TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Estancia industrial en la planta Ford Cuautitlán Izcalli como Product Development en el área de Diseño y verificación de sistemas de infoentretenimiento

E S T A N C I A S

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERA EN MECATRÓNICA

CON ESPECIALIDAD EN:

PROCESOS DE MANUFACTURA

P R E S E N T A

MATEOS HERNÁNDEZ GUILLERMO RAÚL ISAAC

MATRICULA 201520234

DIRECTOR:

M. EN C. MARIO ALBERTO HERNÁNDEZ SORIANO

Coacalco de Berriozábal, marzo de 2025

Dedicatorias

Quisiera dedicar este trabajo a mi familia la cual pese a todos los sacrificios que hemos tenido jamás me dejo de apoyar en los momentos que más necesitaba.
A mi madre quien a pesar de todo nunca perdió la fe en mi y a aquellas personas que pese a que solo pasaron unos instantes conmigo marcaron mi camino para recorrerlo de la manera que lo he hecho hasta el día de hoy.
Pero sobre todo a mi Abuelo quien no pudo verme cumplir este sueño y que siempre se encuentra en espíritu a mi lado guiando cada paso, así como lo hizo durante el tiempo que convivimos,

Agradecimientos

A mis jefes y mis compañeros de trabajo que me facilitaron los conocimientos y los aprendizajes necesarios para escribir este proyecto, no solo de forma teórica, si no, también de forma práctica para el desarrollo de las competencias necesarias para plasmar lo que se pide en este trabajo.

Resumen

Este trabajo describe la experiencia adquirida por un egresado de la Ingeniería en Mecatrónica reportando un año de estancia industrial en la compañía Ford Motor Company en donde se platica como aplica sus conocimientos en electrónica, ingeniería de sistemas e ingeniería de control para identificar y resolver problemas en la industria automotriz. Por otro lado, debido a la evolución de la industria automotriz, es necesario atender constantemente nuevas demandas, especialmente en los procesos de control de calidad, en donde el egresado muestra su capacidad de adaptarse a los problemas reales de la industria empleando y utilizando tecnología avanzada para leer señales y analizar reacciones físicas de componentes, asegurando que los vehículos cumplan con los estándares de seguridad y confort demandados, jugando un papel crucial en la integración y validación de sistemas vehiculares, garantizando así la calidad y seguridad del producto final.

ÍNDICE

Capítulo I. Generalidades 7
1.1 Introducción 7
1.2 Descripción del centro, empresa u organismo 8
1.3 Descripción de las actividades dentro de la empresa 9
1.4 Justificación 10
1.5 Objetivos 11
1.5.1 Objetivo general 11
1.5.2 Objetivos específicos 12
1.6 Alcances y limitaciones 12
Capítulo II. Marco Teórico 14
2.1 Introducción a la industria automotriz 14
2.1.1 Historia y evolución de la industria automotriz 14
2.1.2 Importancia de la calidad y seguridad en la industria automotriz 15
2.2 Redes multiplexadas y comunicación en vehículos 16
2.2.1 Conceptos básicos de redes multiplexadas 16
2.2.2 Protocolo CAN-bus y su relevancia en la industria automotriz 18
2.2.3 Protocolos de comunicación avanzados en la industria automotriz 19
2.3 Procesos de calidad y testeo en la industria automotriz 20
2.3.1 Conceptos y metodologías de calidad en la industria automotriz 20
2.3.2 Tipos de pruebas y testeo de software y hardware en vehículos 23
2.3.3 Herramientas y tecnologías utilizadas para el testeo 25
2.4 Seguridad en los sistemas automotrices 25
2.4.1 Normativas y estándares internacionales de seguridad (ISO, SAE, etc.) 25
2.4.2 Métodos y procesos para garantizar la seguridad de los sistemas automotrices 28
2.4.3 Casos de estudio de fallos de seguridad y sus soluciones 29
2.5 Optimización y mejora continua 30
2.5.1 Técnicas de mejora continua aplicadas a la industria automotriz 30
2.5.2 Análisis y resolución de errores en sistemas automotrices 31
2.5.3 Implementación de soluciones y mejoras en el desarrollo de vehículos 32
Capítulo III. Desarrollo 34

3.1. Conocimiento de los procesos dentro de la industria 34
3.2. Rondas productivas 34
3.3. Bench Set-up y Conexión 35
3.4. Lectura y asignación de Features 38
3.5. Fixers (análisis) 40
3.6. Conocimiento Rápido de Jira 41
3.7. Pruebas 42
3.8. Conteo y Entrega de Issues 44
Capítulo IV. Resultados 45
4.1. Entrega y mejora en el programa a correr 45
4.2. Procesos para el Testeo de pruebas 46
4.3. Separación y filtrado de Señales 47
4.4. Corrección y Avance del programa 48
Capítulo V. Conclusiones 50
Bibliografía 53
ANEXOS 58
ANEXO I 59
Certificaciones 59
ANEXO II 63
Cartas y constancias Laborales 63

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Logo Ford, 2024 [2] 8
Ilustración 2. Componentes básicos para un sistema SYNC, 2024 35
Ilustración 3. Screen de pantalla táctil del reproductor media, 2024 38
Ilustración 4. Screen en pantalla táctil en navegador y ubicación GPS, 2024 39
Ilustración 5. Logo JIRA, 2024 41
Ilustración 6. Diagrama de flujo 43
Ilustración 7. Distribución general de resultados 44

Capítulo I.
Generalidades

1.1 Introducción

A lo largo de este trabajo se describirán los procesos mediante los cuales un ingeniero mecatrónico aplica sus conocimientos en disciplinas como la electrónica, la ingeniería de sistemas y la ingeniería de control. Estos conocimientos permiten identificar problemáticas en el ámbito laboral y proponer soluciones efectivas dentro del sector de la industria automotriz.

Conforme avanza la evolución de esta industria, es necesario atender de manera constante las diversas demandas que surgen en sus distintos sectores. En este contexto, se ha identificado una nueva necesidad en los procesos de control de calidad. Este proceso no solo verifica mecánicamente los ensamblajes de los vehículos, sino también garantiza el cumplimiento de las exigencias relacionadas con la seguridad y confort dentro del habitáculo del vehículo, aspectos fundamentales para proteger a los ocupantes.

Por lo tanto, la labor del ingeniero mecatrónico consiste en abordar esta necesidad empleando tecnología avanzada para la lectura de señales y la interpretación de reacciones físicas generadas por diversos componentes. Esto asegura que, al momento de la comercialización del vehículo, no existan fallos que puedan comprometer la integridad física de los usuarios o de terceros.

Asimismo, se destaca que los sistemas vehiculares interactúan entre sí para garantizar un funcionamiento óptimo, dependiendo de las conexiones y relaciones entre sus distintas partes. En este sentido, el ingeniero desempeña un papel crucial en el diagnóstico, integración y validación de estos sistemas, asegurando así la calidad y seguridad del producto final.

1.2 Descripción del centro, empresa u organismo

Ford Motor Company

La compañía Ford Motor Company es una organización multinacional que se estableció el 16 de junio de 1903 en Detroit, Míchigan, bajo la visión de Henry Ford. Su propósito inicial fue hacer accesible un automóvil funcional y económico, logrando convertirse en un estándar global durante la primera mitad del siglo XX [1].



Ilustración 1. Logo Ford, 2024 [2]

El compromiso de Ford [3] 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, centrándose en cuatro temas relevantes:

- Calidad. Su prioridad es la calidad: Desde el diseño y manufactura hasta las ventas y servicio, en Ford siempre buscamos incrementar la satisfacción de nuestros clientes.

- Seguridad. Su compromiso está en desarrollar e implementar innovaciones que hacen a nuestros vehículos los más seguros para nuestros clientes y sus familias.

- Medio ambiente. Su estrategia de sustentabilidad forma parte integral de nuestro negocio, enfocándonos en procesos que cuidan el medio ambiente.

- Smart. Su visión a futuro está en transformar la manera en la que el mundo se mueve, ofreciendo soluciones de movilidad inteligente.

Breve historia de Ford en México

El 23 de junio de 1925 comienza la construcción de automóviles convirtiéndose en la primera automotriz del país, teniendo más de 95 años de historia en México:

- En 1964 Ford inicia operaciones la planta en Cuautitlán, Estado de México. Contaba con plantas de fundición de motores, centro de ingeniería de producto, laboratorios de control de calidad y pista de pruebas. Se fabrica el Ford Fiesta [2].

- En 1983 se inaugura de la planta de motores en Chihuahua con la producción de su primer motor.

- En 1986 abre sus puertas la planta de estampado y ensamble en Hermosillo, Sonora. Se fabrica Ford Fusion, Lincoln MKZ, ambos en sus versiones híbridas y enchufables.

- En 2005 Ford invirtió más de 10 millones de dólares en las plantas mexicanas. Tres años después abre sus puertas la planta de motores II en Chihuahua.

- En 2017 inicia operaciones la planta de transmisiones 6F y 8F en Irapuato.

- En 2020 Ford habilita sus Plantas en México para la producción de mascarillas faciales en apoyo al personal médico que atiende pacientes con COVID-19. Además de esto, implementa acciones para ayudar a comunidades vulnerables.

1.3 Descripción de las actividades dentro de la empresa

Los sistemas de infoentretenimiento han ganado una presencia significativa en los últimos años, transformándose en una tecnología práctica y amigable para el usuario, con dispositivos diseñados para ser intuitivos y de fácil visualización. No obstante, también pueden representar una distracción considerable, lo que puede derivar en consecuencias graves. Por ejemplo, fallas en los sensores de las pantallas táctiles que no responden al tacto, el uso de pantallas de gran tamaño que obstruyen la visibilidad del conductor o la instalación de múltiples pantallas de control que dificultan la operación del vehículo.

Se ha observado que las actualizaciones e implementaciones de estos sistemas suelen priorizar la creación de una experiencia moderna para el usuario, en lugar de garantizar una experiencia completamente segura. Aunque existen tecnologías diseñadas para mitigar las distracciones, como los asistentes de cambio de carril o los sistemas de alerta en caso de falta de atención, estas no son lo suficientemente eficaces para eliminar por completo el riesgo asociado con posibles fallos en los sistemas de infoentretenimiento.

Por esta razón, durante la estancia realizada en la empresa, el objetivo principal fue identificar y resolver, de manera anticipada, las problemáticas que pudieran surgir en los sistemas de infoentretenimiento antes de que los productos fueran lanzados al mercado. Este enfoque permitió no solo garantizar la seguridad de los usuarios, sino también cumplir con el compromiso de ofrecer un producto de calidad que satisfaga las expectativas del cliente durante su adquisición.

1.4 Justificación

En la actualidad, el mundo avanza de manera que no solo busca satisfacer las necesidades inmediatas de las personas, sino que también se enfoca en ofrecer un confort superior al que los productos originalmente brindaban.

Este principio aplica también a la industria automotriz, donde diariamente se crean departamentos dedicados a desarrollar productos más avanzados, refinados y funcionales para los usuarios del futuro. En este contexto, los sistemas de control de calidad han sido siempre un pilar fundamental en cualquier empresa. No obstante, estos sistemas están obligados a evolucionar constantemente para enfrentar los nuevos desafíos y adaptarse a los cambios tecnológicos que surgen con el paso del tiempo.

El proceso de calidad, esencial en la cadena de producción, ha experimentado una transformación significativa. Inicialmente limitado a procedimientos mecánicos, se amplió con la incorporación de tecnologías analógicas y, en la actualidad, se ha adaptado a las soluciones digitales. Esta evolución ha elevado los estándares de calidad a un nivel superior, donde la interacción entre los sistemas de control y las tecnologías digitales resulta imprescindible.

Dado que la seguridad es una prioridad ineludible, este proceso debe implementarse de la manera más eficiente y efectiva posible, garantizando que los productos cumplan con las expectativas tanto del mercado actual como del futuro.

Hoy en día, la única manera de mantener relativamente actualizados ciertos sistemas de infoentretenimiento es a través de actualizaciones, ya sean físicas o mediante sistemas más avanzados. Sin embargo, a pesar del soporte continuo, llega un punto en que el hardware se convierte en un obstáculo. Esto ocurre debido al incremento en la complejidad y el peso de los softwares modernos, lo que genera incompatibilidades con componentes que ya no pueden cumplir con los nuevos requisitos.

Esta situación plantea un desafío particular en países como México, donde el desarrollo tecnológico se encuentra en etapas iniciales y se centra principalmente en el diseño de herramientas, máquinas, procesos y sistemas, además de labores relacionadas con el mantenimiento y soporte técnico.

En este contexto, los fabricantes de automóviles y los proveedores de nivel 1 tienen la responsabilidad de probar y verificar todos los sistemas y funciones para garantizar la seguridad, la protección de las conexiones IP y el rendimiento esperado por los clientes. Dado que el automóvil opera en constante movimiento, el sistema de infoentretenimiento debe ser capaz de gestionar escenarios complejos y variables de pérdida de señal (*fading*). Para ello, es fundamental que las funciones de comunicación y radiodifusión sean evaluadas en un entorno de laboratorio que simule condiciones reales.

Asimismo, el software de los sistemas de infoentretenimiento requiere desarrollos y actualizaciones constantes para integrar nuevas características y mejorar su funcionalidad. Una de las principales tareas de los equipos de desarrollo es garantizar que las modificaciones realizadas al software no afecten negativamente al resto de las funciones del sistema, preservando así su desempeño óptimo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar, implementar y optimizar procesos integrales de calidad y testeo en la industria automotriz, utilizando avances tecnológicos y protocolos de comunicación avanzados para garantizar la seguridad, eficiencia y confiabilidad de los programas vehiculares y sistemas automotrices, cumpliendo con estándares internacionales y normativas locales, y asegurando un producto final seguro y conforme a las expectativas del mercado.

1.5.2 Objetivos específicos

- Garantizar la liberación segura y eficiente de programas automotrices a través de la mejora continua, pruebas exhaustivas y cumplimiento de normativas, asegurando la calidad del software y de los módulos físicos, con el fin de ofrecer un producto final seguro, confiable y conforme a los estándares internacionales y nacionales.

- Desarrollar y aplicar procesos de testeo integrales y colaborativos en la industria automotriz, utilizando avances tecnológicos para obtener lecturas detalladas de sistemas lógicos y físicos, garantizando así la óptima funcionalidad, seguridad y calidad de los vehículos, cumpliendo con estándares internacionales y normativas locales.

- Desarrollar y aplicar un sistema integral de separación y filtrado de señales en los vehículos automotrices, utilizando protocolos de comunicación avanzados y filtros configurables para analizar y clasificar las señales, asegurando la correcta interacción entre módulos y la implementación eficiente de soluciones, con el fin de garantizar la calidad, seguridad y eficiencia de los sistemas automotrices antes de su integración en el mercado.

- Optimizar el desarrollo y corrección de programas vehiculares mediante la identificación y resolución continua de errores, asegurando que cada ronda productiva y avance general se enfoque en cumplir con los estándares de calidad, seguridad y funcionalidad, con el objetivo final de lanzar al mercado vehículos que garanticen la satisfacción y seguridad del usuario.

1.6 Alcances y limitaciones

La presente propuesta explora los métodos y aplicaciones en los procesos de calidad en el área de PD (Product Develoment) en Ford Motor Company México a la cual se ingresó como “Ingeniero de pruebas HIL Junior” desde el 6 de junio de 2022 por medio de la empresa “Satyam Venture Engineering Services Private Limited”.

Cabe mencionar que bajo el agradecimiento y la vigilancia de la empresa, por temas de confidencialidad quién presenta este reporte de Estancias NO PUEDE REVELAR información de los proyectos específicos que se desarrollan dentro de la empresa y cuyo objetivo del reporte tiene la finalidad de evidenciar la experiencia adquirida por el egresado como requisito de titulación de acuerdo a la opción seleccionada.

De igual forma se explicará brevemente de las aplicaciones de las tecnologías presentes en el apoyo y revisión de los procedimientos de preensamblado para el conocimiento de académicos y postulantes de ingeniería que quieran aportar o trabajar para la actual industria automotriz.

Limitaciones:

- El presente proyecto solo abarca los procesos de calidad y de trabajo que se implementan en México.
- Hoy en día, no existe una ley internacional de procesos en cuestión de estándares en calidad para vehículos ya que se establecen por los diferentes países donde la marca opera.
- Dentro del proyecto se hablará de cuestiones generales o poco específicas de los procesos que se utilizan en Ford Motor Company México.
- Solo se realiza la realización de las pruebas y medidas que la compañía aplica hoy en día.
- Cambios específicos en proyectos e imágenes quedan descartados de este proyecto.

Capítulo II.
Marco Teórico

2.1 Introducción a la industria automotriz

La industria automotriz ha sido uno de los sectores más influyentes en el desarrollo económico y social del siglo XX y XXI. Desde sus humildes comienzos con los primeros vehículos motorizados hasta la actual era de vehículos eléctricos y autónomos, esta industria ha experimentado una transformación significativa. Este ensayo explora la historia y evolución de la industria automotriz, destacando los hitos más importantes y su impacto en la sociedad.

2.1.1 Historia y evolución de la industria automotriz

La historia de la industria automotriz comienza a finales del siglo XIX, con la invención del motor de combustión interna por Karl Benz en 1885. Este invento marcó el inicio de la producción de vehículos motorizados, que revolucionaron el transporte y la movilidad [4]. Los primeros automóviles eran simples carruajes motorizados, pero rápidamente se hicieron populares entre los ricos y aventureros.

Uno de los momentos más significativos en la evolución de la industria automotriz fue la introducción de la producción en masa por Henry Ford en 1913. Ford implementó la línea de montaje en la fabricación de automóviles, reduciendo significativamente los costos de producción y haciendo que los vehículos fueran accesibles para un público más amplio [5]. La producción en masa permitió a la industria crecer rápidamente y satisfacer la creciente demanda de automóviles en todo el mundo.

La Segunda Guerra Mundial tuvo un impacto profundo en la industria automotriz. Durante el conflicto, muchos fabricantes de automóviles se vieron obligados a cambiar su producción a vehículos militares y equipos bélicos. Este cambio aceleró el desarrollo tecnológico y llevó a innovaciones que posteriormente se aplicarían a los vehículos civiles. Al final de la guerra, la industria automotriz estaba preparada para una expansión global sin precedentes.

Durante el siglo XX, la industria automotriz se expandió globalmente, con la aparición de importantes fabricantes en Europa y Asia. Empresas como Toyota, Volkswagen y Mercedes-Benz se convirtieron en líderes del mercado, introduciendo innovaciones tecnológicas y mejoras en la eficiencia de los vehículos [6]. La globalización también llevó a la competencia internacional y la diversificación de los modelos de vehículos disponibles para los consumidores.

La crisis del petróleo de la década de 1970 tuvo un impacto significativo en la industria automotriz. Con el aumento del precio del petróleo, los fabricantes de automóviles se vieron obligados a desarrollar vehículos más eficientes en el consumo de combustible. Este período también marcó el comienzo de la preocupación por el impacto ambiental de los vehículos, lo que llevó a la implementación de regulaciones de emisiones más estrictas y al desarrollo de tecnologías más limpias.

En las últimas décadas, la industria automotriz ha experimentado una transformación digital. La introducción de la electrónica y los sistemas de control avanzado ha mejorado la seguridad y el rendimiento de los vehículos. Además, el desarrollo de vehículos eléctricos y autónomos está redefiniendo el futuro del transporte [7]. Los fabricantes están invirtiendo en tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y la conectividad para ofrecer una experiencia de conducción más segura y eficiente.

El futuro de la industria automotriz se perfila como un período de cambios continuos y avances tecnológicos. La transición hacia vehículos eléctricos y autónomos está en pleno apogeo, impulsada por la necesidad de reducir las emisiones de carbono y mejorar la eficiencia energética. Además, la industria está explorando nuevas formas de movilidad, como los vehículos compartidos y las soluciones de transporte sostenible.

La industria automotriz ha recorrido un largo camino desde los primeros vehículos motorizados hasta los modernos vehículos eléctricos y autónomos. A lo largo de su historia, ha demostrado una capacidad constante para innovar y adaptarse a las necesidades cambiantes de la sociedad. A medida que avanzamos hacia el futuro, es probable que la industria continúe evolucionando, impulsada por la tecnología y la sostenibilidad. La capacidad de la industria para adaptarse a los desafíos y oportunidades del futuro será crucial para su éxito continuo.

2.1.2 Importancia de la calidad y seguridad en la industria automotriz

La industria automotriz es uno de los sectores más dinámicos y competitivos de la economía global. La calidad y la seguridad son aspectos fundamentales en la fabricación y diseño de vehículos, ya que no solo afectan la satisfacción del cliente, sino que también tienen implicaciones directas en la protección de vidas humanas. Este ensayo explora la importancia de la calidad y seguridad en la industria automotriz, destacando sus impactos y los esfuerzos realizados para mejorar estos aspectos.

La calidad en la industria automotriz se refiere a la capacidad de los vehículos para cumplir con las expectativas de los consumidores en términos de rendimiento, durabilidad y confiabilidad. La implementación de sistemas de gestión de calidad, como la norma ISO 9001, ha sido crucial para asegurar altos estándares de producción. Estos sistemas permiten a los fabricantes identificar y corregir fallas en los procesos de fabricación, garantizando productos finales de alta calidad [8].

La calidad no solo aumenta la satisfacción del cliente, sino que también reduce los costos operativos a largo plazo. Un vehículo de alta calidad tiene menos probabilidades de necesitar reparaciones frecuentes, lo que minimiza los costos de garantía y aumenta la lealtad del cliente [9]. Además, los fabricantes que se centran en la calidad son más competitivos en el mercado global, ya que pueden diferenciarse de sus competidores a través de productos superiores.

La seguridad es otro pilar fundamental en la industria automotriz. Los vehículos deben cumplir con estrictas normativas de seguridad para proteger a los ocupantes y a otros usuarios de la carretera. La introducción de tecnologías avanzadas, como los sistemas de frenos antibloqueo (ABS), el control de estabilidad electrónica (ESC) y los airbags, ha mejorado significativamente la seguridad de los vehículos modernos [10].

La seguridad no solo es una responsabilidad ética para los fabricantes, sino que también es un factor decisivo en la elección del consumidor. Las pruebas de choque y las calificaciones de seguridad influyen en las decisiones de compra, y los fabricantes que logran altas puntuaciones en estas evaluaciones ganan la confianza de los consumidores. Además, la seguridad reduce los costos asociados con accidentes, tanto para los individuos como para la sociedad en general [11].

Los fabricantes de automóviles invierten continuamente en investigación y desarrollo para mejorar la calidad y seguridad de sus productos. La adopción de tecnologías emergentes, como los vehículos autónomos y los sistemas de asistencia al conductor, promete llevar la seguridad a nuevos niveles. Además, la industria colabora con organismos reguladores y organizaciones de seguridad para establecer estándares y mejores prácticas [12].

La calidad y la seguridad son componentes esenciales en la industria automotriz. Ambos aspectos no solo garantizan la satisfacción del cliente y la lealtad a la marca, sino que también protegen vidas humanas y mejoran la eficiencia operativa. A medida que la industria evoluciona, los fabricantes deben continuar innovando y adoptando nuevas tecnologías para mantener y mejorar estos estándares críticos. La dedicación a la calidad y seguridad es fundamental para el éxito a largo plazo en el competitivo mercado automotriz.

2.2 Redes multiplexadas y comunicación en vehículos

2.2.1 Conceptos básicos de redes multiplexadas

Las redes multiplexadas son una tecnología esencial en la transmisión de datos, permitiendo el uso eficiente de los recursos de comunicación. Este ensayo explora los conceptos fundamentales de las redes multiplexadas, sus tipos, y su importancia en el campo de las telecomunicaciones.

La multiplexación es una técnica que permite la transmisión de múltiples señales a través de un solo canal de comunicación. Esto se logra combinando varias señales en una señal

compuesta que puede ser transmitida a través de un medio compartido. La multiplexación es esencial para maximizar el uso del ancho de banda disponible y reducir los costos de transmisión [13].

Existen varios tipos de multiplexación, cada uno con sus propias características y aplicaciones. Los más comunes son: la Multiplexación por División de Frecuencia (FDM), la Multiplexación por División de Tiempo (TDM) y la Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM).

La multiplexación por división de frecuencia (FDM) divide el ancho de banda disponible en múltiples canales de frecuencia, cada uno de los cuales puede transmitir una señal independiente. Esta técnica es ampliamente utilizada en la radio y la televisión [14].

La multiplexación por división de tiempo (TDM) asigna diferentes intervalos de tiempo para la transmisión de cada señal en un canal compartido. Cada señal se transmite en ráfagas cortas en su intervalo asignado, lo que permite compartir el mismo medio físico entre múltiples usuarios [15].

La multiplexación por división de longitud de onda (WDM) es utilizada principalmente en redes de fibra óptica. Esta técnica combina múltiples señales ópticas de diferentes longitudes de onda en una sola fibra, aumentando significativamente la capacidad de transmisión [16].

Las redes multiplexadas son esenciales para la eficiencia y eficacia de las telecomunicaciones modernas. Permiten la transmisión simultánea de múltiples señales a través de un solo canal, optimizando el uso del ancho de banda y reduciendo los costos. Además, las técnicas de multiplexación son fundamentales para la implementación de redes de alta velocidad y la transmisión de datos a larga distancia [17].

Las redes multiplexadas tienen una amplia gama de aplicaciones en diferentes campos, incluyendo las telecomunicaciones proporcionando la infraestructura necesaria para la transmisión de voz y datos en redes telefónicas y de internet, radiodifusión ya que permiten la transmisión de múltiples canales de radio y televisión a través de un solo canal de frecuencia y en redes de fibra óptica se utilizan técnicas de multiplexación para aumentar la capacidad de transmisión y la eficiencia de las redes de datos de alta velocidad.

La multiplexación es una técnica fundamental en el campo de las telecomunicaciones, permitiendo la transmisión eficiente de múltiples señales a través de un solo canal. Con sus diversas formas, como FDM, TDM y WDM, la multiplexación optimiza el uso del ancho de banda y reduce los costos de transmisión. Su importancia en la infraestructura de las telecomunicaciones y sus aplicaciones en diversos campos la convierten en una tecnología esencial para las comunicaciones modernas.

2.2.2 Protocolo CAN-bus y su relevancia en la industria automotriz

El progreso tecnológico en la industria automotriz ha sido significativamente impulsado por la adopción y desarrollo de sistemas electrónicos avanzados. Entre estos sistemas, el protocolo Controller Area Network (CAN-bus) se destaca como una de las innovaciones más influyentes en la comunicación de datos dentro de los vehículos [18]. Introducido por Bosch en la década de 1980, el CAN-bus permite la interconexión eficiente y efectiva de diversos componentes electrónicos, mejorando la funcionalidad, seguridad y eficiencia de los vehículos modernos [19].

El CAN-bus fue desarrollado originalmente para resolver los problemas de comunicación entre los numerosos dispositivos electrónicos presentes en los vehículos [20]. Antes de su implementación, los vehículos dependían de un extenso cableado para conectar cada sensor y actuador directamente a la unidad de control electrónico (ECU), lo que aumentaba el peso, los costos y la complejidad del sistema [21]. El diseño del CAN-bus, por otro lado, permite que múltiples dispositivos compartan un único bus de comunicación, reduciendo así la cantidad de cableado necesario [22].

Desde su introducción, el protocolo CAN-bus ha evolucionado para adaptarse a las crecientes demandas de la industria automotriz. Las versiones modernas del protocolo han mejorado la velocidad de transmisión de datos, la capacidad de manejo de errores y la inmunidad a interferencias, lo que lo convierte en una herramienta esencial en la construcción de vehículos cada vez más sofisticados [23].

El CAN-bus es conocido por varias características técnicas que lo hacen adecuado para aplicaciones automotrices. Entre estas características se incluyen:

1. Inmunidad a Interferencias: El protocolo CAN-bus utiliza una técnica de codificación diferencial que proporciona una alta inmunidad a interferencias electromagnéticas, lo que es crucial en el entorno ruidoso de un vehículo [24].

2. Capacidad de Autodiagnóstico y Reparación de Errores: Los mensajes transmitidos en el bus CAN incluyen mecanismos de detección y corrección de errores, lo que permite al sistema identificar y corregir automáticamente errores de datos [25].

3. Eficiencia en el Uso del Cableado: Al permitir que múltiples dispositivos compartan un solo bus de comunicación, el CAN-bus reduce la cantidad de cableado necesario, lo que a su vez reduce el peso y los costos del vehículo [26].

4. Escalabilidad y Flexibilidad: El diseño del protocolo CAN-bus permite la fácil integración de nuevos dispositivos y sistemas, lo que es esencial para la incorporación de tecnologías emergentes en los vehículos modernos [27].

El CAN-bus se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones dentro de los vehículos, abarcando sistemas críticos para el motor, la tracción, la seguridad y el confort. Algunas de las aplicaciones más comunes incluyen:

1. Control del Motor: El CAN-bus facilita la comunicación entre la ECU del motor y diversos sensores y actuadores, permitiendo un control preciso del rendimiento del motor y la optimización del consumo de combustible [21].
2. Sistemas de Seguridad: El protocolo CAN-bus se utiliza para integrar sistemas de seguridad como los frenos antibloqueo (ABS), el control de tracción y los sistemas de airbags, asegurando una respuesta coordinada y rápida en situaciones de emergencia [19].
3. Sistemas de Confort: Los sistemas de climatización, entretenimiento y navegación también se benefician del uso del CAN-bus, lo que permite una experiencia de conducción más cómoda y personalizada para el usuario [25].

La implementación del protocolo CAN-bus en la industria automotriz ofrece numerosos beneficios, entre los que se incluyen la reducción del Peso del Vehículo disminuyendo la cantidad de cableado necesario, el CAN-bus contribuye a la reducción del peso total del vehículo, lo que a su vez mejora la eficiencia energética y el rendimiento [18], la mejora de la Eficiencia Energética ya que la capacidad del CAN-bus para optimizar la comunicación entre los sistemas del vehículo permite un uso más eficiente de la energía, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes [24] y la facilidad de Integración de Nuevas Tecnologías debido a la flexibilidad y escalabilidad del CAN-bus facilitan la incorporación de nuevas tecnologías y funcionalidades en los vehículos, asegurando que puedan adaptarse rápidamente a las tendencias emergentes y las demandas del mercado [19].

El protocolo CAN-bus ha demostrado ser una herramienta esencial en la modernización de la industria automotriz. Su capacidad para mejorar la comunicación y coordinación entre los diversos sistemas electrónicos de un vehículo ha permitido avances significativos en términos de eficiencia, seguridad y confort. A medida que la tecnología automotriz continúa evolucionando, la relevancia del CAN-bus seguirá creciendo, consolidándose como un pilar fundamental en el desarrollo de los vehículos del futuro.

2.2.3 Protocolos de comunicación avanzados en la industria automotriz

En la industria automotriz, se utilizan varios protocolos de comunicación avanzados para mejorar la eficiencia y funcionalidad de los vehículos. Algunos de los más destacados se describen a continuación:

CAN (Controller Area Network): Como mencionamos antes, es uno de los protocolos más utilizados debido a su capacidad para conectar múltiples dispositivos electrónicos dentro del vehículo [26].

LIN (Local Interconnect Network): Utilizado para la comunicación entre dispositivos de bajo costo y baja velocidad, como los sensores de asientos y ventanas [19].

MOST (Media Oriented Systems Transport): Se utiliza principalmente para la transmisión de datos multimedia, como audio y video, dentro del vehículo [20].

FlexRay: Ofrece mayor velocidad y fiabilidad que CAN, y se utiliza para aplicaciones críticas como el control de frenos y la dirección asistida [21].

Ethernet: Aunque tradicionalmente utilizado en redes de área local, se está adoptando en la industria automotriz para la comunicación de alta velocidad y gran capacidad de datos [22].

K-Line: Un protocolo de comunicación de un solo sentido utilizado principalmente para la comunicación entre el vehículo y los dispositivos de diagnóstico [23].

TP (Time-Triggered Protocol): Utilizado en aplicaciones de tiempo real donde la sincronización precisa es crucial, como en sistemas de seguridad y control de motor [24].

2.3 Procesos de calidad y testeo en la industria automotriz

2.3.1 Conceptos y metodologías de calidad en la industria automotriz

Calidad Total (TQM - Total Quality Management)

Es aquella calidad que se enfoca en centrar la producción y servicios de calidad en la satisfacción y necesidad de los clientes, la TQM implica a todos los trabajadores para mantener un alto nivel de trabajo dentro de la empresa.

La aplicación de esta puede ayudar a mejorar la productividad de los empleados para lograr una ventaja competitiva. Algunos conceptos de la ISO 9001 el sistema de gestión de la calidad más reconocido a nivel internacional es expuestos primeramente por esta ideología ya que proporciona una marca ágil para aplicar las iniciativas eficaces de calidad y productividad en todos los aspectos de las operaciones empresariales

- El principio de la calidad total se introdujo por Feigenbaum en los 2000 como CWQC (Concepto de control de calidad en toda la empresa), yacía en tres principios.
    - Liderazgo de Calidad: A la hora de aplicar los esfuerzos en materia de calidad, la dirección debe tomar la iniciativa, y debe basarse en una sólida planificación. [28]
    - Tecnología de la calidad: En el contexto del libro, esto no sólo significa aplicar métodos estadísticos y otros métodos técnicos o de ingeniería, sino también adaptarse a los últimos programas de gestión de la calidad para satisfacer a los clientes en el futuro.
    - Compromiso organizativo: Todos los miembros de la organización, incluido el personal de oficina, los ingenieros y los trabajadores del taller, tienen un

papel importante en la mejora de la calidad empresarial. La motivación y la formación continua de toda la plantilla demuestran el compromiso con la mejora de la calidad del producto o del servicio.

Actualmente la TQM al igual que se predecesor se rige por tres conceptos:

- Principio de Pareto: En el contexto de la calidad, esto significa determinar «los pocos vitales y los muchos triviales», o el pequeño porcentaje de causas raíz en los procesos de producción o servicio que constituyen el mayor efecto en términos de defectos o costes. [28]
- Teoría de la gestión: Incluye un cambio de paradigma, pasando de centrarse únicamente en la calidad del producto o servicio final a examinar ampliamente el elemento humano de la gestión de la calidad [28]
- Trilogía Juran: Los 3 procesos universales de gestión de la calidad son la planificación de la calidad (la fase de diseño o la elaboración de una hoja de ruta), el control de calidad (la aplicación de métodos para garantizar que los procesos están bajo control o no se ven afectados por causas especiales), y la mejora de la calidad (el perfeccionamiento pro activo de los procesos o la introducción de cambios «rompedores» en los niveles de rendimiento). [28]

Mejora Continua (Kaizen)

Dentro del ámbito empresarial, especialmente en lo relacionado con la gestión de calidad, el método Kaizen se refiere a una estrategia orientada a la mejora continua de los procesos industriales. Su implementación se basa en la realización de modificaciones graduales, específicas y de bajo costo dentro de la estructura organizativa, involucrando tanto al personal operativo como a la alta dirección. Este enfoque tiene su origen en la cultura oriental y proviene del término sino japonés **Kaizen,** cuya interpretación puede ser "mejorar continuamente" o "cambio positivo".Implica la participación de todos los trabajadores. En la práctica, el método Kaizen fomenta la evolución constante de la organización a través del análisis y perfeccionamiento progresivo de sus procesos. Su aplicación se basa en la optimización de los recursos existentes, la reducción de desperdicios, la mejora de la eficiencia operativa y el fortalecimiento del trabajo en equipo. A través de pequeñas acciones concretas, este enfoque busca generar resultados positivos tanto en la calidad como en la productividad, impactando de manera efectiva en el desempeño y la competitividad empresarial. Los cinco puntos principales de esta son los siguientes [29]:

- Seiri. La primera de “las cinco S” se puede entender como “clasificar”, es decir, distinguir entre los elementos útiles e inútiles, entre lo vital y lo accesorio, para así prescindir de todo aquello que distraiga, divida o entorpezca los esfuerzos y retrase el avance. [29]
- Seiton. Una vez clasificados los elementos disponibles, se deben organizar los elementos útiles de acuerdo con un criterio práctico: a cada proceso y objeto se le asigna una ubicación y un nombre fijos, para minimizar los tiempos de búsqueda y evitar esfuerzos inútiles. [29]
- Seiso. La limpieza es el tercer punto clave del método Kaizen, y puede referirse tanto a la eliminación de elementos innecesarios o que entorpezcan la productividad, como

a la limpieza física del entorno de trabajo. Así, se mejora la experiencia laboral y se reduce el riesgo de accidentes. [29]

- Seiketsu. La estandarización es clave para el mejoramiento paulatino de los procesos de una empresa, ya que al aplicar un mismo criterio y unos mismos parámetros de medición se puede obtener la información justa para la correcta toma de decisiones y el aumento de la productividad. La idea es que todas las partes de la organización compartan una misma mirada laboral. [29]

Círculos de Calidad

El Círculo de Calidad es una metodología orientada a la mejora continua de los procesos, productos y servicios dentro de una organización. Para lograr este objetivo, se basa en el aprovechamiento del conocimiento y la experiencia de los empleados, quienes participan activamente en cada etapa del proceso productivo. Dado que son ellos quienes tienen un contacto directo con las operaciones diarias, su involucramiento facilita la identificación de problemas y la implementación de soluciones eficaces. [30]

Este enfoque se estructura en los siguientes principios:

- Identificación del Problema: Aquí el grupo identifica un problema específico relacionado con la calidad. Este puede ser un problema de producción, un defecto recurrente, una ineficiencia en un proceso, un error, etc. [30]
- Análisis y Recopilación de datos: Aquí el grupo recopila datos y realiza un análisis detallado del problema. Se apoya utilizando herramientas de calidad como el Diagrama de Ishikawa (Causa y Efecto), Diagrama de Pareto, Histogramas, etc., con fin de comprender las posibles causas subyacentes. [30]
- Generación de Soluciones: En este punto, el grupo deberá generar soluciones potenciales para abordar el problema a tratar. Estas soluciones potenciales se deben discutir y evaluar en busca de seleccionar la solución más efectiva y viable. [30]
- Implementación: Ahora, una vez que se elige la solución, se debe implementar la solución en el entorno de trabajo. Es importante analizar el nivel de los cambios que se realizan en esta etapa, ya que podría existir alguna resistencia al cambio por parte de los colaboradores de la organización, de ser así esta debería gestionarse adecuadamente. [30]
- Seguimiento y Evaluación: En este punto se monitorea el impacto que tuvo la solución implementada a lo largo del tiempo. Si es necesario, se deben realizan ajustes adicionales con el fin de lograr la implementación requerida.
- Comunicación: En este último punto, los resultados y las lecciones aprendidas se comparten con la organización para que otros puedan beneficiarse de las mejoras realizadas. [30]

2.3.2 Tipos de pruebas y testeo de software y hardware en vehículos

El *Body Control Module* (BCM) o Módulo de Control de Carrocería es un componente esencial que gestiona diversas funciones relacionadas con la seguridad, confort y operación del vehículo. Este módulo controla elementos como las luces, seguros, limpiaparabrisas y sistemas antirrobo, e incluso puede actuar como intermediario en la comunicación con otros módulos del vehículo [21], [22].

El correcto funcionamiento del BCM es crucial, ya que cualquier falla en este componente puede generar problemas en funciones esenciales, como el encendido, el cierre y apertura de puertas, o la desactivación de alarmas [23]. Además, este módulo integra la función de control de energía, suministrando corriente a los sistemas del vehículo de manera eficiente y realista, simulando el comportamiento de una ignición tradicional [25].

El BCM opera en cuatro modos distintos, dependiendo del estado del vehículo:

1. Modo de producción: Durante la fabricación, este modo limita el suministro de energía a ciertos sistemas mediante la desconexión de relés para optimizar el proceso de ensamblaje. Una vez que el vehículo pasa las pruebas necesarias, se activa el modo de transporte [19].
2. Modo de transporte: Diseñado para el traslado del vehículo desde la fábrica hasta los distribuidores autorizados, este modo desactiva algunos sistemas eléctricos, como el reloj y los mandos a distancia, para preservar la carga de la batería. Este modo se desactiva siguiendo un procedimiento específico en el concesionario [20].
3. Modo normal: Este es el modo estándar de operación, que permite el funcionamiento completo de todos los sistemas eléctricos del vehículo en condiciones normales de uso [18].
4. Modo de colisión: Activado automáticamente tras un impacto significativo registrado por el módulo de control del sistema de seguridad pasiva (*RCM*). En este modo, se desbloquean las puertas, se activan las luces de emergencia, se deshabilita la bomba de combustible y, en algunos modelos avanzados, se generan alertas o llamadas de emergencia [24].

Las principales razones que pueden causar el mal funcionamiento del BCM incluyen:

- Voltaje inadecuado de la batería [25].
- Cortocircuitos en el sistema eléctrico [19].
- Exposición a humedad o corrosión [23].
- Errores en el software del módulo [20].

- Intentos de actualizaciones no soportadas o fallidas [26].
- Daños en componentes internos [27].

Conexión de módulos BCM

El proceso de conexión del BCM requiere precaución y conocimientos técnicos. Es fundamental utilizar herramientas y procedimientos adecuados para evitar daños al módulo o a otros sistemas conectados. Además, deben verificarse las especificaciones del fabricante para garantizar una integración correcta y segura dentro del sistema eléctrico del vehículo [21].

Para realizar tareas de programación en el Módulo de Control de Carrocería (BCM, por sus siglas en inglés), es imprescindible contar con una interfaz J2534, que actúa como un puente de comunicación entre el módulo y el fabricante. Este dispositivo es esencial para reparar o actualizar el BCM [22]. Además, es necesario utilizar un software oficial del fabricante, operado desde un ordenador portátil o de escritorio, lo que resulta vital para completar el proceso de manera adecuada [23].

Entre las principales reparaciones y programaciones que se pueden realizar en el BCM se encuentran:

- Reinicio o reflasheo del módulo: Este procedimiento restaura el software del módulo a su configuración inicial, permitiendo un funcionamiento desde cero [19].
- Actualización del software: Implementada en caso de que el fabricante determine, a través de informes de diagnóstico, que ciertos errores solo pueden resolverse mediante una actualización del sistema [24].
- Reemplazo del módulo: Este es necesario en situaciones donde el BCM ha sufrido daños por cortocircuitos o impactos físicos [25].
- Gestión de inmovilizadores y sistemas antirrobo: Configuración de estos sistemas para garantizar su correcto funcionamiento [27].

Es fundamental que todas estas operaciones se lleven a cabo utilizando repuestos originales y herramientas de diagnóstico que ofrezcan datos en tiempo real. La precisión y profesionalismo en estas tareas son esenciales debido al elevado costo de los trabajos en BCM, lo que a su vez contribuye a generar recomendaciones positivas y crecimiento del centro de servicio [26].

2.3.3 Herramientas y tecnologías utilizadas para el testeo

Módulos: Son componentes electrónicos del vehículo que se encuentran tanto dentro del habitáculo como en el exterior.

Can-Case: Producto proporcionado por **CaNalyzer**, el cual permite a los ingenieros leer las señales **CAN** y **LIN** generadas por la interacción de los módulos.

SiriusXM: Licencias de radios satelitales utilizadas para la verificación de interacciones en sistemas, tanto a nivel nacional como internacional.

Bajadas a tierra y equipo de seguridad: Dado que el trabajo implica conexiones y componentes que consumen electricidad, es fundamental el uso de equipo aislante para garantizar la seguridad del ingeniero. Asimismo, las piezas principales que alimentan los módulos deben contar con una correcta bajada a tierra para cerrar el circuito y evitar riesgos eléctricos.

2.4 Seguridad en los sistemas automotrices

2.4.1 Normativas y estándares internacionales de seguridad (ISO, SAE, etc.)

Las regulaciones están estipuladas para asegurar la protección al usuario, al medio ambiente entre otras funciones de tal manera de que se tenga un mínimo de funciones o capacidades para entrar en los mercados correspondientes a la venta.

Normas ISO (Internacionales):

- **ISO 26262** – Seguridad funcional en sistemas eléctricos y electrónicos en automóviles. [31]
    - Aplica a la gestión de riesgos en vehículos con sistemas electrónicos.
    - Base para la certificación de seguridad en software automotriz.
- **ISO 6469** – Seguridad de vehículos eléctricos. [31]
    - Regula requisitos para baterías y sistemas eléctricos de alto voltaje.
- **ISO 3780** – Código de identificación del fabricante (parte del VIN - Número de Identificación del Vehículo). [31]
- **ISO 2575** – Símbolos gráficos en los controles, indicadores y señales en vehículos de carretera. [31]

- **ISO 17386** – Sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS) para detección de vehículos en puntos ciegos. [31]
- **ISO 14001** – Gestión ambiental en la industria automotriz. [31]
    - Aplica a fábricas y procesos de producción para minimizar el impacto ambiental.
- **ISO 16750** – Condiciones ambientales y pruebas para componentes eléctricos y electrónicos en vehículos de carretera. [31]
- **ISO 22628** – Evaluación de la capacidad de reciclaje de los vehículos al final de su vida útil. [31]
- **ISO 18541** – Acceso a información de reparación y diagnóstico de vehículos. [31]
- **ISO/TS 16949 (ahora IATF 16949)** – Sistema de gestión de calidad en la industria automotriz. [31]
- Establece requisitos específicos para la producción de vehículos y autopartes.
- **ISO 9001** – Gestión de calidad en la fabricación de vehículos. [31]
- **ISO 7637** – Compatibilidad electromagnética en sistemas electrónicos automotrices. [31]
- **ISO 3951** – Procedimientos de inspección por atributos en producción de vehículos. [31]
- **ISO 9797** – Seguridad en comunicación de datos entre vehículos y sistemas externos. [31]

Normas UE (Unión Europea)

Reglamento (UE) 2019/2144 ("Reglamento de Seguridad General") [32]

- Obliga a que todos los vehículos nuevos incorporen:
    - Sistemas avanzados de asistencia a la conducción (ADAS), como:
        - **Frenado automático de emergencia (AEB)**
        - **Asistencia de mantenimiento de carril**
        - **Detección de somnolencia del conductor**
    - **Caja negra** (registrador de datos de accidentes)
    - **Sistema de monitoreo de presión de neumáticos**
    - **Señal de frenado de emergencia**

Directiva 2007/46/CE (derogada por el Reglamento 2018/858) [32]

- Regula la homologación de vehículos dentro de la UE.

Reglamento (UE) 540/2014 [32]

- Sobre niveles de ruido en vehículos de motor.
- **Euro 6 (Reglamento 715/2007 y 692/2008)**
  - Límite de emisiones de **NOx**, **CO_2**, partículas y otros contaminantes.
  - Aplicable a turismos y vehículos ligeros.
- **Euro 7 (en desarrollo, previsto para 2025)** [32]
  - Regulaciones más estrictas sobre emisiones de CO_2 y partículas ultrafinas.
  - También aplicará a vehículos eléctricos y de hidrógeno.
- **Reglamento (UE) 2019/631** [32]
  - Establece objetivos de reducción de emisiones de **CO_2** para automóviles y furgonetas.
  - En 2035, solo podrán venderse vehículos **cero emisiones** en la UE.

Normas Mexicanas (NOM)

- **NOM-194-SE-2021** – Dispositivos de seguridad en vehículos nuevos. [33]
  - Exige:
    - **Frenos ABS**
    - **Bolsas de aire frontales**
    - **Control Electrónico de Estabilidad (ESC)**
    - **Cinturones de seguridad de tres puntos en todos los asientos**
    - **Sistemas de retención infantil ISOFIX**
    - **Protección contra impactos laterales y frontales**

Equivalente a regulaciones de EE.UU. y Europa.

- **NOM-012-SCT-2-2017** – Pesos y dimensiones de vehículos de autotransporte federal. [33]
- **NOM-119-SCFI-2000** – Sistemas de frenos en vehículos pesados. **NOM-042-SEMARNAT-2003** – Límites máximos de emisiones para vehículos nuevos (armonizada con estándares de EE.UU. y UE). [33]
- **NOM-044-SEMARNAT-2017** – Emisiones de motores diésel. [33]
  - Adopta estándares equivalentes a **Euro VI** y **EPA 2010**.

- **NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013** – Eficiencia energética y reducción de CO_2 en vehículos ligeros. [33]
    - Busca reducir el consumo de combustible.
- **NOM-045-SEMARNAT-2006** – Medición de emisiones en vehículos en circulación. [33]

Estas son algunas de la Regularizaciones por las que tienen que pasar los vehículos antes de entrar a l mercado para su venta en general y por lo general el equipo de Diseño y Managment se encarga de que al momento de nacer un vehículo o cundo tiene una mejora este completamente alineado con las mismas para evitar multas por no seguir dichas normas

2.4.2 Métodos y procesos para garantizar la seguridad de los sistemas automotrices

Durante el diseño o la actualización de cualquier vehículo, este debe pasar por diversos procesos para garantizar no solo su correcto funcionamiento, sino también su fiabilidad en la etapa final de ensamblaje. Para verificar que el desempeño sea óptimo, las plantas armadoras cuentan con pistas de prueba, las cuales permiten someter al vehículo a condiciones de estrés simuladas, replicando escenarios reales de conducción en distintos tipos de terreno.

Por otro lado, dentro de ISDV, existen equipos de esfuerzo que, mediante robots y sistemas de programación automatizados, someten a cada componente eléctrico a pruebas de estrés. Estas pruebas tienen como objetivo detectar posibles fallos que puedan surgir durante interacciones bruscas o en el uso cotidiano, asegurando así la fiabilidad del vehículo al momento de su comercialización.

Además, existen organismos especializados en la evaluación de la seguridad vehicular, como NCAP (New Car Assessment Program), cuyo propósito es proporcionar información independiente sobre la seguridad de los automóviles. Para ello, realiza pruebas de choque y evalúa diversos sistemas de seguridad activa y pasiva, contribuyendo a la protección del usuario final. Principales funciones de NCAP:

1. **Realización de pruebas de choque (Crash Tests)**
    - Impacto frontal
    - Impacto lateral
    - Impacto contra peatones
    - Pruebas de vuelco

2. **Evaluación de sistemas de seguridad**
    - Bolsas de aire (airbags)
    - Cinturones de seguridad y anclajes ISOFIX
    - Control electrónico de estabilidad (ESC)
    - Sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS)
3. **Otorgamiento de calificaciones de seguridad**
    - Se califican los vehículos con un sistema de **estrellas (de 0 a 5)**, donde 5 estrellas representan el mayor nivel de seguridad.

Existen varias versiones de NCAP en diferentes regiones:

- **Euro NCAP (Europa)**
- **Latin NCAP (Latinoamérica y el Caribe)**
- **US NCAP (EE.UU.) – NHTSA**
- **ASEAN NCAP (Sudeste Asiático)**
- **China NCAP (C-NCAP)**
- **Japan NCAP**
- **Australasian NCAP (ANCAP - Australia y Nueva Zelanda)**

Estos programas permiten a los consumidores comparar la seguridad de diferentes modelos antes de comprarlos.

2.4.3 Casos de estudio de fallos de seguridad y sus soluciones

Procedimiento en caso de fallos antes de la comercialización

Si se detecta algún fallo en los procesos previos a la salida al mercado, se siguen los siguientes pasos:

- **Fallo mecánico:**
    - Se detiene la producción en la planta y se realiza una verificación para determinar si el error es un caso aislado o si afecta a toda la línea de producción.
- **Fallo electrónico:**

- De igual manera, se detiene la planta y se implementan las siguientes acciones:
  - Si el fallo se presenta en un módulo suministrado por un proveedor, se notifica inmediatamente para que este realice una verificación y brinde una solución en el menor tiempo posible. Dado que se trata de un defecto que afecta la producción, debe resolverse con la máxima prioridad.

Si el fallo corresponde a un error no reportado dentro de la empresa (por ejemplo, dentro de Ford), se investiga cada nivel del proceso para identificar al área responsable y determinar las razones por las cuales el defecto no fue reportado. Posteriormente, se busca una solución inmediata. En algunos casos, la planta y el departamento de investigación pueden estar utilizando software diferente, por lo que se optará por aquel en el que el defecto no esté presente.

Procedimiento en caso de fallos después de la comercialización

Si un fallo se detecta una vez que el vehículo ya ha sido vendido, se contacta a los clientes afectados para proporcionar una solución y evitar riesgos para la integridad física del usuario. A lo largo de la historia automotriz, han existido casos notables de fallos de diseño, entre los que destacan:

- **Suzuki Samurai:** Debido a su diseño cuadrado y su centro de gravedad elevado, el vehículo tenía una alta tendencia a volcarse en curvas pronunciadas.
- **Ford Pinto (1974):** El tanque de gasolina estaba ubicado en la parte trasera, lo que aumentaba el riesgo de incendio en caso de colisión trasera.
- **Chevrolet Corvair (década de 1960):** Su diseño de tracción trasera presentaba problemas de estabilidad, lo que generaba un alto riesgo de derrape. Este defecto inspiró el libro *Unsafe at Any Speed* ("Inseguro a Cualquier Velocidad") en Estados Unidos.

Dado que los vehículos en desarrollo pueden presentar errores potencialmente peligrosos, estos deben corregirse antes de su lanzamiento para **garantizar la seguridad del usuario**. Sin embargo, si un defecto fatal es detectado tras la comercialización, el vehículo es retirado del mercado para prevenir accidentes. [34]

2.5 Optimización y mejora continua

2.5.1 Técnicas de mejora continua aplicadas a la industria automotriz

A lo largo de la historia automotriz se han hecho mejoras continuas no solo por el bien de la empresa misma, sino también por el usuario y el mercado que se maneja estas son algunas de ellas:

En caso de la seguridad Vehicular

- Sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS): Incluyen freno automático de emergencia, control de crucero adaptativo y mantenimiento de carril.
- Estructuras de absorción de impacto: Materiales más ligeros y resistentes para mejorar la protección en colisiones.
- Mayor número de airbags y mejores cinturones de seguridad, Sistemas de monitoreo de fatiga y detección de peatones.

Electrificacion y Eficiencia Energética

- Vehículos eléctricos (EVs) y baterías de mayor autonomía.
- Híbridos enchufables y microhibridación (sistemas Start-Stop).
- Optimización aerodinámica y materiales más ligeros (fibra de carbono y aluminio).
- Desarrollo de hidrógeno y celdas de combustible como alternativa a la electrificación.

Conectividad y Digitalizacion

- Vehículos eléctricos (EVs) y baterías de mayor autonomía.
- Híbridos enchufables y microhibridación (sistemas Start-Stop).
- Optimización aerodinámica y materiales más ligeros (fibra de carbono y aluminio).
- Desarrollo de hidrógeno y celdas de combustible como alternativa a la electrificación.

Producción y Manufactura Inteligente

- Automatización y robots en líneas de ensamblaje.
- Impresión 3D para la fabricación de prototipos y piezas personalizadas.
- Uso de inteligencia artificial para control de calidad y predicción de fallos.
- Sostenibilidad en la producción con energías renovables y reducción de desperdicios.

2.5.2 Análisis y resolución de errores en sistemas automotrices.

Para este apartado, es necesario contar con conocimientos previos sobre la gestión por áreas dentro de PD, la cual se divide en ISDV, OTA, Automation y EFTL. No obstante, por razones del presente documento, solo se abordarán ISDV y OTA.

Dentro de ISDV, los responsables de esta área son los analistas, quienes se encargan de la planificación y del seguimiento de los errores solucionados, así como de aquellos que continúan en proceso de verificación. Su labor es fundamental para garantizar que, durante el año previo a la implementación en planta, el impacto de los errores en la producción sea mínimo. Asimismo, son los responsables de mantener contacto con los proveedores para la adquisición de las piezas que integrarán el vehículo, además de gestionar actualizaciones de software (SW) en caso de detectar fallos que comprometan su funcionamiento.

El registro y monitoreo de estos errores se realiza a través de tablas gestionadas en Jira, con el propósito de proporcionar un informe del avance general a la planta encargada del proceso mecánico. Esta información es crucial, ya que la planta debe ajustar y configurar la maquinaria para la producción del vehículo correspondiente, permitiendo así una correcta gestión del tiempo y evitando desajustes en el proceso de fabricación y ensamblaje.

Para el caso de OTA(Over-The-Air) estas son algunas de las actividades que maneja

Actualización Remota de Software

- Permite actualizar el sistema operativo del vehículo, las unidades de control electrónico (ECUs) y otros módulos de software sin intervención física.

Corrección de Errores y Mejoras de Seguridad

- Corrige fallos detectados después de la venta del vehículo, evitando la necesidad de llamados a revisión (recalls).
- Mejora la seguridad mediante parches y actualizaciones de ciberseguridad.

Optimización de Rendimiento

- Ajusta el funcionamiento del motor, la batería (en vehículos eléctricos), la transmisión y otros sistemas para mejorar la eficiencia y desempeño.

Actualización de Sistemas de Infoentretenimiento

- Mejora las interfaces de usuario, los mapas de navegación, la conectividad y las funciones de asistentes de voz.

Reducción de Costos y Tiempo

- Evita visitas innecesarias al taller.
- Reduce costos de servicio postventa para los fabricantes.

Esto también es llevado en métricas para verificar las actualizaciones que se an llevado a cabo en tiempo y en forma para seguir con el soporte que necesita en una era digital un vehículo [35]

2.5.3 Implementación de soluciones y mejoras en el desarrollo de vehículos

Dentro de Ford, existe un programa denominado INNOVATION, el cual está diseñado para la presentación de ideas innovadoras no solo en el desarrollo de vehículos, sino también en la optimización de los procesos internos de la empresa.

Este programa fomenta el interés de los ingenieros al incentivar la mejora continua en diversas áreas. Algunos ejemplos incluyen la implementación de herramientas programadas en circuitos cerrados para evitar la compra de licencias, así como la incorporación de nuevos materiales que mejoran la aerodinámica de los vehículos. Al tratarse de un programa abierto a todos los empleados de Ford, permite el intercambio de ideas desde distintas perspectivas, promoviendo el crecimiento conjunto de los distintos departamentos dentro de la empresa.

A nivel global, las innovaciones automotrices no solo se desarrollan internamente en las empresas, sino que también se presentan en eventos de gran relevancia dentro de la industria, tales como:

- Salón Internacional del Automóvil de Ginebra
- Salón del Automóvil de Frankfurt
- Salón Internacional del Automóvil de París
- Salón Internacional del Automóvil de Detroit
- Tokyo Motor Show

En estos eventos, los principales fabricantes de automóviles exhiben sus nuevos modelos, estableciendo tendencias que definirán el futuro de la industria. Asimismo, presentan mejoras tanto mecánicas como tecnológicas, fomentando una competencia constante y promoviendo la innovación dentro del mercado automotriz.

Algunas de las mejoras más destacadas que han surgido en estos salones incluyen:

- Espejos abatibles electrónicos
- Sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS)
- Sistemas de alerta acústica para vehículos eléctricos (AVAS)
- Espejos electrocromáticos

Estas innovaciones han marcado cambios significativos en la industria, impulsando la investigación y el desarrollo para su implementación en la producción en serie [36]

.

Capítulo III.
Desarrollo

3.1. Conocimiento de los procesos dentro de la industria

Dentro de la industria existen procesos que deben respetarse o seguirse para asegurar el correcto funcionamiento de las operaciones. Si bien estos procesos pueden variar entre diferentes compañías, hay algo de lo que se puede estar seguro: la columna vertebral de este gran esquema se respeta en todas. Para poder indagar y conocer lo que se hace día a día en un puesto de Tester Hill Junior, el cual es el puesto que desarrolló el conocimiento de estas competencias, se comenzará explicando en qué se dividen las actividades que se realizan en dicho puesto y cómo se cumplen al 100% las responsabilidades del ingeniero en cuestión durante el horario laboral.

Cabe destacar que, al ser una empresa internacional, esta se encuentra dividida en ciertas áreas para su optimización, y el proceso de experiencia se llevó a cabo dentro del área encargada de los sistemas de infoentretenimiento y aplicaciones de software. Dentro de esta, nos centraremos en PD (Product Development).

3.2. Rondas productivas

Los casos de prueba o rondas productivas son períodos establecidos para realizar un análisis de prueba, los cuales se dividen en *features*. Este análisis está ligado al manejo del tiempo para poder entregar el vehículo a planta y comenzar con su fabricación. Su duración varía de 1 a 2 meses, dependiendo de los tiempos preestablecidos para las rondas y los tiempos de entrega. Esto permite hacer un recopilado de todos los *features* revisados dentro de este período y, en caso de ser necesario realizar reparaciones, entregar la información de manera conjunta para la corrección de estos.

La fase final tiene como objetivo entregar un reporte de avances, así como los resultados o las pruebas fallidas.

3.3. Bench Set-up y Conexión.

Esta parte se basa en los componentes que se van a otorgar para probar, ya que el trabajo se distribuye en un área pequeña, con mesas que miden aproximadamente 1.50 x 1.60 m. El trabajo se organiza según los módulos que se vayan a probar; una vez que se termina de analizar uno, se pasa al siguiente. Esto se hace con el fin de disminuir la cantidad de aparatos conectados posibles y evitar la posible acumulación de los mismos. Este sistema comenzó a implementarse a partir del inicio de la guerra entre Rusia y Ucrania, debido a la escasez de microchips para la fabricación de dichos componentes.

Un *Bench Set-up* es la preparación de todo lo necesario para realizar las pruebas a un sistema determinado. Por ejemplo, si se busca realizar un análisis en el sistema de frenos, se solicitan los módulos de frenos, los pedales, etc., con el objetivo de realizar un análisis completo del sistema.



Ilustración 2. Componentes básicos para un sistema SYNC [37].

Nota: En la imagen se muestra parte del equipo de trabajo. En el centro se encuentra un *SYNC*, que se denomina como el cerebro del automóvil, junto con cables LVDS y un MCM (módulo de control para la conexión de celulares y memorias).

Si se trata de un sistema de climatización y este está conectado a comandos de voz, se deben tener en cuenta el volante, las rejillas de ventilación, el aire acondicionado, entre otros componentes. Este proceso tiene un nivel de complejidad elevado, ya que implica la

integración de diversos sistemas y la coordinación entre hardware y software para garantizar su correcto funcionamiento.

La dificultad radica en que, en ocasiones, se seleccionan de 3 a 4 personas para probar el mismo sistema que están analizando otras, y se requieren las mismas piezas para realizar las pruebas, ya que comparten plataformas. Estas piezas no son fáciles de adquirir debido a su costo y disponibilidad en inventario.

La dificultad en el *set-up* se debe a la escasez de material disponible para realizar las pruebas necesarias dentro del tiempo y forma establecidos. En muchas situaciones, faltan partes del equipo que se requieren para el correcto funcionamiento de la prueba, lo que impide llevar a cabo las evaluaciones de manera completa.

La importancia de conocer los datos acerca del control del motor, control de potencia y otros sistemas adicionales radica en que, de esta forma, se puede obtener una certificación sobre el funcionamiento de los mismos. Esto contribuye a lograr una mejor calificación en las evaluaciones de mercado, como en las pruebas de **EURONCAP** y **LATINNCAP**, que son organismos encargados de evaluar la seguridad, el confort y el motor del vehículo para los usuarios que consideren adquirir alguno de estos modelos.

.

- Controles de estabilidad

Autohold evita que el coche se desplace hacia atrás en un sistema automático cuando está en una posición inclinada. El programa tiene una variación de tiempo según el modelo del vehículo. En modelos automáticos, este tiempo puede variar de 3 a 10 segundos, que es el tiempo que tarda el conductor en cambiar del pedal del freno al acelerador. Además, puede activarse o desactivarse a voluntad del usuario. En el caso de los vehículos de transmisión manual, el tiempo es de 3 a 5 segundos, lo suficiente para activar la caja de velocidades manual y mantener el auto en espera, evitando que se mueva hacia atrás en una pendiente.

Manejo sobre lluvia: El sensor de lluvia es un dispositivo que detecta cuándo está lloviendo y el nivel de intensidad, para activar de manera automática los limpiaparabrisas. Compuesto por sensores, detecta la lluvia que cae en el parabrisas delantero del vehículo en cuestión de segundos, facilitando la visibilidad. Aunque fue creado para simplificar la maniobrabilidad del conductor en caso de lluvia, el sensor también responde ante nieve o cualquier otra sustancia líquida. Al activarse, envía una señal a los limpiaparabrisas. Además, el sensor ajusta la velocidad de los limpiaparabrisas según la intensidad de la precipitación. Este sensor también puede desactivarse si el vehículo se encuentra en zonas muy húmedas, para evitar que obstruya la vista del conductor.

- Manejo sobre nieve.

Este modo de manejo permite que el torque y la tracción generados por el motor y los neumáticos sean mayores, de manera que, en lugares donde se presentan este tipo de condiciones, no sea una limitante quedar atascado debido a las mismas. Este modo solo está habilitado en países con estas condiciones específicas. Dentro de la experiencia adquirida, no se prueban estos modelos para México y Latinoamérica, sino únicamente para Estados Unidos y Europa. Sin embargo, al ser **Ford** una empresa internacional, a pesar de no estar dirigido al mercado mexicano, estos modelos se prueban dentro de las instalaciones en las que se trabaja en suelo mexicano.

Estos sistemas contribuyen a la preservación y cuidado de la imagen de la marca. Ayudan a garantizar la seguridad conforme a las normativas mexicanas pertinentes, y se han creado ciertos estándares activos y pasivos que deben cumplir los fabricantes y vendedores de automóviles a nivel mundial, con el objetivo de evitar muertes y lesiones, y en general, garantizar el bienestar y la satisfacción del usuario. Aunque es importante considerar que todas estas normas o aplicaciones son establecidas por cada empresa, ya que cada país tiene sus propias regulaciones, las cuales pueden ser más rigurosas o flexibles, dependiendo del mercado al que estén orientadas.

El control de potencia está incluido en el control del motor, el cual gestiona todo a través de una computadora que no solo maneja este sistema, sino también otros como:

:

- Control de estabilidad
- Control de estabilidad
- Control de pendiente
- Control de curvas avanzado
- Activación del sistema ABS
- Sistemas de frenado automático

La conexión **CAN** que se realiza requiere una conexión al motor (módulo del motor) y al sistema de control de potencia para el conmutador o llave.

El **Body Control Module** (BCM) se encarga del control de asistencia en pendientes, así como de los comandos de encendido y apagado, los cuales son gestionados a través de la conexión **CAN**.

El **Accessory Mode** es el modo que permite la habilitación de las conexiones eléctricas del vehículo sin necesidad de encender el motor. Sin embargo, se recomienda mantener este estado solo por períodos cortos para evitar un desgaste acelerado de la batería. El programa permite leer, a través de las bases de datos correspondientes de cada vehículo, el estado de la computadora ya sea encendido o apagado.

3.4. Lectura y asignación de Features

Dentro de estos se panea las asignaciones de diferentes series de pruebas a las cuales se denominan features de los cuales los más comunes son:

- Media Player

Dentro de todos, este es el más común y el que más tiempo lleva probándose en vehículos de todo tipo. Este feature en especial está relacionado con el sistema de sonido y la forma en que se puede interactuar con él. En el pasado, el sistema de sonido era el estéreo, al cual se le podían colocar cassettes. Por lo tanto, se probaba la compatibilidad de los mismos cuando se introducían, así como la funcionalidad de los lectores, para evitar problemas al momento de retirarlos.



Ilustración 3. Screen de pantalla táctil del reproductor media [38].

Al mercado, este sistema evolucionó con la llegada de los CD, lo cual dio lugar a otro tipo de pruebas para el mismo. Actualmente, se prueba la compatibilidad de las pantallas táctiles con los sistemas de streaming, así como la implementación de aplicaciones como **Android Auto** y **CarPlay**, además de las conexiones de los sistemas de sonido. Dada la importancia que tienen estos sistemas en los vehículos, son desarrollados y firmados por compañías externas como **Harman Kardon**, **Bose**, **Beats**, entre otras.

- Ubicar

Este, por otro lado, a pesar de ser uno de los más comunes, es relativamente nuevo, ya que utiliza servicios de GPS para la seguridad del usuario. De esta manera, en caso de un accidente, se puede localizar al usuario de una forma más eficiente. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta los números de emergencia.



Ilustración 4. Screen en pantalla táctil en navegador y ubicación GPS [39].

Dentro de las pruebas que se realizan tienen en cuenta el uso de los números de emergencia. Sin embargo, el uso de estos números no está permitido sin una razón válida, por lo que se prueban con números provisionales que se cambian dentro de la computadora del vehículo mientras este esté en revisión. Una segunda razón por la cual se prueba este feature es por cuestiones de robo o extravío del vehículo, de manera que se pueda localizar en todo momento mediante aplicaciones en el celular, ya sea **FordPass** o **LincolnPass**. Desafortunadamente, esta función solo está disponible para los vehículos de gama premium de la empresa, como la **Expedition** de Ford y la **Navigator** de Lincoln, y requiere el pago de los servicios asociados a estas funciones.

La ingeniería de características implica la extracción y transformación de variables a partir de datos sin procesar, como los controles del volante, los limpiaparabrisas, el **Trailer Assist**, entre otros, de modo que sea posible utilizar estas características para el entrenamiento y la predicción. Los pasos necesarios dentro de un proceso de ingeniería de características incluyen la extracción y limpieza de los datos, seguido por la creación y almacenamiento de las características.

3.5. Fixers (análisis)

Dentro de lo que presenta **Ford** como organigrama, a diferencia de otras empresas automotrices, se encuentran los **Fixers**, quienes brindan retroalimentación y soporte directo a los **Testers** en la asignación de los *features*, así como en el seguimiento de todas las actividades que realizan día a día durante las rondas productivas. Además, generan una cadena de comunicación con personas que ocupan un rango superior dentro del organigrama interno de la empresa, para que la documentación de los requerimientos y las actualizaciones de los módulos sean informadas para su implementación. Esto permite tener todo al día, evitando que se levanten problemas o secuencias que, para ese momento, no apliquen y puedan afectar la calidad del vehículo para el usuario.

Los **Fixers** están encargados de elaborar un plan detallado para la corrección del *feature*. Este proceso involucra una serie de pasos:

- Obtener información a través de los canales **CAN**.
- Recolectar la información y separarla de acuerdo con su importancia.
- Subir la información a una plataforma llamada **JIRA**.
- El equipo **Triash** verifica la evidencia y se encarga de reproducir el error para confirmar si el reporte del error del software es correcto.
- Realizan las correcciones y actualizaciones para la siguiente ronda productiva.

Si el error no es de tipo software, sino de tipo secuencia, se envía a un equipo de **Writing** que se encarga de verificar todo tipo de errores escritos y analizar la falla.

También se encargan de contactar a las siguientes personas:

- **D&R (Design and Release):** Se refiere al responsable del diseño físico de los módulos en el vehículo. Estos módulos abarcan las distintas partes diseñadas que se encuentran en la cabina, como el radio, el sistema de climatización o la pantalla, enfocándose específicamente en un solo módulo a la vez. Este rol es clave en el proceso de conexiones, ya que verifica y proporciona la información técnica necesaria, como el pin-out y los diagramas, para garantizar la correcta integración de las variantes a trabajar y su alineación con el año de lanzamiento correspondiente.

- **Feature Owner:** Es la persona encargada del diseño y la programación del software, asegurando que este interactúe de manera adecuada con cada función activada del modelo físico. Este rol es fundamental para el área de trabajo, ya que se colabora frecuentemente con el Feature owner para verificar los resultados obtenidos al cierre de cada ronda y garantizar que el software cumpla con los requisitos establecidos.

3.6. Conocimiento Rápido de Jira

Jira, una herramienta creada por Atlassian, se destaca por ser una solución integral para la gestión de proyectos y el control de tareas, especialmente popular entre los equipos que trabajan en desarrollo de software y utilizan metodologías ágiles como Scrum y Kanban. Gracias a su flexibilidad, permite una colaboración eficaz y el monitoreo detallado del avance de los proyectos. Sus principales funcionalidades se describen a continuación:

- **Organización y planificación de proyectos:** Jira ofrece un entorno ideal para estructurar y priorizar las actividades del equipo. Permite asignar responsabilidades, definir plazos y visualizar el flujo de trabajo, contribuyendo a una gestión eficiente y al cumplimiento de los objetivos establecidos.
- **Control y seguimiento de tareas:** La herramienta permite gestionar diferentes actividades dentro del proyecto, como la identificación de errores (bugs), solicitudes de nuevas funciones, tareas específicas o cualquier tipo de incidencia. Esto asegura un registro detallado y un seguimiento constante de los elementos más relevantes.
- **Soporte para metodologías ágiles:** Diseñada con el enfoque ágil en mente, Jira incluye herramientas específicas como tableros interactivos, planificación de sprints y gestión de historias de usuario. Estas funcionalidades ayudan a los equipos a adaptarse rápidamente a cambios y a mantener un ciclo de trabajo continuo y eficiente.
- **Generación de reportes y análisis:** Jira incorpora opciones avanzadas para generar informes que brindan información en tiempo real sobre el desempeño del equipo. Métricas como gráficos de flujo acumulado, reportes de velocidad y diagramas de progreso ayudan a tomar decisiones estratégicas y a evaluar constantemente el estado del proyecto.
- **Integración con otras herramientas:** La plataforma se conecta fácilmente con diversos sistemas y aplicaciones, como Confluence, Bitbucket, GitHub, Jenkins, entre otros. Estas integraciones permiten consolidar toda la información del proyecto en un solo lugar, optimizando el trabajo entre equipos y herramientas de desarrollo.



Ilustración 5. Logo JIRA [40].

3.7. Pruebas

Los **test cases** presentan los pasos a seguir para presentar o forzar el módulo para que pase bajo ciertas circunstancias, verificando que, en cada una de ellas, no se presenten errores. Esto se realiza por razones de manejo preventivo de calidad, para asegurar que, cuando el vehículo salga a la venta, cumpla con todos los sistemas en buen funcionamiento. Algunos de los sistemas que se verifican incluyen:

Manejo de limpiaparabrisas.

- Conexión del celular.
- Buena respuesta de los frenos.
- Encendido del estéreo.
- Luces internas que no se apaguen.
- Sistemas de bloqueo de mensajes mientras el auto avanza.
- Que el sistema no se bloquee, poniendo en riesgo la vida del usuario.

Todo esto se lleva a cabo siguiendo una serie de pasos previamente definidos, los cuales un usuario podría realizar en cualquier momento durante la operación del vehículo. Este proceso tiene como propósito proporcionar y recopilar la mayor cantidad de información precisa y real sobre el uso de las distintas funciones, tal como se ejemplifica en el caso mostrado en la ilustración 12.

Los pasos mencionados anteriormente se inician y concluyen con el apoyo de herramientas diseñadas para la lectura de señales, las cuales permiten verificar los cambios internos en los módulos al accionar las funciones definidas en los diferentes casos de prueba. Estas herramientas también resultan fundamentales para identificar los momentos en los que se presenta una falla, lo que facilita, en caso necesario, la generación de un ticket proporcional al problema detectado y la documentación detallada del error.

Los test cases deben ser corridos en un periodo de 5 a 6 semanas y verificar si corren o si están bloqueados. En el segundo caso, explicar por qué están bloqueadas.

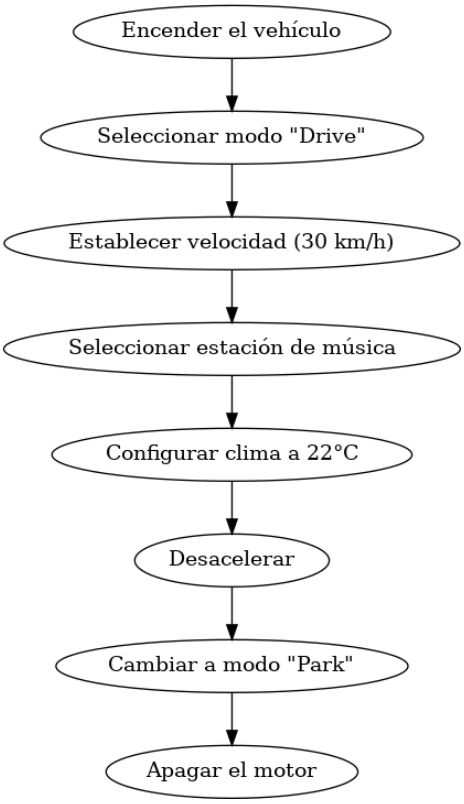


Ilustración 6. Diagrama de flujo

Algunos ejemplos del por qué están bloqueador serían:

- **Ausencia del módulo físico:** Esto puede ocurrir debido a que la mayoría de las piezas necesarias son fabricadas en la planta matriz de Ford ubicada en Dearborn, Michigan. En algunos casos, los envíos son priorizados para la planta de CSAP en Cuautitlán, lo que puede ocasionar retrasos en la disponibilidad de los módulos en otras ubicaciones.
- **Errores en la redacción del caso de prueba:** Este problema surge al analizar los documentos que contienen las especificaciones de cada caso de prueba, los cuales pueden presentar errores de redacción. Esto ocurre principalmente porque dichos documentos están completamente en inglés, y los prefijos establecidos pueden referirse a conceptos específicos que, al ser traducidos, pueden interpretarse de manera incorrecta. Esto da lugar a instrucciones erróneas dentro de los casos de prueba.
- **Actualización de los requerimientos para las pruebas:** Cada vehículo y variante desarrollados en el GTBC México están regulados por documentos que evolucionan y se actualizan durante el período de desarrollo. En ocasiones, los ingenieros pueden continuar probando y validando con información desactualizada, lo que resulta en la ejecución de pruebas inválidas.

- **Bloqueo de módulos por actualizaciones:** Los módulos son periódicamente actualizados con diferentes tipos de software, entre los cuales se encuentran:
    - Milestone: Versiones liberadas mensualmente.
    - Official Release: Actualizaciones aprobadas oficialmente para producción.
    - 00X: Parches rápidos diseñados para resolver problemas urgentes. Dependiendo del tipo de actualización, algunos casos de prueba pueden quedar en pausa temporalmente para evitar fallos innecesarios y permitir el avance en otras áreas.
- **Paros por períodos de *Shutdown*:** Como parte de una empresa estadounidense, se observan pausas laborales programadas durante el año, conocidas como *shutdowns*. Durante estos periodos, no se cuenta con el soporte de los *Feature Owners* y los D&R's, lo que limita el progreso en las actividades en comparación con los periodos regulares de trabajo.

3.8. Conteo y Entrega de Issues

Al finalizar la ronda productiva mensual, se lleva a cabo un análisis detallado de los Features completados y la cantidad de *issues* detectados en cada uno. Para cada *issue*, se elabora un reporte que detalla el proceso mediante el cual fue identificado. En este conteo se excluyen los *issues* que ya han sido resueltos, pero se incluyen aquellos que, aunque resulten inválidos, fueron registrados durante el proceso.
Los resultados se presentan en gráficas que muestran la cantidad de pruebas fallidas, exitosas y bloqueadas, destacando el porcentaje de verificación correcta. Estas métricas permiten evaluar el progreso de los vehículos en desarrollo, determinando si estarán listos para cumplir con los plazos y requisitos establecidos.

Dando un ejemplo o como se muestra en la siguiente grafica mostrada en la ilustración 13:

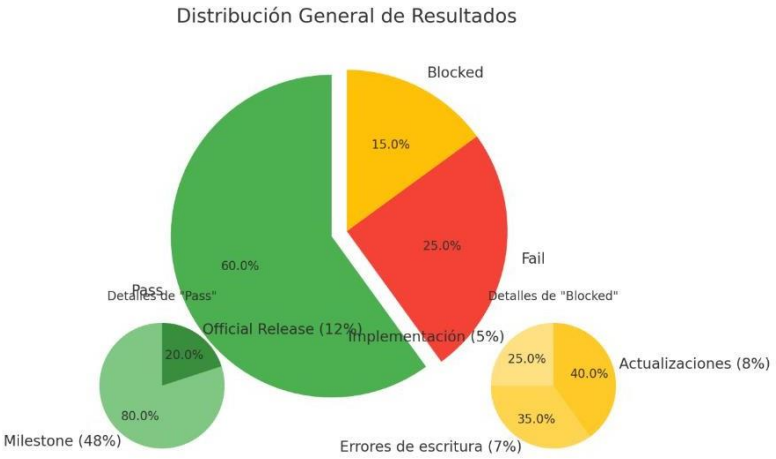


Ilustración 7. Distribución general de resultados

Capítulo IV.
Resultados

4.1. Entrega y mejora en el programa a correr

Para liberar un programa automotriz, es fundamental garantizar que este no represente ningún riesgo, ni para el usuario ni para terceros. Esto implica que el sistema debe ser corregido y validado hasta alcanzar un nivel óptimo de calidad, cumpliendo con los estándares internos establecidos por la empresa, así como con las normativas aplicables en cada país donde el vehículo será comercializado.

El proceso de liberación comienza con el diseño y desarrollo del programa, seguido por pruebas exhaustivas en las que se evalúan tanto el software como los módulos físicos. Cada componente, ya sea del sistema operativo o de los módulos electrónicos del vehículo, debe ser sometido a rigurosas validaciones para garantizar que opere bajo condiciones ideales. Durante este proceso, los ingenieros encargados de las pruebas verifican que la calidad y el desempeño sean los adecuados, asegurando que no existan fallas que comprometan la seguridad o la funcionalidad del producto final.

Entre las normativas que deben cumplirse en México, destacan aquellas relacionadas con la seguridad, como la **NOM-194-SCFI-2015**, que exige sistemas básicos como frenos ABS y bolsas de aire; y las normativas ambientales, como la **NOM-042-SEMARNAT-2003**, que regula las emisiones contaminantes, y la **NOM-163-SEMARNAT-2013**, que promueve la eficiencia energética y establece límites de dióxido de carbono. Adicionalmente, otras normativas como la **NOM-050-SCFI-2004** y la **NOM-001-SCFI-2018** aseguran que el vehículo incluya información clara para el consumidor y que los sistemas eléctricos cumplan con estándares de seguridad.

El ingeniero en cuestión ha participado activamente en este proceso, logrando la liberación de dos vehículos con éxito. Aunque por razones internas no es posible revelar cuáles han sido, este resultado confirma que los procesos seguidos fueron los adecuados y que la responsabilidad asumida por la empresa fue cumplida conforme a las expectativas.

La liberación de un programa culmina en un producto comercializable gracias a la definición de tres puntos clave que permiten supervisar y verificar el progreso durante el desarrollo. Esto incluye:

1. Asegurar la calidad del sistema operativo y los módulos físicos.
2. Cumplir con los estándares internos y normativos aplicables en cada mercado.

3. Garantizar que el producto final sea seguro, eficiente y funcional.

Este enfoque integral asegura que los vehículos liberados cumplan con los más altos estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad, ofreciendo a los usuarios un producto confiable y listo para satisfacer las demandas del mercado.

4.2. Procesos para el Testeo de pruebas

Aunque cada empresa sigue procesos específicos, es evidente que, gracias a los avances tecnológicos actuales, se pueden obtener lecturas e interpretaciones detalladas tanto de cambios lógicos como de alteraciones físicas en los sistemas. Esto permite un enfoque integral en el diseño, desarrollo y validación de los vehículos modernos.

En Ford Motor Company México, se realiza una excelente gestión de los recursos disponibles y se fomenta la colaboración entre diferentes departamentos para abordar los posibles escenarios a los que se enfrentará el usuario durante el uso cotidiano del vehículo. Este enfoque no solo abarca los hábitos de conducción y el desgaste natural de los componentes, sino también situaciones imprevistas, garantizando un desempeño confiable y seguro del vehículo bajo cualquier circunstancia.

Una de las formas más efectivas de lograrlo es mediante la división estratégica de las partes del proceso, tanto escritas como físicas, permitiendo una interacción precisa entre los módulos electrónicos y los componentes mecánicos. Esto asegura que los vehículos funcionen de manera óptima, cumpliendo con las expectativas de calidad, seguridad y funcionalidad.

Dentro de este proceso, el ingeniero asignado desempeña un papel crucial al supervisar e interactuar directamente con los sistemas y componentes que serán integrados en los vehículos próximos a salir al mercado. Su labor consiste en corregir y optimizar cada elemento hasta que cumpla con rigurosos estándares de calidad. No solo se verifica el correcto funcionamiento de los sistemas, sino que también se asegura que estos ofrezcan la máxima seguridad para el usuario y terceros.

Este enfoque integral refleja el compromiso de la empresa con la innovación, la eficiencia y la seguridad. Los vehículos desarrollados no solo cumplen con las exigencias tecnológicas y normativas internacionales, sino que también están diseñados para ofrecer al usuario final una experiencia confiable, segura y adaptada a sus necesidades diarias.

4.3. Separación y filtrado de Señales

En el desarrollo de sistemas automotrices, las señales generadas por los módulos del vehículo pueden ser leídas y analizadas a través de protocolos de comunicación como CAN (Controller Area Network) y LIN (Local Interconnect Network). Estas señales son generadas por reacciones físicas dentro de los módulos durante la interacción entre ellos. Dichas reacciones permiten validar los cambios que ocurren en un tiempo controlado, evitando así la sobresaturación del sistema y garantizando una operación eficiente.

Los programas utilizados para la lectura de estas señales cuentan con filtros configurables que permiten separar y analizar las señales de manera estructurada. Esta configuración es fundamental para realizar un barrido general y facilitar el reconocimiento de las señales. Dado que es posible monitorear más de 100 señales de manera simultánea, el uso de herramientas que simplifiquen esta tarea es esencial para evitar errores en su identificación y análisis.

En este contexto, las señales se clasifican en tres categorías principales para facilitar su evaluación y resolución:

1. **Señales Buenas**: Estas señales funcionan correctamente y permiten la interacción adecuada entre los módulos. No solo son leídas correctamente por los sistemas, sino que también generan los cambios esperados cuando el usuario interactúa con el vehículo en cualquier escenario posible. Además, estas señales garantizan una comunicación precisa y estable con otros módulos, permitiendo una interacción fluida y eficiente.
2. **Señales Malas**: Estas presentan problemas en su funcionamiento y se subdividen en dos tipos:
    - **Lógicas**: Estas señales presentan errores al momento de su lectura a través del sistema CAN. Aunque el cambio físico en el módulo está presente, el error en la lectura puede afectar la comunicación con otros sistemas, lo que eventualmente podría bloquear el funcionamiento general del sistema.
    - **Físicas**: Estas son las más críticas, ya que, aunque las señales sean leídas correctamente, no generan el cambio físico esperado en los sistemas de prueba. Esto impide que el usuario acceda a ciertas funciones, lo que puede derivar en bloqueos críticos, sobresaturación del sistema o incluso la falla total de un módulo.
3. **Señales No Implementadas**: Aunque estas señales no causan daños directos en los casos de prueba ni en el vehículo, consumen tiempo valioso durante el análisis, ya que pueden corresponder a información no compartida en su totalidad debido a la naturaleza de las industrias transnacionales.

Esta clasificación permite mantener un control claro de los sistemas en evaluación y realizar un seguimiento preciso de los problemas identificados. De esta manera, se pueden priorizar las soluciones hasta reducir al mínimo los errores o inconsistencias.

En este contexto, la especialización en Manufactura Avanzada que posee el ingeniero en curso juega un papel clave. Dichos conocimientos le permiten identificar y analizar procesos de calidad y control, aplicándolos de manera efectiva a la evaluación y validación de las señales y sistemas descritos. Además, esta formación incluye el uso de métodos de programación y herramientas tecnológicas que optimizan la implementación de las soluciones requeridas.

Gracias a este enfoque integral, se logra una mejora constante en los procesos de prueba y validación, asegurando que los sistemas del vehículo cumplan con los estándares más altos de calidad, seguridad y eficiencia antes de ser integrados en los vehículos próximos a salir al mercado.

4.4. Corrección y Avance del programa

El avance en el desarrollo de un programa vehicular puede medirse a través de la identificación y resolución de los errores que se presentan durante las distintas etapas del proyecto. En términos prácticos, a medida que se reportan y solucionan más problemas, el programa progresa y se perfecciona, acercándose al punto en que estará listo para salir al mercado.
Cuando un vehículo comienza a ser promocionado a través de campañas publicitarias, spots comerciales y otros medios, esto indica que su estreno en la planta de producción está próximo. Sin embargo, todavía restan aproximadamente entre 2 y 3 meses para completar todos los ajustes y pruebas necesarias antes de que el vehículo esté completamente listo. Para quienes trabajan en este tipo de proyectos, cada día es un recordatorio de los plazos apretados que manejan, funcionando como un reloj en cuenta regresiva.

El proceso de desarrollo y lanzamiento puede dividirse en dos rangos principales que permiten medir el progreso:

1. **Proceso (Rondas Productivas)**: En este rango, los avances se evalúan en función de las rondas de trabajo, las cuales suelen tener una duración de aproximadamente dos meses. Durante este tiempo, se recopila información sobre los problemas identificados, tanto a nivel de sistemas operativos como de fallas lógicas. El objetivo es reducir progresivamente los errores y optimizar el funcionamiento del programa mediante ajustes iterativos.

2. **Avance General**: Este aspecto proporciona una visión global del progreso del proyecto. Los ingenieros responsables pueden medir cómo se están cumpliendo los objetivos generales del programa y cuánto tiempo queda para la presentación oficial del vehículo. Este enfoque permite coordinar los esfuerzos entre departamentos para asegurar que todo esté listo antes de la fecha límite.

El lanzamiento de un vehículo al mercado es quizás uno de los hitos más esperados dentro de la industria automotriz. Es el momento en el que meses o incluso años de trabajo se materializan en un producto final. La confianza en el resultado es esencial: el vehículo debe garantizar la seguridad y el confort del usuario y sus acompañantes, asegurando que no se presenten fallas que puedan comprometer su integridad.

Por razones legales y de confidencialidad, no es posible detallar públicamente todos los aspectos del proceso de desarrollo. Sin embargo, se puede destacar que el ingeniero a cargo de este proyecto desempeñó un papel fundamental durante el último año en las etapas de prueba, corrección y validación de una camioneta que ya ha sido presentada oficialmente en el mercado en 2024. Su trabajo contribuyó significativamente a la reducción de errores y al cumplimiento de los estándares de calidad exigidos, asegurando que el vehículo esté en óptimas condiciones para los consumidores.

Capítulo V.
Conclusiones

La estancia que se lleva a cabo en **FORD México** desde el 6 de junio de 2022 hasta la fecha ha sido una experiencia altamente enriquecedora y educativa. Durante el transcurso del año reportado, pude familiarizarme con la estructura organizacional de la empresa, los diversos roles y responsabilidades de los empleados, y el funcionamiento interno de los procesos en el área de desarrollo de productos (PD). Esta experiencia me permitió comprender en profundidad el entorno profesional y me ayudó a visualizar mi futuro, así como a reflexionar sobre mis planes de carrera.

Tuve la oportunidad de trabajar bajo la tutela de la **Ing. Mariana Pérez**, quien actuó como mi mentora y me brindó un apoyo invaluable. A lo largo de la estancia con el equipo, ella se dedicó a responder dudas y preguntas, así como asegurar la adecuada integración con el equipo, lo que resultó en un crecimiento significativo tanto profesional como personal. Gracias su orientación, se adquirieron nuevas competencias y una comprehensión más sólida del sector **Product Development** en **Ford México**.

La valoración final de este proceso es sumamente positiva, ya que las prácticas me proporcionaron la experiencia práctica necesaria para complementar mis conocimientos teóricos. Esta vivencia me permitió entender cómo la teoría se aplica en situaciones reales dentro de la industria automotriz, y cómo los procesos de innovación y calidad se ejecutan día a día.

Es importante señalar que, debido a razones legales y de confidencialidad, no se pueden compartir detalles específicos, imágenes o información que pueda afectar los intereses de **FORD Motor Company**. Sin embargo, agradezco a **SATVEN**, la empresa intermediaria, por su colaboración para poder realizar esta presentación.

Aunque el trabajo realizado fue platicado de manera superficial y general, se pudo comprender y aportar una visión más amplia de los procesos que actualmente enfrentan los ingenieros en la industria automotriz. La tecnología y el mercado están en constante evolución, lo que requiere que los ingenieros se adapten a nuevos desafíos. Esto se refleja claramente en los procesos de calidad que forman parte de este trabajo, los cuales están integrados en el contenido de este informe.

Uno de los aprendizajes más significativos durante el año reportado es la importancia del **dominio de lenguas extranjeras**, especialmente el inglés, alemán y chino. La mayoría de los documentos técnicos, manuales, libros y comunicaciones en la industria automotriz están

en inglés, lo que subraya la relevancia de este idioma para los profesionales del sector. En el caso de la estancia, la fluidez en estos idiomas resultó fundamental para comprender y participar en las interacciones diarias con equipos internacionales y realizar el trabajo de manera efectiva.

Otro desafío destacado fue la **escasez de componentes electrónicos**, en particular los **microcontroladores**, que son esenciales para la fabricación de vehículos modernos. La crisis derivada del conflicto en Ucrania impactó significativamente las cadenas de suministro, afectando la disponibilidad de estos componentes clave. Este problema global generó tensiones en la industria, ya que se tuvieron que tomar decisiones sobre si destinar los recursos disponibles para la producción de vehículos o para satisfacer la creciente demanda del mercado. A pesar de las dificultades, los ingenieros de otros departamentos brindaron un apoyo constante, lo que permitió mitigar los errores y optimizar el uso de los materiales disponibles.

Gracias a este trabajo colaborativo, se logró implementar una **serie de pasos operativos** que no solo sirvieron como guía para evitar la repetición de errores costosos, sino que también se convirtieron en una herramienta valiosa para los nuevos ingenieros que se incorporan al equipo. Este proceso ha facilitado la adaptación de los nuevos empleados, permitiéndoles integrarse rápidamente a las rondas productivas sin la presión de cometer errores graves.

A lo largo de esta experiencia, he podido observar de primera mano cómo los **procesos internacionales** dentro de la ingeniería automotriz reflejan el alto nivel de competencia de la **ingeniería mexicana**. Aunque, el mercado nacional aún enfrenta retos, especialmente en términos de normativas y regulaciones, tengo la esperanza de que en el futuro estas cambien, lo que permita que los productos y procesos desarrollados en México se posicionen con más fuerza en mercados globales. Esta experiencia ha reafirmado mi confianza en el potencial de la ingeniería mexicana y en la calidad del trabajo realizado en el país.

Finalmente, las imágenes publicadas en este informe han sido tomadas de **dominio público** y no están relacionadas con proyectos confidenciales o investigaciones en curso. Las imágenes son utilizadas para ilustrar los productos y conceptos que se explican, pero no están vinculados a los trabajos internos de **FORD Motor Company**.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.

2. Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas.

3. Desarrollar y conducir una experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.

4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.

5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.

6. Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.

7. Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.

Bibliografía

[1] Wikipedia, 30 08 2023. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Ford_Motor_Company.

[2] Ford Motor Company Mexico, Mexico, 2023.

[3] Ford. [En línea]. Available: https://www.ford.mx/acerca-de/. [Último acceso: 21 Enero 2024].

[4] K. Benz, «Invention of the Internal Combustion Engine,» *Automotive History Journal,* vol. 12, nº 3, pp. 45-50, 1885.

[5] J. P. J. D. T. &. R. D. Womack, «The Machine That Changed the World,» *New York: Free Press,* 1990.

[6] J. K. Liker, «The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer,» *New York: McGraw-Hill,* 2004.

[7] D. T. Kurylko, «The Future of the Automotive Industry,» *Automotive News,* vol. 23, nº 4, pp. 15-20, 2018.

[8] «International Organization for Standardization (ISO),» *ISO 9001:2015 Quality management systems - Requirements. Geneva: ISO,* 2015.

[9] J. M. &. G. A. B. Juran, «Juran's Quality Handbook,» *McGraw-Hill,* 1999.

[10] N. H. T. S. A. (NHTSA), «Vehicle Safety Technologies,» *NHTSA Report,* vol. 19, nº 2, pp. 34-41, 2020.

[11] M. S. R. S. D. M. D. H. A. A. J. E. &. M. C. Peden, «World Report on Road Traffic Injury Prevention,» *Geneva: World Health Organization,* 2004.

[12] I. f. H. S. (IIHS), «Advancements in Automotive Safety,» *IIHS Journal,* vol. 27, nº 3, pp. 45-52, 2019.

[13] H. P. Tan, «Multiplexing Techniques,» *Encyclopedia of Telecommunications,* vol. 1, pp. 453-460, 2004.

[14] W. Stallings, «Data and Computer Communications,» *Pearson Prentice Hall,* vol. 8ed, 2007.

[15] M. Schwartz, «Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis,» *Addison-Wesley,* 2004.

[16] B. Mukherjee, «Optical WDM Networks,» *Springer Science & Business Media,* 2006.

[17] B. A. Forouzan, «Data Communications and Networking,» *McGraw-Hill,* vol. 5th ed., 2012.

[18] L. G. M. C. J. M. F. G. M. J. M. M. M. H. J. J. R. &. F. C. O. Sánchez Vela, «Revisión documental del protocolo CAN como herramienta de comunicación y aplicación en vehículos,» *Instituto Mexicano del Transporte,* 2016.

[19] R. González Elixavide, «Análisis del estado actual de tecnología del Bus Can (Controller Area Network),» *Universidad Querétaro,* 2020.

[20] D. G. d. B. -. BUAP., «Manual de pruebas de CAN–Bus para arquitecturas electrónicas de automóviles,» *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,* 2024.

[21] A. Martínez Requena, «Introducción a CAN bus: Descripción, ejemplos y aplicaciones de tiempo real,» *Universidad Politécnica de Madrid,* 2017.

[22] J. García Martín, «Implementación y despliegue del protocolo CAN-bus en sistemas de tiempo real,» *Universidad Politécnica de Madrid,* 2017.

[23] F. Chan, «Necesidad de la red CAN en el automóvil,» *Universidad Querétaro,* 2020.

[24] E. Malagon Paredes, «Interfaces y protocolos de comunicación en vehículos,» *Instituto Mexicano del Transporte,* 2016.

[25] I. A. Flores Ángeles, «Conectores para diagnóstico de vehículos ligeros y pesados,» *Instituto Mexicano del Transporte,* 2016.

[26] L. G. &. M. C. J. M. Sánchez Vela, «Protocolos de comunicación en vehículos,» *Instituto Mexicano del Transporte,* 2016.

[27] J. R. Hernández Jiménez, «Características principales del CAN-bus,» *Instituto Mexicano del Transporte,* 2016.

[28] S. Culture, «Safety Culture,» Safety Culture, [En línea]. Available: https://safetyculture.com/es/temas/gestion-de-la-calidad-total/. [Último acceso: 13 02 2025].

[29] Concepto, «Concepto,» Concepto, [En línea]. Available: https://concepto.de/metodo-kaizen/. [Último acceso: 13 02 2025].

[30] I. d. Calidad, «Ingenieria de Calidad,» Ingenieria de Calidad, [En línea]. Available: https://www.ingenieriadecalidad.com/2024/01/los-circulos-de-calidad-origen.html. [Último acceso: 13 02 2025].

[31] ISO, «ISO Transporte,» ISO, 01 01 2025. [En línea]. Available: https://www.iso.org/es/sectores/transporte. [Último acceso: 13 02 2025].

[32] E. Union, «EU,» Eur-Lex, 13 06 2024. [En línea]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=OJ:L_202401679. [Último acceso: 13 02 2025].

[33] G. d. Mexico, «Catalodo de Normas Oficiales Mexicanas Aplicables a Vehiculos Automotores Nuevos,» Procuraduria Federal de Proteccion al Ambiente / Acciones y Programas , 18 04 2019. [En línea]. Available: https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/catalogo-de-normas-oficiales-mexicanas-aplicables-a-vehiculos-automotores-nuevos. [Último acceso: 13 02 2025].

[34] G. NCAP, «Global NCAP,» Global NCAP , 01 01 2025. [En línea]. Available: https://www.globalncap.org/. [Último acceso: 12 02 2025].

[35] F. M. Company, «Sistema de Infoentretenimiento SYNC4,» FOM, 01 01 2025. [En línea]. Available: https://www.ford.mx/tecnologias/sistema-sync4-infoentretenimiento/. [Último acceso: 10 02 2025].

[36] F. M. Company, «Actualizaciones Automaticas de Sw OTA,» FOM, 01 01 2025. [En línea]. Available: https://www.ford.mx/tecnologias/actualizaciones-automaticas-software-ota/. [Último acceso: 12 02 2025].

[37] Amazon, «Amazon,» 10 2024. [En línea]. Available: https://www.amazon.com.mx/actualizaci%C3%B3n-inal%C3%A1mbrico-personalizar-reproducci%C3%B3n-visualizaci%C3%B3n/dp/B0BWWDRMZG.

[38] F. Australia, «Ford Australia,» 11 2024. [En línea]. Available: Ford Australia.

[39] F. M. Center, «Ford Media Center,» 11 2024. [En línea]. Available: https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/es/es/news/2016/02/20/los-conductores-solo-necesitaran-una-palabra-para-encontrar-cafe.html.

[40] S. I. vending, «Soporte Integral vending,» 11 2024. [En línea]. Available: http://soporte.integralvending.com/secure/AboutPage.jspa.

[41] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=imagenes%20ford&imgurl=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2Fc%2Fc7%2FFord-Motor-Company-Logo.png&imgrefurl=https%3A%2F%2Fes.m.wikipedia.org%2Fwiki%2FArchivo%3AFord-Motor-Company-Logo.png&docid=oMn8UIL_.

[42] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=puertos%20se%C3%B1ales%20can%20-%20lin&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.ingenieriaymecanicaautomotriz.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F03%2F124051738_755016955089889_6940813627202397942_n.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.ingenier.

[43] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=puertos%20se%C3%B1ales%20can%20-

%20lin&imgurl=https%3A%2F%2Fi.ytimg.com%2Fvi%2FugxC8FnhnBI%2Fsddefault.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fm.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DugxC8FnhnBI&docid=nIrVmURjSdFFoM&tbnid=kSPSRN0Rjs4RuM&vet=12ahUK.

[44] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=puertos%20se%C3%B1ales%20can%20-%20lin&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.picoauto.com%2Fimages%2Fuploads%2Fscreenshots%2F_lrg%2Fcanbus_waveform_2.png&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.picoauto.com%2Fes%2Flibrary%2Fautomotive-guided-tests%.

[45] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=puertos%20se%C3%B1ales%20can%20-%20lin&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.ingenieriaymecanicaautomotriz.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F03%2F465456546654.png&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.ingenieriaymecanicaautomotriz.com%2Fcomo-di.

[46] [En línea].

[47] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=se%C3%B1ales%20can%20osciloscopio&imgurl=https%3A%2F%2Fpetrolheadgarage.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F12%2FDiagn%25C3%25B3stico-Can-Bus-CAN_H-cortocircuito-a-masa-1.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fpetrolheadgarage.com%2Fc.

[48] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=se%C3%B1ales%20can%20osciloscopio&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.ingenieriaymecanicaautomotriz.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F03%2F4634536546546.png&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.ingenieriaymecanicaautomotriz.com%2Fcomo-diagno.

[49] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=sync%202%20ford&imgurl=https%3A%2F%2Fm.media-amazon.com%2Fimages%2FI%2F71T%2BFKdv1OL._AC_UF894%2C1000_QL80_.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.amazon.com.mx%2Factualizaci%25C3%25B3n-inal%25C3%25A1mbrico-personalizar-reproducci.

[50] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=sync%202%20ford&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.customtronix.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2022%2F09%2FMustang-interior.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.customtronix.com%2Fproducts%2Fford-european-sync-2-oem-navigation-system%2F&doc.

[51] 30 06 2024. [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=sync%202%20ford&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.aslautomedia.com.au%2Fassets%2Ffull%2FKUG529.jpg%3F20200711030322&imgrefurl=https

%3A%2F%2Fwww.aslautomedia.com.au%2Fkuga-mkii-mk2-sync-2-navigation&docid=YFr6j1e3QJGM8M&tbnid=ANMHZwJ.

[52] 30 06 2024 . [En línea]. Available: https://www.google.com/imgres?q=JIRA&imgurl=https%3A%2F%2Fjira.project-tools.santillanatn.com%2Fimages%2Fatlassian-jira-logo-large.png&imgrefurl=https%3A%2F%2Fjira.project-tools.santillanatn.com%2Fsecure%2FAboutPage.jspa&docid=bIzGdKcF02XfmM&tbnid=7Jo2u3e.

[53] «Univesidad Politecnica de MAdrid,» 04 06 2017. [En línea]. Available: https://oa.upm.es/48061/10/TFM_ADRIAN_MARTINEZ_REQUENA.pdf.

[54] Wikipedia, «Acerca de Nuestra Compañia Ford Motor Company,» 30 08 2023. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Ford_Motor_Company.

[55] Wikipedia, «Wikipedia,» 23 08 2023. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Ford_Motor_Company.

[56] Ford Motor Company Mexico, «Componentes,» Mexico, 2023.

[57] «La Historia de Ford,» Mexico, 2023.

[58] «ETSI Sistemas informatico,» 04 06 2017. [En línea]. Available: https://oa.upm.es/48061/10/TFM_ADRIAN_MARTINEZ_REQUENA.pdf.

[59] F. M. C. Mexico, Mexico, 2023.

[60] ISSO, «ISSO regulations,» ISSO, 01 01 2025. [En línea]. Available: https://www.iso.org/es/sectores/transporte. [Último acceso: 12 02 2025].

[61] EUR-Lex, «EU Documentation,» EUR-Lex, 01 01 2025. [En línea]. Available: https://eur-lex.europa.eu/search.html?scope=EURLEX&text=automobile&lang=en&type=quick&qid=1739410316854. [Último acceso: 12 02 2025].

[62] A. y. Programas, «CATÁLOGO DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES A VEHÍCULOS AUTOMOTORES NUEVOS,» Gobierno de Mexico , 01 01 2025. [En línea]. Available: https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/catalogo-de-normas-oficiales-mexicanas-aplicables-a-vehiculos-automotores-nuevos. [Último acceso: 10 02 2025].

ANEXOS

ANEXO I
Certificaciones

Creating Intelligent Mechanical Systems together

Satven

Certificate of Achievement

Presented to

Guillermo Raul Isaac Mateos Hernandez

For completing the Training and
Qualifying in CEBC Certificaton Program conducted by Satven.

The commitment you have demonstrated towards completing this organizational requirement is truly appreciated.

Novi TP
Head - Quality & MR

Rao S. Vadlamudi
C.E.O.

Issued : 28-Nov-2023

This certificate is valid for 12 months from the date of issue.

Creating 'Intelligent Mechanical Systems' together

Satven

Satyam-Venture Engineering Services Pvt Ltd

Certificate of Achievement

Guillermo Raul Isaac Mateos Hernandez

For completing the Training and
Qualifying in ISMS Certification Program conducted by Satven .

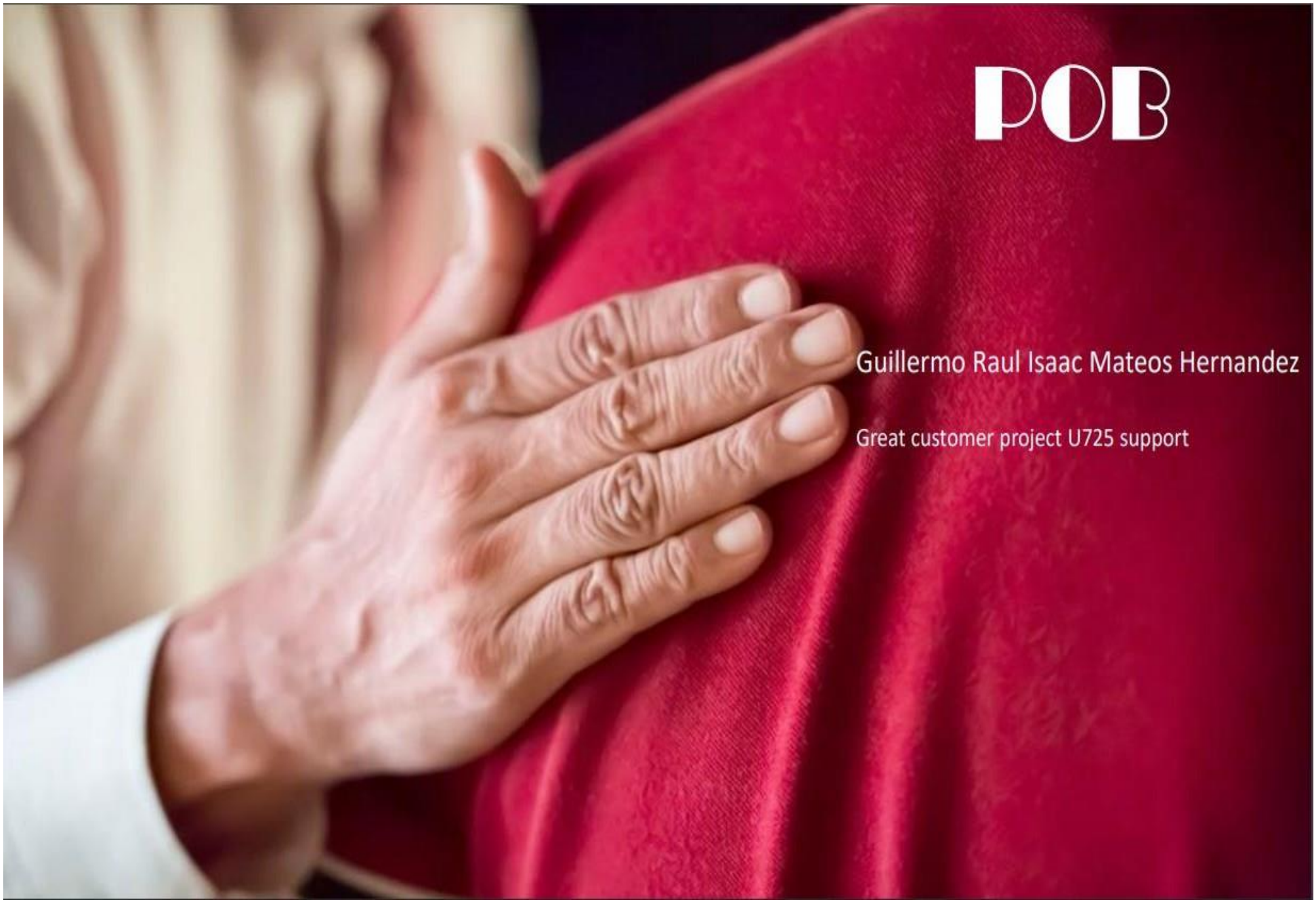
The commitment you have demonstrated towards completing this Organizational requirement is truly appreciated.

Novi TP
Head - Quality & MR

Rao S. Vadlamudi
C.E.O.

Issued : 28-Nov-2023

The certificate is valid for 12 months from the date of issue.


POB
Guillermo Raul Isaac Mateos Hernandez
Great customer project U725 support

ANEXO II
Cartas y constancias Laborales

Satven

Miguel Hidalgo, Ciudad de México, a 28 de enero de 2025

ASUNTO: Carta de autorización.

ING. ERNESTO GARCIA GONZALEZ.
JEFE DE DIVISION DE LA INGENIERIA MECATRONICA
TECNOLOGICO DE ESTIDIOS SUPERIORES DE COACALCO.
P R E S E N T E.-

El que suscribe **Ramiro Alvarez Cota**, **Representante legal** de la empresa **Satyam Venture Engineering Services Private Limited**, se dirige a usted de la manera más atenta y respetuosa para hacer constar que:

El alumno **Guillermo Raúl Isaac Mateos Hernandez** con matrícula **201520234**, estudiante de la carrera Ingeniería en Mecatrónica, cuenta con la autorización de usar la información no confidencial de la empresa **Satyam Venture Engineering Services Private Limited** en el reporte de estancia profesional **Control de calidad en a industria automotriz actual** presentado en el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco como opción de titulación “Estancia profesional”.

Se extiende la presente para los usos y fines que al interesado convenga.

ATENTAMENTE



Lic. Ramiro Alvarez Cota

Representante legal

Satven México

Ramiro_cota@satven.com

Cel. 56-17-83-85-73

Satven

Miguel Hidalgo, Ciudad de México, a 28 de enero de 2025

ASUNTO: Autorización estancia profesional

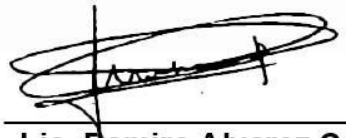
ING. ERNESTO GARCIA GONZALEZ.
JEFE DE DIVISION DE LA INGENIERIA MECATRONICA
TECNOLOGICO DE ESTIDIOS SUPERIORES DE COACALCO.
P R E S E N T E.-

El(la) que suscribe **Ramiro Alvarez Cota**, **Representante legal** de la empresa **Satyam Venture Engineering Services Private Limited,** se dirige a usted de la manera más atenta y respetuosa para hacer constar que:

El alumno **Guillermo Raúl Isaac Mateos Hernandez** con matrícula **201520234** estudiante de la carrera **Ingeniería en Mecatrónica**, lleva más de un año laborando en la empresa **Satyam Venture Engineering Services Private Limited** desde el día **6 de junio de 2022** hasta la fecha, bajo un cargo como **Ingeniero de pruebas HIL Junior.**

Se extiende la presente para los usos y fines que al interesado convenga.

ATENTAMENTE



Lic. Ramiro Alvarez Cota

Representante legal

Satven México

Ramiro_cota@satven.com

Cel. 56-17-83-85-73

gob.mx

Instituto Mexicano del Seguro Social

Constancia de Semanas Cotizadas en el IMSS

Estimado(a),

MATEOS HERNANDEZ GUILLERMO RAUL ISAAC

NSS: 01169734892

CURP: MAHG971130HDFTRL00

Fecha de emisión del reporte
27 / 01 / 2025 DD MM YYYY
Total de semanas cotizadas
138

Tu detalle de semanas cotizadas		
Semanas cotizadas IMSS	Semanas Descontadas (por disposición de recursos) (-)	Semanas Reintegradas (+)
138	0	0

Tu historia laboral

Nombre del patrón	SATYAM VENTURE ENGINEERING SERVICES PRIVATE LIMITED SIN TIPO DE SOCIEDAD				
Registro Patronal	Y546691710				
Entidad federativa	CIUDAD DE MÉXICO				
Fecha de alta	07/06/2022	Fecha de baja	Vigente	Salario Base de Cotización */	

/* Valor del último salario base de cotización diario en pesos.

Importante

Contacto:
Paseo de la Reforma 476, P.B.
Col. Juárez, Alcaldía Cuauhtémoc
C.P. 06600, Ciudad de México
Tel. 800 623 23 23
http://www.imss.gob.mx/contacto

gob.mx

Instituto Mexicano del Seguro Social

Esta constancia presenta el número de semanas que has cotizado durante tu vida laboral, registradas en el IMSS. Además, esta constancia puede contener el número de semanas cotizadas en el ISSSTE, si laboraste en el sector público y en su momento solicitaste la portabilidad de semanas al IMSS.

En caso de inconformidad con el número de semanas cotizadas, puedes presentar tu aclaración en línea a través de la siguiente liga: www.imss.gob.mx/servicios-digitales o bien de forma presencial en la Subdelegación del IMSS más cercana a tu domicilio en días y horas hábiles.

Solo te pedimos tener a la mano el nombre de tus patrones, las fechas en las que laboraste con ellos y el domicilio en donde se ubica el centro de trabajo, siendo importante precisar que el nombre o razón social de tus patrones puede diferir del nombre comercial por el que el patrón es conocido.

Adicionalmente ten en cuenta lo siguiente:

- Las semanas cotizadas son contabilizadas con base en los periodos comprendidos entre tus fechas de alta y baja con uno o varios patrones.
- En caso de que hayas laborado con dos o mas patrones, o cotizado para el IMSS y el ISSSTE, de forma simultánea, los períodos traslapados no se contabilizan como dobles.
- El presente documento no resuelve respecto al derecho a obtener determinada prestación, en virtud de que ello dependerá del tipo de prestación solicitada, el cumplimiento de requisitos administrativos y el esquema de aseguramiento con el cual te encuentres afiliado al Instituto.
- Si trabajaste en el sector público y tus cotizaciones en el ISSSTE están amparadas bajo el régimen de cuentas individuales podrás solicitar la transferencia de tus derechos de cotización, con la finalidad de acceder a una pensión bajo el Seguro de Retiro, Cesantía en Edad Avanzada y Vejez.

Si tienes dudas con respecto a los datos que contiene la presente constancia, permítenos brindarte la asistencia necesaria a través de nuestros Departamentos de Afiliación Vigencia en Subdelegaciones IMSS.

Para mayor información llama al centro de contacto IMSS al teléfono 800 623 23 23.

Aviso legal

La información contenida en este documento, se proporciona en apego a lo dispuesto por la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, en concordancia con lo señalado en la Ley del Seguro Social, sus Reglamentos y demás disposiciones normativas de carácter interno, así como en diversas leyes federales relacionadas con el actuar del Instituto Mexicano del Seguro Social.

La información aqui contenida es exclusivamente de carácter informativo.

Cadena original

|||Origen de Trámite:Móvil (M)|Tipo Trámite:CONSTANCIA DE SEMANAS COTIZADAS|Fecha:27 de enero 2025, 08:13:57|Apellido Paterno:MATEOS|Apellido Materno:HERNANDEZ|Nombre del Asegurado:GUILLERMO RAUL ISAAC|Folio:17379872368701310409135|Número total de semanas cotizadas:138||

Sello digital

x+zZD7z5EnsXGjgn5CAUkNKmMDxyrHQQzyXYkhoN4bs01SlHjT3slEaA4L7Afku0JUgDT6CnQ9gCLJcuFulz5S
ErovKV6nY3wleOMyUTNXLV+D1hqB46XrU98080c6MeMqwXNltaolFu4JYayolL2V1AFlyG8CgRhFK8ANgkRWc
NxCQUolX49t5F6AbQR7UTYJLbv+JgvUic8v3+TARUWlph7JMEZNnXonquOjxu5e/Jx2C19hiviVWVf9kgGzZbmO
S6Wax8I0a0PCPBm4vbefJ+hIJG944G9MITMYk9P0j8WQBuojeMfSGRcp1PDmh6b5S/zEhHgYFFGSe1n7Q36w
==

Secuencia notarial 7bcc9aa5-c973-469a-af1c-cec14a558d50

Número de serie 00000000000000000001

Contacto:
Paseo de la Reforma 476, P.B.
Col. Juárez, Alcaldía Cuauhtémoc
C.P. 06600, Ciudad de México
Tel. 800 623 23 23
http://www.imss.gob.mx/contacto