptación a las responsabilidades como ingeniero mecatrónico.

Cabe destacar que la enseñanza de la ingeniería en la facultad es excelente y a manera de sugerencia al plan de estudios, comparto la idea que, en caso de que un estudiante busque una inclusión en el área automotriz o en alguna industria especifica, se incentive el desarrollo de más materias que enseñen los procesos estandarizados en la industria (poniendo como ejemplo recurrente en este reporte, el APQP). También son importantes materias para la normatividad de la industria e incluso para el entendimiento de los mercados actuales, lo cual, en suma, no solo dejaría a un profesional del área automotriz bien preparado para la inclusión en la industria, sino que prepararía profesionistas altamente competentes y aventajados desde el primer momento en el que se incluyen en la industria u emprendimientos.

Me parece clave para una evolución futura, que la facultad de ingeniería enseñe procesos estandarizados y normativa en una medida adecuada y proporcional a los conocimientos técnicos, siendo estos una ventaja enorme que le dará a los

graduados. Asimismo, las asociaciones estudiantiles que apoya la facultad jugaron un papel vital en mi desarrollo como profesionista al momento de graduarme. El apoyo a las agrupaciones se me hace un pilar clave que la facultad de ingeniería esta fortaleciendo para la formación de ingenieros siendo mi única recomendación, fomentar y facilitar mucho más su inclusión con la comunidad.

Por último, en la cuestión socio humanística, recomendaría que las habilidades de comunicación efectiva, negociación, convencimiento, hablar en publico y estrategias de organización o productividad se enseñen con mayor peso o se dediquen más materias que desarrollen estas habilidades, esto radica en que en mi experiencia los conocimientos son fundamentales, pero pesan incluso más si son fortalecidos y más efectivos por las habilidades dichas previamente.

Sin más, este reporte plasma de manera breve la experiencia profesional recopilada en Stellantis como ingeniero de producto en el área de Frenos Actuation e Interface, así como las conclusiones y reflexiones finales que me deja la experiencia y la facultad de ingeniería cuya formación es excelente y jugo el papel más crucial en mi inclusión a la vida profesional, dejándome el mas alto nivel de satisfacción, esperando que las reflexiones citadas puedan ayudar a seguir ofreciendo una educación de calidad a los futuros ingenieros.

Referencias

Stellantis Mexico . (03 de 03 de 2024). *Ingeniero de Producto (Design & Release Engineer – DRE) para Brakes: Stellantis Mexico*. Obtenido de <https://careers.stellantis.com/job/20009929/ingeniero-de-producto-design-release-engineer-dre-para-brakes/>

Stellantis México. (Dicciembre de 2022). *Saltillo Van Assembly Plant*. Obtenido de [Stellantis north america Web site: https://media.stellantisnorthamerica.com/newsrelease.do?id=14996&mid=](https://media.stellantisnorthamerica.com/newsrelease.do?id=14996&mid=)