



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Actividades realizadas en el  
departamento de análisis  
electrónico de la preserie en  
Audi AG**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de

**Ingeniero Mecatrónico**

**P R E S E N T A**

Onésimo Molina Cano

**ASESOR DE INFORME**

Dr. Jesús Manuel Dorador González



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

## Tabla de contenido

1. Introducción y objetivo.....	2
2. Panorama histórico .....	2
3. AUDI AG .....	3
4. Tareas.....	6
4.1 Realización del Programa de Construcción y Estadísticas de los vehículos.....	7
4.2 Seguimiento de Problemas .....	9
4.3 Análisis del vehículo.....	9
4.4 Acciones de Flasheo.....	10
5. Software especializado .....	11
5.1 iDEX.....	11
5.2 Lectura de la comunicación en el vehículo .....	13
5.3 CANoe .....	14
5.4 BeslLyzer .....	16
5.5 TI Cockpit.....	16
5.6 System42.....	18
6. Conclusión .....	21
7. Glosario.....	21
8. Referencias.....	23

## 1. Introducción y objetivo

El programa Estudiantes Mexicanos en Alemania (EMA) de Audi es un programa institucional de la fabricante de automóviles alemana que se ofrece a los alumnos de los últimos semestres de las carreras de ingeniería y consiste en acercar a los futuros profesionistas a la industria automotriz por medio de dos fases de prácticas profesionales y una intermedia de estudios en Alemania.

Al cursar el séptimo semestre de mi carrera apliqué para dicho programa y al ser uno de los 10 candidatos seleccionados colaboré primero en el departamento de Análisis Electrónico de la Serie y Preserie en la planta de San José Chiapa. Posteriormente cursé un semestre en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Dresde, en donde estudié materias como Tecnología de Automóviles, Elementos de Propulsión y Automatización de la Producción con el objetivo de relacionarme más con los conocimientos técnicos de la industria automotriz.

Para culminar el programa colaboré en el departamento de Análisis Electrónico de la Preserie en Audi AG en Ingolstadt. En estos 6 meses fui parte del arranque de la producción del nuevo proyecto de la plataforma A, lo cual me permitió involucrarme directamente en las labores de análisis.

Al ser parte de un departamento que se dedica al análisis de las fallas que surgen día con día no se me asignó un proyecto en particular, sin embargo, en este reporte se exponen de manera detallada las actividades que realicé a lo largo de mi estancia en Alemania y de los programas que aprendí para poder trabajar día con día en la empresa.

## 2. Panorama histórico

La historia de Audi como fabricante Premium de vehículos se remonta a finales del siglo XIX cuando August Horch, uno de los pioneros en la industria automotriz alemana, fundó en Colonia la empresa de automóviles "Horch" en 1899.

Años más tarde, al atravesar la empresa por dificultades financieras y por el excesivo gasto de dinero en el desarrollo de autos deportivos, August Horch fue cesado de su propia empresa. Sin embargo, su sueño de realizar automóviles de la mayor calidad no terminó aquí, puesto que en 1909 Horch creó una nueva compañía de automóviles: "August Horch & Cie. Motorwagenwerke AG".

Al perder la disputa legal por el nombre de la compañía, Horch no pudo utilizar su apellido para la nueva marca de vehículos, teniendo así que recurrir a la traducción al latín del vocablo alemán "horch": Audi.

En 1932, como estrategia para hacer frente a las dificultades económicas de la Gran Depresión, las compañías Audi, Horch, DKW y Wanderer se fusionaron para formar Auto Union AG. Es así como el 29 de junio de este mismo año nació el logotipo de Audi que conocemos hasta la fecha que, con cuatro aros entrelazados, simbolizaba la alianza de las cuatro marcas sajonas.



*Ilustración 1. Emblema de Auto Union AG*

Al culminar la segunda guerra mundial todas las fábricas de la empresa fueron desmanteladas durante la ocupación soviética y en 1948 Auto Union AG se dio de baja en el registro mercantil. No obstante, un año después, gracias a préstamos del gobierno de Baviera y al plan Marshall la empresa resurgió con una nueva fábrica en Ingolstadt, la cual es hoy en día la sede central de la empresa.

Después de pertenecer desde 1958 a Daimler Benz, en 1966 Volkswagen adquirió la totalidad de las acciones de Audi, volviéndose así parte del consorcio al cual también pertenecen en la gama de los vehículos personales Porsche, Lamborghini, Škoda, Bentley, Seat y Bugatti, así como en la gama de los vehículos de carga: MAN y Scania.

Con más de 90 mil colaboradores en sus 17 plantas alrededor del mundo y sus 14 modelos, que están disponibles en diferentes variantes y motorizaciones, Audi se ubica como uno de los más grandes fabricantes de vehículos premium en la actualidad.

### 3. AUDI AG

Ubicada en Ingolstadt, Baviera y con más de 270 hectáreas se encuentra la fábrica de automóviles más grande y la sede central de Audi. Es aquí donde más de 44 mil empleados trabajan en muy diversas labores con el objetivo de fabricar alrededor de 2500 vehículos de la más alta calidad al día. Los modelos que se fabrican en esta planta son A3, A4, A5 y Q2 en sus diversas versiones y, en su gran mayoría, completamente personalizados para satisfacer hasta al cliente más exigente.

Audi AG está organizado de la siguiente manera:

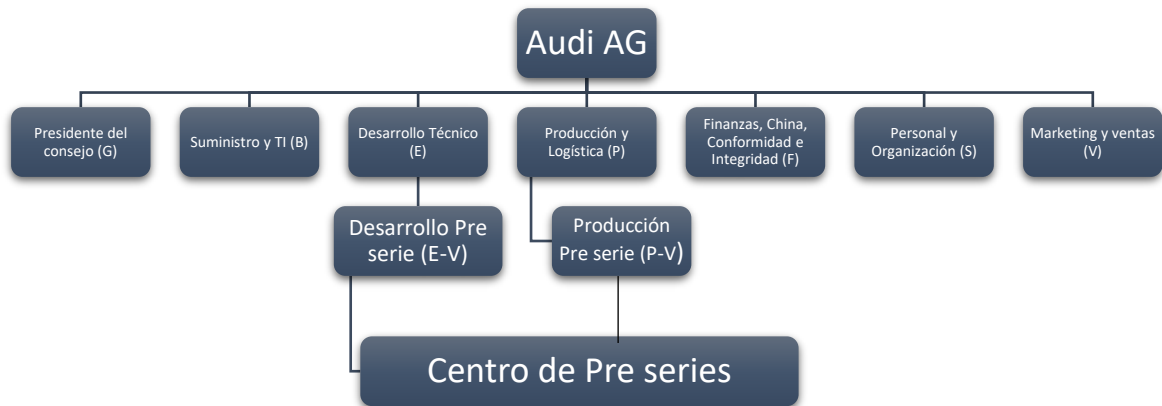


Ilustración 2. Divisiones de Audi AG

Los departamentos de Desarrollo Preserie y Producción Preserie forman el Centro de Preseries (VSC, por sus siglas en alemán *Vorseriencenter*) que funge como la intersección entre las divisiones de Desarrollo Técnico y Producción y Logística.

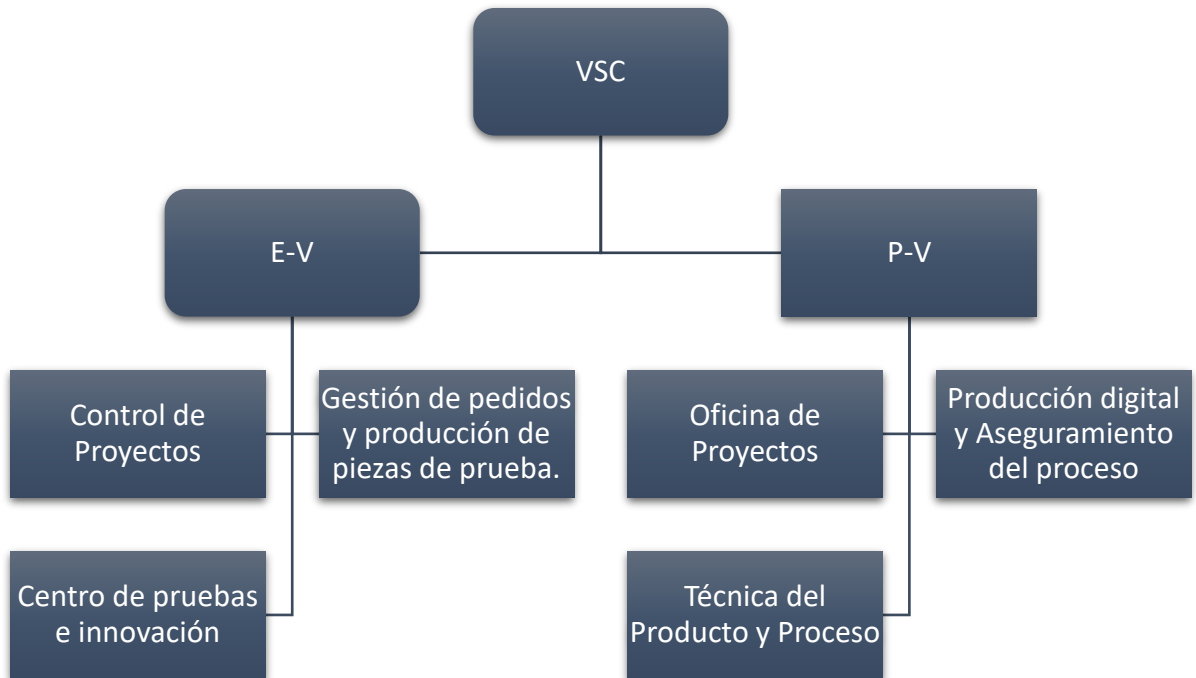
El Centro de Preseries es una “Empresa dentro de la empresa” debido a que cuenta con una nave de ensamblaje de carrocería, pintura y montaje. Esto se debe a que, a diferencia de la producción en serie, los vehículos fabricados en el Centro de Preseries serán vendidos a “clientes internos”, como por ejemplo el departamento de calidad, desarrollo técnico o al departamento de medios.

El VSC es responsable del desarrollo de todos los nuevos modelos de la marca, el arranque de la producción en serie y el “mantenimiento de los modelos”<sup>1</sup>. Además, es responsable de la construcción de los vehículos y la organización uniforme del proyecto desde el primer prototipo virtual hasta la Serie 0<sup>2</sup>. Una vez iniciada la producción en serie, el personal encargado de esta se mantendrá en constante contacto con el personal del VSC para el análisis y la eliminación de fallas en la etapa temprana del producto.

Los objetivos del Centro de Preseries son conectar a los departamentos de desarrollo técnico, producción y calidad, la mejora continua de la calidad del producto y el proceso, y el soporte durante el desarrollo del producto. Es por ello

que el VSC influye también de manera económica en el proceso de la fabricación en serie.

La estructura del Centro de Preseries se muestra a continuación:



*Ilustración 3. Estructura del Centro de Preseries*

Como parte del programa Estudiantes Mexicanos en Alemania organizado por la empresa Audi tuve la oportunidad de colaborar en el departamento de Electrónica del Producto/Proceso en Ingolstadt (I/PV-7).

El perfil que se busca en este departamento engloba los siguientes aspectos:

- Estudiar ramas de la ingeniería como eléctrica, mecatrónica, automotriz o informática.
- Alto nivel de compromiso e iniciativa
- Disfrutar el trabajo en equipo
- Realizar el trabajo con altos estándares de calidad.

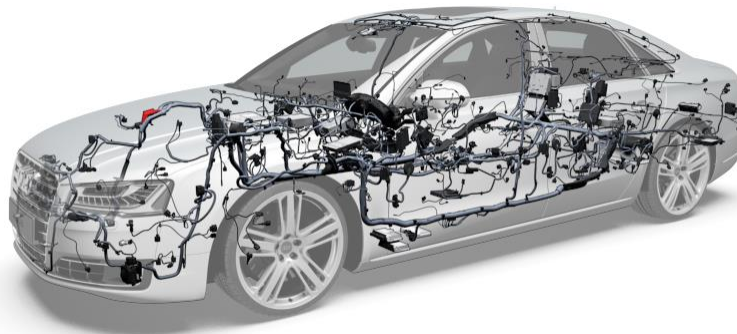
A las tareas del departamento corresponden el aseguramiento de la construcción en la serie desde el punto de vista de la calidad, los costos de las unidades de control (construcción y puesta en marcha), los sistemas de alto voltaje y los puntos de prueba y calibración de las unidades de los vehículos.

Las competencias conllevan el aseguramiento electrónico de la construcción y el análisis de la topología de comunicación, las interconexiones y las funciones. Además, el departamento se encarga del proceso de eliminación de fallas.

Al área de acción del departamento corresponden los nuevos proyectos, la apreciación del producto <sup>3</sup>, el mantenimiento del modelo y la asistencia en las plantas en el extranjero. Aunado a estas tareas, el equipo de análisis de la preserie apoya en la línea de producción cuando, en la etapa temprana de los nuevos modelos, se deben realizar cambios de codificación o parametrización manuales en los vehículos que aún no se han implantado en los sistemas de prueba de la línea.

Por la compleja estructura electrónica del vehículo y la gran cantidad de unidades de control que este contiene, el análisis se divide en cuatro equipos: Propulsión (*Antrieb*), Infotainment, Confort (*Komfort*) y Tren Motriz (*Fahrwerk / FAS*). Las unidades de control de las que se encarga cada equipo se enlistan a continuación:

- *Antrieb*: Motor, transmisión, etc.
- Infotainment: Tablero, radio, unidad de telemática, etc.
- *Komfort*: Espejos, Asientos, clima, etc.
- *Fahrwerk / FAS*: Sistema de frenos, dirección, sensores de regulación de distancia, etc.



*Ilustración 4. Las fallas que se reportan en el proceso de construcción son canalizadas a nuestro departamento y nuestra tarea es darles solución para asegurar la producción*

#### 4. Tareas

A diferencia de otros departamentos de Audi, en I/PV-7 no es posible realizar un proyecto en específico. Esto se debe a que el trabajo que se realiza surge a partir de los problemas que se presentan en el proceso de construcción de los vehículos. Es por ello que tuve la oportunidad de apoyar en el análisis de los 4 equipos del departamento siempre con el objetivo claro de seguir una línea de aprendizaje para mi futuro en Audi México. A continuación, se describirán mis actividades cotidianas.

#### 4.1 Realización del Programa de Construcción y Estadísticas de los vehículos

Durante la construcción de un vehículo a través de la línea de montaje este pasa por diversos puntos de prueba electrónicos en donde se probarán los diversos sistemas instalados hasta ese momento. Esta prueba se realiza por medio de unos aparatos llamados MFT (*Multi Funktions Tester*), que son encargados de comunicarse con las diversas unidades de control y comprobar su compatibilidad, así como probar su funcionalidad. Dicha prueba será registrada en el sistema y mi labor diaria consistía en descargarla para ponerla a disposición de los analistas del departamento.

El Programa de Construcción es un documento que diariamente es enviado por los compañeros del Centro de Preseries y contiene los vehículos de la preserie que cruzaran la línea de montaje. A pesar de construirse más de 2500 vehículos al día en la planta, solamente un promedio de 4 a 8 serán pertenecientes a la preserie. Conforme avanza el proceso de maduración del proyecto, este número de vehículos construidos aumentará hasta llegar a la producción en serie.

En la siguiente imagen se puede ver la organización del Programa de Construcción:

COPS Name	PK.-Nr.	Serienart- Bezeichnung	Modellschlüssel Beschreibung	Verwendung Bezeichnung
<b>21 3 AU493001578 E</b>	<b>5876124143524</b>	VFF Vorserienfreiga befahrzeug	A5 Sportback 2.0 TDI	Karosserieprüfung
<b>21 P AU494068527 E</b>	<b>9785421133412</b>	VT Versuchsträger	S5 Sportback 3.0 V6 qu	Dauerlauf

Ilustración 5. Extracto del Programa de Construcción

El Nombre COPS y el Número de producto serán identificadores del vehículo para los diferentes departamentos, seguido se encuentra el hito en el que se encuentra actualmente el proyecto. En la siguiente celda se describe el tipo de vehículo que fue construido y finalmente el uso que se le dará al vehículo al ser terminado. En este ejemplo tenemos un vehículo VFF (Vehículo con liberaciones de la preserie) que es un A5 Sportback con motor diésel de 2 litros y su uso será para pruebas de carrocería.



Por medio de PRODIS Control se realiza la descarga de la estadística en un archivo de Excel. Es importante realizar la descarga de la estadística después de que el vehículo ha cruzado las pruebas electrónicas de montaje, de otra manera se obtendrán vehículos con estadísticas incompletas.

Ilustración 6. Descarga de la estadística de un vehículo.

En la siguiente imagen se puede observar la prueba de construcción realizada a una unidad de motor donde se lee el número de parte, la versión de software y su correspondiente versión de hardware. Esta prueba de construcción se realizará a todos las unidades electrónicas para comprobar la comunicación con la misma (y evitar errores por fallas físicas) y para corroborar que los datos en la unidad de control sean los que se esperan por el sistema.

87	AU38	MOT	MOT Verbauprüfung	31849	MOT;VW/AUDI-Teilenummer lesen;;	1215	51542196561C
88	AU38	MOT	MOT Verbauprüfung	31848	MOT;Software-Version lesen;;	1216	8647
89	AU38	MOT	MOT Verbauprüfung	31846	MOT;Hardware-Version lesen;;	1217	T64

Ilustración 7. Extracto de la estadística de un vehículo.

La estadística de un vehículo es el primer elemento al que se recurre al iniciar un análisis debido a que esta incluye la comunicación paso a paso entre el vehículo y el equipo de prueba y se marcan los errores que sucedieron durante las pruebas. Con base en esta se puede resolver un problema u obtener idea de los siguientes pasos a realizar en el análisis.

## 4.2 Seguimiento de Problemas

En el departamento se llevaba a cabo una junta semanal en la que se realiza el análisis de ciertos vehículos de la preserie junto con los compañeros de planeación y desarrollo técnico. En estas juntas se definía cuáles serían las fallas de mayor relevancia presentes en el vehículo. Este proceso de selección tenía lugar ya que las fallas presentes podían ser ya conocidas y estar siendo analizadas.

Mi labor consistía en asistir a estas juntas y tomar nota de las fallas que deberían ser posteriormente registradas en la herramienta de rastreo de análisis del departamento: Problem Tracking Tool (Protix).

Con esta herramienta era posible dar el mismo formato a todas las fallas y ubicarlas en una plataforma en la cual se encuentran a disposición de todo el departamento. Al ser capturada una falla en Protix el responsable del área correspondiente del vehículo (desarrolladores PTM) recibe un correo y puede canalizar el problema a sus analistas. De esta manera el departamento cuenta con una herramienta de seguimiento de las fallas y siempre se puede tener un registro del estado actual de cada análisis.

## 4.3 Análisis del vehículo

El trabajo tanto de un desarrollador PTM como de un analista depende mucho de sus conocimientos técnicos sin embargo la experiencia juega un papel vital. Es por ello que yo tuve la oportunidad de apoyar en los análisis a los diferentes equipos para mejorar mi criterio de evaluación de problemas y generar experiencia.

Como ya se comentó, para que una falla pueda ser detectada es necesario que las unidades de prueba en la línea detecten el problema y el analista lo pueda ver en la estadística. No obstante, existe otra manera de que las fallas se puedan detectar y es por medio del Equipo de Puesta en Marcha.

Una vez que el vehículo de la preserie se construye en la línea es llevado al taller del VSC y será puesto en marcha. Los MFT de la línea no pueden realizar todas las nuevas pruebas que se requieren para las nuevas funciones de los vehículos de la preserie debido a que están programados para la prueba de los vehículos de la serie. Es por ello que cuando el equipo de puesta en marcha corre las pruebas correspondientes pueden llegar a surgir errores que deben ser informados al equipo de análisis. Esto se realiza por medio de Protix.

Una vez reconocido el problema, es tarea del analista ponerse en contacto con el personal del taller y examinar el vehículo hasta encontrar la causa de este. El proceso de análisis, así como las medidas aplicadas para la eliminación del problema serán ingresadas en el Problem Tracking Tool de tal manera que exista

un registro de las tareas realizadas y que, en caso de surgir nuevamente, posteriormente puedan servir como guía.

Los desarrolladores PTM dan seguimiento al proceso de eliminación de fallas: envían los reportes al departamento de desarrollo técnico y se ponen en contacto con otros departamentos en caso de ser necesario.

Algo muy importante para el análisis vehicular es tener conocimiento de la interconexión de las unidades de mando. Los vehículos tienen una topología que cuenta con más de un protocolo CAN, diversos LIN, comunicación MOST y, en los vehículos de la plataforma B9, Flexray.

Además, la topología esta interconectada por una unidad central: el Gateway (GWA). Este funge como el medio de comunicación entre las unidades que se encuentran en buses diferentes de transmisión de datos y además traduce la información para que los analistas podamos acceder a ella por medio del puerto OBD.

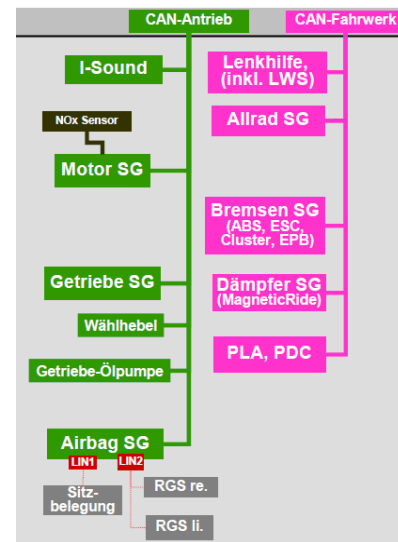


Ilustración 8. Extracto del bus de datos del tren motriz y la propulsión de un vehículo.

#### 4.4 Acciones de Flasheo<sup>4</sup>

El departamento también es encargado de llevar el control de las actualizaciones de los software de las unidades de control para se aseguren que las nuevas funcionalidades incluidas en los nuevos software se revisen en la línea y así asegurar la construcción. Es por ello que cada semana se construye un auto de especial interés: el “Auto Maestro”. Este vehículo tendrá las versiones más nuevas de software de cada unidad de control con el objetivo de comprobar no solo el correcto funcionamiento de la unidad sino también de la unidad en comunicación con las demás unidades del vehículo.

Es por ello que en ocasiones había que realizar acciones de flasheo donde requeríamos ir con estaciones de flasheo portátiles a la nave de logística de la preserie y actualizar el software de las unidades de control correspondientes.

## 5. Software especializado

Cada problema reportado será abordado de maneras diferentes, sin embargo, después de la estadística, el análisis a bordo del vehículo es un paso fundamental para tener un mejor acercamiento al problema. Con ello es posible obtener un protocolo de fallas y realizar diferentes ajustes de manera presencial para encontrar la causa raíz de la falla.

En Audi se utilizan dos softwares para el análisis a bordo: iDEX y ODIS <sup>5</sup>. A pesar de que ambos cuentan, en su mayoría, con las mismas funciones, ODIS tiene aplicaciones tanto en la producción como en las agencias de vehículos, mientras que iDEX funge como una herramienta de desarrollo primordialmente. Además, ODIS tiene la capacidad de realizar tareas de seguridad como la protección de los componentes electrónicos (*Komponentenschutz*<sup>6</sup>), la activación/desactivación del inmovilizador, así como la desactivación de la “Protección del análisis vehicular” (SFD<sup>7</sup>) implementado en el nuevo modelo de la plataforma A; el A3.



Ilustración 8. Enchufe On Board Diagnosis (OBD) con el cual es posible conectarse con la computadora al vehículo.

### 5.1 iDEX

Durante las prácticas se trabajó primordialmente con iDEX por lo que a continuación se muestran alguna de sus funciones básicas:

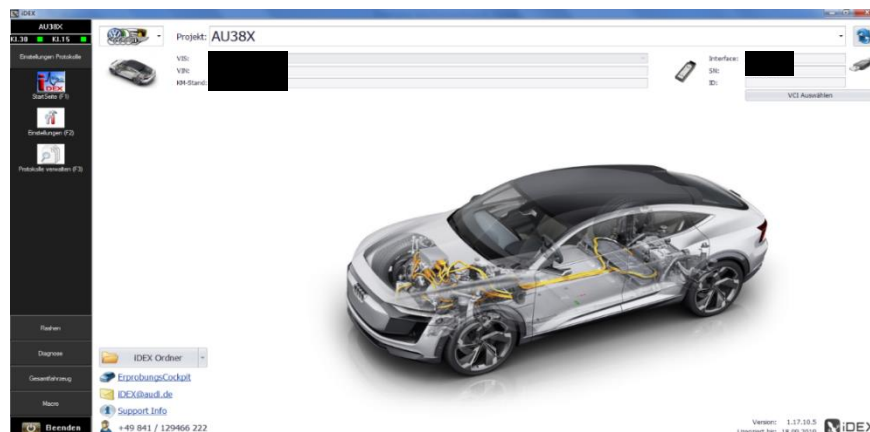


Ilustración 10. Interfaz inicial de iDEX

En primer lugar, se debe seleccionar el proyecto y en este caso seleccionamos el AU38x el cual se refiere al nuevo A3 (la letra “x” puede referirse a un 0 o un 1, siendo el proyecto AU380 el A3 Sportback y el AU381 el A3 Limosina).

Una vez que la interfaz se encuentra conectada al puerto OBD se podrá observar el estado de las clemas 30 y 15, las cuales representan la carga de la batería y la ignición respectivamente. Del lado izquierdo tenemos un menú con las acciones que se pueden realizar como Protocolo de configuraciones, Flasheo, Diagnóstico y Vehículo completo.

Generalmente al realizar un análisis nos vemos en la necesidad de leer el protocolo de fallas de las unidades de control involucradas, es por ello que al ingresar en la pestaña de diagnóstico obtendremos la siguiente ventana:

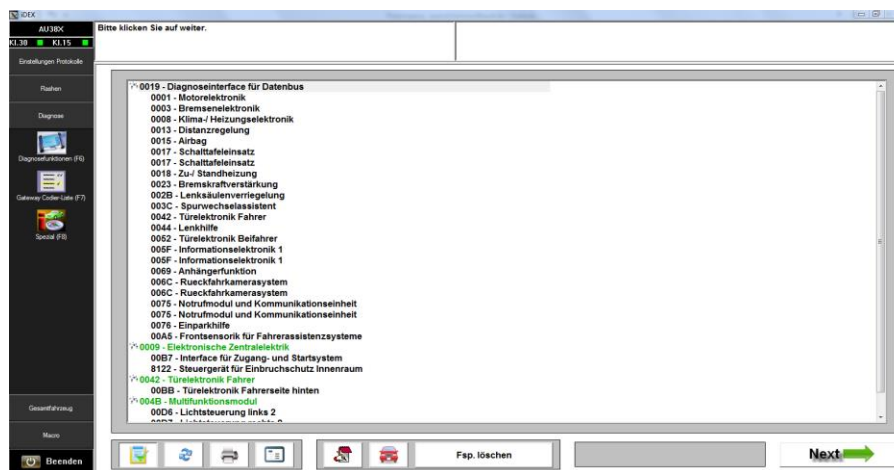


Ilustración 9. Listado de las unidades de control en el vehículo

Desde aquí podemos ver todas las unidades electrónicas que se encuentran en el vehículo con sus respectivas direcciones de diagnóstico. Las unidades mostradas hasta ahora son las unidades maestras y para acceder a las unidades esclavas conectadas por medio de LIN deberemos ingresar a la unidad de control deseada.

Al ingresar a cada unidad de control podremos realizar diferentes acciones como leer su historial de fallas, hacer un diagnóstico del correcto funcionamiento de los actuadores, codificar la unidad nuevamente, leer bloques de valores, hacer adaptaciones manuales para comprobar funcionalidades, etc.

### 5.1.1 Lectura del registro de fallas

El registro de fallas de cada unidad de control se puede leer mediante la pestaña de Funciones de diagnóstico, sin embargo, en caso de requerir leer el historial de todas las unidades de control se deberá acceder a la pestaña Vehículo completo.

Allí se encontrará dentro de la opción Servicios Conjuntos un listado de todas las unidades de control y se podrán seleccionar diferentes opciones de lectura y borrado en la parte inferior. Esto se debe a que algunos errores que surgen en las unidades de control se presentan de manera esporádica y no deben ser considerados para el análisis posterior, es por ello que podemos leer los errores y después borrar aquellos que no brinden información adicional del problema actual.

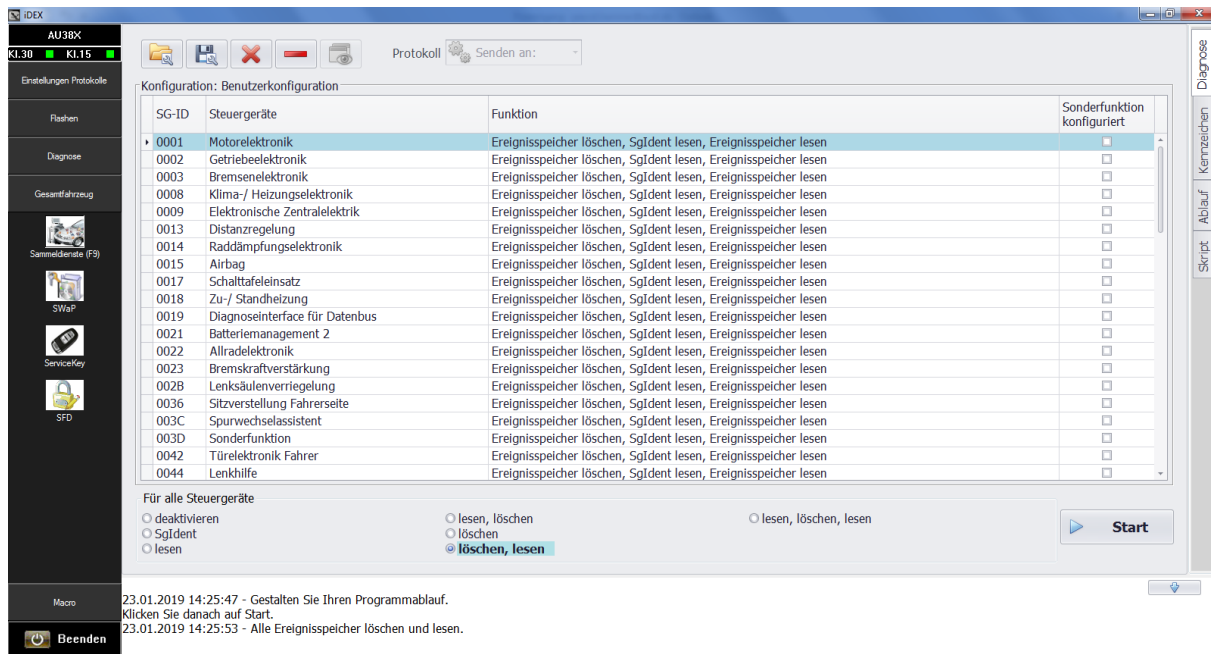


Ilustración 102. Lectura general de fallas del vehículo

## 5.2 Lectura de la comunicación en el vehículo

Cuando se realizan las pruebas en la línea con el MFT, este se comunica con las unidades de control en cuestión y estas responden a los diferentes “servicios” que son enviados. Es así como durante cada uno de los puntos de prueba electrónicos se puede hacer la lectura de toda la información de la unidad de control, así como descargar las líneas de datos, codificar, realizar ajustes básicos, etc.

No obstante, esta no es la única comunicación existente en el vehículo debido a que todas las unidades de control se comunican entre sí en sus respectivos buses de datos. Es por ello por lo que para un analista es muy importante, para poder abordar el análisis de manera correcta, identificar si la falla resulta de la comunicación interna o de la comunicación con el equipo de prueba.

Para ello existen dos programas que nos ayudan a leer dicha información de manera hexadecimal e interpretarla.

## 5.3 CANoe

Esta herramienta es de suma importancia para la detección de problemas que se dan en los buses internos de comunicación del vehículo. Con CANoe es posible observar las diferentes señales que se envían entre las ECU en hexadecimal y, por medio de las bases de datos correspondientes a cada bus, traducir e interpretar.

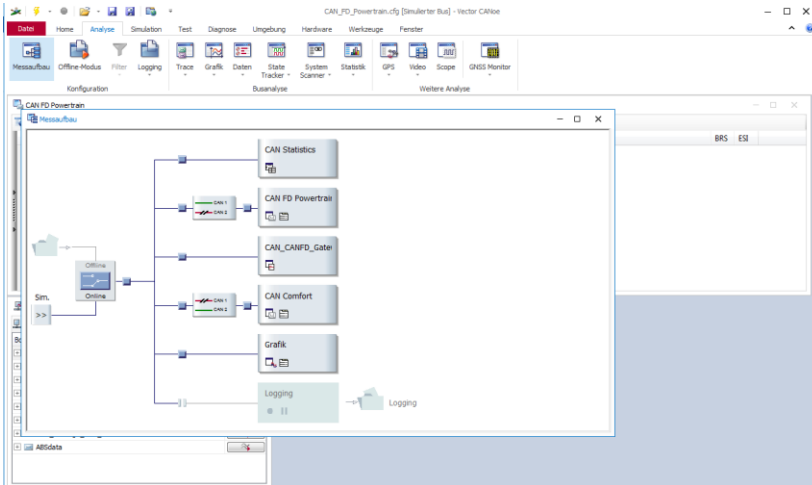


Ilustración 11. Funciones principales de CANoe

Para realizar la toma de datos es necesario contar con el hardware necesario. Existen dos maneras de registrar los datos, la primera es por medio de la Vector Box, con la cual es posible observar los datos en tiempo real por medio de CANoe.

Con estas cajas es necesario tener un adaptador para poder conectarnos al GWA (puerto VGA) y acceder al CAN en donde se encuentre la(s) unidades de control que se requiere observar. A veces es necesario configurar la aplicación para la lectura de 2 o más canales debido a que hay unidades de control que están conectadas a diferentes buses o su comportamiento afecta de manera indirecta a unidades que están en otros buses.



Ilustración 12. Diferentes adaptadores para utilizar CANoe en un vehículo

La segunda forma de registrar datos es por medio de un *Datenlogger* el cual solamente puede ser conectado a ciertos vehículos debido a que estos deben poseer cables de prueba, lo cual permite realizar la conexión directamente al GWA y tener lectura de todos los buses de comunicación.









Cada vez que existen cambios en las piezas debido a los nuevos modelos (con nuevas características) o cambios en las unidades de control, estos deben ser documentados y fácilmente identificados. Estos cambios se dan por medio de un código llamado “llave de aplicación”, el cual facilita la organización de los cambios para saber el periodo de validez de las unidades de control y los cambios que vengán en el futuro para su construcción en la línea.

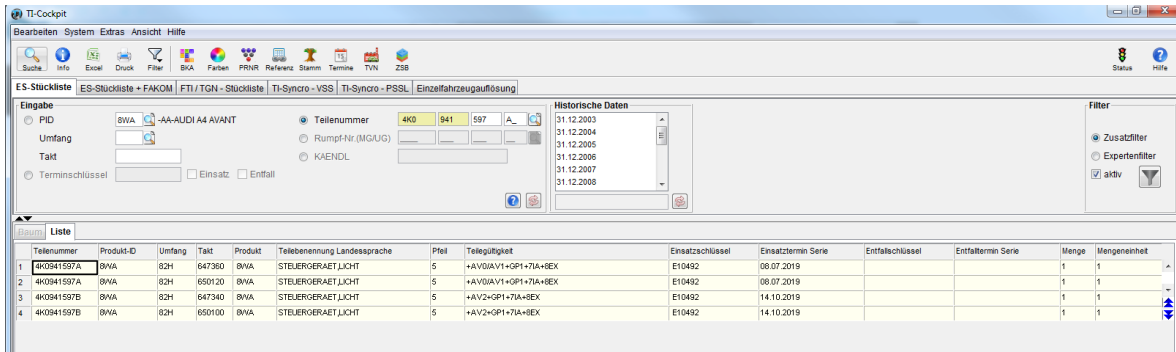


Ilustración 148. Ejemplo una búsqueda en TI Cockpit

Es así como cada vehículo construido es la combinación de diferentes PRs, lo cual facilita la identificación de los vehículos a pesar de que estos sean tan diferentes entre sí. Estos PR servirán también al trabajador en la línea saber cuál es el dispositivo que tiene que montar, por ejemplo: que unidad de control de motor, que Gateway o inclusive el tipo de pedales de freno o volante de dirección.

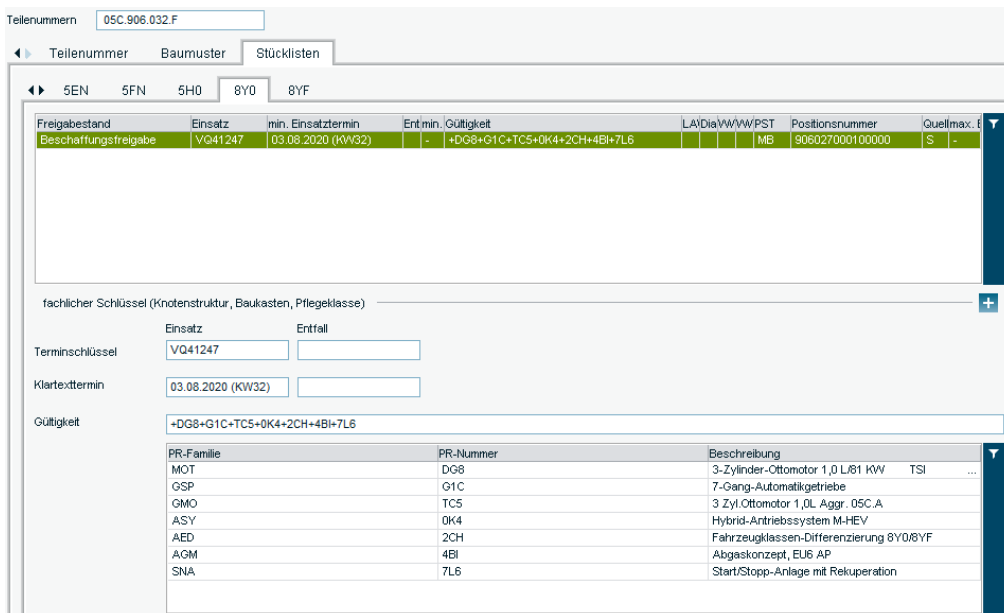


Ilustración 19. Captura de pantalla de System42 donde se puede observar la descripción de cada número PR que contiene una unidad de control de la transmisión.

## 5.6 System42

Probablemente este es uno de los SW más utilizados por los analistas de la preserie debido a que, por medio de este, es posible revisar las versiones de SW y ZDC de las unidades de control, con sus respectivas liberaciones y, con esta información, tomar decisiones respecto al proceso de análisis.

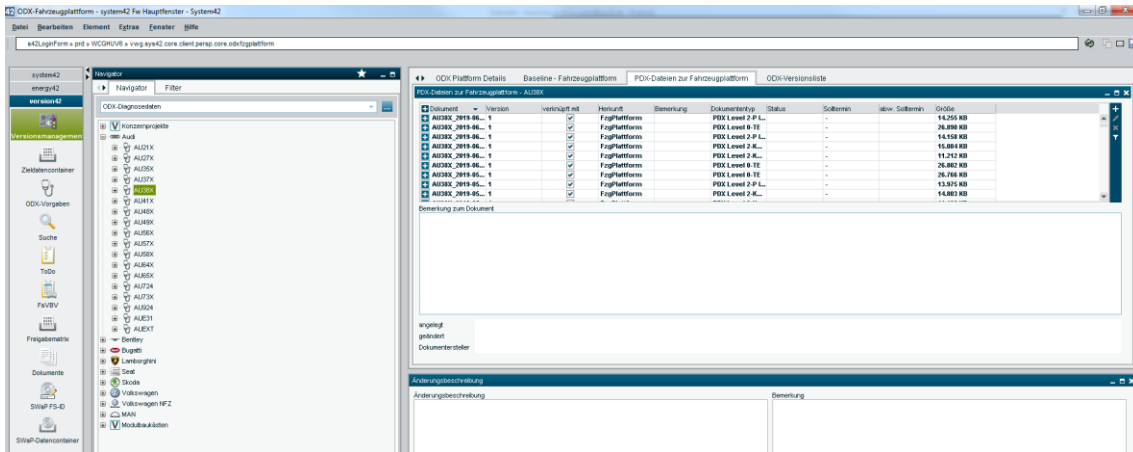


Ilustración 20. Interfaz inicial de System42

System42 es una aplicación que abarca a todo el consorcio. Como se puede observar en la imagen, es necesario escoger la marca y el proyecto del cual se quiere tener información (en este caso esta seleccionado el AU38x: el nuevo A3).

Cuando queremos obtener información acerca de las liberaciones de un SW es necesario buscar la unidad de control correspondiente y hacer una comparación de la estadística obtenida de la línea con la base de datos de System42.

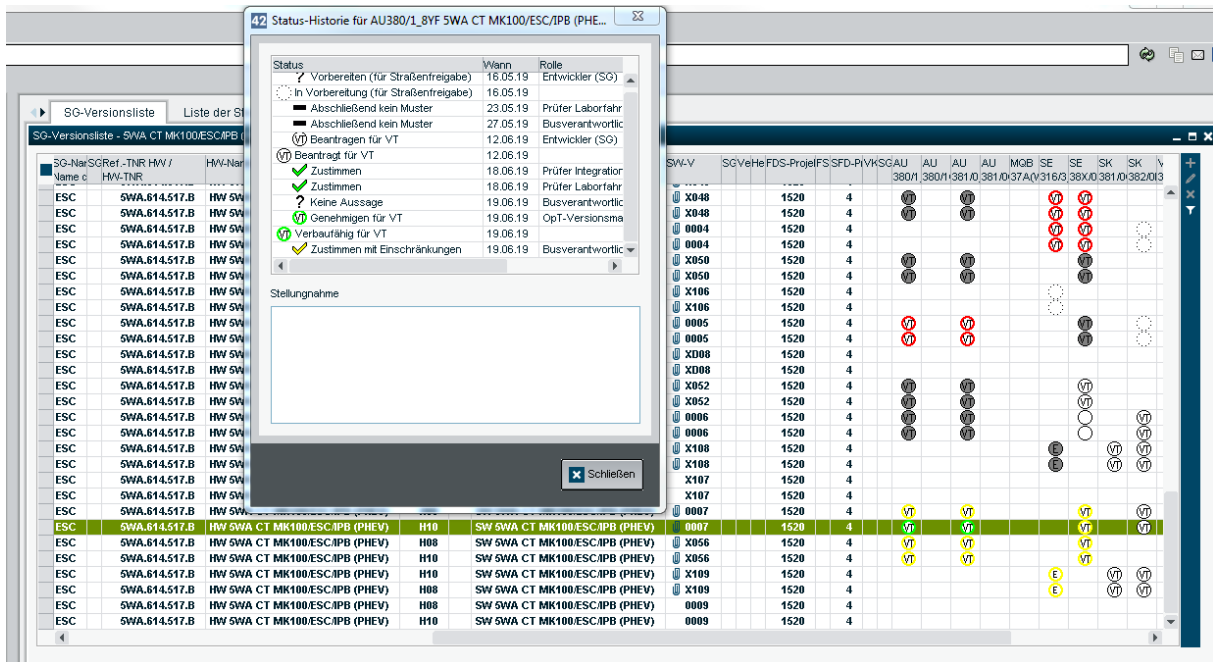


Ilustración 20. Ejemplo de un proceso de obtención de información en Systema42

En la imagen anterior se puede observar que tenemos el número de parte “5WA 614 517 B” el cual, como se comentó previamente, representa una ECU con características particulares. Si recorremos la imagen hacia la derecha podemos ver que el elemento seleccionado cuenta con el SW 007 y se encuentra en estado “verde” el cual representa que se puede construir en vehículos de preserie.

Los números de parte que se encuentran arriba y debajo de la opción seleccionada cuentan en la misma columna con diferentes colores los cuales representan su “estado de liberación”. Los amarillos representan que el SW puede ser construido, pero cuenta con limitaciones en su funcionamiento, los grises indican que este número de parte ya no está siendo solicitado por el montaje (pero los restantes se siguen construyendo sin problema) y los rojos prohíben la construcción de dicho número de parte.

El proceso de la liberación de SW, como se puede ver en la ventana al frente, representa la unión de los diferentes departamentos como: desarrollo, calidad, personal de laboratorio, integrador, producción, etc. Cada uno de ellos es responsable de hacer la liberación al comprobar la funcionalidad del SW y es de esta manera que un SW continua su proceso de “maduración” y finalmente llega a ser sustituido por otro que tenga mayores funcionalidades o, al ser el caso, resuelva un problema que presentaba el anterior.

### 5.6.1 ZDC

El anteriormente mencionado, ZDC (*Ziel Daten Container* o Contenedor de datos objetivo) es una parte muy importante de las unidades de control debido a que incluye la codificación y parametrización de cada una de ellas. Esta codificación y parametrización son necesarias debido a que cada auto tendrá una equipación diferente dependiendo del país y el cliente al que va destinado. Esta equipación será definida por medio de sus números PR y estos determinaran las líneas de código (incluidas en el ZDC) que deben ser escritas en la unidad de control.

0600	2E	Codierung	Stelle:																						
			0								1				2										
			MSB: 7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1
LSB: 7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0		
			Marke	Marke	Marke	Marke	Marke	Marke	Marke	Marke	Generation	Generation	Generation	Generation	Fahrzeugklasse	Fahrzeugklasse	Fahrzeugklasse	Derivat	Derivat	Derivat	Derivat	Derivat	Derivat	Derivat	Derivat
PR-Familie	PR-Familie Beschreibung	PR-Nummern																							
AED	Fahrzeugklassendifferenzierung	+7JV C7 Lim/Av/Allroad	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1						0	0
KAR	Karosserieformen	+K8B Stufenheck																						0	1
		+K8D Variant/Avant																						1	0
		+0K0+FN0 S-Modell																0	1	0	1				
		+0K1 Hybrid																1	0	0	1				
ASY+MDS	Alternativ-Antriebssystem+Varianten	+0K0+FN1 RS-Modell																0	1	1	0				
		+0K0+FM0 Grundausstattung																0	0	0	0				
		+0K0+FN2 Allroad																0	1	0	0				

Ilustración 21. Fragmento del ZDC de un vehículo

Para obtener una mejor idea del ZDC se explicará un renglón de la imagen anterior:

En la parte izquierda podemos observar la descripción de la familia de PR a la que pertenece esta función: en este caso se refiere a Sistemas alternativos de propulsión y sus variantes. Continuando a la derecha se observa que la unión de los números PR “0K0” y “FN1” describen que nos encontramos con un modelo RS. Las siguientes celdas representan cada una los bits que se escribirán en cada línea de código del ZDC. En este caso en el segundo byte se escribirá un 0x60 y esto servirá para seguir dándole funciones a las unidades de control del vehículo que pertenezcan a los modelos RS.

Dependiendo de la complejidad de cada ECU la codificación será más extensa o corta. Este proceso de escritura de líneas de código se realiza para los vehículos de la serie por medio de los MFT en el proceso de montaje. Para los vehículos de la preserie, debido a que existen funciones que aún siguen probándose y desarrollándose, se realizará un proceso adicional de codificación en nuestro taller. Este proceso se realiza con la herramienta CP-Tool

Este proceso de escritura de líneas de código se da en la línea para cada unidad de control por medio del equipo de prueba, no obstante, para los vehículos de la preserie muchas veces es necesario hacer cambios manuales una vez en el taller del centro de preseries. Es aquí donde la herramienta CP-Tool se implementa.

Por medio de CP-Tool podemos hacer la comparación de la codificación actual del vehículo con la codificación esperada, dicha codificación se encuentra en el sistema

y está siendo constantemente actualizada. Es así que al hacer actualizaciones de SW siempre es necesario revisar si la codificación del vehículo sigue siendo la adecuada o si es necesario realizar modificaciones de bits particulares para que las condiciones se cumplan.

## 6. Conclusión

El programa de EMA, al cual tuve la oportunidad de pertenecer me ha brindado uno de los retos más grandes de mi vida. Colaborar en un consorcio como Audi ha abierto mucho mi perspectiva de la ingeniería y sobre todo me ha ayudado a desarrollar nuevas capacidades tanto técnicas como organizacionales.

Si bien es un hecho que al pertenecer a un consorcio tan grande las labores son muy específicas, considero que el haber trabajado tanto en Puebla como en Alemania me ayudó a tener una visión muy amplia de los departamentos en los que me desarrollé. A pesar de que la curva de aprendizaje para lograr involucrarse al 100% en el departamento de Análisis Electrónico es muy grande, tengo la certeza de que di todo lo que estuvo a mi alcance para aprender lo más posible y finalmente realizar análisis de manera individual.

Durante las prácticas en Audi aprendí que no es tan importante saber todo sino conocer a las diferentes personas que lo saben y que el trabajo en equipo es el elemento clave para que un proyecto tenga éxito.

Es un hecho que mi gusto por la industria automotriz jugó un papel muy importante en esta experiencia sin embargo sin la formación que recibí hasta ahora en la Facultad de Ingeniería no hubiera podido concluir esta experiencia con éxito.

Las asignaturas como Análisis de Circuitos, Electrónica Básica y Circuitos Digitales me brindaron los conceptos más importantes para poder realizar mis labores de análisis día con día. Conocimientos como código decimal y hexadecimal, así como el armado de circuitos eléctricos, para el alambrado de adaptadores utilizados para la lectura de los vehículos, fueron de vital importancia para trabajar de manera fluida.

Para algunas labores que me fueron conferidas ajenas a las cotidianas, los conocimientos de las asignaturas Dibujo Mecánico e Industrial, así como Técnicas de Programación resultaron de suma importancia. Además, una de las asignaturas que más me ayudó a pesar de no tener que ver directamente con la tecnología fue Literatura Hispanoamericana. Esta materia fue la que despertó mi amor por la lectura y me permitió leer novelas más complejas lo cual posteriormente me facilitaría la lectura de textos técnicos en alemán tanto para los exámenes de la universidad como para mis labores en la empresa.

Aunado a estas asignaturas cursadas en la facultad también puedo confirmar que las asignaturas que cursé como alumno de intercambio en la Universidad Técnica

de Dresde como Tecnología de los Automóviles y Métodos de Propulsión me brindaron un punto de vista más técnico acerca de la industria automotriz y fortalecieron mi vocabulario técnico facilitando así la adquisición de conocimientos en mi área. También me motivaron a buscar un mayor aprovechamiento de cada una de las asignaturas que debía cursar posteriormente pues el modelo universitario alemán es muy exigente y prepara a los alumnos para egresar a la industria y tener conocimientos muy amplios de su campo.

La asignatura de Diseño Mecatrónico la cursé una vez culminada la experiencia en Alemania, no obstante, tengo la certeza de que, si la hubiera cursado antes, hubiera logrado tener un mejor aprovechamiento de temas como el proceso de maduración de los nuevos modelos de la marca. Esta asignatura formó en mí una nueva visión del diseño de un producto, como este nace desde una idea y puede llegar hasta donde la imaginación permita, siempre teniendo en cuenta una correcta etapa de diseño y un trabajo en equipo sinérgico.

Estoy sumamente agradecido con la oportunidad que se me ha brindado y estoy preparado para enfrentar el nuevo reto de, al egresar de la universidad, incorporarme a las filas de la empresa y dar lo mejor de mí para servir a mi país y dejar en alto siempre el nombre de la Facultad de Ingeniería.

## 7. Glosario

1. Al cierto tiempo de haber salido al mercado un vehículo nuevo se realiza un “Mantenimiento de modelo” en el que se realizan pequeñas modificaciones de las funcionalidades del vehículo.
2. La Serie 0 serán los primeros vehículos que se fabriquen de un nuevo modelo con el objetivo de probar el correcto proceso de montaje y las funcionalidades de los sistemas electrónicos. Estos autos son vendidos a clientes internos.
3. A los aproximadamente dos años de haber entrado un proyecto en el mercado se realiza una “Apreciación del producto” en la cual se realizan cambios en la carrocería y se incluyen nuevas funcionalidades para que dicho modelo permanezca atractivo para el consumidor.
4. ODIS: Offboard Diagnostic Information System
5. Flashear una unidad de control se refiere a realizar la instalación de un nuevo software en la misma con el objetivo de implementar nuevas funcionalidades o corregir problemas de la versión anterior.
6. La protección de los componentes del vehículo es una codificación particular de los elementos más propensos a ser robados en un vehículo como lo son: los faros, el estéreo, los espejos retrovisores, etc. de tal manera que estos no puedan ser instalados en otro vehículo que no sea en el que están contruidos.
7. “Sicherheit der Fahrzeug Diagnose”, es un nuevo método que se implementó en la compañía para evitar que los vehículos pudieran ser codificados por



alguien ajeno al consorcio o las agencias. Reemplaza el antiguo código propio de seguridad de cada unidad de control por un código que se genera en la nube cada vez que se requiere acceder a una unidad en particular.

## 8. Referencias

AG, A. (s.f.). *Standorte der AUDI AG weltweit*. Obtenido de <https://www.audi.com/de/company/profile/locations.html>

*Audi*. (s.f.). Obtenido de El origen del mito.: <https://www.audi.es/es/web/es/experiencia-Audi/historia/el-nacimiento-de-audi.html>