



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**REPORTE DE ACTIVIDADES PROFESIONALES EN EL
ÁREA DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ DE LA
EMPRESA FORD MOTOR COMPANY**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Julio Cesar Enríquez Caballero

Asesor de Informe

M.I. Antonio Zepeda Sánchez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022

Índice

Introducción.....	4
Información de la empresa (Ford Motor Company).....	4
Historia de Ford Motor Company	4
Desarrollo, crecimiento y presencia en México de Ford Motor Company	4
Misión.....	6
Visión	6
Organigrama de la empresa	6
Descripción del puesto de trabajo	6
Perfil del puesto	6
Antecedentes y experiencia relacionada al cargo de trabajo.....	7
Centro de Soporte Técnico y áreas relacionadas	8
Desarrollo profesional en Ford Motor Company.....	8
Capacitación técnica On-line.....	8
Sistemas de trabajo en el Centro de Asistencia Técnica TAC	9
Solicitudes de asistencia técnica PRCCA.....	9
Actividades adicionales del Centro de Asistencia Técnica	9
Capacitación constante	10
Solicitudes de Servicio de campo.....	11
Diagnóstico automotriz y herramientas de diagnóstico.....	11
Antecedentes	11
Incorporación de sistemas electrónicos de encendido y sistemas de inyección	11
Protocolo CAN Bus y protocolos de comunicación	15
Sistemas OBD y OBD-II.....	18
Puerta de enlace GWM y conector DLC	19
Códigos de Diagnóstico DTC	20
¿Qué es un escáner automotriz?	21
Parámetros del vehículo PID.....	23
Actividades y proyectos que desarrollo.....	25
Software y equipos de diagnóstico.....	25
Proceso de diagnóstico: Síntoma Sistema Causa Componente	28

Publicación del análisis de vibraciones en un vehículo de tracción 4WD con un diferencial electrónico trasero.	30
Homologación de partes y transmisiones	32
Líder de sistema	34
Base de datos para el control de tiempos de respuesta.	34
Conclusiones.....	36
Referencias	38
Anexos	40
Figura A.1 Organigrama FCSD Technical Support México.....	40
Figura A.2 Matriz de certificación técnica (Fundamentos básicos).....	41
Figura A.3 Matriz de certificación técnica (Especialidades)	43
Figura A.4 fallas conocidas en la red CAN	46
Figura A.5 Comunicación grafica de una red CAN, vehículo 2022.	48
Glosario.....	50

Introducción

El objetivo de mi reporte es mostrar las actividades que desarrollo como líder del equipo de transmisiones (Trans-Leader) dentro de la empresa Ford Motor Company, también describo algunos de mis proyectos que he realizado desde hace tres años dentro de la compañía.

Mi lugar de trabajo se encuentra en la planta de ensamble y estampado Cuautitlán CSAP por sus siglas en inglés (Cuautitlán Stamping and Assembly Plant) en el área de soporte técnico, donde actualmente me desarrollo como líder del sistema de transmisiones con el puesto Team Leader.

Información de la empresa (Ford Motor Company)

Historia de Ford Motor Company

Ford Motor Company es una empresa Internacional creada en los Estados Unidos en el año 1903 por Henry Ford y un grupo de empresarios. En un inicio Henry Ford inició como vicepresidente y jefe de ingeniería, solo contaba con el 25.5% de acciones de la empresa, donde tres años más tarde con la primera línea de autos vendidos (Modelo A) se convertiría en dueño y presidente de la empresa. (Company F. M., Ford - About us, 2022)

Al paso de algunos años, en 1908 debido a las ganancias y buenas ventas del Modelo A, Ford Motor Company lanza el Modelo T, el cual ha sido uno de los modelos más icónicos y representativos de la empresa, fue en este proyecto donde Henry Ford revolucionaría el mundo de la producción en masa con la cadena de montaje móvil en el año 1913 y donde comenzó la producción en serie de vehículos para el resto del mundo. La aportación más grande de las cadenas de montaje móvil fue que en la producción del modelo T se redujo el tiempo de ensamble del chasis de 12.5 a 1.4 horas, con lo que se redujeron costos y aumentaron en gran medida la producción del modelo T. La sede y matriz en un inicio de Ford Motor Company fue la ciudad de Detroit EU, donde con el paso del tiempo la empresa crecería en todo el territorio estadounidense y a nivel mundial. Actualmente la sede principal de la empresa radica en Dearborn, Michigan.

Desarrollo, crecimiento y presencia en México de Ford Motor Company

A principios del año 1906 en México comenzaban a verse en las calles principales del centro los primeros vehículos importados, con el paso del tiempo los vehículos de Ford comenzaron a tener un gran impacto y presencia en México, ya que no solo se utilizaban como vehículos privados si no también comenzaban a verse como vehículos de transporte público.

Para el año 1925 Ford hace presencia con las primeras oficinas en el centro de México y convirtiéndose en la primera empresa automotriz con presencia oficial en el país. En pocos meses Ford ya tenía en operación distribuidores oficiales para la venta de

vehículos, refacciones y servicios. Dentro de ese mismo año Ford inauguró la primera planta de montaje y acabados en la Ciudad de México en la colonia Balbuena, donde se producían al día 25 unidades del modelo T. La incorporación de las industrias automotrices y la gran presencia de autos que ya existía en esos años generó que el gobierno creara las primeras carreteras para vehículos que tenían dirección México-Pachuca y México-Puebla. En el año 1930 la planta de Balbuena producía 100 autos por día y la demanda seguía en aumento, por lo que Ford Motor Company adquirió la Ex Hacienda de Aragón donde para el año de 1932 abriría sus puertas a las instalaciones de la planta "La Villa" Ciudad de México, aquí se produjeron modelos T, Cougar y Mustang. Con el paso de las décadas, Ford abriría más plantas de producción en otros estados, como Chihuahua, Sonora, Guanajuato y Estado de México.

Los principales centros de ingeniería, producción y servicio en México de la actualidad son los siguientes:

<p>Planta CSAP Cuautitlán, Edo Mex.</p>	<p>En 1994 se inauguró la planta de Cuautitlán, sede de: fundición, ensamble de motores, centro de ingeniería de producto, laboratorios de control de calidad, pista de pruebas entre otras áreas. Actualmente y desde el año 2021 se inició la producción del modelo Mach-E, el cual es uno de los vehículos completamente eléctrico de Ford producido en México, actualmente la planta se encuentra en periodo de expansión y su producción es solo para el mercado europeo y norteamericano.</p>
<p>Planta de Hermosillo, Son</p>	<p>Planta de estampado y ensamble, se inauguró en el año de 1986, donde a partir del año 2020 se inició la producción del modelo Bronco-Sport y a partir del 2021 se produce el modelo de la Pick-Up modelo Maverick</p>
<p>Plantas de Chihuahua, Chihuahua.</p>	<p>Las plantas de Chihuahua iniciaron sus operaciones a partir de 1983, con la producción de motores que hasta la fecha continúan produciendo. Las plantas trabajan de manera conjunta para producir los motores: Duratec I-4, Power Stroke, Diesel 6.7 Lt V8, Diesel 4.4 Lt y motores de 3 cilindros 1.5 Lt.</p>
<p>Planta de Irapuato, Guanajuato</p>	<p>La planta inicio producción en el 2017, donde actualmente produce transmisiones de la serie 6F y 8F</p>
<p>Santa Fe, CDMX</p>	<p>Esta cede concentra el centro de diseño más grande de Ford en México, actualmente se encuentra en una etapa de transición y colocación en una nueva sede, esta será el centro GTBC (Global Technology and Business Center) ubicado en Naucalpan de Juárez, Edo Mex.</p>

Misión

Convertirnos en la empresa líder de productos y soluciones de automoción. (Company F. , s.f.).

Visión

Nuestro compromiso es ser la compañía más confiable en términos de movilidad y diseño de vehículos inteligentes que ayuden a las personas a transportarse de manera libre y segura. (Company F. M., Ford - Acerca de, 2022)

Organigrama de la empresa

El área donde me desarrollo es FCSD (Ford Customer Service Division), específicamente en el área de Technical Support.

Dentro del área de soporte técnico existen diversas áreas como:

- Technical Assistance Center (TAC)
- Service Engineering (SE)
- Dealer Training Center
- Parts Return Center (CRP)

Para mayor detalle el organigrama de la empresa se muestra en el Anexo Figura A.1, en donde resalto la posición de mi puesto laboral y el nombre de mi cargo como Líder del sistema de transmisiones (Transmission Leader).

Descripción del puesto de trabajo

Perfil del puesto

En Ford buscamos para el puesto de Agente aspirantes que tengan conocimientos básicos en el área automotriz y hayan estudiado algunas de las siguientes carreras preferentemente:

- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería Automotriz
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Eléctrica electrónica
- Alguna otra ingeniería relacionada a los sistemas automotrices, e incluso técnicos certificados.

Es importante que los aspirantes tengan en su mayoría varias de las siguientes aptitudes:

- Conocimiento de sistemas automotrices.
- Análisis de circuitos eléctricos.
- Habilidad en análisis de ensamblajes y modelos 3D.
- Análisis y lectura de dibujos de ingeniería.

- Conocimientos de instrumentación y análisis de señales con osciloscopio.
- Conocimientos de lógica de programación y diagramas de flujo.
- Mejora continua de procesos.
- Inglés Intermedio-Avanzado, para atender llamadas y/o reportes.
- Manejo de aplicaciones del software Office.

Para el puesto de líder de sistema se busca que como base tenga perfectamente dominadas las aptitudes que se piden para Agente, adicional deben cumplir con lo siguiente:

- Compromiso.
- Liderazgo, trabajo en equipo y manejo de personal.
- Tener siempre el objetivo de convertir a su equipo de trabajo en un grupo eficaz y eficiente.
- Criterio para la evaluación de presupuestos.
- Tener una visión clara de las necesidades del cliente.

Como líder de sistema tienes la responsabilidad de tener personal a tu cargo, en mi caso trabajo con cuatro ingenieros donde además de atender las principales funciones del puesto me encargo de distribuir actividades, proyectos, capacitación y desarrollo de cada uno de ellos. Otra de las principales actividades como líder de sistema es atender y dar seguimientos a casos críticos, estos pueden ser desde tener un tiempo muy largo de diagnóstico, vehículo inmovilizado, demanda, vehículo nuevo, entre otros tipos que requieran una mayor atención.

Antecedentes y experiencia relacionada al cargo de trabajo

Como antecedentes y experiencia profesional, es muy importante que el ingeniero tenga habilidades sobresalientes y que domine los temas de diagnóstico y sistemas automotrices, esto es debido a que desde el primer día de trabajo estará en constante comunicación con técnicos certificados en todo el país y Centro América PRCCA, por lo que una de las habilidades u antecedentes debe ser el idioma inglés.

También buscamos ingenieros que además de tener una formación sólida en alguna de las ramas de ingeniería antes mencionadas, haya tenido experiencia con diagnóstico, diseño, servicios, calidad u cualquier otra área relacionada al área automotriz, ya que una de las grandes actividades en el puesto como Agente es reproducir el síntoma en los vehículos de nuestro garaje con los que contamos para pruebas. Existen varios tipos de pruebas bajo las cuales los vehículos son sometidos, por ejemplo en la parte de lanzamiento y producción se realizan pruebas de calidad controladas que sin ellas un vehículo no podría ser vendido, pero después de que el vehículo es vendido no exige que el vehículo no pueda generar síntomas desconocidos, es aquí cuando alguna línea de vehículo comienza a tener algún patrón de síntomas nosotros somos el área específica para poder identificar el origen del síntoma, detectar

la falla, error en el diseño, ensamble y daños que se generan; esto es con la finalidad de notificar a las plantas de calidad para corregir el problema.

Centro de Soporte Técnico y áreas relacionadas

El centro de soporte técnico es el área que recibe solicitudes para diagnóstico de vehículos Ford y Lincoln de todo México y PRCCA, todos los días atendemos solicitudes de: distribuidores, áreas de calidad de todas las plantas de producción, almacenes de refacciones y otras áreas de posventa como lo es el Centro de Relaciones con el Cliente (CRC) o por sus siglas en inglés Customer Relationship Center.

Además de lo anterior el centro de soporte técnico tiene el área de entrenamiento para desarrollar al personal interno y certificar el personal técnico de todos los distribuidores de México y PRCCA, también cuenta con el área de ingenieros de servicio quienes al agotar recursos e información por parte del centro de asistencia técnica (TAC) asisten al lugar de forma presencial y continúan con el diagnóstico del síntoma, finalmente maneja el Centro de Retorno de Partes (CRP) el cual es un almacén donde se solicitan partes para análisis y retorno a planta de ensamble.

Desarrollo profesional en Ford Motor Company

Capacitación técnica On-line

Para Ford Motor Company es muy importante el desarrollo de su personal y por eso el Centro de Asistencia técnica está en constante entrenamiento teniendo sinergia con el área de entrenamiento para mantener a su equipo de ingenieros con certificaciones vigentes y nuevas actualizaciones.

Una de las primeras actividades de los Agentes de nuevo ingreso al Centro de Asistencia Técnica es acreditar los cursos básicos de la matriz de entrenamiento vigente (Figura A.2)

Fundamentos Básicos

- Mantenimientos del automóvil
- Fundamentos del automóvil
- Sistemas electrónicos
- Entrenamiento de nuevos modelos
- Inspección previa entrega Ford

Una vez que el Agente acredite todos los cursos y dependiendo de su desempeño se asignará a un sistema en específico para desarrollarse a lo largo de 6 meses, en estos deberá tomar los cursos de especialización (Figura A.3) y reportar a su líder de sistema su avance, los siguientes grupos forman parte de la capacitación especializada y en su mayoría son cursos presenciales.

Cursos de Especialización

- Chasis
 - o Dirección y Suspensión
 - o Control de Clima
 - o Sistema de Frenos
- Motor a Gasolina y Diesel
 - o Desempeño de Motor a Gasolina
 - o Reparación de Motor a Gasolina
 - o Desempeño de Motor a Diésel
 - o Reparación de Motor a Diésel
- Transmisión
 - o Transmisión Manual
 - o Transmisión Automática
- Vehículos Híbridos y Eléctricos

Sistemas de trabajo en el Centro de Asistencia Técnica TAC

El centro de asistencia técnica trabaja bajo la administración de un supervisor y distribuye el trabajo en tres áreas con su respectivo líder de sistema.

El primer sistema es de Motor, aquí se reciben solicitudes de diagnóstico de todos los tipos y modelos de motores de combustión de gasolina y diésel, en ocasiones esporádicas se diagnostican motores con conversión a gas.

La segunda área es llamada Sistema Eléctrico, Body y Chassis, aquí se reciben solicitudes relacionadas a alguna programación de módulos, sistemas de entretenimiento, sistemas de carga, suministro de energía, carrocería, pintura, frenos, dirección, entre otros.

La tercera sección es llamada Sistema de transmisiones, aquí trabajamos y atendemos solicitudes de diagnóstico referentes a transmisiones manuales, automáticas, E-CVT (Motor y generador eléctrico), transmisiones MHT (Motor eléctrico), transmisiones de vehículos eléctricos, ejes de transmisión, flechas homocinéticas, diferenciales mecánicos y electrónicos.

Solicitudes de asistencia técnica PRCCA

En el centro de asistencia técnica, además de brindar soporte para México también atiende solicitudes de diagnóstico de las regiones de Puerto Rico, Caribe y Centro América; para esta región además contribuimos en el sometimiento de aprobación previa entrega de vehículos y análisis de garantías.

Actividades adicionales del Centro de Asistencia Técnica

Una de las actividades adicionales y de gran importancia en el centro de asistencia TAC es la evaluación de presupuestos de reparación, ya que después de haber realizado un diagnóstico se debe realizar un presupuesto de lo que se tiene que reemplazar, este punto es muy importante, ya que en muchas ocasiones nos ayuda a

determinar si el daño amerita el remplazo de un ensamble completo en lugar de hacer una reparación, o bien revisar disponibilidad de partes que pudieran generar una espera de tiempo prolongada por no tener disponibilidad.

El TAC es un centro que tiene muchas conexiones de trabajo con otras áreas, por ejemplo el área de refacciones siempre está en contacto con nosotros para cualquier ayuda técnica sobre alguna compatibilidad de modulo, homologación de motores y transmisiones o cualquier otra parte, pero una de las principales actividades de trabajo con el área de refacciones es proporcionar información a tiempo sobre alguna falla que en un futuro generara múltiples pedidos de algún sistema en particular, por lo que mantener comunicación constante con ellos ayuda a que se mantenga un inventario de partes específicas.

Otra actividad que en particular tenemos los lideres de sistema y el supervisor es visitar a distribuidores, centros de calidad o patios de estancia de vehículos; donde se requiera hacer una inspección o análisis de emergencia, esto solo se realiza si alguna área en específico solicita apoyo de emergencia para algún grupo de vehículos.

Una de las áreas de trabajo de Ford es el área de CRC, quienes constantemente mantienen comunicación con el TAC para poder agilizar alguna solicitud de diagnóstico referente a algún cliente potencial, flotillero o algunos casos que se encuentren en demanda de PROFECO.

También el TAC brinda soporte al área de Calidad en cuanto daños de planta y daños de transportación con el área de VTC, en cuanto a daños de transportación o daños de fabrica es importante tener comunicación con estas dos áreas para poder explicar la causa o causas probables que generan ciertos daños, en algunos casos es importante acudir a los centros o patios de estancia de las unidades para atender anticipadamente el síntoma antes de que este afecte a los distribuidores del país. En estos casos el TAC y el área de calidad trabajan de manera conjunta para enviar la solución preventiva o los detalles de algún problema emergente.

Finalmente, otra de las áreas importantes con la que trabajamos es el área del CRP, aquí es donde pedimos que sean enviados algunos ensambles, módulos o alguna parte en especifica que se necesite analizar o realizar pruebas.

Capacitación constante

Uno de los principales objetivos del TAC es desarrollar a su equipo de ingenieros en todas las áreas de diagnóstico, es por lo que en forma de objetivos se planea el entrenamiento de cada integrante del TAC.

Mensualmente el área de entrenamiento de Soporte Técnico libera una lista con los cursos presenciales y WEB, con lo que cada ingeniero podrá tomar los cursos de

entrenamiento por internet cuando tenga disposición de realizarlos, mientras que los cursos presenciales son designados por el supervisor.

Por otro lado, tomando en cuenta el futuro de la industria automotriz hacia la electrificación, estoy tomando la certificación en High Voltage en diagnóstico de vehículos eléctricos.

Solicitudes de Servicio de campo

Una de mis actividades como líder es dar seguimiento a las solicitudes de servicio de campo, mantengo comunicación constante con los ingenieros de campo para saber los avances de cada uno de los reportes y mantener a mi equipo actualizado en cuanto al origen del problema o síntoma.

Diagnóstico automotriz y herramientas de diagnóstico

Antecedentes

La primera guerra mundial y el avance de los motores fueron los precursores del desarrollo y definición de lo que hoy conocemos como diagnóstico automotriz. Durante la primera guerra existían tres tipos de motores que podían generar movimiento, estos eran: el motor de vapor, el motor de corriente alterna y el motor de combustión interna; los motores de combustión interna marcaron una gran diferencia ya que tenían una mayor eficiencia comparados con los otros dos y las reparaciones eran menos complejas.

Incorporación de sistemas electrónicos de encendido y sistemas de inyección
Inicialmente los motores de combustión interna trabajaban con un sistema de inyección TRONIC, pero eran muy ineficientes ya que trabajaban con un sistema de un solo pistón y una bujía.

El diagnóstico automotriz nace prácticamente con la invención del automóvil, ya que una vez que los vehículos tenían una falla o requerían ser reparados, se tenían que diagnosticar, solo que en un principio el diagnosticar un vehículo se hacía escuchando, viendo y sintiendo; tras esto lo que se solía hacer eran reparaciones básicas como limpieza, aprietes, alineaciones con escuadras y remplazos de algunas partes.

Uno de los avances más importantes en el diagnóstico automotriz fue cuando se comenzó a pensar en el tiempo exacto de ignición, como sincronizar un motor de cuatro tiempos o bien como saber en qué estado los pistones se encontraban para que el ciclo de combustión interna Otto, se realizara correctamente, ya que esto traía múltiples problemas a la hora de armar un motor ya que no se tenía en ese tiempo el conocimiento del ciclo de combustión, prácticamente las reparaciones eran a prueba y error.

En 1911 BOSCH presentó el sistema de encendido electrónico (*Figura 1*) específicamente para automóviles, con la finalidad de tener un encendido más rápido

y no tener gasto excesivo de combustible. Los principales componentes de este sistema son la batería, la bobina, el distribuidor de platinos, cables y bujías.

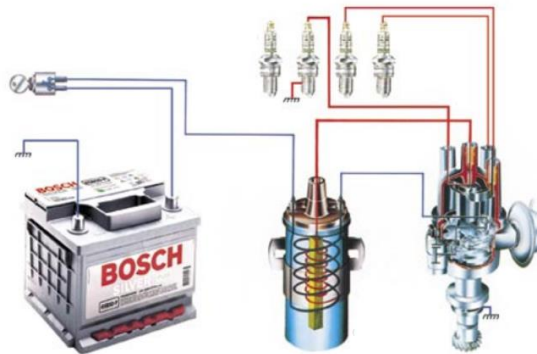


Figura 1 Sistema de encendido de carburador y platinos.¹

Para 1970 después de casi 60 años, BOSCH presentaría el primer sistema de encendido electrónico, que consistía en tener un circuito inductivo dentro del distribuidor llamado TSZ-I y con el tiempo saldrían mejoras, estas fueron implementadas en colaboración con Mercedes y fueron por muchos años los sistemas de encendido más eficientes que incluso empresas competidoras como Ford y Chrysler decidieron comprar la patente de uso de lo que sería el carburador electrónico.

La incorporación de la electrónica en los sistemas de encendido como TSZ-I, TSZ-H y más tarde EZ, fueron los sistemas que dieron el comienzo para que el diagnóstico automotriz comenzara a tener un mayor impacto y se convirtiera en una disciplina importante dentro de la industria automotriz, configuración de este sistema en la *Figura 2*.

Clasificación de los sistemas de encendido:

→1ra Generación: sistemas convencionales (con platinos y distribuidor) *Figura 1*

→2da Generación: Sistemas electrónicos (sin platinos y distribuidor)

- Encendido electrónico con sensor de efecto Hall. *Figura 3*
- Encendido electrónico con bobina captadora (inductivo). *Figura 4*
- Encendido electrónico con sensor óptico

→3ra Generación: Sistemas integrales estáticos (sin distribuidor)

- Encendido directo computarizado DIS. *Figura 5*
- Encendido directo computarizado bobina bujía, también conocido como DIS independiente.

¹ (Bosch, 2022)

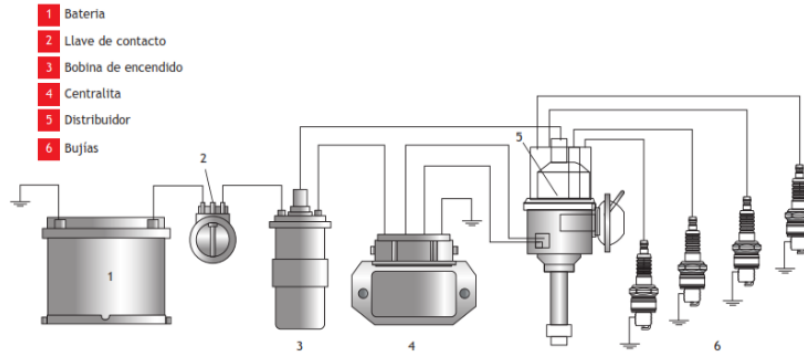


Figura 2 Sistemas de encendido TSZ- I y TZ-H.²

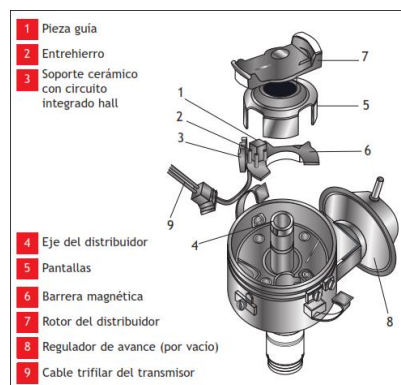


Figura 3 Distribuidor con sensor de efecto Hall.³



Figura 4 Distribuidor con sistema sensor inductivo.⁴

² (Federico, 2022)

³ (Federico, 2022)

⁴ (Federico, 2022)

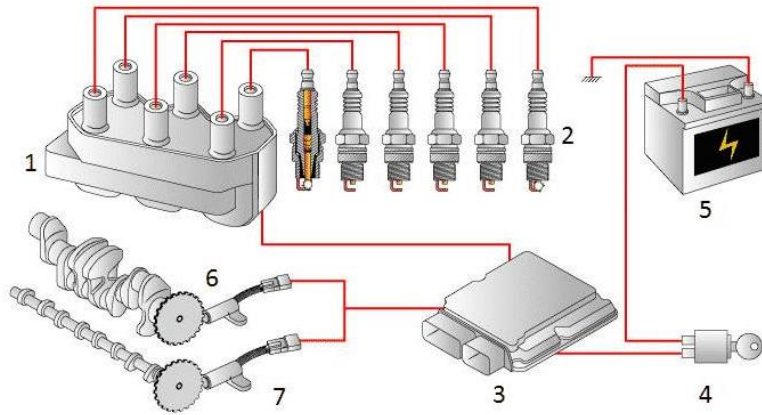


Figura 5 Sistema de encendido DIS.⁵

Tras la gran implementación del carburador electrónico y sus resultados, el desarrollo de los sistemas de inyección no se detendría y más tarde se presentaría el sistema de inyección de combustible electrónico llamado MONO TRONIC o MONO PUNTO, que junto con los nuevos sistemas de encendido generaron gran eficiencia en el consumo de combustible y generación de potencia. Con el paso del tiempo también se desarrollaría el sistema MULTI PUNTO, como se muestra en la Figura 6.

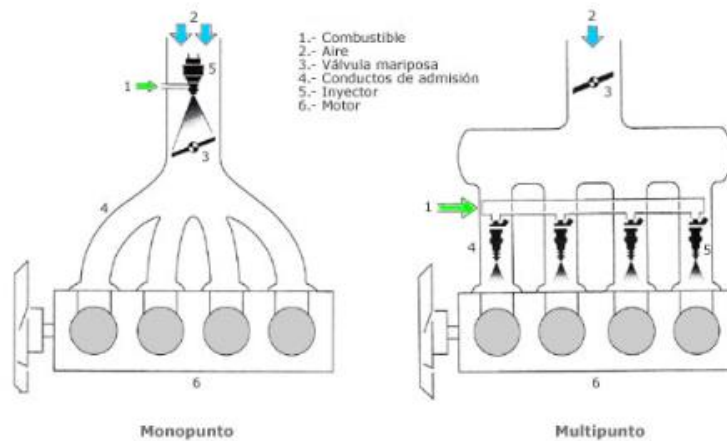


Figura 6 Sistemas de inyección Monopunto y Multipunto.⁶

La incorporación y desarrollo de los sistemas electrónicos llevaron consigo el desarrollo de sensores que iniciarían los primeros sistemas de control y por consiguiente con la implementación de las primeras computadoras (ECU) comenzaría la era del diagnóstico electrónico.

⁵ (MundoMotor, 2022)

⁶ (FierrosClasicos, 2022)

Protocolo CAN Bus y protocolos de comunicación

Con el avance en la electrónica y la integración de otros componentes electrónicos en los automóviles, en 1982 BOSCH crea el protocolo de comunicación CAN (Controller Area Network). La comunicación entre los primeros módulos electrónicos ya existía, pero se comunicaban bajo el sistema de conexiones punto a punto y lo que trajo el desarrollo del protocolo CAN fue poder tener una comunicación segura, menor cantidad de cables de comunicación, sin interferencias y con una gran flexibilidad para poder adaptar más módulos de control.

El protocolo CAN trabaja bajo el sistema de comunicación convencional, el cual se compone de un transmisor, un receptor, un medio de comunicación y un lenguaje común. En la estructura del protocolo CAN todos los módulos son transmisores y receptores, el medio de comunicación es un par trenzado de cables y el lenguaje bajo el que se comunican es un lenguaje binario. Otra parte importante de la red de comunicación CAN son las resistencias de los elementos finales, la cual se establece en una resistencia de 120Ω en cada extremo, mientras que la resistencia en cada módulo es del orden de los $K\Omega$ para protección de las señales, ya que si algún módulo llega a tener un problema la resistencia equivalente no afectaría ya que la red CAN trabaja bajo una configuración de resistencias en paralelo, esto es una de las razones del porque las señales en la comunicación CAN son seguras. En la siguiente *Figura 7* se observa una configuración básica de conexión de módulos en la red CAN.

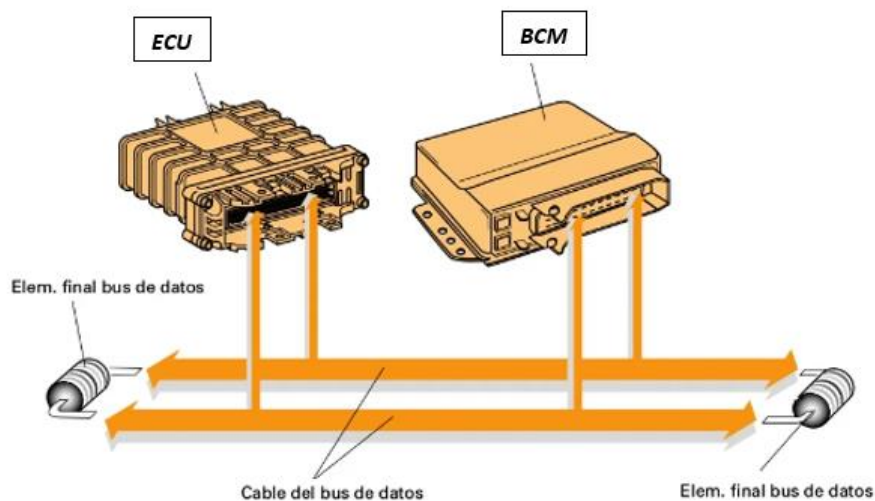


Figura 7 conexión de módulos en una red CAN.⁷

En la actualidad existen muchos protocolos de comunicación como: SPI, TCP, IP, I2C, Ethernet, USB y muchos más; la diferencia entre cada uno de ellos consiste en su aplicación, la velocidad de trabajo, la distancia de comunicación, el número de

⁷ (Barbadillo, 2022)

dispositivos conectado, el costo y otros aspectos. Sabiendo lo anterior se han desarrollado diferentes protocolos específicamente para la industria automotriz, donde se busca principalmente la seguridad, los más utilizados son: CAN, VAN (Vehicle Area Network), LIN (Local Interconnect Network), MOST (Media Oriented Systems Transport), FlexRay y Ethernet; Los dos últimos son últimamente implementados en algunas tareas específicas como actualizaciones y procesamiento de imágenes debido a su mayor velocidad de transferencia de datos.

En la siguiente tabla es posible visualizar su aplicación, la velocidad y seguridad.

Protocolo	Aplicación	Velocidad	Seguridad
LIN	Sistemas que no afecten el funcionamiento del tren motriz como la seguridad del vehículo	20Kbps	Ata
VAN	Sistemas de tren motriz	1Mbps	Alta
CAN	Sistemas de tren motriz	1Mbps	Alta
FlexRay	Múltiples sistemas	10 Mbps	Alta
MOST	Sistemas de entretenimiento	21.2 Mbps	Baja
Ethernet	Sistemas de conexión remota	10 – 100 Mbps	Media

El tamaño de un mensaje bajo el protocolo CAN 64 a 126 bits se muestra en la *Figura 8*.

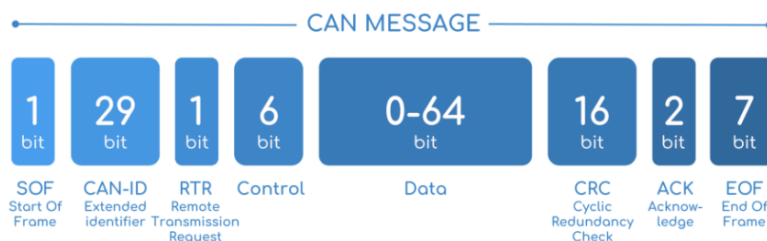


Figura 8 descriptación de un mensaje de red CAN.⁸

El sistema de comunicación en la mayoría de los automóviles que trabajan bajo el protocolo CAN son módulos que se conectan al bus de datos de forma paralela, la información que recolectan de los sensores y que se requiere para que otro modulo que está conectado obtenga la información a través de la red CAN, por ejemplo la velocidad del cigüeñal es medida por el sensor CKP, esta información que está en RPM es leída por el módulo PCM para el sistema de encendido e inyección del motor, pero a su vez tiene que ser compartida por la red CAN para que otros módulos como el BCM, IPC, ABS, TCM, etc; puedan trabajar con esta información y el vehículo trabaje de forma correcta.

⁸ (ALTRONICS, 2022)

El diagnóstico de una red CAN puede ser fácil o puede ser muy complejo, esto va a depender del conocimiento y el equipo de diagnóstico con el que se cuente, a continuación, en la *Figura 9* se muestra una gráfica real de un osciloscopio donde se observa la señal de una red CAN.



Figura 9 señal de osciloscopio de una red CAN.⁹

Con base en la *Figura 9* se puede observar que una red CAN está compuesta por una señal alta CAN H (High) y una señal baja CAN L (Low), el envío de un mensaje a través de la red CAN es por medio de pulsos altos y bajos, que los receptores/transmisores leen y transmiten para poder comunicarse. El rango de voltaje de la CAN H es de 2.5V a 3.5V, mientras que CAN L trabaja de 2.5V a 1.5V por lo que la amplitud de cada pulso para ambos es de 1V. con base en lo anterior existen fallas conocidas sobre la red CAN las cuales nos pueden ayudar a encontrar el origen del problema, estas son:

- Circuitos de red CAN en cortocircuito entre sí
- Cortocircuito a tierra en el circuito (+) de la CAN
- Cortocircuito a tierra en el circuito (-) de la CAN
- Cortocircuito a voltaje de la batería en el circuito (+) de la CAN
- Cortocircuito a voltaje de la batería en el circuito (-) de la CAN

La señal con falla de los problemas anteriores se encuentra en el *Figura A.4*.

En la actualidad para realizar un diagnóstico relacionado a la red es importante tener el equipo necesario para que se logre identificar la causa raíz de una falla, ya que los vehículos comerciales de ahora cuentan con muchas más redes de comunicación con las siguientes:

- HS-CAN1
- HS-CAN2
- HS-CAN3

⁹ Software VMS, Rotunda.

- HS-CAN4
- MS-CAN

Estas serían las redes de un vehículo que solo trabajara con comunicación CAN multiplexada, pero podría ser que dentro de ese mismo vehículo existan redes LIN o redes Ethernet como en muchos vehículos Ford. Un ejemplo de la comunicación gráfica entre módulos por redes se muestra en el Figura A.5.

Sistemas OBD y OBD-II

El sistema OBD (On Board Diagnostics) diagnóstico abordo surgió tras la necesidad de poder aprovechar de mejor manera los sistemas electrónicos compuestos por módulos de control, actuadores y sensores como: VSS, MAP, EGRT, CMP, CKP, MAF, TPS, ECT, entre otros.

Durante 1986-1988 con el objetivo de reducir la contaminación del aire en los Estados Unidos, la California Air Resources Board (CARB) y la Environmental Protection Agency (EPA), desarrolló el sistema de diagnóstico OBD, ya que para esos años la EPA solo determinaba dos estados Aprobado - No Aprobado, y muchas de las determinaciones eran solo por si el indicador de Check Engine estaba encendido, que hasta ese entonces era la única interfaz que determinaba si el vehículo necesitaba un diagnóstico más exhaustivo. El objetivo del sistema OBD era poder tener códigos de falla del vehículo, para poder realizar un diagnóstico sobre algún problema eléctrico o reducir las emisiones de gases contaminantes para que fuera aprobado por la EPA.

Para el año 1990 ya que el sistema OBD había sido eficiente en el diagnóstico, se desarrolló el sistema OBD-II, esta actualización permitiría ver el desarrollo de los sistemas de emisiones de gases, tendría una mayor cantidad de códigos de fallas (DTC).

Durante los años de implementación de los sistemas OBD y OBD II, cada compañía desarrollaba su propio conector de comunicación para el diagnóstico y se tenían muchos tipos, esto género que fuera más difícil ya que requería que se tuviese diferentes equipos de diagnóstico y conectores de comunicación como los de la *Figura 10*; para el año 1996 todos los vehículos deberían usar el sistema OBD II y las compañías automotrices usarían el mismo conector universal *Figura 11* para la comunicación con el vehículo, este conector tendría 16 pines y debería usar un protocolo de comunicación para obtener el diagnóstico OBD-II. Estos protocolos serían: ISO 9141-2, SAE J1850 VPW (+) y SAE J1850 PWM (+ y -).

CONECTORES OBD-I

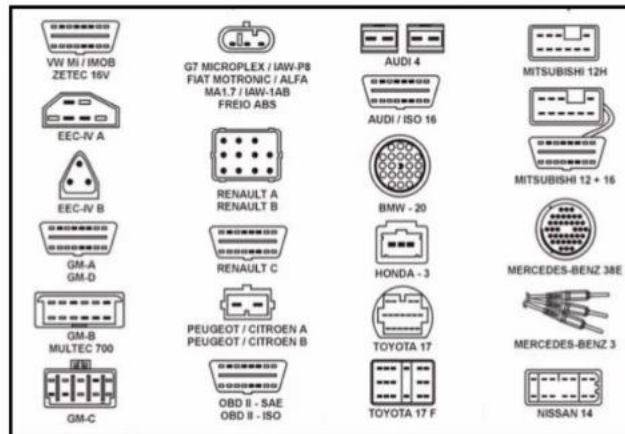
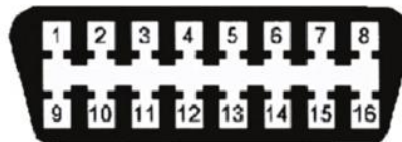


Figura 10 tipos de conectores con el sistema OBD-1.¹⁰

Terminales del Conector OBDII



1 – Sin uso	9 – Sin uso
2 - J1850 Bus positivo	10 - J1850 Bus negativo
3 – Sin uso	11 – Sin uso
4 - Tierra del Vehículo	12 – Sin uso
5 – Tierra de la Señal	13 – Tierra de la señal
6 - CAN High	14 - CAN Low
7 - ISO 9141-2 - Línea K	15 - ISO 9141-2 - Línea L
8 – Sin uso	16 - Batería - positivo

Figura 11 terminales del conector universal OBD-II.¹¹

Puerta de enlace GWM y conector DLC

A partir de la estandarización del conector OBDII o bien llamado DLC (Data Link Connector), comenzaría la implementación de la multiplexación en redes para poder aumentar el número de módulos conectados, multiplexar es un método que permite enviar 2 o más señales simultáneamente por un mismo circuito. La multiplexación permite a 2 o más módulos electrónicos (nodos) comunicarse por una red de par trenzado de cables [datos (+) y datos (-)]. La multiplexación reduce el peso del vehículo, al reducir la cantidad de componentes y cableados eléctricos redundantes.

¹⁰ (Montoya, 2022)

¹¹ (e-auto, 2022)

Como se puede ver en el diagrama del Figura A.5, el vehículo contiene 2 redes de comunicación entre módulos que están conectadas al DLC remoto y estas serán las líneas de comunicación para poder realizar un diagnóstico, las redes de comunicaciones son:

- DIAG 1
- DIAG 2

En el diagrama el vehículo cuenta con 5 redes de comunicación que no se comunican directamente con la herramienta de diagnóstico. El módulo GWM traduce los mensajes en estas 5 redes y transfiere las señales a los circuitos DIAG 1 y DIAG 2 del DLC remoto. Los mensajes que se comunican en la HS-CAN1 se comunican a la conexión DIAG 1, todas las demás redes se trasladan a la conexión DIAG 2 en el DLC remoto. La *Figura 12* muestra el multiplexado que realiza el módulo GWM.

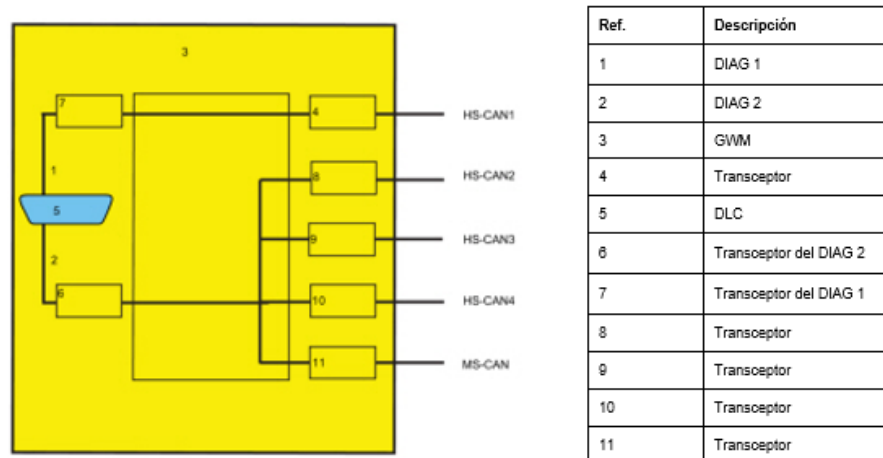


Figura 12 puerta de enlace GWM.¹²

La razón por la que ahora la mayoría de los vehículos utilizan un módulo GWM como puerta de enlace es por seguridad y la norma bajo la cual trabajan.

Códigos de Diagnóstico DTC

La Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE desarrolló una lista común de códigos de diagnóstico que todos los fabricantes de autos deberían usar, pero esto no condicionaba a que cada fabricante pudiera desarrollar o incorporar más códigos de falla en sus sistemas. Un ejemplo de la estructura de los códigos de diagnóstico OBDII se muestra en la *Figura 13*.

¹² Diagrama de sistemas electrónicos PTS Ford

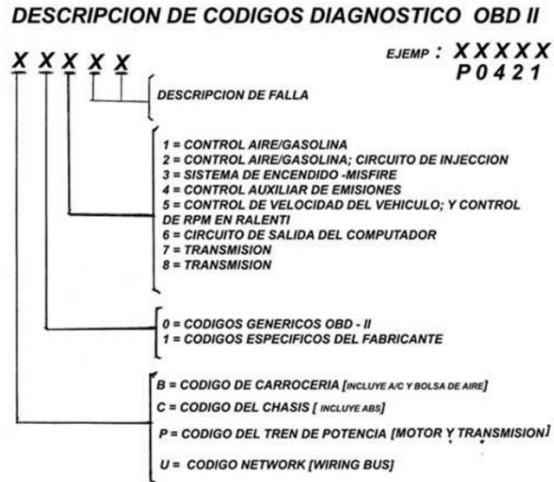


Figura 13 interpretación de un código de falla.¹³

¿Qué es un escáner automotriz?

Con base en todos los sistemas y módulos que los vehículos tienen hoy en día es importante saber que también se cuenta con herramientas de diagnósticos que nos ayudan a poder realizar un diagnóstico preciso. Si solo hacemos referencia al escáner como comúnmente se le conocen, podemos clasificarlos en tres tipos los cuales son clasificados dependiendo del número de operaciones o modos de diagnóstico que pueden atender.

En general los modos de diagnóstico son:

- Modo 1: Monitores de datos en tiempo real.
- Modo 2: Cuadro de datos congelados.
- Modo 3: DTC almacenados en la memoria de la ECU.
- Modo 4: Borrar DTC y datos de emisiones.
- Modo 5: Pruebas de emisiones y seguimiento del sensor de O2.
- Modo 6: Resultado de pruebas de monitoreo continuo y no continuo.
- Modo 7: DTC Pendientes.
- Modo 8: Prueba de actuadores y prueba de componentes.
- Modo 9: VIN de la ECU y datos de programación.

Con relación a los modos de diagnóstico (Haynes, 2008) podemos clasificar al escáner en tres tipos:

1- Lectores de códigos

El lector de códigos es un equipo de tamaño pequeño que suele ser de muy bajo costo, como su nombre lo dice sirve para leer códigos, pero solo aquellos códigos que fueron

¹³ (Pamio, 2022)

generados por algún problema y quedaron almacenados en memoria. Básicamente este tipo de herramienta solo puede realizar el Modo 4 y 5 aunque algunos pueden llegar a obtener información del Modo 2, el costo y el tamaño del equipo suele ser algo que los caracteriza como se muestra en la *Figura 14*.



Figura 14 lector de códigos.¹⁴

2- Equipo de diagnóstico o escáner automotriz

Esta herramienta es un equipo completo, ya que en la mayor parte logran realizar todos los modos de diagnóstico, estos equipos llegan a ser equipos mucho más caros en comparación de los lectores de códigos, esto se basa no solo en la cantidad de funciones que pueden realizar si no en las licencias e información de las diferentes marcas de automóviles. Otras funciones comunes que suelen tener en común son el osciloscopio, generador de señales y multímetro digital, un ejemplo es la *Figura 15*.



Figura 15 equipo de diagnóstico.¹⁵

3- Interprete de diagnóstico automotriz

Estos equipos son muy similares en cuanto a las capacidades de funciones comparándolos con los equipos de diagnóstico, pero existen dos diferencias muy grandes, la primera es que los intérpretes de diagnóstico siempre van a necesitar de un equipo de cómputo externo como la *Figura 16*, que permita usar el software e

¹⁴ (Estremera, 2022)

¹⁵ (Estremera, 2022)

interpretar la información del equipo para que por medio de la interfaz de una computadora podamos realizar un diagnóstico, la segunda diferencia es que en comparación con los equipos de diagnóstico, aquí solo se tiene que actualizar el software instalado en la computadora y por lo tanto abra un mayor soporte y actualizaciones por parte de los fabricantes, mientras en los equipos de diagnóstico no lo hay. Las funciones son muy similares y dependiendo del mercado hay algunos con más o menos herramientas, otra característica muy importante con la que cuentan es la seguridad y protección de los módulos del vehículo para no ser dañados.



Figura 16 computadora e intérprete de diagnóstico.¹⁶

Parámetros del vehículo PID

Los parámetros de identificación son la forma de poder ver y diagnosticar como trabajan los sistemas que cuentan con un monitoreo de sensores, específicamente el Modo 1 permite que los equipos de diagnóstico puedan leer y controlar la mayoría de los parámetros. Existen diferentes tipos de PID algunos solo muestran el estado de algún parámetro como puede ser el PID de encendido de cualquier actuador (ON/OFF), otros muestran la lectura de algún sensor en un gráfico de tiempo real como el PID de la velocidad del vehículo (VSS) y algunos otros pueden ser controlados por el usuario como es el caso de los PID del sistema de aire acondicionado u otros como el acelerador (APP).

La siguiente *Figura 17* muestra el comportamiento de algunos parámetros en tiempo real al momento de una falla del convertidor de par, conocida como deslizamiento limitado.

¹⁶ Equipo de diagnóstico, Rotunda.



Figura 17 PIDs con falla de deslizamiento del convertidor de par.¹⁷

¹⁷ Grabaciones de PIDs con el software FDRS, Rotunda

Actividades y proyectos que desarrollo

Mi principal actividad en el área de trabajo es atender solicitudes de diagnóstico automotriz, estas solicitudes llegan a través de una plataforma digital donde distribuidores, áreas de calidad, plantas de manufactura u otras áreas que requieran soporte técnico sobre algún vehículo Ford o Lincoln.

Para mantener un servicio de calidad nuestra área trabaja bajo los siguientes métricos:

- Tiempo de diagnóstico
- Tiempos de respuesta
- Cantidad de reportes atendidos

La manera en la cual mantengo mis métricos de calidad es resolviendo la solicitud de asistencia en el menor tiempo siendo eficaz.

Software y equipos de diagnóstico

Los programas de diagnóstico que manejo son: IDS (Integrated Diagnostic software) y FDRS (Ford Diagnosis and Repair System), el sistema FDRS es el nuevo software que ha tenido una transición de cambio a partir de modelos 2018 pero actualmente se utilizan ambos, el software IDS para la mayoría de los modelos fabricados antes del 2020 y FDRS para modelos más recientes.

Ambos programas permiten realizar las siguientes operaciones:

- Leer códigos tanto en memoria continua como en demanda.
- Borrar códigos.
- Programación, configuración y restablecimiento de módulos.
- Osciloscopio.
- Analizador de vibraciones.
- Multímetro digital.
- Generador de señales.
- Monitoreo en tiempo real de parámetros (PID).

Parte de mi trabajo es utilizar en lo mayor posible todas estas funciones para tener la mayor precisión en un diagnóstico y reducir el tiempo de reparaciones.

Por la parte de equipos de diagnóstico especializados tenemos el equipo VCM y el VCMM, la diferencia entre ellos es que el VCMM cuenta con el equipo de instrumentación para poder utilizar el osciloscopio, analizador de vibraciones, multímetro y generador de señales.

Tanto el IDS, FDRS, VCM y VCMM son sistemas que trabajan en conjunto y trabajan conectados al vehículo, pero en la actualidad trabajo con otros dos sistemas que utilizo de manera remota para el diagnóstico, el primero de ellos es el sistema OTA (Over The Air), este sistema está disponible para vehículos que cuenten con esta tecnología y el

cliente apruebe los permisos de comunicación remota con su vehículo, su implementación comenzó a partir del año 2019.

La forma en la cual trabaja el sistema OTA es enviando señales preventivas y de emergencia al servidor global de diagnóstico PTS, envía códigos DTC en el momento exacto que se genera una falla, de esta forma se abre un reporte y si se requiere hacer un diagnóstico o programación se realiza de manera remota contactando al cliente, de esta forma ya no es necesario ingresar a ningún taller de servicio el vehículo mientras no sea necesario alguna prueba física o remplazo de algún componente. Esta es una de las aplicaciones donde se ha aplicado los nuevos protocolos de transferencia de datos Ethernet por su gran velocidad de transferencia de datos. La siguiente *Figura 18* muestra el diagnóstico y reporte bajo el sistema OTA.

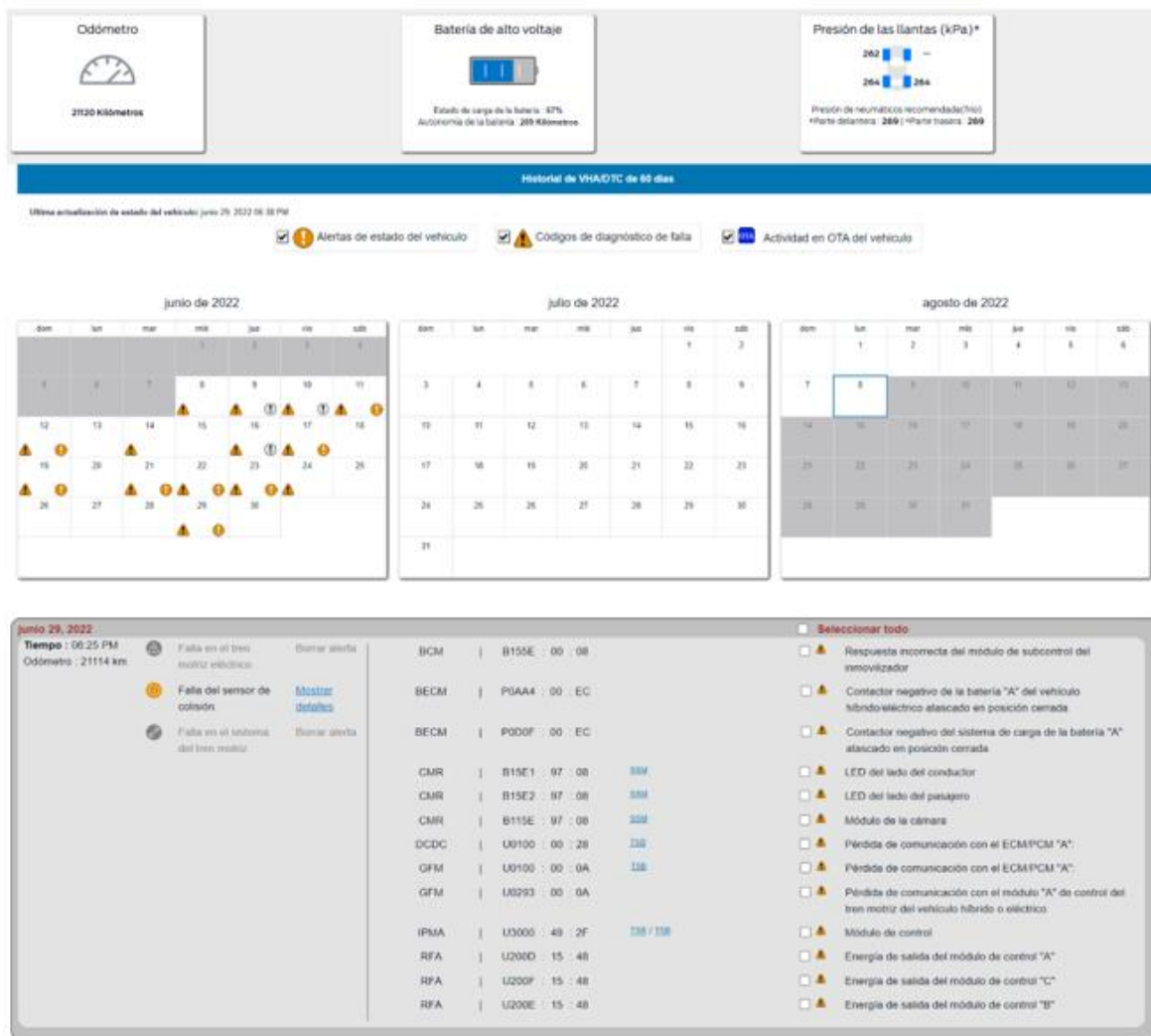


Figura 18 historial y códigos de diagnóstico generados remotamente. ¹⁸

¹⁸ Portal OTA, PTS Ford.

Como se logra ver el vehículo presentaba códigos, los cuales fueron borrados y solucionado el síntoma de manera remota, para confirmar que el vehículo mantiene una operación normal de todos sus sistemas, pero mantengo inspecciones periódicas.

El segundo sistema que utilizo como herramienta de comunicación remota es el sistema SWIS (See What I See) *Figura 19*, este sistema se desarrolló en el año 2020-2021 y comencé a utilizarlo a finales del 2021, este sistema es una herramienta inalámbrica que me permite ver y mostrar todo tipo de información en tiempo real con el objetivo de mejorar la comunicación y recomendación técnica.

Funciona a través de una diadema con una cámara de alta definición, pantalla monocular y micrófono. Esta herramienta nos ha permitido solucionar problemas complejos en un menor tiempo.



Figura 19 equipo SWIS de diagnóstico remoto.¹⁹

La *Figura 19* muestra la herramienta, mientras que en las siguientes *Figuras 20 y 21* se puede ver el uso e inspección de un diagrama y prueba de consumo de corriente.

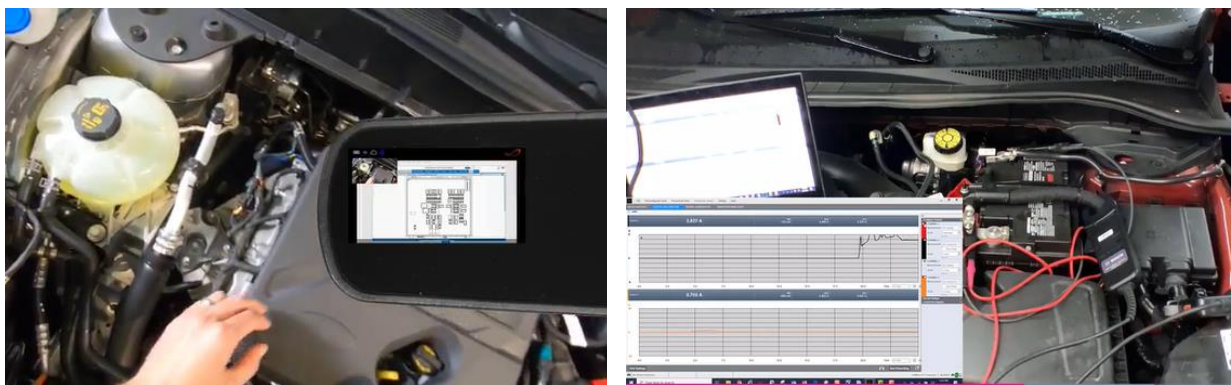


Figura 20 revisión de prueba de consumo de corriente.²⁰

¹⁹ Equipo de diagnóstico, Rotunda

²⁰ Fotografías de diagnóstico, ATD Ford

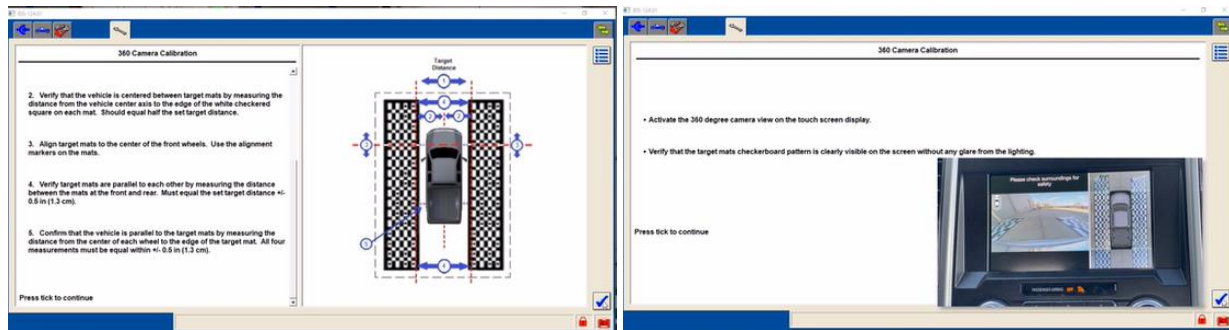


Figura 21 calibración de cámara 360.²¹

Proceso de diagnóstico: Síntoma || Sistema || Causa || Componente

El proceso de diagnóstico con el que trabajo está basado en cuatro pasos principalmente: detección del síntoma, asignación del sistema, detección de la causa y remplazo del componente.

Bajo este esquema es como se realiza un diagnóstico, el siguiente ejemplo es una descripción general como es que se atiende un reporte:

Se reporta que un vehículo nuevo reinicia la información del tablero de instrumentos IPC cuando baja o sube la ventana del copiloto.

Paso #1 Síntoma

La persona que recibe la unidad (técnico certificado) deberá duplicar y repetir el síntoma.

El técnico logró replicar el síntoma y confirma que el síntoma está presente.

Paso #2 Sistema

Bajo las pruebas que ha realizado para duplicar el síntoma el técnico ha identificado que el síntoma puede ser por un tema eléctrico.

El técnico primero revisará en la base de datos de publicaciones y mensajes técnicos en busca de una un boletín de servicio, campaña o mensaje que esté relacionado al síntoma.

El técnico ha revisado la base de datos y no ha encontrado ninguna publicación referente al síntoma que el vehículo presenta.

Paso #3 Causa

El técnico revisara el manual de taller para revisar el principio de funcionamiento y diagramas eléctricos, revisara que no haya ningún falso contacto entre conectores,

²¹ Software de diagnóstico, IDS Ford

después de haber realizado todas las inspecciones y pruebas del manual de taller, el vehículo genera un código de pérdida de comunicación de tipo histórico, se puede borrar, pero el síntoma sigue presente.

Como paso siguiente el técnico levantará un reporte al área de asistencia técnica de Ford y describe el síntoma junto con su proceso de inspección y diagnóstico.

El agente de servicio técnico revisa el caso y en caso de que el técnico haya omitido alguna prueba o procedimiento se le indicará que la realice. Una vez que se tenga lo anterior y si el síntoma no se ha solucionado el agente programará una sesión SWIS (See What I See) para continuar con la búsqueda del componente causante del síntoma.

En la sesión se realizarán procedimientos como reprogramaciones de módulos, calibraciones de sistemas, pruebas en tiempo real monitoreando el comportamiento de algunos parámetros del sistema y graficar la red CAN con el osciloscopio de los sistemas involucrados.

Durante la sesión al realizar una prueba con el osciloscopio se encontró que al reproducir el síntoma la red CAN permanencia estática mientras bajaba el cristal, al terminar de bajar el cristal la red funcionaba correctamente.

Al revisar el manual de conexiones reducimos que los módulos involucrados de transmitir la señal era el módulo de control de carrocería BCM y el módulo de control de la puerta DDM.

Con la herramienta SWIS y la base de datos de construcción del vehículo revisamos los números de parte de ambos módulos, se encontró que el módulo DDM no era el correcto, pertenecía a otra unidad.

Finalmente se concluyó que la causa estaba siendo generada por el módulo incorrecto.

Paso # 4 Componente

La recomendación fue solicitar el número de parte correcto del vehículo y notificar al área correspondiente de la planta de manufactura.

Publicación del análisis de vibraciones en un vehículo de tracción 4WD con un diferencial electrónico trasero.

Actualmente trabajo en una publicación de servicio, donde el síntoma es una vibración/ruido que se genera al dar vueltas con el vehículo, este síntoma se comenzó a reportar a inicios del 2022, la cantidad de reportes comenzaron a aumentar a partir del mes de marzo, donde inicialmente se remplazaba el ensamble completo del diferencial, pero el punto crítico comenzó cuando no se tenía disponibilidad del ensamble y existía un Back Order de llegada de la refacción con una fecha muy distante, adicional a lo anterior llegaron demandas a la compañía por parte de PROFECO.

Mi primera participación fue desarrollar un proceso de diagnóstico para determinar si el vehículo necesitaba remplazo o reparación, realicé una ayuda visual que consistió en obtener grabaciones de vibraciones reales donde varios técnicos de distribuidores tenían vehículos con el síntoma presente. Este proceso consistía en instrumentar el diferencial trasero colocando un acelerómetro y guardar en memoria sus grabaciones.

Como primer paso para identificar el síntoma fue solicitar un vehículo que tuviera el síntoma y otro que estuviera en perfectas condiciones, ambos vehículos fueron instrumentados y se llevaron a la pista de pruebas para analizar el síntoma, lo que logramos capturar es lo que se muestra en la *Figura 22*.

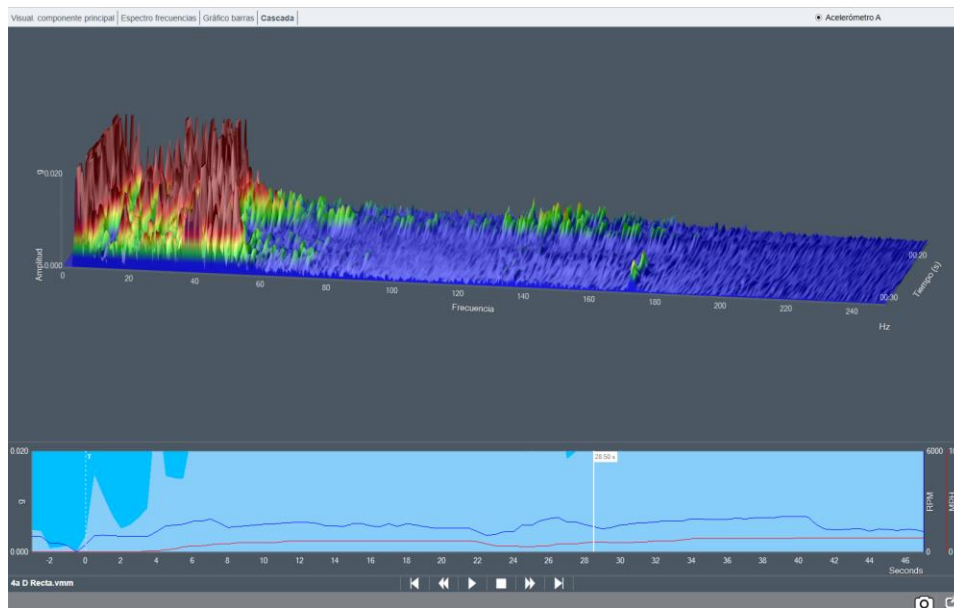


Figura 22 Vehículo sin síntoma. ²²

²² Software VMS, Rotunda.

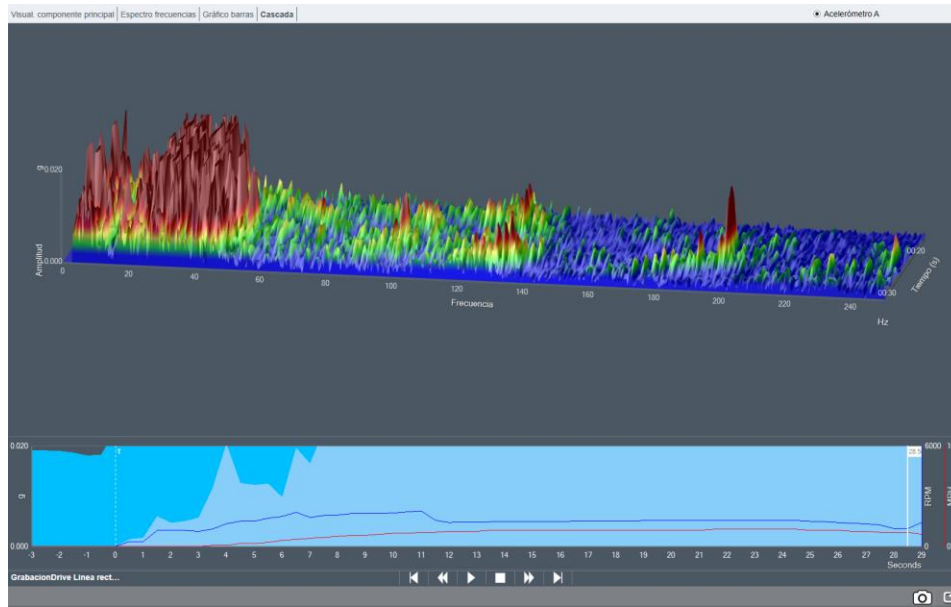


Figura 23 Vehículo con el síntoma presente.²³

Como se logra ver en las Figuras 22 y 23, capturé y grabé el comportamiento del síntoma, lo cual me llevo a generar una ayuda visual para poder replicar lo que había obtenido, ya que en el manual técnico del vehículo no existe información relacionada.

La *Figura 24 y 25* muestran de forma gráfica la ubicación de componentes y sus respectivas vibraciones.

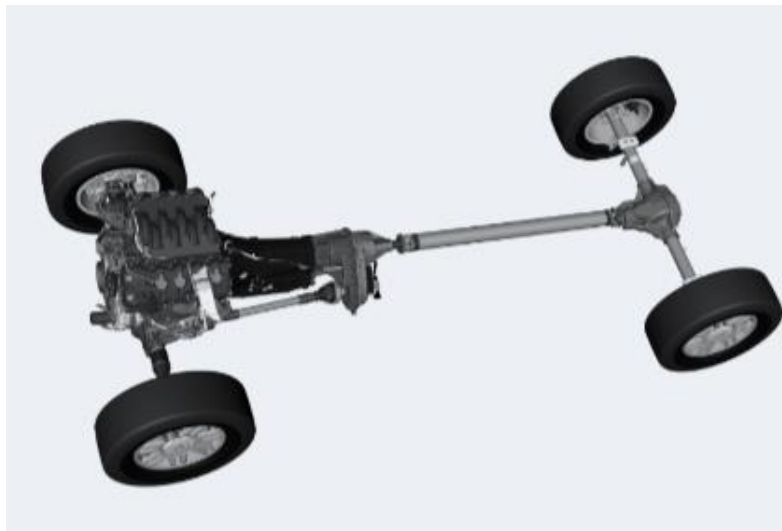


Figura 24 componentes del tren motriz en estudio.²⁴

²³ Software VMS, Rotunda.

²⁴ Software VMS, Rotunda.

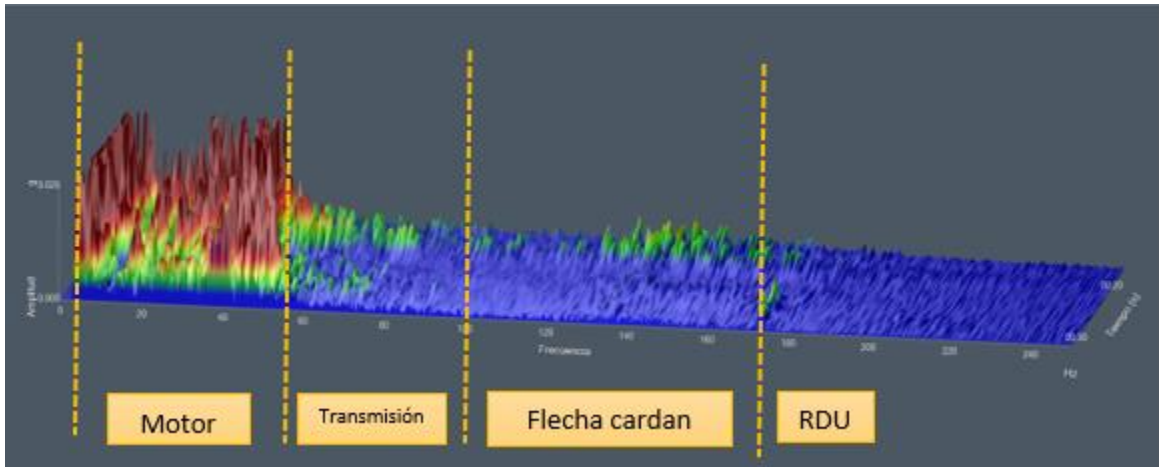


Figura 25 Vibraciones por secciones del tren motriz. ²⁵

Una vez que obtuve las pruebas y evidencia del síntoma, notificamos a la planta de ensamble la cual nos pidió que indicáramos el componente y causa raíz del síntoma, esto me llevo a desensamblar el ensamble del RDU y encontrar el origen, la causa raíz es el compuesto de los discos de fricción que con el uso generan un desgaste de pasta la cual se acumulaba y comenzaba a generar atoramientos convirtiéndose así en vibraciones y ruido. Esto ayudó para poder pensar en un procedimiento preventivo usando un aditivo que modifica la fricción en los discos de pasta y estos ya no generaran acumulación. La idea preventiva se comenzó a dar como recomendación y aproximadamente el 50% de los casos que teníamos reportados se lograron solucionar si necesidad de hacer ningún remplazo.

La publicación técnica en la cual trabajo describe el proceso de diagnóstico para la identificación del daño y así poder determinar si es necesario reparar o remplazar, en conjunto a esta publicación también desarrollo el procedimiento para el manual técnico del vehículo.

Homologación de partes y transmisiones

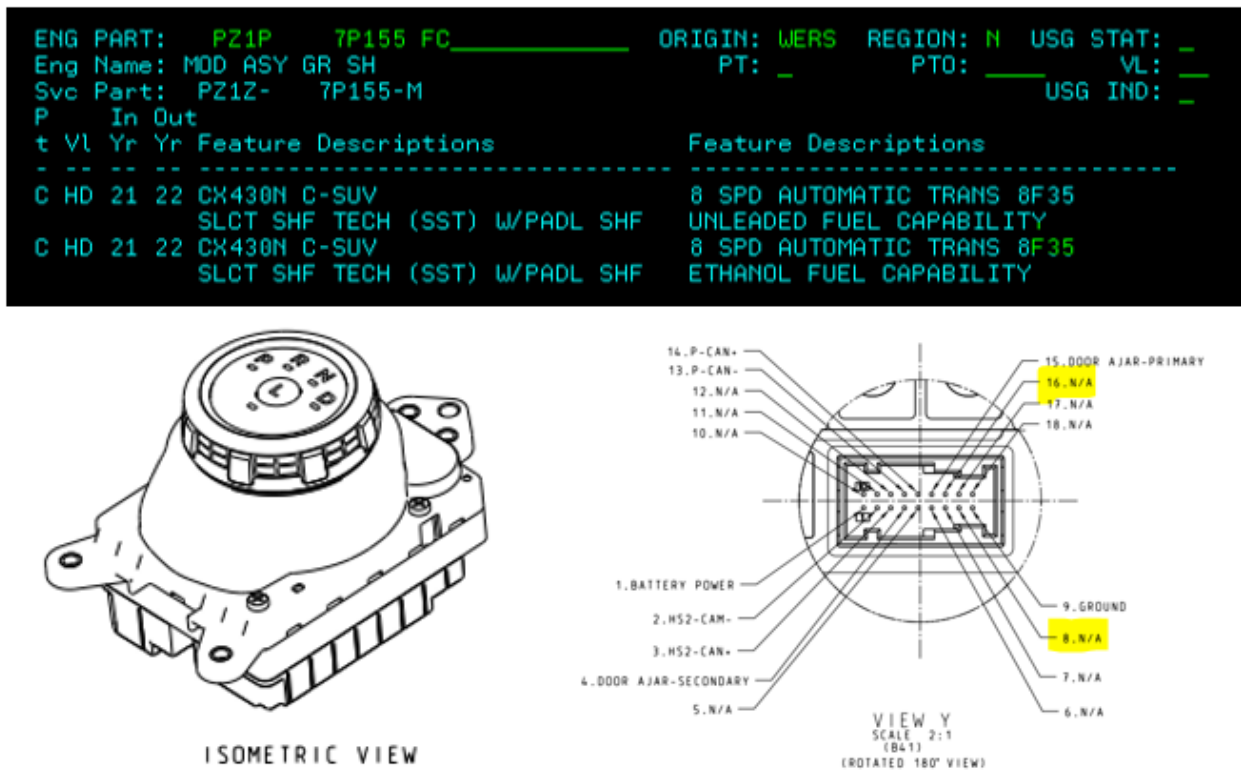
Otra de las actividades que realizo es apoyar a mi supervisor y al área de refacciones con la homologación de partes y transmisiones para casos críticos donde no se tenga disponibilidad de partes. Esta actividad la realizo principalmente con el análisis de diferencias en los dibujos de ingeniería, es importante en el caso de un ensamble de transmisión automática revisar que ciertos aspectos conocida, como:

- Relación de eje.
- Calibración del cuerpo de válvulas y solenoides.
- Sistema de cambios.
- Convertidor de par.

²⁵ Software VMS, Rotunda.

- Puntos de sujeción.

Por otra parte cuando se trata de un componente pequeño o un módulo en específico, reviso diferencias de diseño y líneas de comunicación, un ejemplo sería el siguiente modulo GSM módulo de la perilla de cambios de velocidad, el área de refacciones solicita de ayuda técnica en cuanto a si el módulo puede ser sustituido por la alternativa, en este caso la respuesta que proporcione fue que no es posible ya que aunque físicamente sean iguales el módulo que proponen como alternativa tiene dos entradas adicionales, esto causa que los mensajes de salida del módulo alterno sean diferentes al módulo que corresponde al vehículo, la *Figura 26* y *27* muestran las diferencias tanto físicas como electrónicas.



*Figura 26 Módulo GSM correcto.*²⁶

²⁶ Dibujo, PTS Ford.

Alternativa del área de refacciones

```

ENG PART:  LX6P   7P155 KE_____  ORIGIN: WERS  REGION: N  USG STAT:  _
Eng Name:  MOD ASY GR SH                PT:  _      PTO:  _____  VL:  _
Svc Part:  LX6Z-   7P155-W                USG IND:  _
P      In Out
t VL  Yr  Yr  Feature Descriptions          Feature Descriptions
-----
C HD  21  21  CX430N C-SUV                          8 SPD AUTOMATIC TRANS 8F35
          SLCT SHF TECH (SST) W/PADL SHF  UNLEADED FUEL CAPABILITY
C HD  21  21  CX430N C-SUV                          8 SPD AUTOMATIC TRANS 8F35
          SLCT SHF TECH (SST) W/PADL SHF  ETHANOL FUEL CAPABILITY
    
```

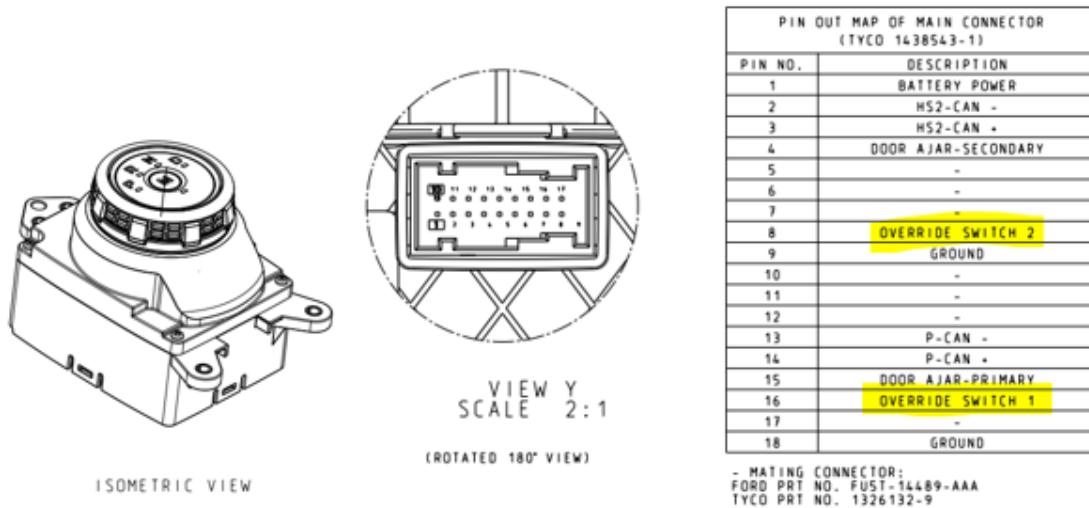


Figura 27 Módulo GSM como alternativa.²⁷

Líder de sistema

Como parte de mis actividades y proyectos, trabajo con un equipo de ingenieros a mi cargo, es una gran responsabilidad ya que además de mis actividades personales reviso el trabajo de mis compañeros, le doy seguimiento a su desarrollo profesional en la empresa, distribuyo el trabajo y reviso los resultados obtenidos de mi equipo.

Base de datos para el control de tiempos de respuesta.

En el periodo de mi primer año de trabajo como agente y conociendo un poco más a fondo los procesos de mi departamento, me di cuenta de que los objetivos bajo los cuales trabajamos son dependientes del tiempo, esto me llevo a ver que algunos de mis compañeros e incluyéndome desperdiciábamos mucho tiempo en un proceso de registro de datos en una hoja de cálculo, la información que se registra es importante sobre cada caso que diagnosticamos.

²⁷ Dibujo, PTS Ford.

La información que se almacena es información que nos ayuda principalmente en México con los problemas de tiempo de respuesta y estancia de diagnóstico de un vehículo, en resumen, la estadística que se obtiene es para poder tener un seguimiento de los distribuidores con tiempos de respuesta muy prolongados, entre otras cosas.

Mi primer acercamiento fue determinar que el llenado del archivo consumía demasiado tiempo, en promedio un agente revisa 27 reportes por día y al medir el tiempo que invertíamos en llenar el archivo me dio un tiempo promedio de 3 min 5 s, al sacar el cálculo por día de un solo agente se invertía 1.37 horas, si esto se multiplicaba por los 12 agentes y los 30 días de un mes nos daba 493.2 horas al mes en un proceso demasiado lento.

Mi aportación fue desarrollar una base de datos y una interfaz gráfica que permitiera guardar la información más rápido y hacer búsquedas más dinámicas. Este proyecto me dio la oportunidad de ver que para el desarrollo de nuevos proyectos no siempre vas a tener las herramientas que buscas, en este caso yo esperaba que pudiera tener acceso a algún manejador de base de datos y a algún software de desarrollo de aplicaciones como un IDE de programación, lo cual no fue así, por lo que tras la limitante me toco desarrollar la base de datos a través de la aplicación Access de la paquetería Office y como lenguaje de desarrollo utilice Visual Basic en el modo desarrollador de Excel.

La base de datos la termine en una semana y realicé pruebas para poder demostrar que la base de datos con una interfaz ágil permitía que no se desperdiciara tanto tiempo en el almacenamiento de datos, los resultados fueron favorables y logre que guardar información pasara de 3 min 5 s a solo 40 s. La diferencia fue muy notable, en el lapso de dos días realicé la migración de datos de una base a otra e instalé la interfaz gráfica en las computadoras de mis compañeros.

Hoy en día esta base de datos se utiliza en cada reporte y el tiempo de ahorro ha sido más que notable en los tiempos de respuesta desde que se implementó.

Conclusiones

Para concluir mi trabajo puedo argumentar que los conocimientos que adquirí durante mis estudios de licenciatura en la facultad de ingeniería han sido la base que hoy utilizo para realizar mis actividades profesionales dentro de la compañía Ford, todas mis actividades como ingeniero de diagnóstico automotriz incluyen muchas de las ramas y actividades de la ingeniería mecatrónica. También puedo ver que el futuro no solo del diagnóstico automotriz si no de la industria, está siendo llevada a muchas actividades del perfil de un ingeniero mecatrónico donde se requieren conocimientos de muchas disciplinas de la ingeniería, la industria cada día crece más y se desarrolla rápido, esto lo podemos ver con la llegada de los vehículos eléctricos y las nuevas infraestructuras para la electrificación de ellos mismos.

Con base en la oportunidad de trabajo en la cual me desarrollo en Ford y en mi estadía como trainee en la empresa Chamberlain, puedo ver que mi carrera así como mi plan de estudios (2010) tiene la oportunidad de poder conectar al estudiante con el mundo laboral externo a la universidad, considero que el plan de estudios actual es completo respecto a teoría e investigación, sin embargo, carece de acercamiento con la industria, tanto mi plan de estudios como el plan 2016 y 2023, tienen el mismo patrón final de asignaturas optativas, me gustaría que en lugar de cumplir con créditos el estudiante tuviera la oportunidad a través de la Facultad y de diferentes empresas, iniciar con su experiencia profesional. En mi opinión lo anterior ayudaría a que el estudiante oriente o encuentre el futuro de su carrera profesional. He compartido experiencias con otros compañeros de trabajo que en sus respectivas universidades tuvieron un acercamiento con la industria en sus 2 últimos semestres a través de proyectos de sus mismas materias, lo cual les facilito encontrar trabajo, hacer networking y adaptarse al entorno laboral de una manera más rápida.

Por otra parte buscaría que los proyectos, competencias, programas de becarios se incentiven en mayor medida, también me gustaría ver una mayor sinergia entre las actividades que realizan las diferentes divisiones de estudios, ya que en mi caso gané la competencia de prototipos de la DCB, fui becario por dos años en el programa de tecnología en computo (PROTECO) de la DIE y participe en la escudería de Formula SAE con el primer prototipo eléctrico de la DIMEI; y al estar en estos proyectos concluí que existen muchas actividades extracurriculares pero no pude ver que las divisiones estudiantiles fomenten o incentiven al alumno a formar parte de ellas. Todo lo anterior me ayudo a desarrollar habilidades de liderazgo, trabajo en equipo, ser creativo, tener seguridad en mis conocimientos entre otras habilidades y actitudes que también pueden desarrollar todos los estudiantes de la facultad.

En cuanto al idioma inglés es un problema que existe y es uno de los principales motivos por lo que las empresas no contratan a profesionales con un salario digno, mi sugerencia es que todas las facultades deberían agregar a sus planes el idioma y

cambiar la evaluación de comprensión lectora por una evaluación conversacional o alguna puntuación para certificación del idioma como se hace en otras universidades.

Espero que mis sugerencias pudieran ser tomadas en consideración, UNAM es una gran universidad y estoy seguro de que seguirá destacando en la formación de Profesionistas y personas de excelencia. Finalmente agradezco en gran medida a la universidad, a mi facultad, a mis profesores y mi familia, por estar presente en mi desarrollo como ingeniero, brindarme las herramientas y conocimientos que forman parte de mi persona y me han hecho el profesionalista que soy hoy en día.

Referencias

- ALTRONICS. (31 de 08 de 2022). *ALTRONICS*. Obtenido de CAN bus and its benefits: <https://altronics.fr/en/guide/can-bus-and-its-benefits/>
- Alvarado, A. (5 de Julio de 2022). *Sistema de encendido electrónico Bosch*. Obtenido de Bosch, Centro de Capacitación Automotriz: <https://capacitacionautomotrizbosch.com/capacitaciones/>
- Barbadillo, F. (31 de 08 de 2022). *TecnoMovil*. Obtenido de Formaciòn Mecànica Avanzada II: <http://www.fbelectronica.com/Formacion-1/Mecanica%20avanzada%20II.htm>
- Bosch. (30 de 08 de 2022). *Auto partes*. Obtenido de Todo mecanica: https://www.todomecanica.com/recursos/sistemas_encendido_bosch.pdf
- Company, F. (s.f.). Obtenido de <https://www.ford.es/acerca-de-ford/sobre-nosotros/informacion-corporativa#:~:text=Nuestra%20misi%C3%B3n%3A%20formamos%20una%20familia,sobre%20todo%20para%20nuestros%20clientes>.
- Company, F. M. (21 de Jun de 2022). *Ford - About us*. Obtenido de Ford : <https://corporate.ford.com/about.html?gnav=footer-aboutford>
- Company, F. M. (21 de Jun de 2022). *Ford - Acerca de*. Obtenido de Ford: <https://www.ford.mx/acerca-de/>
- Company, F. M. (21 de Jun de 2022). *Our Purpose*. Obtenido de Ford: <https://corporate.ford.com/about/purpose.html>
- Denton, T. (2013). *Diagnostico avanzado de fallas automotrices*. Florida: Alfaomega.
- e-auto. (31 de 08 de 2022). *Electrónica vehicular* . Obtenido de e-auto: https://www.e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=119
- Estremera, A. (31 de 8 de 2022). *EL CORREO DE BEJAR*. Obtenido de ¿Los mejores 30 Scanner Para Vehiculos y qué considerar?: <https://www.elcorreodebejar.com/los-mejores-30-scanner-para-vehiculos-y-que-considerar/>
- Federico. (30 de 8 de 2022). *Encendido Transistorizado Sin Contactos*. Obtenido de AUTOYTECNICA: <https://autoytecnica.com/encendido-transistorizado-sin-contactos/>
- FierrosClasicos. (30 de 8 de 2022). *QUE ES LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE*. Obtenido de Fierros Clasicos: <https://fierrosclasicos.com/que-es-la-inyeccion-de-combustible/>

Harrison, M. (2004). *Vehicle Refinement: Controlling Noise and vibration in road*. Amsterdam: Elseiver.

Haynes, J. (2008). *The Haynes OBD-II & Electronic Engine Management Systems Manual: 1*. California: Haynes Manuals.

INSTRUMENTS, N. (15 de Julio de 2022). *National Instruments*. Obtenido de Introducción a CAN: <https://www.ni.com/es-mx/innovations/white-papers/06/controller-area-network--can--overview.html>

Luis, B. V. (2008). *Inyección Electrónica en Motores a Gasolina Vol 1*. México: Digital Communication .

Mejía-Calderón, R.-P. M.-J. (2020). Pasado y presente en el diagnóstico de los motores en los talleres de servicio automotor. Del vacuómetro a los sistemas basados en la nube. *Informador Técnico*, 107-125.

Montoya, J. (31 de 08 de 2022). *XRAYSolutions*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/jaimikow/conectores-y-cap-diag-a-bordo>

MundoMotor. (30 de 8 de 2022). *Sistema De Encendido Dis: Componentes, Funcionamiento, Y Más*. Obtenido de Mundo del Motor: <https://www.mundodelmotor.net/sistema-de-encendido-dis/>

Pamio, F. (31 de 08 de 2022). *Aprende inyección electrónica gratis online*. Obtenido de INTERPRETACIÓN DE CÓDIGOS OBD2: <https://inyeccionelectronicamotores.blogspot.com/2016/12/interpretacion-de-codigos-obd2.html>

Anexos

Figura A.1 Organigrama FCSD Technical Support México

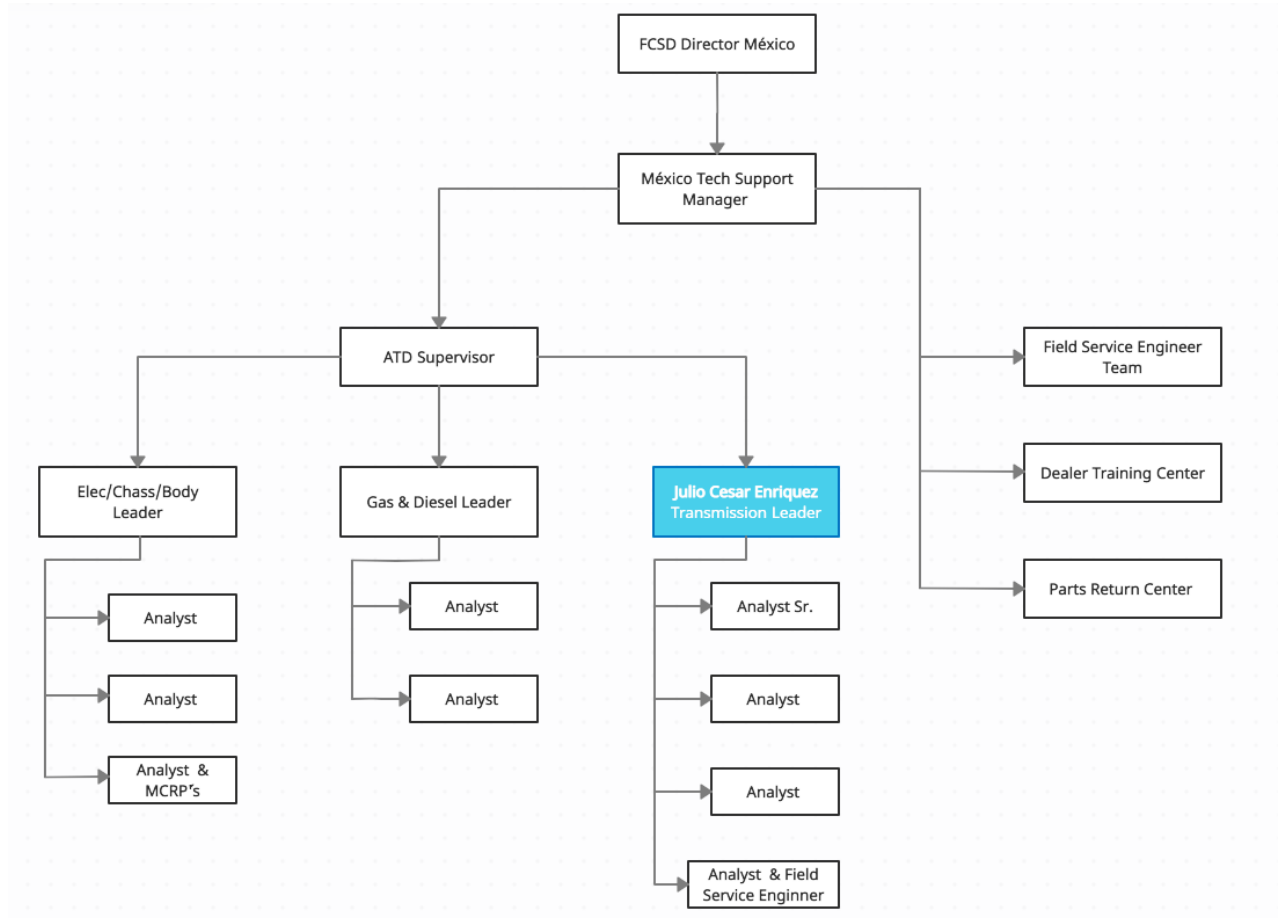


Figura A.2 Matriz de certificación técnica (Fundamentos básicos)

Fundamentos básicos	M1 - Mantenimiento	Mantenimiento General
		Realizando una Inspección VCU Eficaz
		Servicio Básico de Neumáticos y Ruedas
		Información de Neumáticos
		Inspección y Mantenimiento de Neumáticos
		Ruido de viento y entrada de agua
		Curso Sobre Rudimentos del Taller de Colisión y Carrocería
	FA - Fundamentos del Automóvil	Introducción a las Herramientas Automotrices
		Introducción al Automóvil
		Inspección y Mantenimiento del Vehículo
		Recursos Técnicos
		Responsabilidades de Garantías de los Técnicos de Servicio
		Introducción al Desempeño del Motor
		Operación, Diagnóstico y Reparación de Motor 1
		Teoría y Operación de los Sistemas de Suspensión
		Teoría y Operación del Control de Clima
		Operación de la Transmisión Manual y Transeje
		Introducción a la Teoría y Operación de la Transmisión Automática
		Sistema de Frenos del Vehículo
		Usando la Asistencia Técnica a Distribuidores
		Responsabilidades de garantías de los técnicos
		Consulta de Publicaciones de Servicio en Línea
		Procesos de diagnóstico del vehículo
		Herramientas de Medición Automotriz
		Metrología
		Teoría y Operación de Sistemas Eléctricos Básicos
		Teoría y Operación del Sistema de Batería, Arranque y Carga
		Herramientas de Diagnóstico y Pruebas Eléctricas - Parte I
		Herramientas de Diagnóstico y Pruebas Eléctricas - Parte II
		Reparación Y Diagnóstico Eléctrico
		Fundamentos de los Sistemas Eléctricos y Electrónicos
		Teoría y Operación de la Electrónica
		Entendiendo los Sistemas Electrónicos
IDS - DTC's, PID's y Multímetro Digital		
Comunicación de Redes		
IDS - Osciloscopio, SGM y PMI		
IDS para Reparaciones de Colisión		
Herramienta de escaneo FDRS		
Módulo de Medición y Comunicación del Vehículo (VCMM)		
Reparación y diagnóstico electrónico		

		VCMM - Vehicle Communication & Measurement Module
A9 - Sistemas Electrónicos		Sistemas Antirrobo
		Diagnóstico del Sistema de Seguridad Suplementario (SRS)
		Entrenamiento de Retiro de Bolsas de Aire Takata
		Sistema de Panel de Instrumentos e Iluminación
		Diagnóstico de Sistemas de Apertura
		Sistemas de Información y Entretenimiento
		SYNC Operación y Funcionamiento
		Prevención de Colisión y Asistencia del Conductor
		Sistemas Avanzados de Asistencia de Conducción
		Calibración de Reparación del Sistema Ford ADAS
		Módulo Avanzado y Diagnóstico de red
		Diagnóstico Avanzado de Módulos y Redes de Comunicación
		Electrónica avanzada
	Nuevos Modelos	
		Entrenamiento Nuevo Modelo Super Duty
		Entrenamiento Nuevo Modelo Raptor R
		Entrenamiento Nuevo Modelo Mustang
		Entrenamiento Nuevo Modelo Expedition & Navigator 2022
		Entrenamiento de Nuevos Modelos 2022
		Entrenamiento de Nuevos Modelos: Maverick & Bronco 2022
		Transit Eléctrica / Courier 2022

Figura A.3 Matriz de certificación técnica (Especialidades)

Chasis	A3 - Dirección y Suspensión	Introducción a NVH
		Análisis de Vibración de Neumáticos / Ruedas
		Diagnóstico de NVH
		Fundamentos de los Sistemas de Dirección y Suspensión
		Teoría y Operación de los Sistemas de Dirección
		Alineación de Dirección y Suspensión
		Herramientas y Pruebas de los Sistemas de Dirección y Suspensión
		Sistemas de Monitoreo de Presión de Llantas (TPMS)
		Sistema de dirección y suspensión
	A5 - Control de Clima	Fundamentos de HVAC
		Teoría y Operación del Control de Clima Electrónico
		Diagnóstico del Sistema de Control de Clima
Diagnóstico avanzado de sistemas de control de clima		
A8 - Sistema de Frenos	Procedimientos de Servicio a los Frenos	
	Teoría y Operación de los Sistemas Avanzados de Freno	
	Diagnóstico y Reparación de los Sistemas Avanzados de Freno	
	Diagnóstico y reparación del sistema de frenos básicos y ABS	
Motor - Gasolina y Diésel	A1 - Desempeño de Motor a Gasolina	Teoría y Operación del Aire y del Combustible
		Teoría y Operación del Sistema de Encendido
		Teoría y Operación del Sistema de Escape y Emisiones
		Sistema de Desempeño del Motor y Monitores de OBD II
		Procesos y Rutinas de Diagnóstico de Desempeño del Motor 1
		Teoría y operación del desempeño del motor
		Procesos y Rutinas de Diagnóstico de Desempeño del Motor 2
		Diagnóstico y pruebas del desempeño del motor
		Motor Turbo cargado a Gasolina de Inyección Directa (Ecoboost)
		Desempeño de motor avanzado
	A2 - Reparación de Motor a Gasolina	Funcionamiento, Diagnóstico y Reparación de Motores 2
		Diagnóstico y reparación de motor
	C1 - Desempeño de Motor a Diésel	Teoría y Funcionamiento del Motor a Diésel
		Sistema de Inyección y Suministro de Combustible Diésel
		Postratamiento de Escape y Admisión de Aire del Motor a Diésel
		Diagnóstico del Motor a Diésel
		DIAGNÓSTICO DE DESEMPEÑO DEL MOTOR A DIÉSEL
	C2 - Reparación de Motor a Diésel	Teoría y Funcionamiento del Motor a Diésel
Funcionamiento, Diagnóstico y Reparación de Motores 2		
Diagnóstico Y Reparación De Motor		
Reparación del Motor a Diésel		

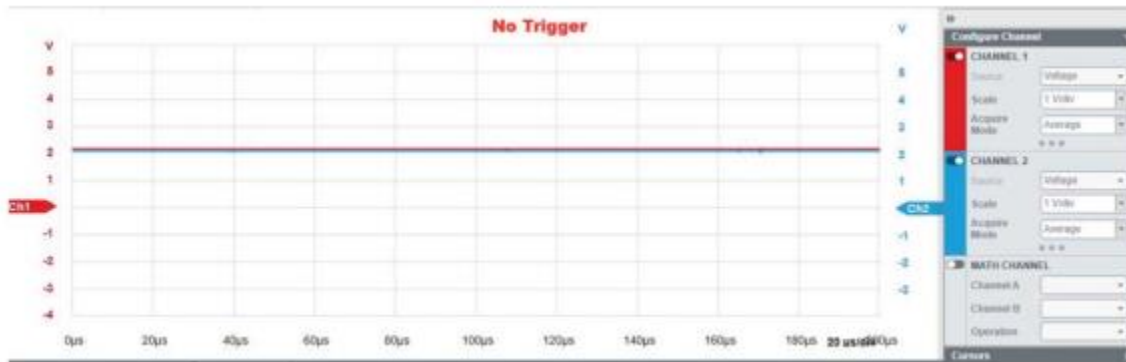
Transmisiones Manuales y Automáticas	A6 - Transmisión Manual	Diagnóstico de la Transmisión Manual y Transeje
		Reparación De La Transmisión Manual Y Transeje
		Operación del Sistema Diferencial y Eje Propulsor
		Operación del Sistema de Caja de Transferencia y RWD Basados en 4WD
		Diagnóstico del Sistema de Caja de Transferencia y RWD Basados en 4WD
		Diagnóstico y Servicio de los Sistemas FWD basados en AWD
		Diagnóstico y reparación del diferencial y 4wd
	A7 - Transmisión Automática	Física de las Transmisiones Automáticas
		Componentes Mecánicos de la Transmisión Automática Parte 1
		Componentes Mecánicos de la Transmisión Automática 2
		Componentes de Aplicación de la Transmisión Automática
		Componentes hidráulicos de la transmisión automática
		Componentes eléctricos de la transmisión automática
		Componentes electrohidráulicos de la transmisión automática
		Operación hidráulica-mecánica de la transmisión automática
		Operación de los Sistemas Electrónicos de Control de la Transmisión Automática
		Introducción al Servicio de la Transmisión Automática
		Servicio de la Transmisión Automática
		Servicio De La Transmisión Automática
		Diagnósticos de Transmisión Automática
		Diagnóstico De La Transmisión Automática
		Diagnóstico y Servicio de la Transmisión Torqshift 6
		Transmisión Powershift De 6 Velocidades
		Diagnóstico y Reparación 6F35
		Operación y Servicio de la Transmisión 6R80
		Características y Componentes Únicos de 6F15
		10R80 Teoría y operación
		8F57 Teoría y Operación
8F35 Teoría de la Transmisión y Operación		
8F24 Teoría y Operación		
10R140 Teoría y Operación		
Vehículos Híbridos y Eléctricos	A10 - Vehículos Híbridos y Eléctricos	Introducción a los Vehículos de Propulsión Alternativa
		Componentes y Funcionamiento de Vehículos Híbridos
		Seguridad en Sistemas de Alto Voltaje
		Operación Y Diagnóstico De Vehículos Híbridos Y Eléctricos
		Operación y Componentes de la Batería de un Vehículo Eléctrico (BEV)
		Introducción al Servicio de las Baterías de Alto Voltaje
		Introducción al Servicio de las Baterías de Alto Voltaje para Reparaciones de Colisión
		Servicio A Las Baterías De Alto Voltaje

Inspección Previa Entrega	PR - Inspección Previa Entrega Ford	Operación, Diagnóstico y Reparación de Motor 1
		Teoría y Operación de los Sistemas de Suspensión
		Teoría y Operación de los Sistemas de Dirección
		Sistema de Frenos del Vehículo
		Introducción a NVH
		Teoría y Operación del Control de Clima
		Operación de la Transmisión Manual y Transeje
		Introducción a la Teoría y Operación de la Transmisión Automática
		Funcionamiento y Pruebas del SYNC MyFord
		Consulta de Publicaciones de Servicio en Línea
		IDS - DTC's, PID's y Multímetro Digital
		Inspección Previa Entrega Ford

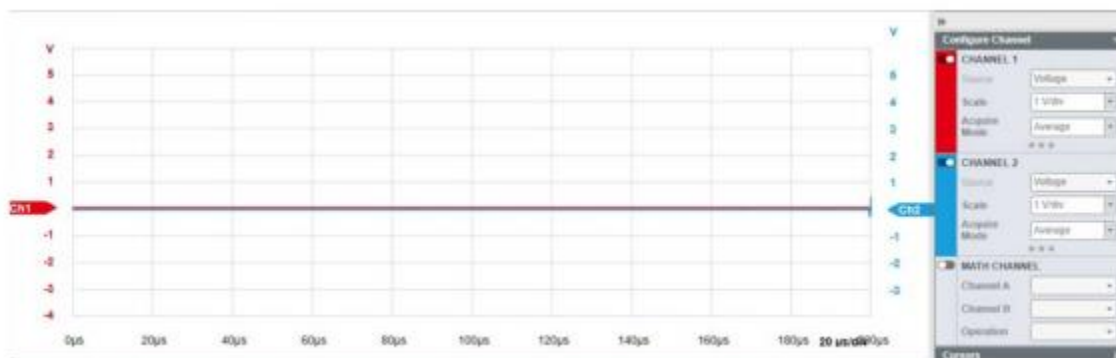
Figura A.4 fallas conocidas en la red CAN

Circuitos de red CAN en cortocircuito entre sí

En caso de que los circuitos (+) y (-) de datos presenten un cortocircuito entre sí, la señal permanece en el voltaje básico (2.5 V) continuamente y se pierden todas las capacidades de comunicación.

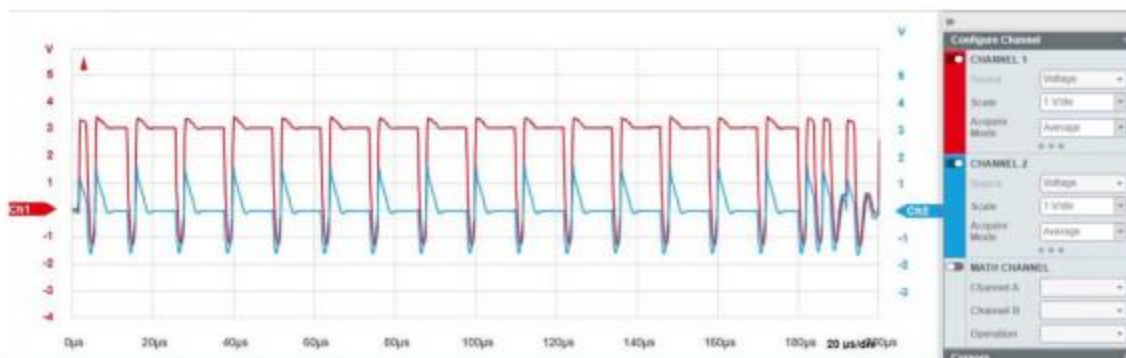


Cortocircuito a tierra en el circuito (+) de la CAN



En caso de que el circuito (+) de datos presente un cortocircuito a tierra, el voltaje tanto del circuito (+) como del circuito (-) de datos pasa al nivel bajo (0 V), y se pierden todas las capacidades de comunicación.

Cortocircuito a tierra en el circuito (-) de la CAN



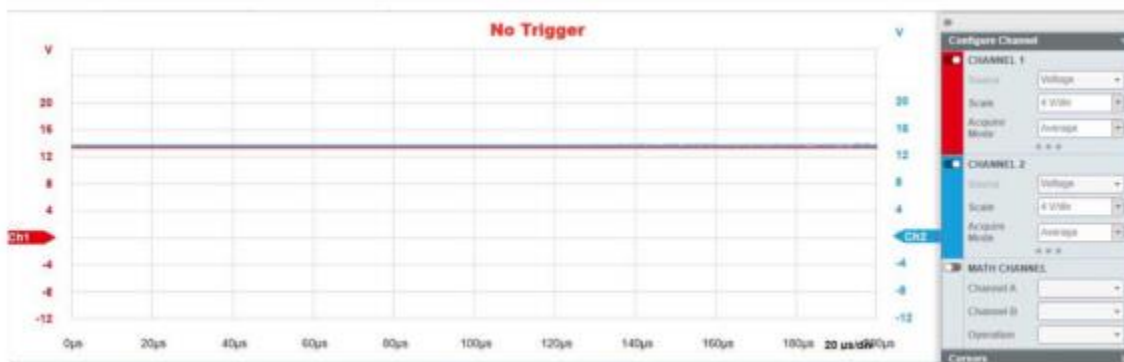
En caso de que el circuito (-) de datos presente un cortocircuito a tierra, el voltaje en el circuito (-) pasa al nivel bajo (0 V) y el voltaje en el circuito (+) alcanza un voltaje de pico casi normal (3.0 V) durante la comunicación, pero se reduce a 0 V en lugar de al voltaje básico normal (2.5 V). La comunicación puede continuar, pero a un nivel reducido.

Cortocircuito a voltaje de la batería en el circuito (+) de la CAN



En caso de que el circuito (+) de datos presente un cortocircuito a voltaje de la batería, se ocasiona un voltaje alto (12 V) en el circuito de datos (+) y se ocasiona un voltaje anormalmente alto (mayor de 5 V) en el circuito de datos (-) durante la comunicación, y se alcanza el voltaje de la batería (12 V) para el voltaje pico. La comunicación puede continuar, pero a un nivel reducido.

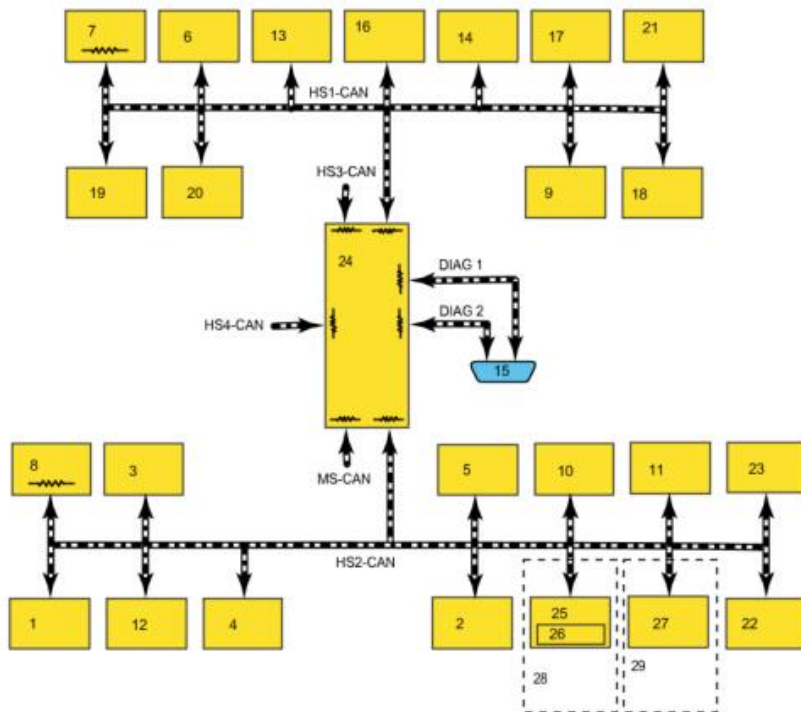
Cortocircuito a voltaje de la batería en el circuito (-) de la CAN



En caso de que el circuito de datos (-) presente un corto a voltaje de la batería, se ocasiona un voltaje alto (12 V) tanto en el circuito de datos (+) como en el circuito de datos (-) y se pierden todas las capacidades de comunicación.²⁸

²⁸ Gráficos de Osciloscopio, software VMS Rotunda.

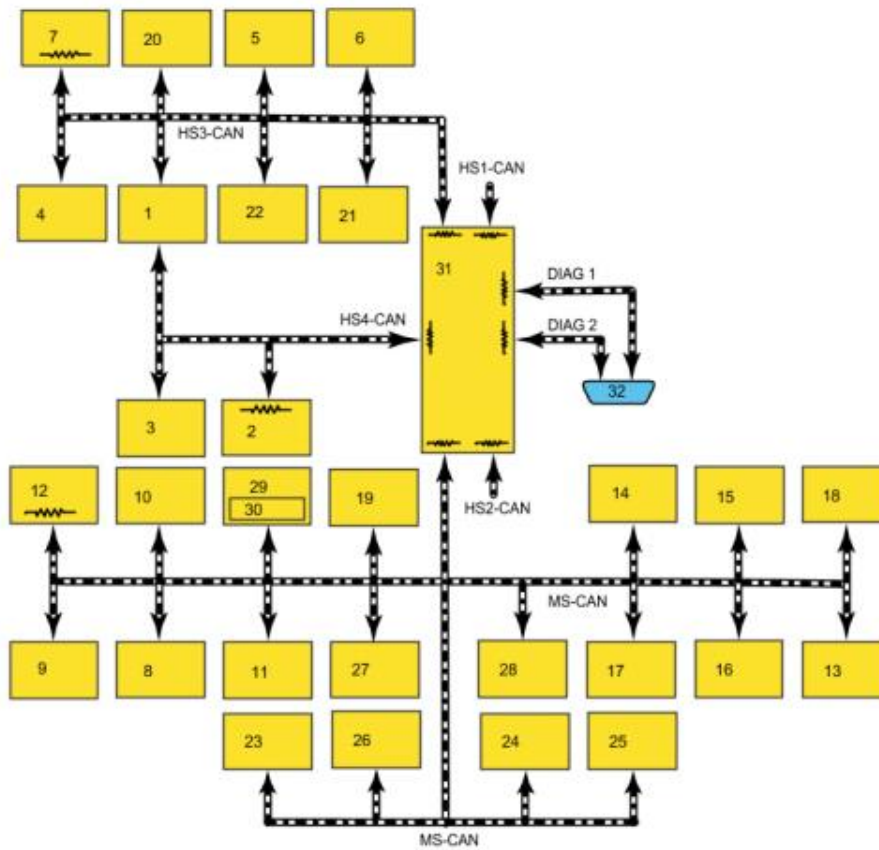
Figura A.5 Comunicación gráfica de una red CAN, vehículo 2022.²⁹
HS-CAN1 Y HS-CAN2



Ref.	Descripción	Ref.	Descripción
1	PSCM	16	SOBDM (Módulo de control de carga de la batería [BCCM])
2	IPMA	17	DCDC
3	RCM	18	SOBDMC
4	Módulo ABS	19	APIM
5	HCM	20	Módulo AWD
6	BCM	21	BCMC [BJB]
7	PCM	22	SUMA
8	SCCM	23	VDM
9	ACCM	24	GWM
10	GSM	25	IPMB
11	ATCM	26	PAM
12	OCS	27	PAM
13	PACM	28	Cámara de visualización de 360 grados
14	BECM	29	Solo cámara de asistencia de estacionamiento trasera
15	DLC		

²⁹ Diagrama de red CAN, PTS Ford.

HS-CAN3, HS-CAN4 Y MS-CAN



Ref.	Descripción	Ref.	Descripción
1	APIM	17	SCMG
2	TCU	18	RGTM
3	RFA	19	TRM
4	FCIMB	20	RACM
5	ACM	21	WACM
6	DSP	22	Módulo HUD
7	IPC	23	DCMF
8	DDM	24	DCMG
9	PDM	25	DCME
10	Módulo RHVAC	26	DCMH
11	RTM	27	SCMB
12	Módulo HVAC	28	SCMF
13	SCMJ	29	DSM
14	SODL	30	SCME
15	SODR	31	GWM
16	SCMH	32	DLC

Glosario

4WD	Four Wheel Drive
ABS	Anti-lock Braking System
BEV	Battery Electric Vehicle
CAN	Controller Area Network
CARB	California Air Resources Board
CKP	Crankshaft Position Sensor
CMP	Camshaft Position Sensor
CRC	Customer Relationship Center
CRP	Centro de Retorno de Partes
CSAP	Cuautitlan Stamping and Assembly Plant
DLC	Data Link Connector
DTC	Diagnostic Trouble Code
ECT	Engine Coolant Temperature
ECU	Electronic Control Unit
EGRT	Exhaust Gas Recirculation Temperature
EPA	Environmental Protection Agency
FCSD	Ford Customer Service Division
FO.MO.CO.	Ford Motor Company
HVAC	Heating Ventilating and Air Conditioning
IDS	Integrated Diagnostic System
IPN	Instituto Politécnico Nacional
MAF	Mass Air Flow
NVH	Noise, Vibration, and Harshness
OBD	On Board Diagnostics
OTA	Over The Air
PID	Parameter Identification
PRCCA	Puerto Rico, El Caribe y Centro América
PROFECO	Procuraduría Federal del Consumidor
RWD	Rear Wheel Drive
SGM	starter generator module
TAC	Technical Assistance Center
TPS	Mass Air Flow
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
VSS	Vehicle Speed Sensor
4WD	Four Wheel Drive
ABS	Anti-lock Braking System
BEV	Battery Electric Vehicle
CAN	Controller Area Network