



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: PROCESO DE SINCRONIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE  
COMPUTADORES ME17 DE SAIL MEDIANTE PROTOCOLO J2534  
Y MODIFICACIÓN DE ARCHIVOS DE MEMORIA**

**AUTOR: AMAGUAÑA PUPIALES LUIS CELSO**

**SALAZAR YANDUN JOSÉ EDUARDO**

**DIRECTOR: ING. IGNACIO BAYARDO BENAVIDES CEVALLOS MSc.**

**Ibarra, marzo 2023**

## CERTIFICADO ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de ingeniero en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de trabajo de grado cuyo título es "PROCESO DE SINCRONIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES ME17 DE SAIL MEDIANTE PROTOCOLO J2534 Y MODIFICACIÓN DE ARCHIVOS DE MEMORIA" presentado por el estudiante: Amaguaña Pupiales Luis Celso con número de cédula 1003723739, doy fe que el siguiente trabajo cumple con los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de marzo del 2023

Atentamente

  
Ing. Ignacio Benavides MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

**CERTIFICADO**  
**ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de ingeniero en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

**CERTIFICO:**

Que una vez analizado el plan de trabajo de grado cuyo título es "PROCESO DE SINCRONIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES ME17 DE SAIL MEDIANTE PROTOCOLO J2534 Y MODIFICACIÓN DE ARCHIVOS DE MEMORIA" presentado por el estudiante: Salazar Yandun José Eduardo con número de cédula 1002864013, doy fe que el siguiente trabajo cumple con los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de marzo del 2023

Atentamente



Ing. Ignacio Benavides MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**

**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003723739		
APELLIDOS Y NOMBRES:	AMAGUAÑA PUIPALES LUIS CELSO		
DIRECCIÓN:	SAN ANTONIO – IMBABURA		
EMAIL:	lcamaguaniap@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	—	TELÉFONO MÓVIL:	0969215002

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002864013		
APELLIDOS Y NOMBRES:	SALAZAR YANDUN JOSÉ EDUARDO		
DIRECCIÓN:	IBARRA – IMBABURA		
EMAIL:	jesalazary@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062510537	TELÉFONO MÓVIL:	0983532035

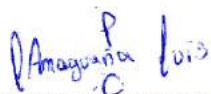
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROCESO DE SINCRONIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES ME17 DE SAIL MEDIANTE PROTOCOLO J2534 Y MODIFICACIÓN DE ARCHIVOS DE MEMORIA.
AUTOR:	AMAGUAÑA PUIPALES LUIS CELSO, SALAZAR YANDUN JOSÉ EDUARDO
FECHA:	04/04/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/ DIRECTOR	ING. IGNACIO BENAVIDES MSC.

## 2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

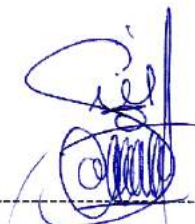
Ibarra, a los 04 días del mes de abril del 2023

### LOS AUTORES



Luis Celso Amaguaña Pupiales

C.C: 1003723739



José Eduardo Salazar Yandun

C.C: 1002864013

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de grado va dedicado mis tutores de tesis Ingenieros Andrés Cevallos MSc y Ignacio Benavides MSc, en especial a mí amada esposa Marcela Chuquin ya que fueron las únicas personas que han apoyado durante su desarrollo, los cuales, con sus consejos y el apoyo brindado, han logrado guiarme por el camino correcto, con el fin de convertirme en una persona de bien y excelente profesional.

***Luis Celso Amaguaña Pupiales***

El presente trabajo de grado va dedicado con mucho amor para mis padres Amílcar Salazar y Myrian Yandun, a mi mujer Jessica Bastidas y a mi hijo Maximiliano Salazar quienes con su sacrificio y su apoyo incondicional siempre me motivaron a formarme como persona y un profesional, hoy con todo orgullo soy Ingeniero y con la certeza de que solo es un paso para cumplir todas mis metas y sueños anhelados.

***José Eduardo Salazar Yandun***

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo agradecer a la Universidad Técnica del Norte una gran institución que me brindó los mejores conocimientos que me servirán para desempeñarme de manera profesional y personal. De igual manera, como no agradecer a todos los docentes de la Facultad y en especial a los de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, que de manera desinteresada me compartieron sus conocimientos y experiencias durante mi formación profesional.

***Luis Celso Amaguaña Pupiales***

Agradezco a mis padres quienes me inculcaron valores desde pequeño formando una persona de bien y a pesar de cometer errores siempre conté con su apoyo incondicional.

A mi compañera de vida y amiga, quien con su motivación y constancia nunca dejo que me desanimara a pesar de las dificultades siempre confió en mí. Como no agradecer a mi hijo Maximiliano ya que es el motorcito que enciende mi vida, quien con sus ocurrencias y travesuras renueva mis fuerzas hasta concluir mis metas.

Quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte y sus autoridades por abrirme sus puertas permitirme formar parte de tan prestigiosa institución y formarme profesionalmente.

Debo agradecer a la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento Automotriz y sus profesores de calidad quienes me formaron académica y profesionalmente, logrando cumplir uno de mis sueños.

Quiero agradecer de manera muy especial al Ing. Ignacio Benavides Msc. Amigo y director de tesis, por su confianza y paciencia a lo largo de todo este sueño hecho realidad, gracias por su motivación y amistad sincera.

Finalmente quiero agradecer a mis familiares, amigos y compañeros que formaron parte de este proceso brindándome su mano desinteresadamente.

***José Eduardo Salazar Yandu***

## Contenido

CERTIFICADO .....	II
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO I.....	9
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	9
1.1 OBJETIVOS.....	9
1.1.1 Objetivo general .....	9
1.1.2 Objetivos específicos.....	9
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	9
1.3 ANTECEDENTES .....	10
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.5 ALCANCE .....	12
1.6 SITUACIÓN ACTUAL .....	13
1.7 UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	14
1.7.1 Historia .....	14
1.7.2 Función de la ECU .....	15
1.7.3 Funcionamiento .....	18
1.7.4 Calibración .....	18
1.8 Software de programación GM .....	20
1.8.1 Función.....	20
1.9 Estructuras de computadoras Bosch ME17 de Chevrolet Sail. ....	21
1.9.1 Función.....	21
1.10 Estructura del scanner Vxdiag.....	25
1.11 Protocolo J2534 .....	27
1.12 Microcontroladores y memorias automotrices .....	30
1.13 Equipos de programación y lectura de microcontroladores y memorias.....	33
CAPÍTULO II.....	35
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35



2.1 Metodología de la investigación.....	35
2.2 Materiales y equipos.....	36
2.2.1 Materiales .....	36
2.2.2 Equipos y herramientas .....	38
2.3 PROCESO METODOLÓGICO .....	43
2.3.1 Análisis de los circuitos de procesamiento y método de lectura .....	45
2.3.2 Lectura del programa y datos de la ECU.....	47
2.3.3 Verificación de lectura.....	54
2.3.4 Obtención y análisis del conexionado .....	55
2.3.5 Pruebas de funcionamiento y comunicación en banco.....	56
2.3.6 Programación y actualización de software con Techline Connect de GM y protocolo J2534 .....	66
2.3.7 Hermanación de la ECU al sistema inmovilizador.....	77
2.3.8 Lectura del programa de datos de la ECU posterior a la programación.....	78
CAPÍTULO III.....	79
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	79
3.1 Análisis, comparación de archivos y discusión de resultados.....	79
CAPÍTULO IV .....	88
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	88
4.1 CONCLUSIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Unidad de Control Electrónico .....	15
<b>Figura 1.2</b> Funciones de la Unidad de Control (ECU) .....	15
<b>Figura 1.3</b> Pasos para llevar a un taller de actualización.....	19
<b>Figura 1.4</b> Proceso de actualización y calibración de la ECU.....	19
<b>Figura 1.5</b> Sincronizando equipos para la reprogramación .....	20
<b>Figura 1.6</b> Señales que recibe la ECU Para el control del motor .....	21
<b>Figura 1.7</b> Secciones de la computadora Automotriz.....	22
<b>Figura 1.8</b> Sección del circuito fuente.....	22
<b>Figura 1.9</b> Sección de entrada de señales .....	23
<b>Figura 1.10</b> Sección de procesamiento .....	23
<b>Figura 1.11</b> Sección de salida de señales .....	24
<b>Figura 1.12</b> Pines de referencia .....	25
<b>Figura 1.14</b> Vxdiag VCX Nano para GM .....	25
<b>Figura 1.15</b> Scanner Vxdiag VCX Nano para GM .....	27
<b>Figura 1.16</b> <b>Dispositivo</b> de programación J2534 .....	27
<b>Figura 1.17</b> Diagrama de bloques del proceso de programación bajo Norma J2534.....	29
<b>Figura 1.18</b> Esquema de un microcontrolador .....	30
<b>Figura 1.19</b> Memoria de una computadora automotriz .....	32
<b>Figura 1.20</b> KTM BENCH programador de ECU.....	34
<b>Figura 2.1</b> Computadora Bosch ME17.....	37
<b>Figura 2.2</b> KTM BENCH programador de ECU.....	38
<b>Figura 2.3</b> Escáner VXDIAG .....	39
<b>Figura 2.4</b> Captura de la página oficial del GM Téchline .....	41
<b>Figura 2.5</b> Interfaz del software winols.....	42
<b>Figura 2.6</b> Flujoograma del proceso metodológico .....	44
<b>Figura 2.7</b> Sección del circuito fuente.....	45
<b>Figura 2.8</b> Sección del circuito driver .....	46
<b>Figura 2.9</b> Sección del circuito lógico periférico .....	46
<b>Figura 2.10</b> Sección del circuito de procesamiento.....	47
<b>Figura 2.11</b> Pines y sus colores para Conexionado de los equipos .....	47
<b>Figura 2.14</b> Pines y colores de conexionado para leer el TC1728 .....	49
<b>Figura 2.15</b> Conexionado para obtener la información del microcontrolador TC1728 .....	49
<b>Figura 2.16</b> Diagrama de conexionado de la resistencia .....	50
<b>Figura 2.17</b> Búsqueda del password en el almacenamiento local .....	50
<b>Figura 2.18</b> identificación del archivo password.....	51
<b>Figura 2.19</b> Inicio de la lectura es automática.....	51
<b>Figura 2.20</b> Inicio de la lectura del microcontrolador TC1728.....	52
<b>Figura 2.21</b> Finalización de la lectura del microcontrolador TC1728.....	52
<b>Figura 2.22</b> Ubicación del archivo de la lectura del microcontrolador TC1728 .....	53
<b>Figura 2.23</b> Lectura de la memoria Eeprom.....	53
<b>Figura 2.24</b> Comparación de archivos información del microcontrolador TC1728 .....	54
<b>Figura 2.25</b> Comparación de archivos de la memoria Eeprom .....	54
<b>Figura 2.26</b> Módulos de control del motor con los pines .....	55
<b>Figura 2.27</b> Conexionado desde los pines de la ECU .....	56

<b>Figura 2.28</b>	Banco de pruebas especializado JAKY47 .....	57
<b>Figura 2.29</b>	Prueba de funcionamiento en banco .....	58
<b>Figura 2.30</b>	Códigos de falla de la computadora.....	58
<b>Figura 2.31</b>	Códigos de falla de la computadora.....	59
<b>Figura 2.32</b>	Códigos de falla de la computadora.....	60
<b>Figura 2.33</b>	Datos de información de la computadora .....	62
<b>Figura 2.34</b>	Datos del inmovilizador .....	63
<b>Figura 2.35</b>	Datos del inmovilizador .....	64
<b>Figura 2.36</b>	Indica los datos del inmovilizador .....	65
<b>Figura 2.37</b>	Acceso a Techline Connect de GM .....	66
<b>Figura 2.38</b>	Ingreso de los datos del automovil a la página de GM.....	67
<b>Figura 2.39</b>	Reconocimiento del vehículo por Techline Connect .....	67
<b>Figura 2.40</b>	Interfaz del scanner VXDIAG .....	68
<b>Figura 2.41</b>	GDS2 o Global Diagnostic System.....	68
<b>Figura 2.42</b>	Ingreso a las opciones de GSD2 .....	69
<b>Figura 2.43</b>	Selección de tipo de diagnóstico .....	70
<b>Figura 2.44</b>	Selección del módulo que vamos a diagnosticar .....	70
<b>Figura 2.45</b>	Selección del tipo de caja del vehículo .....	71
<b>Figura 2.47</b>	Selección de la interfaz de Service Information .....	72
<b>Figura 2.48</b>	Selección de la interfaz de SPS2.....	72
<b>Figura 2.49</b>	Proceso de actualización y programación.....	73
<b>Figura 2.50</b>	Proceso de actualización y programación.....	73
<b>Figura 2.51</b>	Proceso de actualización y programación.....	74
<b>Figura 2.52</b>	Software operacional y calibraciones .....	74
<b>Figura 2.53</b>	Descargando calibraciones del servidor.....	75
<b>Figura 2.54</b>	Descargando las calibraciones del servidor .....	75
<b>Figura 2.55</b>	Actualizando las calibraciones del servidor.....	76
<b>Figura 2.56</b>	Resultado final de la reprogramación y actualización .....	76
<b>Figura 2.57</b>	Códigos de garantía de la programación realizada .....	77
<b>Figura 2.58</b>	Proceso de lectura de datos de la ECU pos-programación .....	78
<b>Figura 3.1</b>	Lectura de datos de la ECU anterior a la programación. ....	80
<b>Figura 3.2</b>	Lectura de datos de la ECU preprogramación .....	80
<b>Figura 3.3</b>	Análisis de información de la ECU Pos programación .....	81
<b>Figura 3.4</b>	Resultado de los datos que contiene la ECU ya reprogramada.....	82
<b>Figura 3.5</b>	Mapa de encendido en números hexadecimales .....	83
<b>Figura 3.6</b>	Mapa de encendido en números binarios.....	83
<b>Figura 3.7</b>	Mapa de encendido en 2D y 3D.....	84
<b>Figura 3.08</b>	Mapa de combustible en números hexadecimales .....	84
<b>Figura 3.09</b>	Mapa de combustible en números binarios.....	85
<b>Figura 3.10</b>	Mapa de combustible .....	86
<b>Figura 3.11</b>	Mapa de lambda en números Hexadecimales .....	86
<b>Figura 3.12</b>	Mapa de lambda en números binarios .....	87
<b>Figura 3.13</b>	Mapa de lambda.....	87
<b>ANEXO I</b>	.....	94
<b>DESARMADO DE LA COMPUTADORA</b>	.....	94
<b>ANEXO II</b>	.....	94

<b>EXTRACCIÓN DE PLACA DE CIRCUITOS .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO III .....</b>	<b>95</b>
<b>PRUEBA DE BANCO POST PROGRAMACIÓN.....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO IV .....</b>	<b>95</b>
<b>EQUIPOS NECESARIOS PARA LA PROGRAMACIÓN .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO IV .....</b>	<b>96</b>
<b>PINES DE LA ECU17.8 DE BOSCH .....</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> Materiales utilizados.....	<b>37</b>
<b>Tabla 2.2</b> Características de la computadora Bosch ME17 de Chevrolet Sail. ....	<b>37</b>
<b>Tabla 2.3</b> Equipos utilizados. ....	<b>38</b>
<b>Tabla 2.4</b> Características de equipo KTM Bench.....	<b>39</b>
<b>Tabla 2.5</b> Características del Escáner VXDIAG. ....	<b>40</b>
<b>Tabla 2.6</b> Herramientas utilizadas. ....	<b>40</b>
<b>Tabla 2.7</b> Características del Software GM Téchenle. ....	<b>41</b>
<b>Tabla 2.8</b> Pines de conexionado para pruebas en banco (continuación...) .....	<b>55</b>

## RESUMEN

Este trabajo se lo desarrollo con el objetivo de brindar información y su respectivo proceso al técnico automotriz o aficionado sobre la reprogramación y calibración de la computadora electrónica del vehículo Chevrolet Sail mediante el protocolo de programación J2534 el cual fue desarrollado por SAE (Asociación de Ingenieros Automotrices) con el propósito de estandarizar y mejorar el proceso de calibración de las computadoras de los vehículos. Ya que el servicio de actualización y reprogramación, en la actualidad solo lo realizan los concesionarios y talleres autorizados por la marca, por lo tanto el propósito de nuestro trabajo de investigación es implementar este servicio en talleres secundarios, para que los clientes adquieran una asistencia completa, ya sea mecánica o electrónica o lo que es más importante exclusivamente en la ECU para mejorar su rendimiento y mantener las emisiones entre las condiciones permitidas por la normativa actual.

En cuanto al proceso de flashing hemos optado por seleccionar una computadora totalmente nueva de fábrica para posteriormente ser programada desde cero, el proceso consiste en reconocer las partes de la computadora automotriz ECU Bosch ME17 (Unidad de Control Electrónico) del motor de Chevrolet Sail año 2020, para a continuación realizar el proceso de lectura, conectamos los equipos necesarios como el ordenador, el escáner KTM bench y la ECU Bosch ME17, se extrajo la información directamente del microcontrolador TC1728 infineon con ayuda del software PCM flash, para esto es necesario leer la memoria flash, contiene la información de los mapas de todas las calibraciones, mapas de inyección de combustible, mapas de avance de encendido, datos de los sensores. La memoria Eeprom, contiene información del sistema inmovilizador, datos de información de la ECU, versión de software y lo más importante para su identificación el número de chasis.

A continuación, conectamos la ECU a un banco de pruebas y el ordenador a través de la interfaz de protocolo de comunicación J2534-scanner VXDIAG, una vez enlazados los equipos necesarios empezaremos con la descarga de la última versión del software de calibraciones directamente de la página de Chevrolet (GM Global Connect) fabricante del vehículo Chevrolet Sail año 2020, donde de igual manera procederemos a la reprogramación.

Finalmente se realiza una nueva lectura a la programación de la ECU (Unidad de Control Electrónico) del motor para comprobar el correcto funcionamiento de las nuevas actualizaciones ya sea con la ECU a bordo del vehículo o en un banco de pruebas.

## ABSTRACT

This research was developed with the object of providing information and its respective process to the automotive technician about the reprogramming and calibration of the electronic computer of the Chevrolet Sail vehicle through the J2534 programming protocol which was developed by SAE (Association of Automotive Engineers) with the purpose of standardizing and improving the calibration process of vehicle computers. Currently, the update and reprogramming service is carried out only by dealers and workshops authorized by the brand, so the purpose of this research work is to implement this service in secondary workshops, thus seeking that customers acquire complete assistance either mechanical or electronic; or what is more important, exclusively in the ECU to improve its performance and maintain emissions within the ranges allowed by current regulations.

Regarding the flashing process, it has been decided to select a completely new computer from the factory to later be programmed from scratch. The process consists of recognizing the parts of the automotive computer ECU Bosch ME17 (Electronic Control Unit) of the Chevrolet Sail engine year 2020, to then carry out the reading process. The necessary equipment such as the laptop, the scanner KTM bench and the Bosch ME17 ECU were connected. Information was extracted directly from the TC1728 infineon microcontroller with the help of the PCM flash software, for this it was necessary to read a flash memory, which contained the information of the maps of all the calibrations, injection maps fuel, ignition advance maps, sensor data. The Eeprom memory contains immobilizer system information, ECU information data, software version, and most importantly for identification, the chassis number.

Next, the ECU was connected to a test bench and a laptop through the J2534-scanner VXDIAG communication protocol interface, once the necessary equipment was linked, the latest version of the calibration software began to be downloaded directly from the Chevrolet page (GM Global Connect), manufacturer of the vehicle Chevrolet Sail year 2020, where in the same way the reprogramming was carried out.

Finally, a new reading was made to the programming of the engine's ECU (Electronic Control Unit) to verify the correct operation of the new updates, either with the vehicle's onboard computer or on a test bench.

## INTRODUCCIÓN

Desde que se inventó el motor de combustión interna, los profesionales de la automoción siempre buscaron mejores avances para aumentar la eficiencia por cada litro de combustible quemado, y más tarde con la modificación de las normas ambientales gubernamentales, cada fabricante debía diseñar vehículos con combustiones más eficientes en el aspecto ecológico y poder comercializar sus vehículos. Para solucionar todos estos problemas antes mencionados se puso a bordo una computadora en el vehículo que sea capaz de controlar algunos sistemas de funcionamiento del motor, cosas más básicas, como el instante que debe producir la chispa, cantidad de combustible. Con el avance de la tecnología la Unidad de Control Electrónico (ECU) es cada vez más sofisticada con mayor capacidad de procesamiento, capaces de reemplazar su software mediante un protocolo de comunicación a la versión más actual de cada fabricante.

Este protocolo de comunicaciones J2534 es una herramienta de alto nivel, la misma que aparece en el año 2004, que conexas entre sí correctamente, ECU sin bloqueo de Firewall, equipo Pass-Thru (equipo de enlace entre fabricante y vehículo) J2534 y ordenador con buena conexión a internet, además tener una suscripción temporal a la página web del fabricante, les permite, mediante un proceso de reprogramación, reemplazar el software o calibración de un controlador existente por una versión más actual ya que todo fabricante esta de manera permanente corrigiendo problemas en el funcionamiento ineficiente de sus sistemas a bordo de los vehículos en su etapa de posventa.

Equipo Pass-Thru es una herramienta que permite el enlace mediante su interfaz de comunicación entre el fabricante del vehículo y el técnico, para tener acceso a las actualizaciones para posterior instalar en la ECU.

## CAPÍTULO I

### 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1 OBJETIVOS

##### 1.1.1 Objetivo general

Realizar el proceso de sincronización, programación y actualización de software de computadoras automotrices ME17 mediante protocolo J2534 y software de desarrollo de programación de GM.

##### 1.1.2 Objetivos específicos

- Obtener los archivos de lecturas de memorias y microprocesadores de computadora ME17 de Chevrolet Sail para el análisis de registros de información.
- Conectar mediante banqueo al software de programación online original de General Motors.
- Realizar el proceso de programación y actualización de software mediante el protocolo J2534 a la unidad de control electrónico.
- Analizar los archivos obtenidos para realizar el proceso de ingeniería inversa a la programación realizada.

#### 1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la electrónica automotriz se está actualizando día a día con el único fin de mejorar, modernizar y automatizar los vehículos solo con cambiar de los parámetros y características en la parte electrónica del automotor para que este sea óptimo en consumo de combustible y corriente sin hacer modificaciones mecánicas.

El trabajo se lo realizó debido a la poca información y desconocimiento de los técnicos acerca de la programación a través de J2534, por lo cual no se implementa este tipo de servicio en talleres particulares siendo esta una de las tendencias de los vehículos a futuro, por esta razón un Ingeniero Automotriz y aficionados, en la actualidad debe saber reprogramar las computadoras de los vehículos, deben mantenerse actualizados para estar a la par con el avance de la tecnología que es aplicada en cada sistema de los mismos.



Por lo tanto, al realizar esta investigación se está asegurando que se podrá incursionar en el área de reprogramación de computadoras, para conocer más a fondo su funcionamiento y conformación de la unidad electrónica del vehículo, porque el objetivo es entender la influencia que tiene en saber manejar un software dedicado a la reprogramación de computadoras automotrices de todos los vehículos sin importar su marca de fabricante.

El plan Nacional de desarrollo del actual gobierno “Toda una Vida “ quiere reactivar la productividad y despertar el deseo de la investigación científica en los ciudadanos en especial en los estudiantes, por lo tanto en el objetivo cinco impulsa la competitividad y productividad para el desarrollo económico sostenible de manera redistribuida y solidaria, dentro de sus políticas de este objetivo está el 5.6 incentivar la investigación, la capacitación, el desarrollo, la transferencia de tecnología, la formación, la innovación, y la protección de la propiedad intelectual, el emprendimiento para promover el cambio de la matriz productiva con la ayuda de la vinculación entre el sector público y las universidades; y como fin del objetivo 5 es aumentar el número de publicaciones científicas en el 2021.

### **1.3 ANTECEDENTES**

Conforme los avances tecnológicos dentro de la automoción han conllevado a la integración de sistemas modernos de en los vehículos, lo que resultan indispensables para realizar el correcto diagnóstico y un control de distintos elementos del automóvil. La incorporación de estos sistemas electrónicos en los vehículos hace que sea obligatorio una comunicación eficaz entre dispositivo y usuario, considerando que a través de esta comunicación se transporta o transfiere una información muy importante para que el vehículo funcione de la forma más adecuada posible.

“Con la incorporación de los sistemas electrónicos en los vehículos a partir de los años 1980 en donde vehículos contaban con apenas un aproximado de 0.5% del valor total de la venta de un vehículo comercial, todo esto se debe a que los automóviles que contaban con más porcentaje de la electrónica eran los vehículos más costosos o de gama alta. El costo de la manufactura o fabricación de los dispositivos electrónicos se redujo considerablemente debido a su producción en masa en los años noventa, por lo tanto, se incrementó este equipamiento electrónico en vehículos de gama media y baja de aquí se aumentó al 7% de su valor total en vehículos comerciales.

El incremento de los sistemas electrónicos en el automotor aumento la necesidad de integrar un sistema de diagnóstico de estos elementos, al principio el dispositivo de diagnóstico solo se conformaba por una luz led que parpadeaba para indicar un fallo o anomalía en alguno de sus elemento electrónicos, todo esto no fue suficiente ya que un sin número de módulos distribuidos en todo el vehículo aumento y por ende también aumento a la par las necesidades por facilitar el diagnóstico con cada versión de sistemas que se fabricaban.

“Uno de los primeros protocolos de comunicación para el reporte errores en un vehículo fue realizado por GM con el protocolo de comunicación llamado ADL Por sus siglas en Ingles (Assembly Line Diagnostic Link) También lo llamaban ALCL ( Assembly Line Communications Link): el ADL era el encargado de transmitir información con una velocidad de hasta 160 bits por segundo y posteriormente a finales de 1985 expandió a 8192 bits por segundo con el protocolo de comunicación UART (Universal Asynchronous Reciber Transmitter). Este protocolo fue aceptado por las compañías de Ford, Chrysler y General Motors (GM) con eso fue posible obtener mejor información de diagnóstico de vehículo en movimiento o estático lo que hacía más fácil el diagnóstico de fallas no estáticas.

Por otro lado, General Motors desarrollo un protocolo de comunicación basado en comunicación serial con el nombre de VPW (Variable Pulse Width) es protocolo fue desarrollado por su bajo costo, pero con limitantes en velocidad. En ese tiempo la marca Ford también desarrollo el protocolo PWM (Pulse Width Modúlame) similar al protocolo para el control de motores, los mismos que fueron aceptados por la norma SAE J1850 debido a su bajo costo y arquitectura abierta, la única diferencia entre estos dos protocolos, era en el cableado, por un lado VPW solo utilizaba un cable para su comunicación y por otro PMW contaba un cable para la tierra independiente, otro para transmisión de datos y estos protocolos fueron descontinuados a partir de 2007.

Por otra parte, Chrysler inicio el desarrollo de su propio protocolo de comunicación similar al PWM el que contaba con una velocidad de 10.4 kilobytes por segundo que podía transmitir tramas de hasta 12 bytes, el protocolo en la norma ISO9141-2. Otras compañías como Audi, BMW; VE, Toyota generaron su propio protocolo de comunicación con velocidades desde 10.4 kilobytes hasta 12.2 kilobytes por segundo. Cada uno de estos protocolos cumplen muy bien con el objetivo de comunicar los elementos de un vehículo, pero con el paso del tiempo las exigencias en el costo aumentaron es de donde surgió el protocolo CAN que resolvió el

problema de las distancias de cableado y disminuyo el peso del vehículo.”(Sánchez, Molano, Fabela, & Hernández, 2016)

## **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los vehículos que salen a la venta constantemente necesitan actualizaciones, reprogramaciones y cambiar versiones, de esta manera el problema actual que tenemos con las computadoras indistintamente de la marca es que al momento de necesitar una reprogramación solo se lo realiza en los concesionarios, lo cual limita a los talleres particulares a realizar este tipo de trabajos.

En la actualidad se desconoce mucho aun de este proceso de flashing, que debe ser un eje fundamental para el diagnóstico a diario de un Ingeniero automotriz y que tiene que ser implementado en todos los talleres como soporte técnico para sus clientes. Debido a esto, el técnico está obligado a llevar el vehículo hasta un concesionario para realizar la corrección cuando se presenta un fallo que necesite reprogramación generando más gastos, pérdida de tiempo y disminución en la fiabilidad del taller.

Por lo cual el presente trabajo quiere realizar el proceso de reprogramación de computadoras mediante una interfaz de GM original, a través de la página oficial de GM de acceso libre, pero por tiempo limitado mediante pago, de esta manera adentrarnos a la investigación y aprender el funcionamiento del protocolo verificando los resultados de esta implementación.

## **1.5 ALCANCE**

El presente proyecto está enfocado en realizar el proceso de programación y actualización de software de una computadora Bosch ME17 de Chevrolet Sail a través del protocolo J2534. Para efectuar esto, se utiliza el escáner original de GM (MDI2) con el software GM SPS (Service Programming System) para analizar el proceso de programación y modificación de calibraciones de computadoras GM.

Además, se realiza un análisis de ingeniería inversa a la información almacenada en la ECU mediante el programador KTM Bench, para verificar las modificaciones en registros realizados por el equipo OEM.

## 1.6 SITUACIÓN ACTUAL

“En la actualidad todas las marcas fabricantes ofrecen software e información del más alto nivel de acuerdo con la reglamentación. Pero siempre existe alguna dificultad en el acceso a esta información debido a que no hay mucha información en el idioma español, pero lo podemos encontrar en inglés.

Pero se lo comienza a realizar adquiriendo la herramienta que implementa el protocolo SAE J2534 y la interfaz necesaria Pass-Thru (equipo de enlace entre fabricante y vehículo) para realizar un diagnóstico y reprogramación.

Se entiende por reprogramación con J2534 al método de reemplazar el Software o recalibración de una computadora ECU (Unidad de Control Electrónico) ya existente, por uno nuevo desde la plataforma digital directamente creado por el fabricante del auto. En muchas partes del mundo lo conocen como reflash. El J2534 original fue modificado después a J2534-1 para estandarizarlo con todas las marcas fabricantes de automóviles.

El protocolo utiliza los archivos de software descargados desde la plataforma que estén disponibles, esta función se la hace directamente en su sitio web. Todas las marcas fabricantes de vehículos que utilizan computadoras para reprogramación, usan el protocolo de J2534. Que de igual forma es compatible con protocolo J2534-1, incluyendo todos los controladores de sistemas complementarios.

La normativa se puso en vigencia desde el año 2004, pero varios fabricantes están ofreciendo J2534-1 para soporte técnico en automóviles del año 2004 en adelante, e incluso para otros modelos más antiguos a partir del 1996.

Este protocolo J2534 es un método creado por dos partes autónomas: la suscripción a la plataforma digital de la marca a través de la web y una interfaz Pass-Thru para automóviles que sean compatibles con J2534. El software puede ser por suscripción que solicita el fabricante y se ejecuta en una computadora de escritorio conectada a la web.

Algunas marcas de fabricantes en la actualidad utilizan sus plataformas digitales para concesionarios y talleres particulares, a través de una suscripción con cobros anuales para tener acceso completo, mientras que otros tienen opciones de pago a diario, semanal, mensual o anual” (Castro, 2020b).

## **1.7 UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

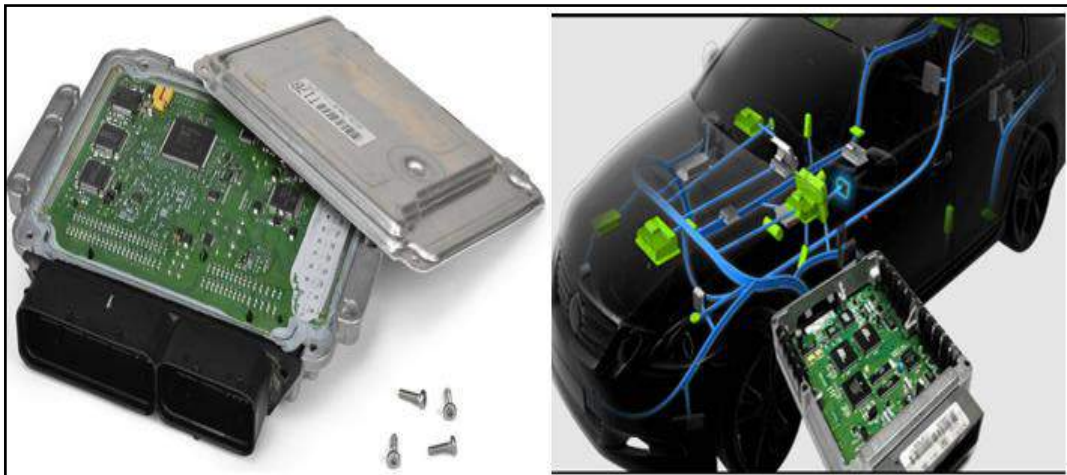
### **1.7.1 Historia**

“La electrónica se inició a integrar en los vehículos al momento de tener un radio y con el pasar de las décadas de los sesenta y ochenta a medida que se incrementaba el porcentaje de la electrónica y posteriormente se integró la unidad de control electrónica, ECU por sus siglas en inglés (Engine Control Unit) fue instalada para que cumpla la función de gestionar de manera precisa al motor, cumpliendo con las normas de emisiones de ese entonces, las cuales tenían unidades más simples que controlaban solo la cantidad de combustible que es inyectado en cada cilindro del motor y las unidades más avanzadas controlan el punto de ignición, el tiempo de cierre y apertura de las válvulas, el control del turbocompresor y control total de otros parámetros con la ayuda del sensor instalado para cada función específica y compara sus valores obtenidos con los ya previamente programados en su memoria interna.

Actualmente, las computadoras controlan casi en su totalidad al vehículo por medio de conexiones llamadas redes o en inglés networks (conjunto de ordenadores conectados), en la figura 1.1 se observa cómo se intercambia la información sobre el funcionamiento del vehículo para poder comunicarse con el usuario informando las anomalías gracias a varios sensores que están censando constantemente a cada unidad de control interconectadas entre sí.

A finales de 1990 los ingenieros instalaron sistemas más complejos donde se comenzó a utilizar la memoria flash de modo que permitiría actualizar el firmware para corregir errores entre otras ventajas, pero solo se lo realizaría en los concesionarios con un costo elevado hasta la actualidad.

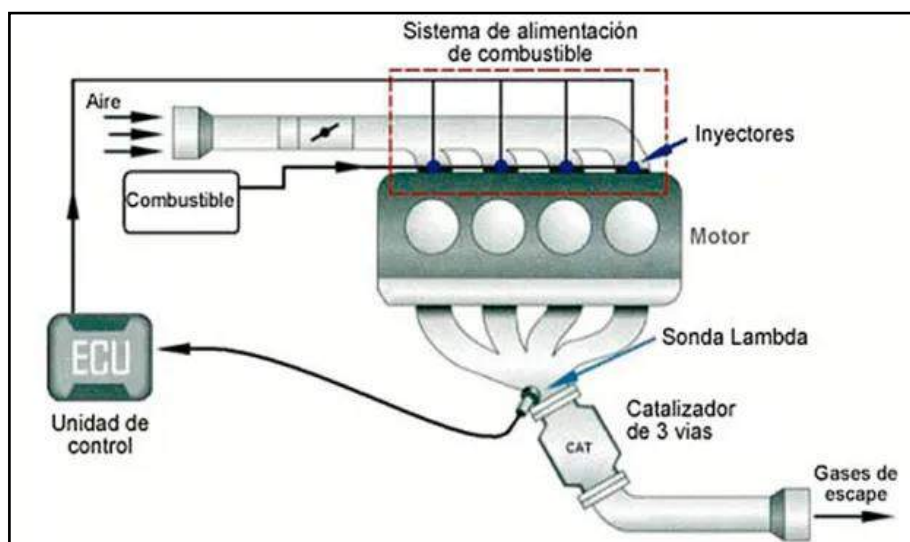
Con el avance de la tecnología y la fabricación en serie todos estos sistemas y equipos de comunicación que facilita la comunicación entre usuario y vehículo, será más accesible para talleres no asociados con las concesionarias de los vehículos, esto se lo pude lograr con la recolección de información en inglés, español y otros.



**Figura 1.1** Unidad de Control Electrónico  
(TOP LLAVES, 2020)

### 1.7.2 Función de la ECU

La función de la Unidad de control del motor es controlar y gestionar cada elemento del motor, comparando los valores de los sensores con los valores ya registrados en la memoria de esta y dando órdenes en el momento preciso a los actuadores para que el motor trabaje de manera más eficiente posible los cuales indica en la Figura 1.2.



**Figura 1.2** Funciones de la Unidad de Control (ECU)  
(Berizzo, 2022)

### **1.7.2.1 Función de convertir señales de los sensores**

El microprocesador con la que cuenta la ECU convierte las señales de los sensores en códigos para ser procesados y estos resultados son las señales de operación que permite a los inyectores, transistores de energía y cumplir la orden dada por la Unidad de Control.

### **1.7.2.2 Control de inyección de combustible**

Esta función es prácticamente similar al del sistema de inyección electrónica, sin embargo, la ECU tiene un control más preciso y sofisticado, en este caso usan el sistema de control de aprendizaje para monitorear en todo momento y decidir inyectar la cantidad correcta de combustible que sea más aproximado a valor uno o mezcla estequiométrica.

### **1.7.2.3 Control de puesta a punto de encendido**

Corresponde el óptimo control de la chispa para que esta debe ser producida en el momento exacto ya que esta orden solo da la ECU a las bujías luego de recibir información de distintos sensores.

### **1.7.2.4 Control de la bomba de combustible**

La ECU gobierna la tensión inducida a la bomba de combustible, reduciendo o aumentando el voltaje aplicado a la misma para así poder disminuir el ruido de la bomba y el consumo de energía cuando el motor está en modo de ralentí.

### **1.7.2.5 Control de Auto-Diagnosis**

Comprueba constantemente si son correctas las señales de entrada de los sensores y otros y de salida hacia los actuadores, hacia la unidad de control durante el funcionamiento del motor.

### **1.7.2.6 Control de régimen de marcha en vacío**

Capta o recibe señales de varios sensores y regula el motor al rpm de marcha en vacío óptimo de acuerdo con el estado de carga del motor por medio del actuador válvula de aire de derivación.

### **1.7.2.7 Control de Ralentí**

En este modo del motor la ECU controla el actuador IAC (Válvula para el control de aire de ralentí) basándose en muchos interruptores de carga accionados, momento en que activa el mecanismo interno que permite el flujo de aire para la marcha mínima del motor manteniéndole estable los rpm.

### **1.7.2.8 Control de regulador del aire**

Los sistemas convencionales el regulador de aire dispositivo que se activa solo cuando el interruptor de encendido está en ON, y otros vehículos este dispositivo solo está activo cuando la bomba de combustible está trabajando lo hacen de esta manera para reducir el consumo de corrientes.

### **1.7.2.9 Control del regulador de presión**

Es la componente bomba que este encargado de mantener la presión constante del combustible en su conducto antes de ser inyectado por la aguja inyector para que el motor funcione de manera muy eficiente en cada modo de trabajo del motor y temperatura.” (Soul, 2014).

Los vehículos actuales pueden contener 100 UCE (Unidad de Control Electrónico) o más que cada una tiene una función específica que van desde lo esencial como el control del motor para su funcionamiento eficiente, el control de la dirección asistida hasta la comodidad y la activación de las ventanas eléctricas, asientos y HVAC, seguridad y acceso al vehículo, cerraduras y entradas al vehículo sin llave. Además, controla las características de seguridad activa como el freno automático de emergencia y en la seguridad pasiva, como son: bolsas de aire, todo esto lo puede lograr gracias a un chip dedicado que ejecuta su propio software, o firmware y para que pueda ejecutarse requiere conexiones de alimentación y datos



previamente cargados para comparar con los valores que envían los sensores indicando un valor específico de cada sistema (Aptiv, 2020).

### **1.7.3 Funcionamiento**

Está basado en medir y comparar ciertos parámetros, el cual se encuentra formado por sensores y actuadores, los primeros informan a la unidad central ECU y esta genera la orden necesaria a los segundos para transformar la información inicial en un trabajo físico. En este sistema los sensores son los que registran los parámetros sobre cada uno de los sistemas tales como: las revoluciones del motor, temperatura de los sistemas, señal de posición del acelerador y estos actúan como puente hasta el sistema central o ECU y convierte las señales eléctricas recibidas por los sensores de cada sistema en magnitudes mecánicas que envía a los actuadores como los siguientes: inyectores de combustible, electroventiladores y otros que reciben la información y consecuentemente actúan de manera mecánica sobre alguna función específica del vehículo (SL, 2017).

### **1.7.4 Calibración**

Consiste en corregir y actualizar el sistema de esta manera los parámetros de la ECU mejora el rendimiento del motor en todas las condiciones de uso del vehículo. Modo ECO PERFORMANCE + POWER en una misma calibración. Como resultado tenemos optimización y eficiencia del consumo de combustible en uso normal y mayor potencia cuando se requiere, el procedimiento es aplicable en vehículos equipados con motores diésel y gasolina (Urzúa, 2020).

Para realizar la programación o actualización de la computadora del vehículo, basta con llevarlo al taller especialista en programación como es mostrado en la figura 1.3, el cual es un especialista en las computadoras automotrices que soluciona cualquier problema como por ejemplo: vehículo rpm muy altas o bajas, que requiere reflash o calibración o hay una mejora en el software para optimizar el desempeño mediante nueva calibración para el funcionamiento de la UCM (Unidad de Control del Motor) con la ayuda de equipos originales de última tecnología.



**Figura 1.3** Pasos para llevar a un taller de actualización

(Workshop Team, 2020)

Reflash o calibración consiste en realizar la reprogramación o mejora del software que hace la referencia a la escritura de datos en la memoria Flash en donde se guarda los archivos de calibraciones realizadas y la información de seguridad se guarda en la memoria EEPROM (Memoria que almacena los datos que no cambian en el vehículo).

Equipos que se utiliza están indicados en la figura 1.4

- Inscribirse a la página para descargar el software previamente cancelado un valor y contar con internet de alta velocidad.
- Ordenador con cable de energía siempre conectado.
- Dispositivo PASS-THRU con protocolo de SAE J2534.
- Batería del vehículo con voltaje constante.



**Figura 1.4** Proceso de actualización y calibración de la ECU

(Workshop Team, 2020)

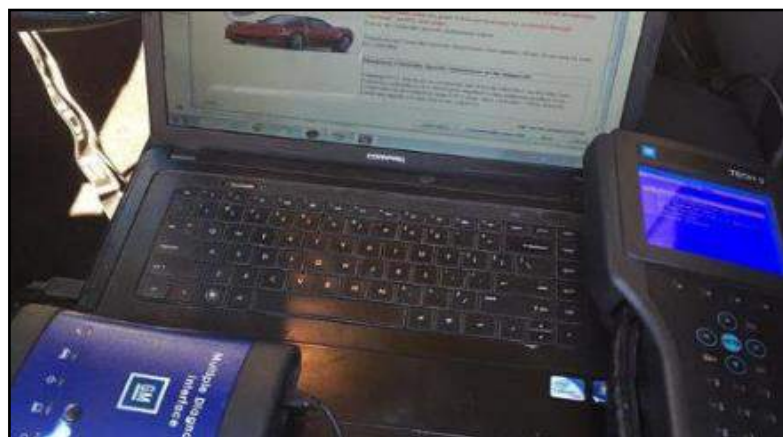
## 1.8 Software de programación GM

### 1.8.1 Función

El software de programación se lo puede descargar ingresando al sitio web oficial de GM identificado con el logotipo de la figura 1.5, lleva el nombre de Global Connect dónde podemos encontrar funciones y servicios como por ejemplo el GDS 2(Global Diagnóstico System) y el SPS (Service Programming System), siendo este último el que nos permitirá acceder a funciones de programación y reprogramación, dónde dependiendo la necesidad realizaremos la descarga de actualizaciones o reemplazaremos la información en nuestro módulo de control (OBDexpress.co.uk, 2018).

### 1.8.2 Funcionamiento

El funcionamiento de este software es muy simple, conectamos todos nuestros equipos indicados en la figura 1.5 en serie verificando qué la batería de nuestro vehículo se encuentre bien cargada ya que se mantendrá en contacto por un tiempo prolongado, iniciamos sesión en el Global Connect ingresando nuestra contraseña y usuario, nos dirigimos al enlace de SPS dónde nos dará algunas indicaciones sobre las necesidades de nuestra PC, posterior elegiremos tipo de herramienta que utilizaremos en nuestro caso J2534 y Vxdiag y el tipo de programación a seguir, introducimos la marca el año del modelo el tipo de vehículo con el número VIN que se nos ha proporcionado, a continuación elegiremos la unidad electrónica de control y la actualización deseada, para finalmente realizar la descarga de la información y completar el proceso de reprogramación (OBDexpress.co.uk, 2018)

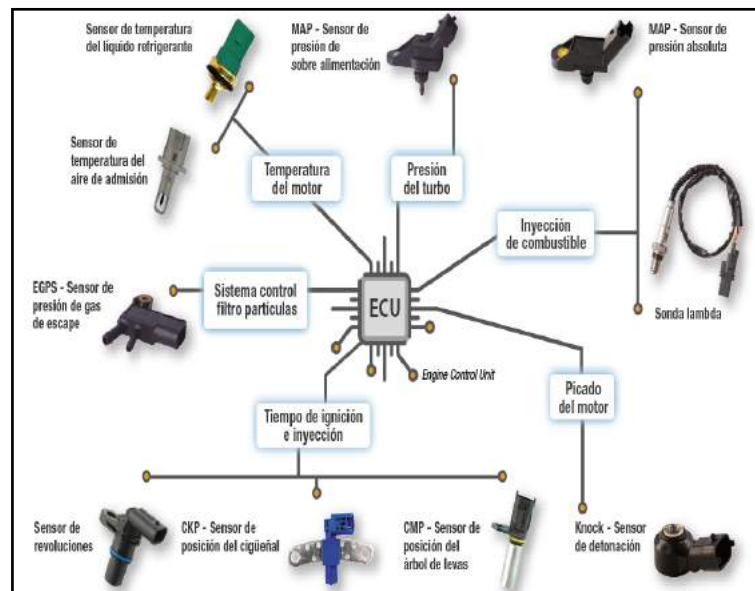


**Figura 1.5** Sincronizando equipos para la reprogramación  
(Castro, 2020b)

## 1.9 Estructuras de computadoras Bosch ME17 de Chevrolet Sail.

### 1.9.1 Función

Su función es comparar y gestionar la coordinación y control de parámetros como la sincronización de todos los componentes que están en la figura 1.6, sistema encendido, la cantidad de combustible que se desea inyectar, las rpm del motor, la temperatura, el ralentí para el buen rendimiento ecológico, económico para el buen funcionamiento del motor de manera que recibe señales de distintos sensores las mismas que son evaluadas constantemente, si llegara a fallar en alguna de las señales o sean defectuosas, la ECU seleccionara algunos valores similares fijos, los mismos que permitan la marcha del vehículo hasta que se pueda reparar la anomalía. De haber alguna anomalía en el motor esta será registrada en la memoria de la computadora como un código de falla (Automotriz, 2020).

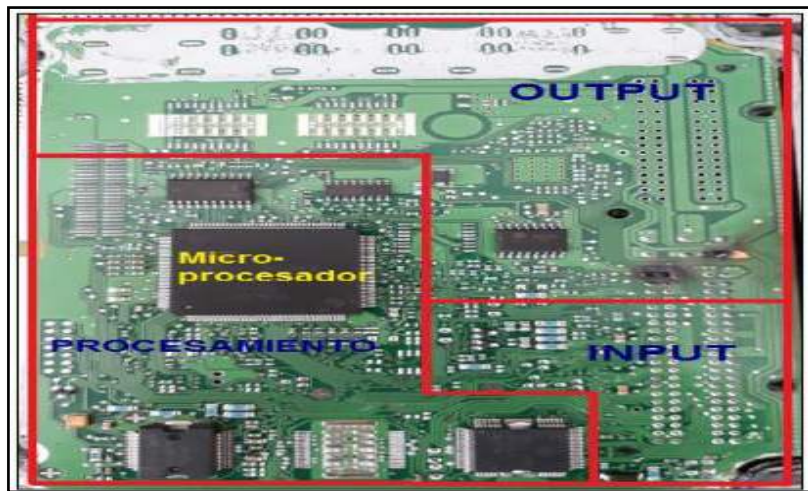


**Figura 1.6** Señales que recibe la ECU Para el control del motor

(S.A.U., 2019)

### 1.9.2 Partes

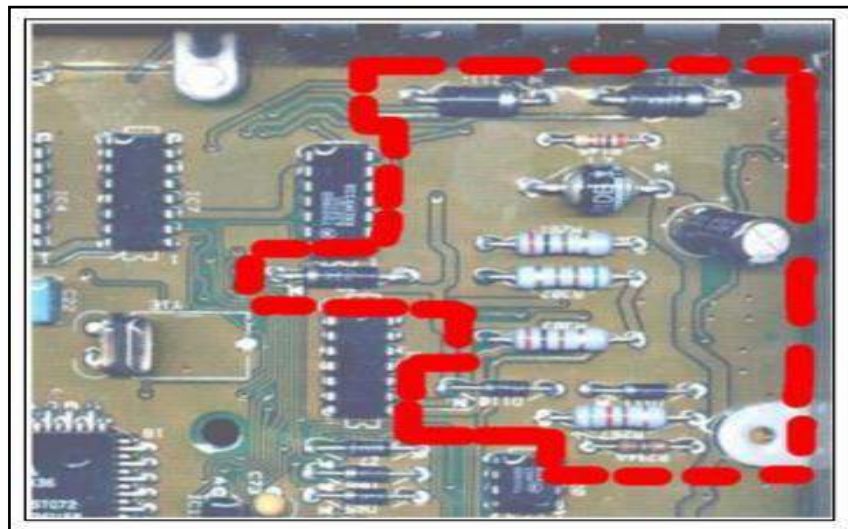
“La ECU automotriz está constituida de varios bloques importantes mostrados en la figura 1.7 para cumplir su función y lo cuales están compuestos de materiales como: semiconductores, resistencias, diodos, transistores, condensadores, circuitos integrados y microprocesadores entre otros que interconectados forman circuitos de sistemas complejos para el buen funcionamiento del motor.



**Figura 1.7** Secciones de la computadora Automotriz  
(SÁNCHEZ & TAIPE, 2018)

### 1.9.3 Circuito fuente

Es el encargado de proteger al módulo y mantener el nivel de voltaje estable al interior de este. Está formado por la fuente de alimentación de la ECU, transistores, diodos, condensadores y regulador de tensión entre otra sección señalada en la figura 1.8.

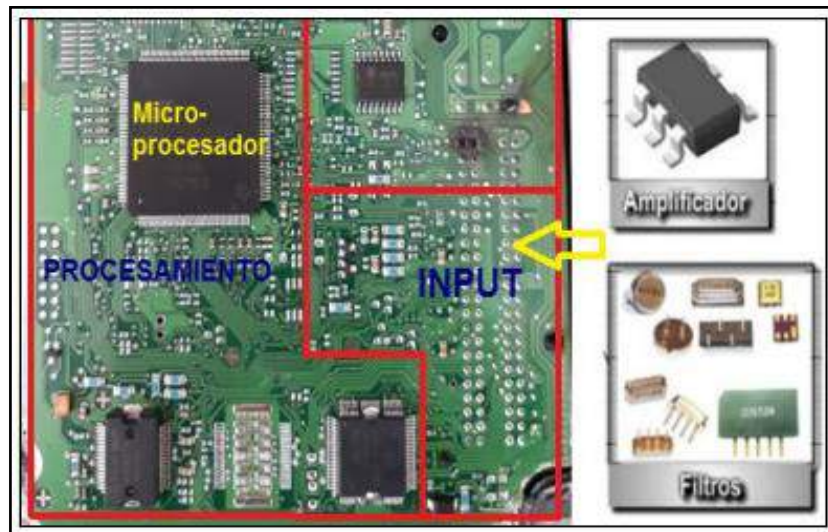


**Figura 1.8** Sección del circuito fuente  
(SÁNCHEZ & TAIPE, 2018)

### 1.9.4 Componente INPUT o Sección de entrada

Es el circuito por donde ingresan las señales a la ECU previo ingreso al microprocesador. El circuito está conformado por filtros de señal, amplificadores, convertidores de señales analógicos a digital, comparadores, recortadores, sincronizador de referencia, referencia de

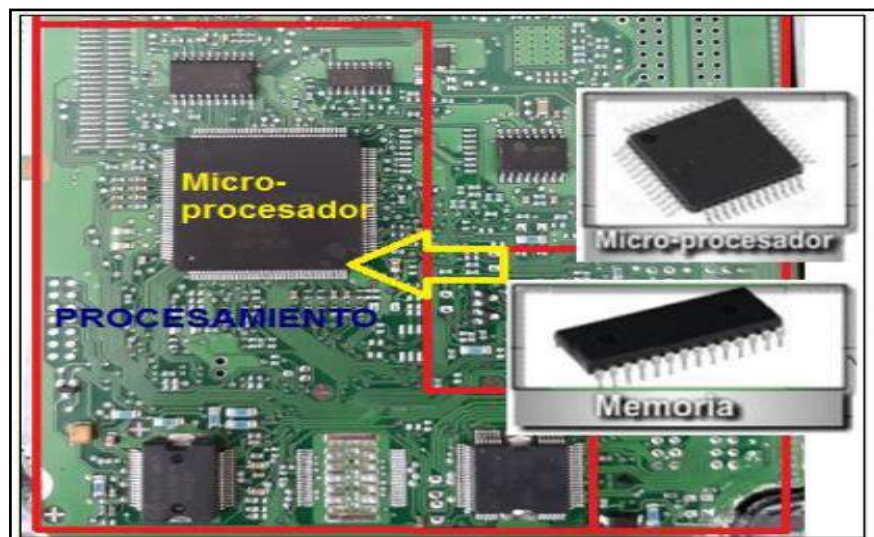
temperatura, señales de voltaje de entrada, señales del sensor de oxígeno o sonda lambda, etc. Los cuales están donde está la flecha amarilla en la figura 1.9.



**Figura 1.9** Sección de entrada de señales  
(SÁNCHEZ & TAIPE, 2018)

### 1.9.5 Sección de procesamiento

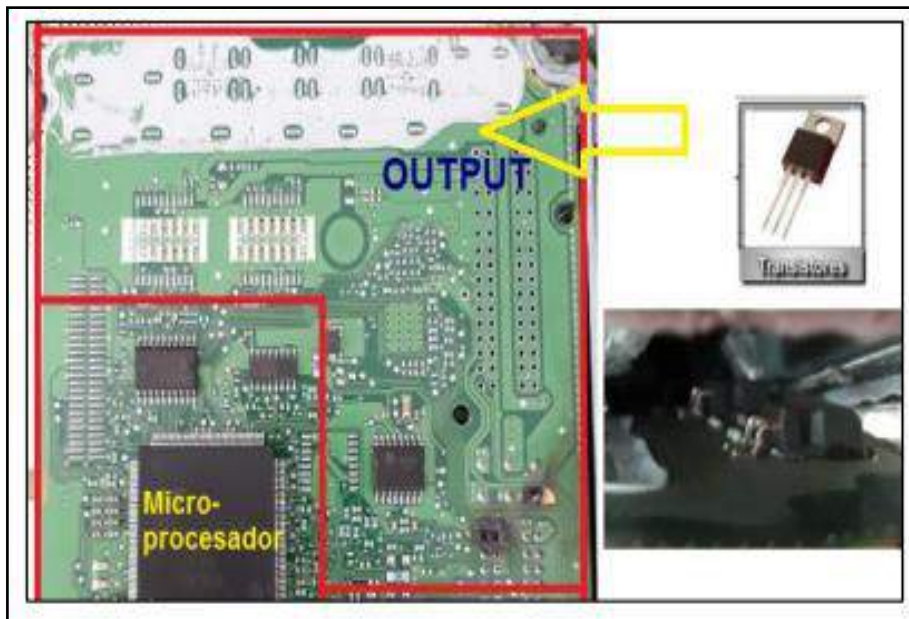
En la figura 1.10 se indica la parte lógica operacional del módulo en donde están grabados datos de funcionamiento de la ECU con los cuales compara los valores ingresados de los componentes externos encargados de la operación lógica del módulo.



**Figura 1.10** Sección de procesamiento  
(SÁNCHEZ & TAIPE, 2018)

### 1.9.6 Parte de salida donde están todos los denominados drivers

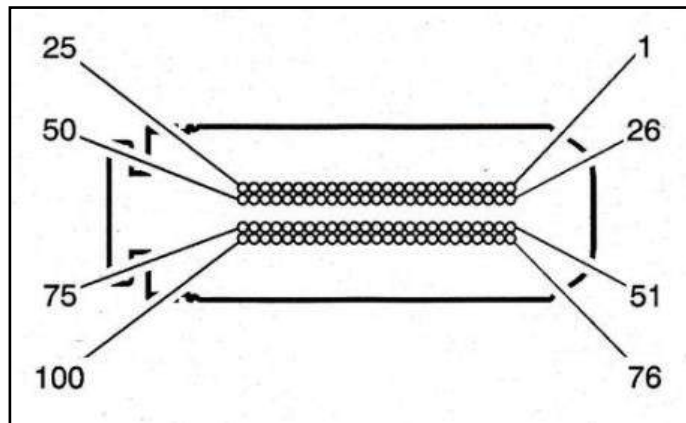
En la figura 1.11 se encuentra la sección donde están los amplificadores, circuitos de potencia con transistores, y todos los drivers de la ECU. Estos son inspeccionados por el microcontrolador los cuales operaran sobre los diferentes componentes adyacentes de potencia, como bobinas de encendido, inyectores, controladores de inyección, Salidas programables de corriente, controladores de encendido, control del relé de la bomba de combustible, control de motores de paso. Control de la válvula de enfriamiento del radiador y control de árboles variables.” (SÁNCHEZ & TAIPE, 2018)



**Figura 1.11** Sección de salida de señales  
(SÁNCHEZ & TAIPE, 2018)

### 1.9.7 Pines de la ECM ME17 de Chevrolet Sail

En figura 1.12 se indica los pines de referencia de la ECU del vehículo Chevrolet Sail para que al momento de conectar o de hacer un estudio de este el técnico automotriz tenga la facilidad de ser identificados al instante.



**Figura 1.12** Pines de referencia

(Dueñas, 2020)

### 1.10 Estructura del scanner Vxdiag.

En la figura 1.14 tenemos el escáner Vxdiag VCX Nano para GM con interfaz Original para Chevrolet, cuenta con soporte Wifi GM Tech2Win y GDS2 el cual lo puede reemplazar al scanner GM MDI. Con la ayuda del ordenador hace más fácil el diagnóstico y programación muy confiables. Tiene la ventaja de ser compatible con aplicaciones que diagnostican motores, transmisiones, el sistema ABS, cuadro de instrumentos y más (Importaciones, 2022).



**Figura 1.14** Vxdiag VCX Nano para GM

(Importaciones, 2022)



### 1.10.1 Funciones

- “Sus funciones son las siguientes:
- Reconocimiento automático del vehículo.
- Lectura y eliminación de DTC
- Enumeración completa de transmisión de datos en vivo para todas las ECU primordiales
- Grabación/ reproducción de datos en vivo.
- Nuevo software flash para la ECU existente para solucionar problemas de manejo.
- Programación e instalación de ECU, PCM, ABS, indicador de instrumentos, bolsa de aire, bombas de combustible, etc.
- Programación de nuevas llaves.
- Configuración / eliminación de limitadores de rapidez.
- J2534 ofrece re-flash y diagnóstico de ECU para ajenos fabricantes de autos cuando se accede a un software específico.

### 1.10.2 Partes Vxdiag VCX Nano para GM

El escáner de Vxdiag VCX para GM tiene las siguientes partes y a continuación la figura 1.15 se muestra los componentes con los cuales cuenta el dispositivo.

- Conector Tipo B con fallas de retractación de masa. Se pide una conexión por cable para eventos de programación prolongados.
- Contiene componente para alimentarse de la batería del vehículo por cable DLC, además se permite alimentarse a través de cable USB para poder realizar actualizaciones de firmware solo con una computadora.
- Tiene dos entradas de USB 2.0 para descargar a gran velocidad el firmware en lugar de una fuente de alimentación de corriente alterna independiente.
- Cuenta con Slot para tarjeta de memoria externa SD para futuras aplicaciones de software.
- Contiene teclas de función programables.” (Importaciones, 2022)



**Figura 1.15** Scanner Vxdiag VCX Nano para GM

### **1.11 Protocolo J2534**

Como se observa en la figura 1.16 el dispositivo de programación del protocolo que fue estandarizado en 2002 por SAE (Sociedad de Ingenieros de Automoción) para la reprogramación de módulos electrónicos en el automóvil, ya que las marcas independientes poseían sus propios equipos y protocolos de reprogramación lo cual dificulta a los talleres independientes brindar este servicio debido a que debían adquirir estos equipos específicos de cada marca.



**Figura 1.16** Dispositivo de programación J2534

### **1.11.1 Historia del J2534**

En la generación actual de automóviles se encuentran incorporados un sin número de módulos que se encargan de gestionar sistemas, los cuales vienen programados desde la fábrica con un tipo de software que les permite realizar funciones específicas, por ejemplo, ABS (Anto-lock Brake System), TCM (Modulo de Control de Transmisión) entre otros.

Un ejemplo claro de estos módulos es la misma ECM la cual contiene un software con un sin número de miles de configuraciones y parámetros encargados de gestionar o controlar la mayoría defunciones del vehículo por ejemplo la cantidad de misiones que serán expulsadas al ambiente cómo también controlar el salto de chispa al momento exacto.

En 2002 la SAE crean el protocolo J2534 en vista de la necesidad de tener un protocolo estándar para todas las marcas de fabricantes en general, la EPA (Agencia de protección Ambiental de (EE. UU.) solicitó que a partir del 2004 entre en vigor una ley, la cual obligaba a los fabricantes comercializar sus vehículos implementando el protocolo J2534 (Alcivar, 2022).

### **1.11.2 Función**

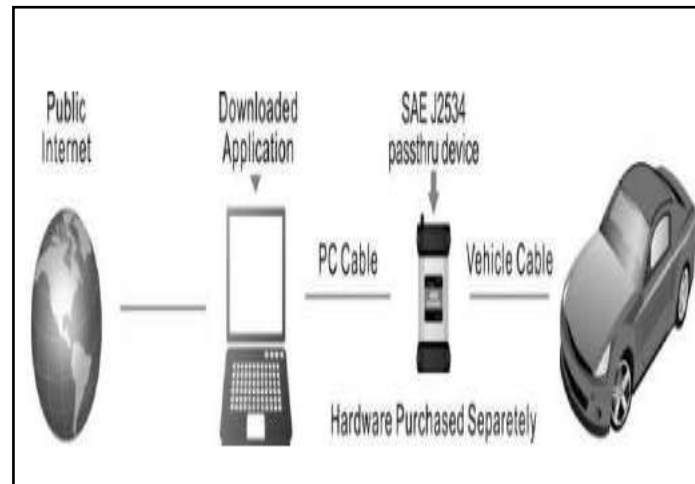
La reprogramación con protocolo J2534 es el procedimiento por el cual modificamos o reemplazamos la calibración o software original, actual de un controlador electrónico ya sea del ECM o ECU, por un nuevo a través de un sitio web proporcionado por el fabricante del automóvil.

Este procedimiento en diferentes partes del mundo también es conocido como recalibración, flashing o reflash o actualización del software principal, pero con herramientas originales del fabricante (Castro, 2020a).

### **1.1.3 Funcionamiento**

El protocolo J2534 permite comunicarnos con el automóvil a través de una interfaz y un ordenador que previamente debe estar conectado a la web. Se trata de un sistema de dos partes, un software y un equipo Pass-Thru, de esta manera vamos a conectar el vehículo a través de puerto obd2 a la interfaz J2534, el cual de igual maneras deberá estar conectado a un ordenador a través un cable USB con acceso a una señal de Internet de alta calidad.

Posteriormente, accedemos a la plataforma web del fabricante para descargar la calibración deseada o de ser necesario el software completo para la reprogramación del controlador electrónico. Cada fabricante tiene diferentes costos de acceso a sus plataformas web cómo también un límite de tiempo por el tipo de pago realizado, donde se podrá acceder a datos, boletines de servicio, calibraciones, diagramas y mucho más, para realizar su respectiva conexión se lo realiza como se muestra en la figura 1.17(Castro, 2020a).



**Figura 1.17** Diagrama de bloques del proceso de programación bajo Norma J2534  
(Alcívar, 2022)

#### 1.1.4 Mociones porque se realiza programación

A través de los mantenimientos se pueden detectar fallas convirtiéndose en información y con este historial tener suficiente razón para optar por una calibración nueva, reemplazando la anterior que corrige los fallos antes detectados.

Cuando aparecen este tipo de fallas muy comunes en los vehículos de modelos y series específicas, los fabricantes emiten los conocidos boletines de servicio informando a los usuarios sobre la obligatoriedad de realizar un proceso de reprogramación y optimizar su funcionamiento.

Este procedimiento es muy común por parte de los fabricantes de automóviles ya que constantemente se encuentran actualizando y corrigiendo fallos en especial en vehículos nuevos.

### 1.1.5 Motivos de la actualización de software de la ECUs

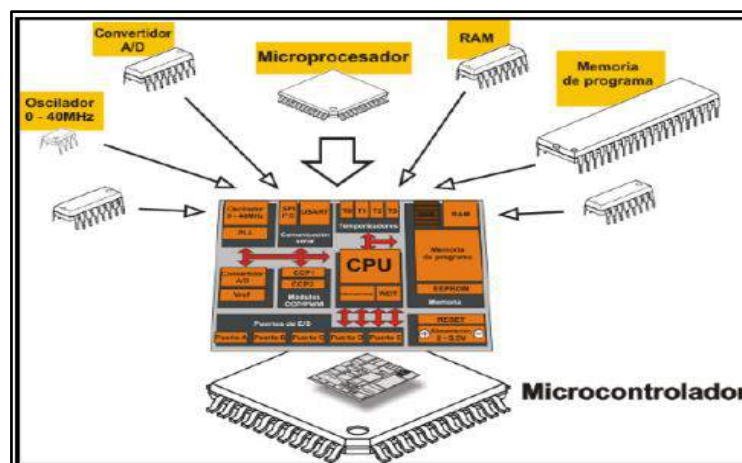
En la actualidad el mundo automotriz va de la mano de la tecnología por lo cual es muy necesario estar actualizados, es similar al pensar que un teléfono móvil o una Tablet terminara su vida útil sin ninguna actualización, de igual manera sucede con los automóviles que actualmente se encuentran en funcionamiento.

Para los talleres independientes se genera una oportunidad, ya que, al adquirir los conocimientos y los equipos, permite realizar mantenimientos a los vehículos de sus clientes sin la necesidad de llevarlos a las casas comerciales cuando se necesite una reprogramación, de esta manera se genera más fuentes de trabajo mejorando la economía.

### 1.12 Microcontroladores y memorias automotrices

Los microcontroladores son los encargados del procesamiento de información ya que poseen un CPU (Central Procesador Unit) que ejecuta las instrucciones de un programa que fue grabada en su memoria por un programador y ejecutada por una sola aplicación. Todos los actuadores y sensores se encuentran conectados a la CPU mediante líneas de entrada como de salida como se muestra en la figura 1.18 (Arciniega & Fueltan, 2020).

El microcontrolador es el encargado de recibir todos los datos e información que es proporcionada por los sensores para ser analizada para posterior enviar la señal a los diferentes actuadores y de esta manera adecuar el funcionamiento del motor a los requerimientos del conductor (Avance, 2013b).



**Figura 1.18** Esquema de un microcontrolador

(WordPress.com., 2017)

Se aprecia la estructura de un microcontrolador en la figura 1.18, los cuales son:

- Unidad central de proceso (CPU)
- Línea de entrada y salida
- Memoria RAM (analizar los datos)
- Memoria ROM (para el programa)
- Oscilador de reloj (genera impulsos para sincronía del trabajo)
- Otros módulos de control periféricos.

Entre los microcontroladores más usados tenemos: MSP430, ARM, PIC y AVR.

### **1.12.1 Lenguaje de programación**

#### **1.12.1.1 Lenguaje básico**

Es un lenguaje básico de propósito general, no es desarrollado por expertos, es simple y con variedad de librerías e instrucciones claras, puede usarse un ambiente para Windows para la mayoría de los compiladores de este lenguaje.

#### **1.12.1.2 Lenguaje C**

La programación en C, se lo conoce como uno de alto nivel, su característica principal es que tiene un lenguaje estructurado permitiendo crear un código claro y sencillo.

Es el lenguaje más eficiente que se utiliza actualmente debido que existen compiladores para la mayoría de los sistemas conocidos, siendo está una desventaja ya que puede resultar muy extensos y alavés pesadas por lo cual se debe pensar en la capacidad de almacenamiento de la memoria de la programación (CELARLOS & Reina, 2013).

#### **1.12.1.3 Lenguaje Ensamblador.**

Lenguaje de bajo nivel, se lo debe conocer si se desea programar PICs, una vez que se domina este lenguaje se puede continuar con el lenguaje C el cual es considerado de alto nivel, al momento de combinarlo con el ensamblador nos permite demorarnos menos al momento de la programación (CELARLOS & Reina, 2013).

#### 1.12.1.4 Lenguaje de máquina

Se compone por un conjunto de códigos de fácil interpretación por un circuito, es el conjunto de instrucciones que serán realizadas por la máquina y la cadena de estas instrucciones se lo denomina un programa, las cuales son ejecutadas en secuencia con cambios de flujo causados por el programa o situaciones externas.

Similar al alfabeto binario existe la combinación de unos y ceros, la cual al terminarse la secuencia formará parámetros de voltaje, llegando al microprocesador quién tendrá que dar fin a la operación como parte de un proceso el cual es conocido como compilación (Valencia., 2016).

#### 1.12.2 Memorias

El dispositivo de almacenamiento que se señala en la figura 1.19, en el cual se guardan datos binarios por lo regular de 8 bits lo cual corresponde a un byte.

La capacidad de la memoria se basa al número de unidades que se puede almacenar, a través de una operación de escritura o de lectura se colocan los datos en dicha memoria.

En la actualidad existen memorias volátiles y memorias no volátiles las cuales se diferencian por mantener la información almacenada o no al momento de quitar la energía, siendo las no volátiles las que tendrían la capacidad de guardar dicha información (Fernández, 2010).



**Figura 1.19** Memoria de una computadora automotriz  
(Castro, 2020a)

### 1.12.2.1 Tipos de memorias

“Según el sitio web [www.ST.com](http://www.ST.com) en su artículo Microcontrollers Made Easy clasifica a las memorias de esta manera:

#### 1.12.2.1.1 Memorias de almacenamiento del programa:

- **ROM** (Read Only Memory). -en español significa memoria solo de lectura, aquí se almacena los datos programados en la fábrica, dónde se guarda las instrucciones que controla la computadora (ECU) dentro del vehículo.
- **EPROM** (Eradable Programmable Read Only Memory). -también es una memoria solo de lectura, la cual es programable eléctricamente y se la puede borrar con luz ultravioleta ya que posee una ventana en su parte superior.
- **OTP** (One Time Programmable). -de igual manera memoria solo de lectura, la cuál puede ser programada eléctricamente por una sola ocasión.
- **FLASH**. - Es aquella que contiene el programa principal o sistema operativo como son: las fórmulas, sumas, restas, comparaciones etc. Que ejecutara el microprocesador (Mapas), esta información se mantiene, incluso cuando no exista una alimentación de energía en el microcontrolador.

#### 1.12.2.1.2 Memorias de almacenamiento de datos:

- **RAM** (Random Access read/write Memory). -en español significa memoria de acceso o de escritura aleatoria, esta memoria se la utiliza para almacenar temporalmente los datos y realizar un tipo de cálculo intermedio de algunos resultados durante las operaciones. Memoria de tipo volátil.
- **EEPROM** (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory). - traducido al español significa memoria solo para lectura programable y borrrable eléctricamente, es la unidad no es pequeña que posee una memoria de tan solo un byte aquí se guarda solo un valor lógico ya sea 0 o 1” (Avance, 2013a).

## 1.13 Equipos de programación y lectura de microcontroladores y memorias

### 1.13.1 KTM Bench

“Es un equipo electrónico que nos permite acceder a la información almacenada en las computadoras automotrices, este nos permite leer datos de chips, leer y escribir datos en la ECU a través del puerto OBD, este proceso se lo puede realizar desmontando o no la computadora, este procedimiento se lo realiza para mejorar el rendimiento.



Además, el dispositivo que se muestra en la figura 1.20, cuenta con las siguientes ventajas de ser utilizado sin límites de vehículos y años, para realizar acciones como de leer y escribir en ECUs, chip de infineon, cuenta sistema de seguridad para evitar ser clonado, es capaz de modificar y sincronizar chips para tener un rendimiento y velocidad superior de trabajo” (OBDexpress.co.uk, 2019).



**Figura 1.20** KTM BENCH programador de ECU

(OBDexpress.co.uk, 2019)

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Metodología de la investigación

El presente capítulo está diseñado para especificar y explicar todos los procesos como también todos los métodos que serán utilizados para realizar la sincronización y reprogramación de la computadora del vehículo Sail mediante el protocolo J2534, y con ello cumplir los objetivos anteriormente planteados.

Para realizar este proceso se empleó el método documental debido a que la mayor parte de información se fundamenta en revistas, artículos científicos, libros; posterior se procede a realizar la adquisición de los equipos necesarios y verificar el proceso a seguir para la conexión de todos estos, seguidamente se realiza la descarga de la información desde la web y reemplazar con la anterior obsoleta, siendo este el método experimental. Para el método comparativo se lo realizó mediante la aplicación de la ingeniería inversa, donde los resultados fueron evaluados a través del método analítico, para finalmente realizar la comprobación de todo el procedimiento.

##### 2.1.1 Enfoque investigativo

El presente proyecto tiene como propósito reconocer el proceso con el cual se actualizará o programará una computadora que necesite ser reparada, con la intención de entender el funcionamiento de cada uno de los equipos empleados y el procedimiento de descarga de un software de la web.

Por lo tanto, se estaría facilitando la solución de los problemas que se presentan en las computadoras electrónicas de los vehículos y a la vez aprendiendo un método de reparación que será de ayuda para los técnicos que carecen de estos conocimientos, ya que actualmente es aún poco conocido y podría ser un foco en la economía de los talleres automotrices independientes.

## **2.1.2 Tipo de Investigación**

### **2.1.2.1 Método documental**

En este proyecto implementamos el método documental, debido a que se recopiló gran cantidad de información teórica de diferentes fuentes como tesis, libros, artículos, revistas entre los más importantes, la cual fue necesaria para entender el proceso y fundamental para el desarrollo práctico del mismo.

Se entiende por método documental al procesamiento, búsqueda y almacenamiento de información comprendida en documentos de manera sistemática, bien argumentada y sobre todo que tenga coherencia para respaldar el documento científico (Tancara, 1993, pág. 93).

### **2.1.2.2 Método analítico**

Es un método por el cual se trata de descomponer un tema o un fenómeno en sus elementos que lo constituyen (Lopera, Ramírez, Zuluaga, & Ortiz, 2010, pág. 17).

En nuestro proyecto se emplea el método analítico ya que se analizarán los resultados obtenidos, comparando el software nuevo y el anterior una vez realizado el proceso de reprogramación.

### **2.1.2.3 Método experimental**

En nuestro proyecto utilizaremos el método experimental debido a que en el desarrollo práctico manipularemos los equipos realizaremos pruebas y ensayos hasta llegar al objetivo planteado, posterior se realizará la verificación de la información escrita en las memorias de la ECU.

Se entiende por método experimental a la investigación científica que se centra en la manipulación, observación y tratando de describir la causa del por qué se origina una situación. (Baena, 2014).

## **2.2 Materiales y equipos**

### **2.2.1 Materiales**

En este tema se utilizaron materiales que nos facilitaron realizar el presente proyecto como se detalla en la tabla 2.1

**Tabla 2.1** Materiales utilizados

Cantidad	Descripción
1	Computadora Bosch ME17 de Chevrolet Sail
1	Resistencia de 100 $\Omega$

### Computadora Bosch ME17 de Chevrolet Sail

En la figura 2.1 se observa la computadora que es la que compara, gestiona la coordinación y control de parámetros como la sincronización de todos los componentes que están en el sistema de encendido, la cantidad precisa de combustible a inyectar, los rpm del motor, la temperatura, el ralentí, el buen rendimiento ecológico, económico para el buen funcionamiento del motor, la cual recibe señales de distintos sensores. De haber alguna anomalía en el motor esta será registrada en la memoria de la ECU como un código de falla y dependiendo el caso detendrá la marcha del vehículo hasta su reparación. (Automotriz, 2020) En la tabla 2.2 se puede ver las características de la computadora.

**Figura 2.1** Computadora Bosch ME17**Tabla 2.2** Características de la computadora Bosch ME17 de Chevrolet Sail.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• El módulo está diseñado para el ajuste de chips de automóviles, equipados con Bosch ME17.8.8, por ejemplo, Chery Tiggo 2.0 L, (A19), Lifan X60, Lifan Solano II, Chery Bonus</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulo compatible para edición de calibraciones de ECUs Bosch ME17.8.8 y Bosch ME17.8.8.1 de vehículos gasolina normales y aspirados y turboalimentados.</li> </ul>

### 2.2.2 Equipos y herramientas

Para la realización del presente proyecto se emplearon varios equipos y herramientas debido a que se partió por desarmar una computadora nueva y verificar los circuitos hasta llegar a la reprogramación de la computadora por medio de un software con la ayuda de un equipo. En la tabla 2.3 se puede observar los equipos utilizados.

**Tabla 2.3** Equipos utilizados.

Equipo	Fabricante
Programador KTM Bench	Unión
Escáner VXDIAG	XINDIAG
Computadora Bosch ME17 de Chevrolet Sail	Bosch

#### KTM Bench

En la figura 2.2 se muestra al equipo KTM Bench es un escáner profesional multimarca que está diseñado para acceder a la información que se encuentra en las memorias de computadoras automotrices donde permite leer y escribir, además de realizar un diagnóstico de los sistemas electrónicos de control. Se lo puede usar como un dispositivo de protocolo J2534 compatible con programas de diagnóstico. En la tabla 2.4 se puede ver las características de este equipo.



**Figura 2.2** KTM BENCH programador de ECU

(OBDexpress.co.uk, 2019)

**Tabla 2.4** Características de equipo KTM Bench.

KTM Bench	
Características	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre del producto KTM1.20 32IN 1 EMT ECU Máster Tool ECU programador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multiplexor incorporado para cambiar líneas de diagnóstico</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Versión del programa: KTMBENCH V1.20, KTMOBD V1.20 /KTMFLASH V1.95 + 32 módulos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El soporte más amplio de los estándares J2534-1/2</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfaces para comunicación con PC - USB o Bth</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión de alimentación de 5V a 36 V desde la red del vehículo o USB</li> </ul>

### Escáner VXDIAG VCX NANO para GM y OPEL

El escáner de VXDIAG con interfaz de PC- vehículo compatible con múltiples software y aplicaciones reduciendo al mínimo su inversión en interfaces de diagnóstico específicos de la marca. EL cual funciona con Tech2Win2 GDS2 el mismo se puede utilizar en lugar de herramienta de diagnóstico GM original GMDI.

**Figura 2.3** Escáner VXDIAG

**Tabla 2.5** Características del Escáner VXDIAG.

<b>Escáner VXDIAG</b>	
<b>Características</b>	
○ Totalmente compatible con SAE-J2534 y SAE-J2534-2.	○ Funciona con Windows XP 5
○ USB vehículo a PC conectividad	○ CE y FCC conformidad de hardware
○ Todos y la mayoría de los protocolos de los vehículos actuales CAN, UAR, KW2000 clase 2, GM LAN	○ Firmware actualizable

### **Herramientas**

Para el desarrollo del proyecto utilizamos varias herramientas que nos facilitaron el trabajo en diferentes procesos prácticos. En la tabla 2.6 se indica las herramientas utilizadas.

**Tabla 2.6** Herramientas utilizadas.

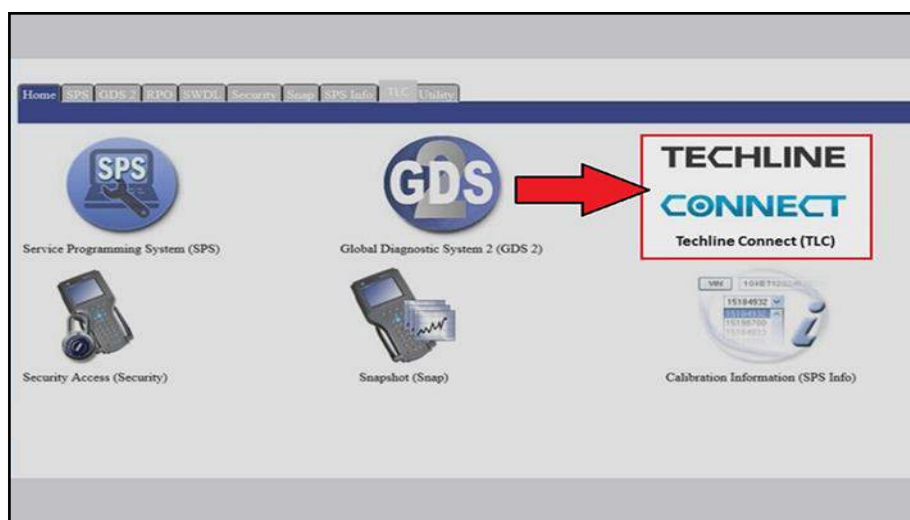
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
1	Juego de llaves y rachas
1	Juego de desarmadores
1	Pistola de aire caliente
1	Cautín eléctrico

### **2.2.3 Software**

#### **Software GM Techline Connect**

El software de programación se lo puede descargar ingresando al sitio web oficial de GM identificado con el logotipo de la figura 1.5, lleva el nombre de Téchline Global Connect dónde podemos encontrar funciones y servicios como por ejemplo el GDS 2(Global Diagnóstico System) y el SPS (Service Programming System), siendo este último el que nos permitirá acceder a funciones de programación y reprogramación, dónde dependiendo la

necesidad realizaremos la descarga de actualizaciones o reemplazaremos la información en nuestro módulo de control. (OBDexpress.co.uk, 2018).



**Figura 2.4** Captura de la página oficial del GM Téchnie

**Tabla 2.7** Características del Software GM Téchenle.

Software GM Téchenle	
Características	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Compatible con todas las herramientas de diagnóstico disponibles en TIS2Web</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La navegación fue mejorada en el tablero cuando seleccionamos un VIN o un Año/ Marca. La actualización comenzara con una búsqueda de información necesaria para el vehículo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Asegurarse que la PC (computadora personal) cumpla con las especificaciones mínimas o mejores, Windows 10 Profesional, 8 GB de RAM o más y 100 GB de espacio libre en disco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mejora de desempeño de Verificación de DTC.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Busca rápidamente las calibraciones del vehículo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ También la función que permite la selección de impresora mejorada, esta imprime directamente en una seleccionada predeterminada.</li> </ul>



## Software de reconocimiento de mapas en la ECU Winols

Winols es un programa de edición de mapas de computadoras automotrices, que evoluciono partes importantes de los vehículos, en la parte de la gestión del rendimiento del motor preparados para la competición de manera profesional. Con la ayuda del software podemos reconocer cada mapa con los que cuenta una ECU, reconocer los mismos, modificar como rpm, par motor, adelanto de encendido entre otros para mayor rendimiento realizando un estudio previo a los materiales del motor.

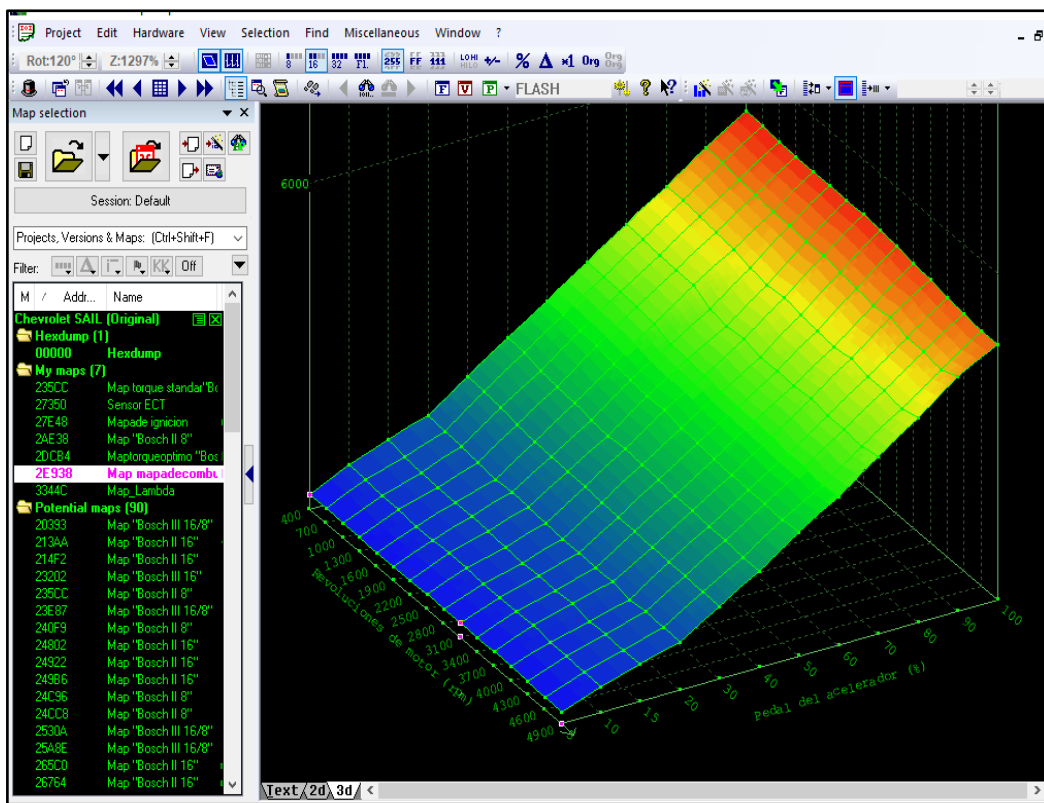


Figura 2.5 Interfaz del software Winols

### Características de Winols

- Registro de datos del proyecto de manera detallada tomado todos los datos del vehículo que forma parte de proyecto.
- Reconocimiento automático de los mapas de funcionamiento del motor.
- Mapas presenta en formatos 2D y 3D para una mejor interpretación.
- Facilidad de reconocimiento de ejes.
- Presentación de los datos y coordenadas en números decimales, hexadecimales y binarios.
- Cuenta con la herramienta de vista previa de cada uno de los mapas del archivo en análisis.

## 2.3 PROCESO METODOLÓGICO

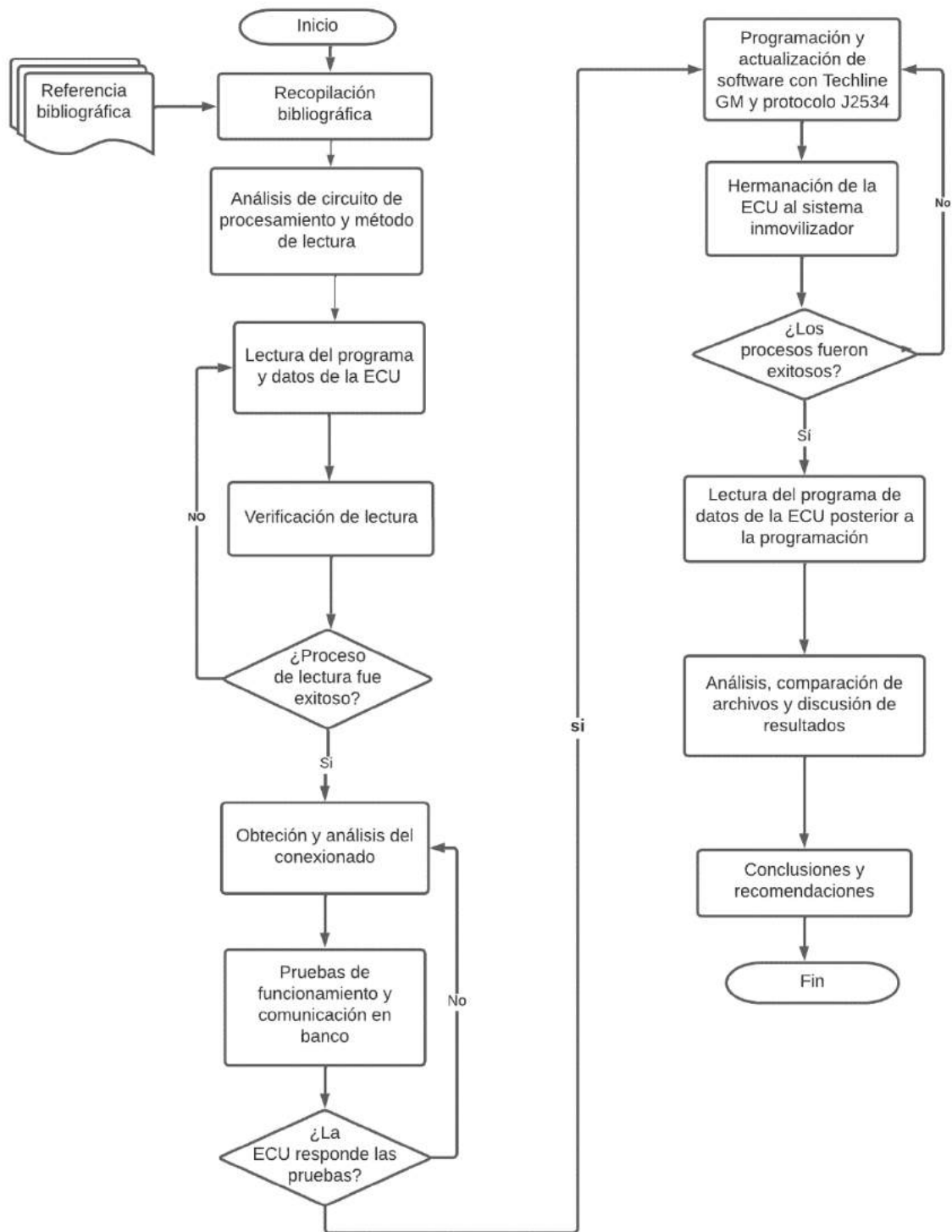
En la figura 2.6 se indica el flujograma el cual nos facilitó desarrollar el presente proyecto de investigación, en este se detalla desde el inicio con la búsqueda de la información hasta las conclusiones y recomendaciones. Además, explica la necesidad y la importancia de la recopilación bibliográfica para el desarrollo de la parte teórica del proyecto que van a la par con pruebas de funcionamiento.

De igual forma se realizó el análisis del circuito de procesamiento y del método de lectura, para obtener los archivos de la memoria flash y memoria Eeprom con la ayuda del software e interfaz del scanner Vxdiag se tuvo acceso los datos existentes en las memorias de la ECU y verificar que el proceso es exitoso, de ser negativo regresaremos y realizaremos nuevamente la lectura hasta obtener algún dato.

Para la obtención y análisis de conexionado se realiza con la ayuda del diagrama pin out de la computadora Bosch ME17.8 de Chevrolet Sail 2020 para verificar su correcto funcionamiento, para ello se realiza pruebas en banco especializado en computadoras automotrices, comprobando la respectiva comunicación con el escáner Vxdiag con interfaz original para Chevrolet.

El proceso de programación y actualización del software se realizó a través de la página web oficial de General Motors llamada Techline Connect GM exclusiva para vehículos de marca Chevrolet mediante el protocolo J2534, además se realizó la hermanación de la ECU al sistema inmovilizador.

Posterior a la programación se realizó una vez más el conexionado entre los equipos necesarios mencionados anteriormente y se procede a realizar la lectura de la memoria flash y la memoria EEprom respectivamente para verificar el cambio en todos los mapas de funcionamiento del motor y los datos almacenados en la segunda memoria como número VIN, kilometraje, datos del inmovilizador para posteriormente verificar que los procedimientos fueron realizados correctamente los resultados comparándolos con los datos anteriores con la ayuda del software HexCmP.



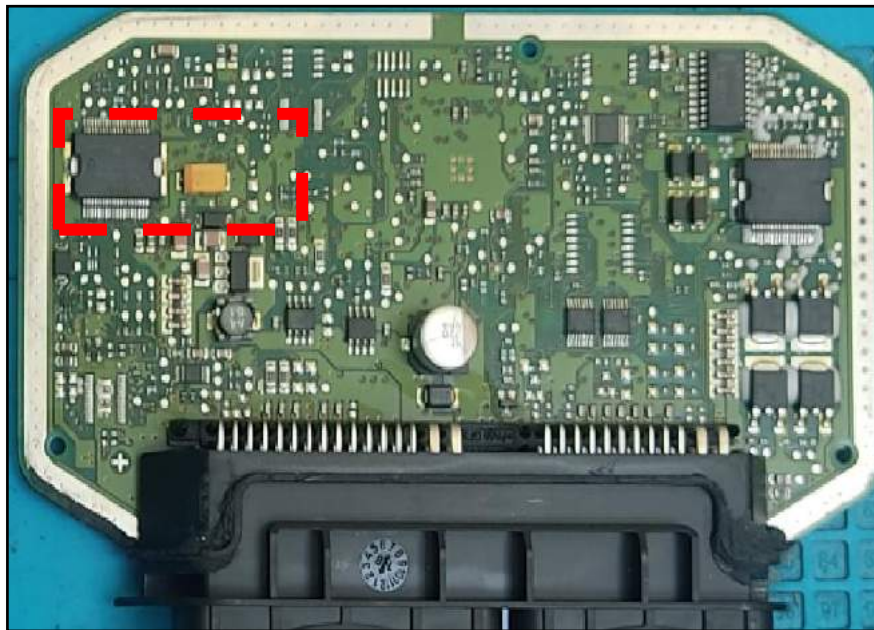
**Figura 2.6** Flujoograma del proceso metodológico

### 2.3.1 Análisis de los circuitos de procesamiento y método de lectura

En primera instancia se analiza los circuitos que contienen la computadora automotriz BOSCH ME17 porque son estos que hacen posible el funcionamiento, a continuación, se indica cada uno de ellos en las figuras correspondientes y su respectiva ubicación en la placa.

#### 2.3.1.1 Circuito fuente

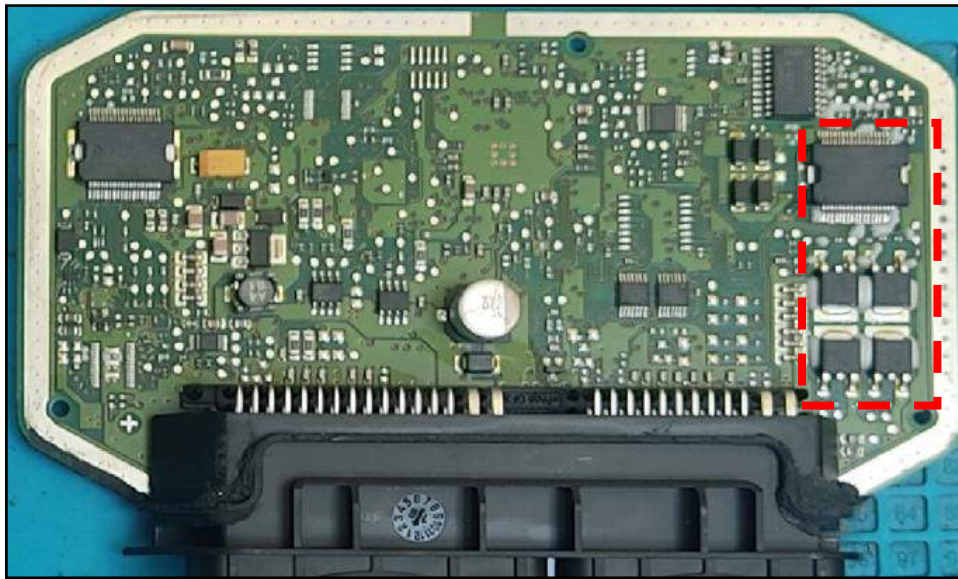
En la figura 2.7 se indica el circuito fuente, el cual es encargado de regular el voltaje de 12V que entrega la batería y los transforma a 5V o menos valor de voltaje según sea la necesidad de cada circuito que forma la ECU (Unidad de Control Electrónico), también elimina los picos de doce voltios que pueden existir en la corriente. Este circuito tiene las funciones de regular la alimentación de la ECU, regular un voltaje específico a cada circuito de la ECU y regular un voltaje específico a todos los sensores y de acuerdo con la carga del motor regular el ancho de pulso a todos los actuadores.



**Figura 2.7** Sección del circuito fuente

#### 2.3.1.2 Circuito driver

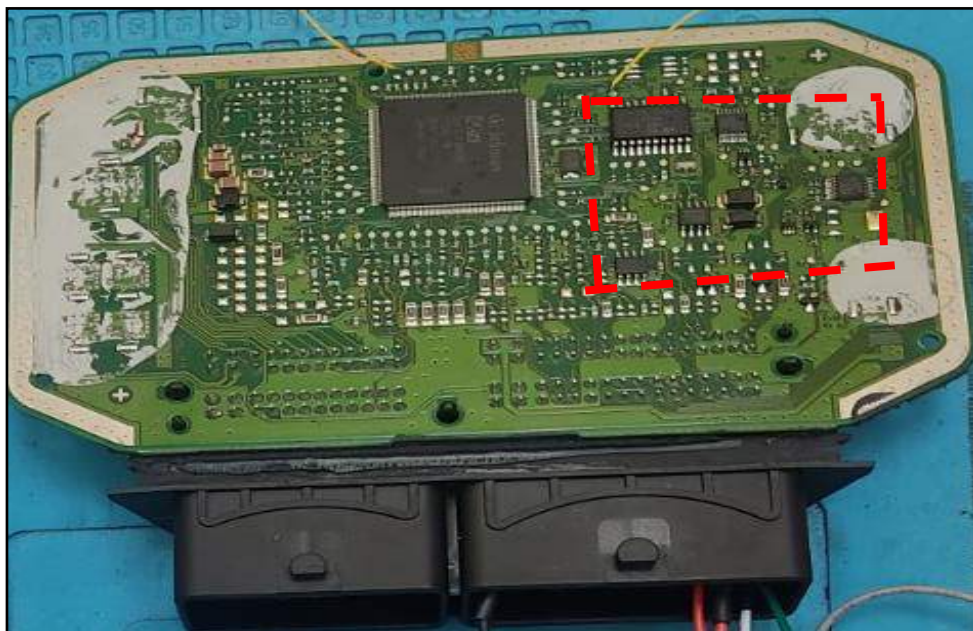
En la figura 2.8 se marca la sección del circuito driver, el cual se encarga de controlar y operar la comunicación para los actuadores y su función específica es gestionar la corriente los componentes de alto consumo, como las bobinas inyectores solenoides, relés y todos los componentes que tengan un considerable consumo de amperaje, etc.



**Figura 2.8** Sección del circuito driver

### 2.3.1.3 Circuito lógico periférico

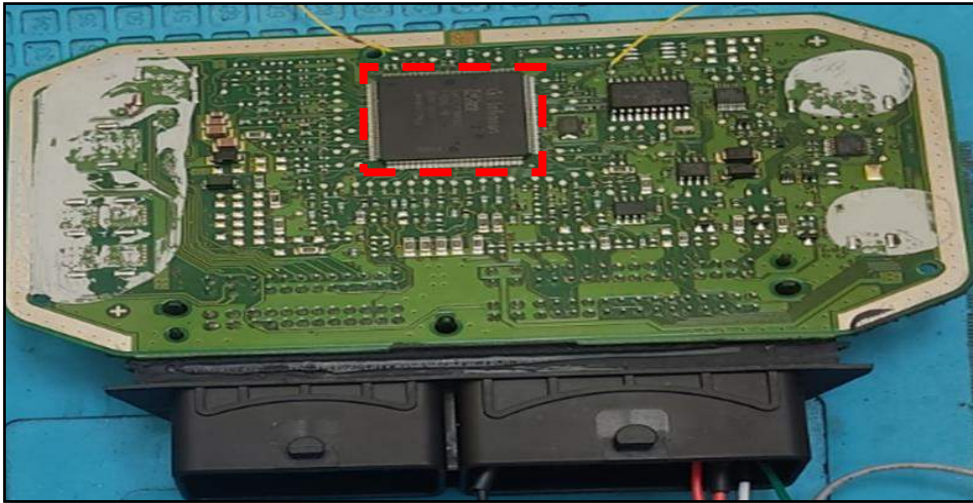
En la figura 2.9 se indica la sección del circuito lógico periférico, el cual controla varias cosas como: los conversores análogos digitales, comunicaciones, redes multiplexadas CAN, integrados que reciben las informaciones de los sensores del motor, estos son como pequeños cerebros, entre otros.



**Figura 2.9** Sección del circuito lógico periférico

### 2.3.1.4 Circuito de procesamiento

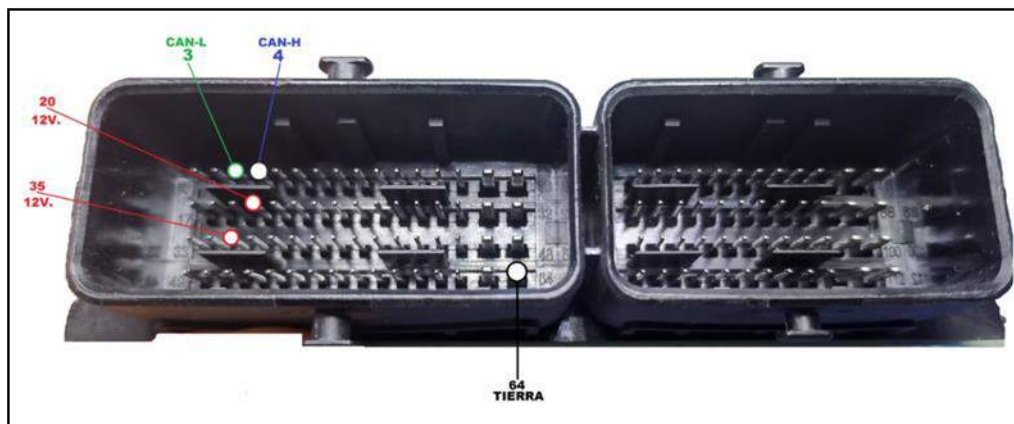
En la figura 2.10 se indica la sección del circuito de procesamiento, el mismo conformado por el microprocesador y el reloj pulsador, internamente en el microprocesador de marca infineon de la familia tricore de la serie SAKTC1728N192 se encuentra integrado la memoria RAM, memoria EEPROM y la memoria FLASH, el cual podemos analizar a través de boot.



**Figura 2.10** Sección del circuito de procesamiento

### 2.3.2 Lectura del programa y datos de la ECU

Primero debemos realizar la lectura del password ya que la computadora Bosch ME17 no permite leer su información sin una contraseña, para iniciar este procedimiento se hace la siguiente conexión como se indica en la figura 2.11.



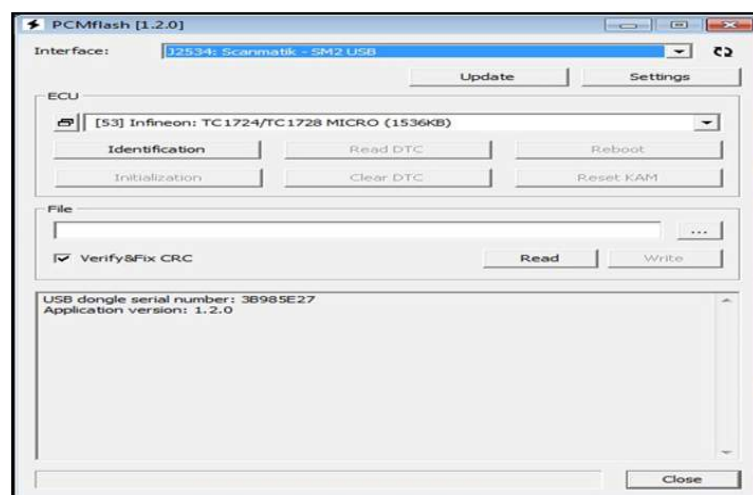
**Figura 2.11** Pines y sus colores para Conexión de los equipos

Para el proceso de extracción del password conectamos los equipos necesarios como el ordenador, el escáner KTM bench y la ECU Bosch ME17, lo necesario para extraer la información directamente del microcontrolador TC1728 infineon como se indica en la figura 2.12 para ello se necesitó leer el microcontrolador y la memoria Eeprom, donde tenemos la información de los mapas y del inmovilizador respectivamente.



**Figura 2.12** Conexionado para extraer el password

Una vez realizado el conexionado de los equipos, el software PCM flash seleccionamos la opción correspondiente a la Ecu que es una Infineon TC 1724/ TC 1728 MICRO (1536KB) como se muestra en la figura 2.13.

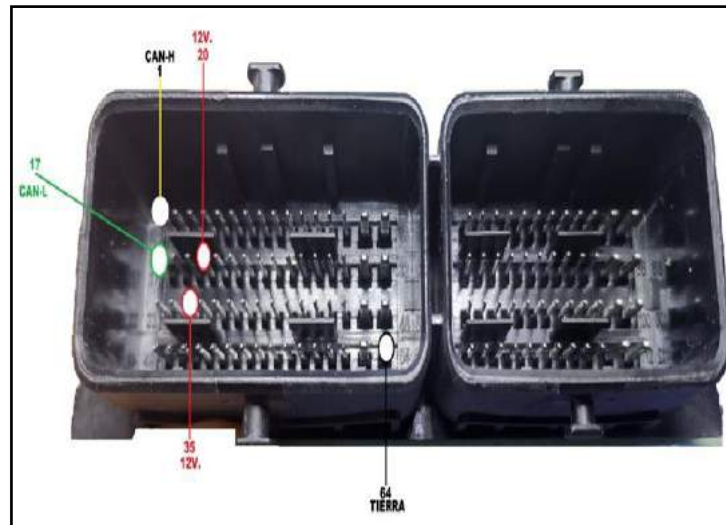


**Figura 2.13** Interfaz del software PCM Flash

En el programa seleccionamos la opción correspondiente a la ECU ME17 como se indica en la figura 2.13. Para posterior solicitar la extracción del password, y guardamos la información en una carpeta del equipo local porque posteriormente utilizar de cuando lo

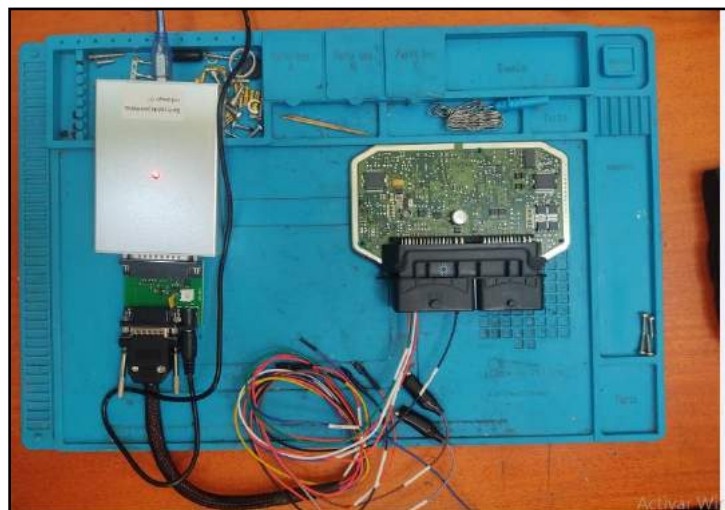
solicite para iniciar las lecturas, en la lectura anterior a la programación y de igual manera después de la programación, es necesario recalcar que no es posible realizar la lectura sin tener este archivo denominado password.

En la figura 2.14 podemos observar los pines y los colores donde se debe conectar el KTM Bench para el proceso de lectura y extraer la información de las memorias, y la memoria Eeprom, donde tenemos la información de los mapas y del inmovilizador respectivamente.



**Figura 2.14** Pines y colores de conexionado para leer el TC1728

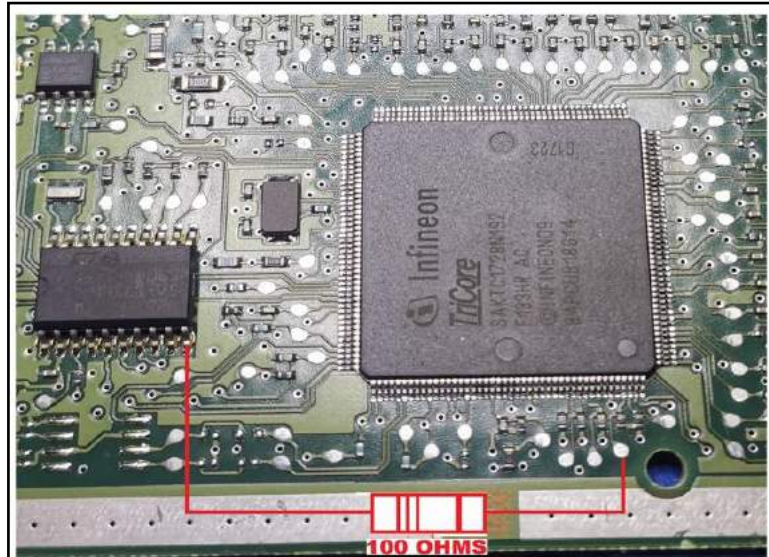
En la figura 2.15 se observa la conexión de los equipos en condiciones reales incluido ordenador, Programador KTM bench, computadora Bosch ME17 a los pines de la computadora de Chevrolet Sail.



**Figura 2.15** Conexionado para obtener la información del microcontrolador TC1728

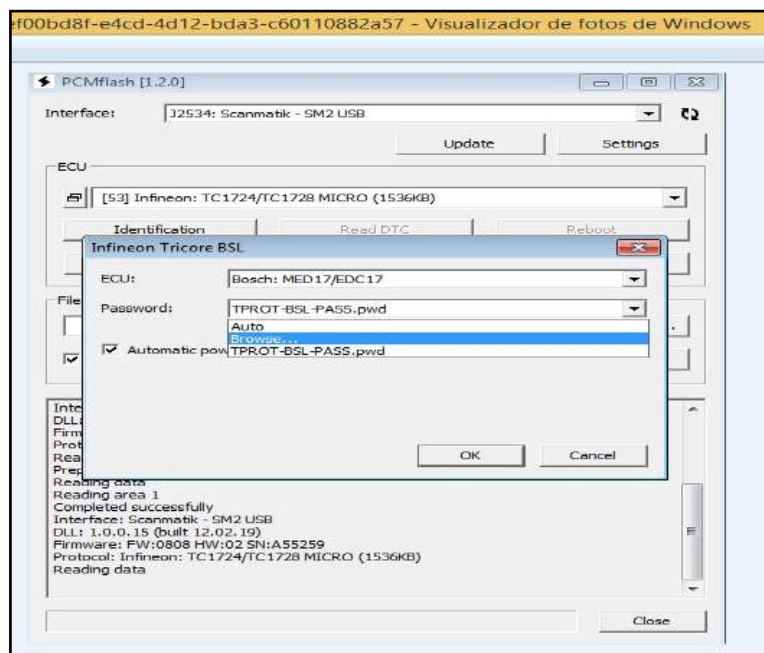


Además, se necesita conectar una resistencia de 100 Ohm en los dos puntos para que reloj se duerma o deje de funcionar, en caso de no hacerlo no se podrá tener acceso a la información de la computadora como indica la figura 2.16.

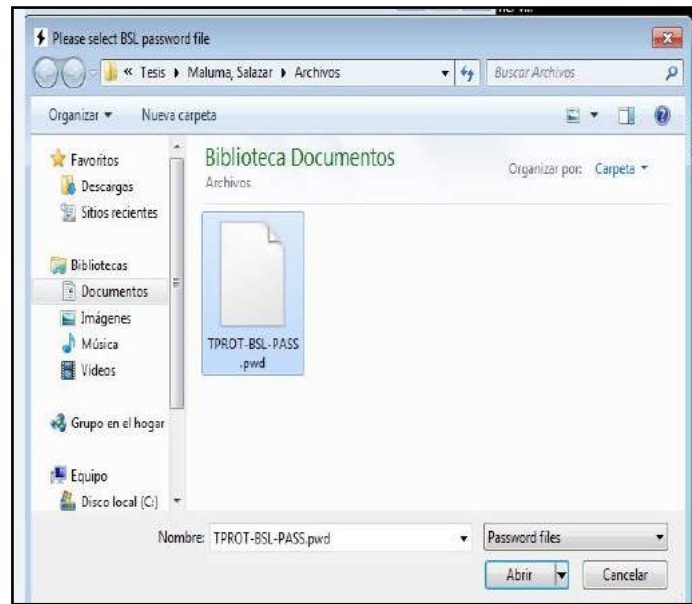


**Figura 2.16** Diagrama de conexionado de la resistencia

Una vez realizado la conexión, la computadora necesita identificar el password que se lo extrajo anteriormente. Cuando el programa solicite la contraseña como indica la figura 2.17, este archivo se encuentra almacenado en una carpeta en el equipo local como se indica en la figura 2.18.

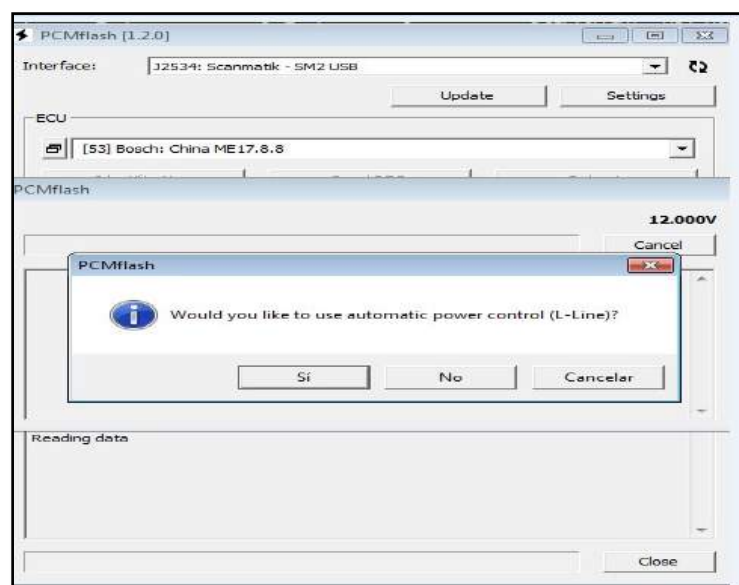


**Figura 2.17** Búsqueda del password en el almacenamiento local



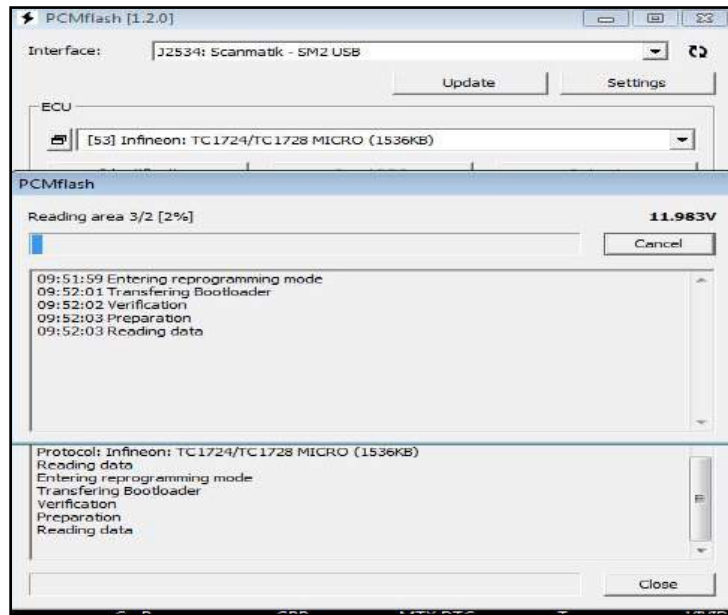
**Figura 2.18** identificación del archivo password

Cuando el ordenador indique el mensaje “Would you like to use automatic power control (L-Line)” como indica la figura 2.19, seleccionamos que sí, lo cual quiere decir, que el módulo se comunica automáticamente y realizara el proceso de lectura y cuando observamos el mensaje “reading data” es porque inicio la lectura del micro.

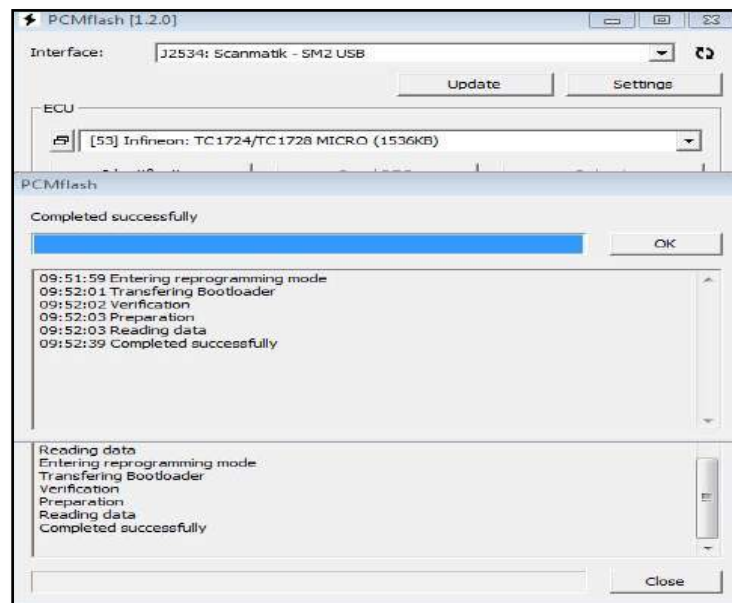


**Figura 2.19** Inicio de la lectura es automática

A continuación, el software empieza con la lectura de la información almacenada en el microcontrolador como se puede observar en la figura 2.20, cuando la lectura concluya nos indicará su estado de finalización como indica la figura 2.21.



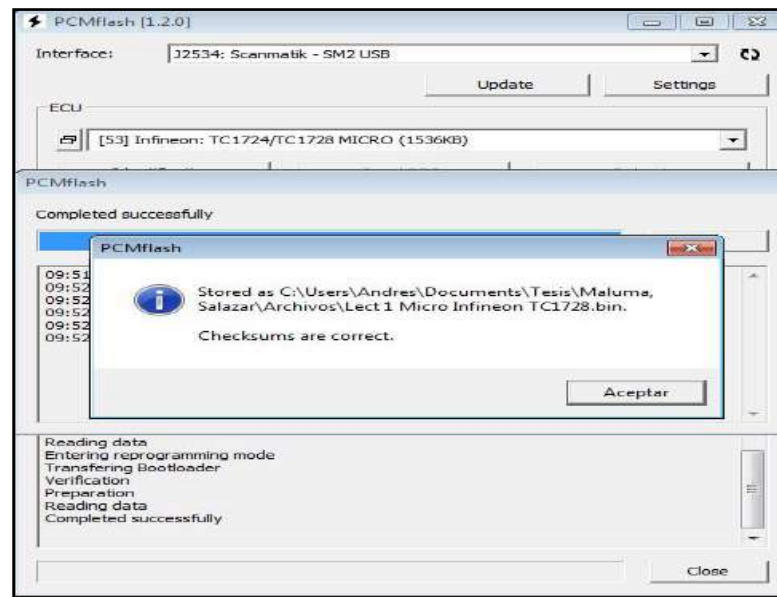
**Figura 2.20** Inicio de la lectura del microcontrolador TC1728



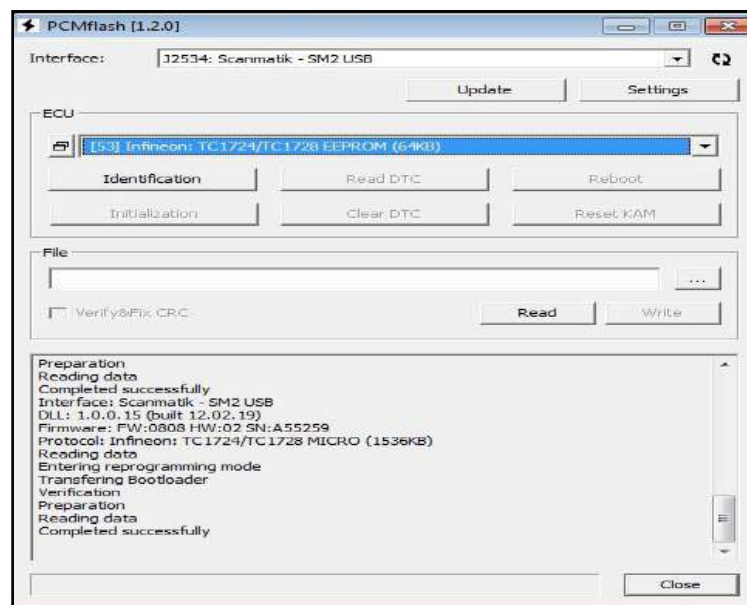
**Figura 2.21** Finalización de la lectura del microcontrolador TC1728

Cuando la lectura concluye el software solicita un lugar donde almacenar el archivo con códigos binarios para posterior ser utilizado como se indica la figura 2.22. Es preciso recalcar que todo debe ser guardado en una sola carpeta para evitar ser extraviada en diferentes carpetas.

Debemos practicar siempre el hábito de ser ordenado para que todo archivo sea guardado en nuestro computador en una carpeta que almacene todo que esté relacionado con el tema de investigación.



**Figura 2.22** Ubicación del archivo de la lectura del microcontrolador TC1728  
De igual manera que con el microcontrolador TC1728 realizamos el procedimiento de lectura de la memoria Eeprom para verificar la información almacenada como indica la figura 2.23.



**Figura 2.23** Lectura de la memoria Eeprom

El procedimiento de almacenamiento del archivo extraído con la información de la Eeprom es igual a lo realizado anteriormente con el microcontrolador TC1728 Infineon como muestra la figura 2.23.

### 2.3.3 Verificación de lectura

El proceso de lectura se lo realizo varias veces para verificar que la información extraída sea la misma y no exista error de lectura. Con la ayuda del software Fairdell HexCpm se realizó la comparación de los archivos y analizar que sean idénticos como se indica en la figura 2.24, cuando no exista igualdad entre la información de los archivos el software marcara con rojo las diferencias.

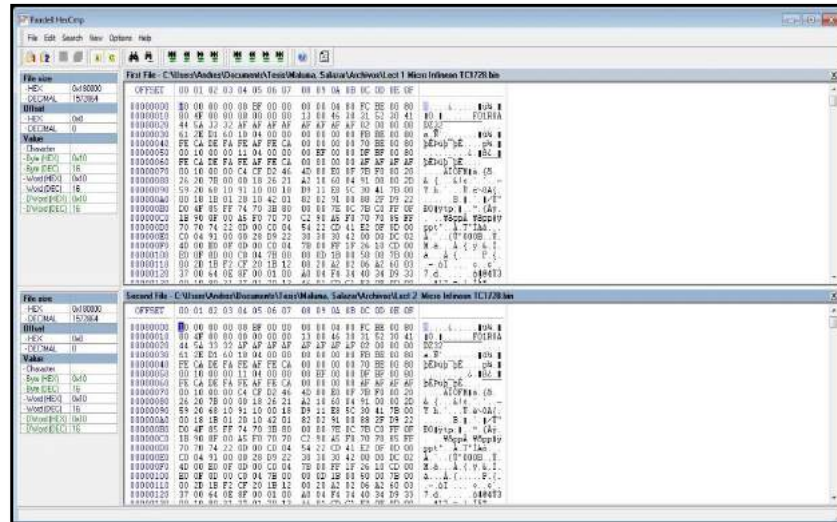


Figura 2.24 Comparación de archivos información del microcontrolador TC1728

De igual manera se realiza la lectura de la memoria Eeprom por varias veces descargando los archivos para su comparación y verificar su similitud con la ayuda del software HexCmp como indica la figura 2.25.

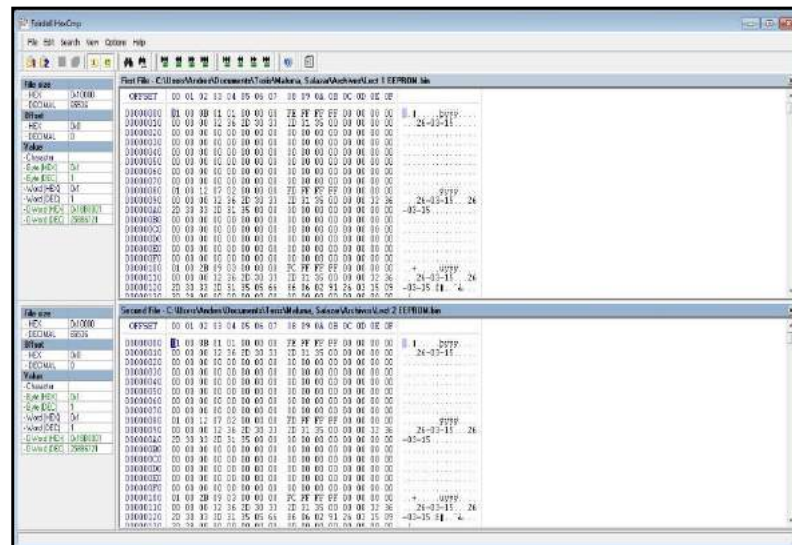
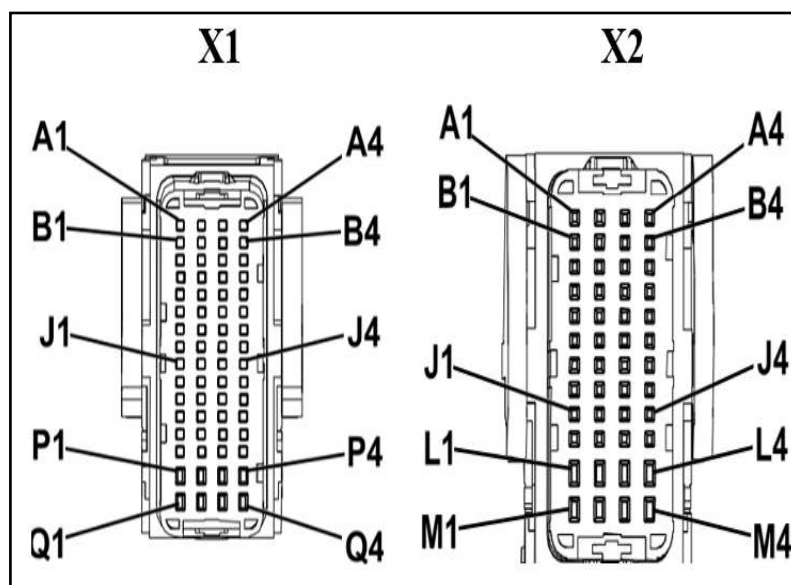


Figura 2.25 Comparación de archivos de la memoria Eeprom

### 2.3.4 Obtención y análisis del conexionado

Para el análisis del conexionado fue necesario obtener el diagrama de la computadora ME17 de Chevrolet Sail, donde reconocimos que esta tiene dos módulos de control del motor denominados X1 con 64 pines y X2 con 48 pines como muestra la figura 2.26, los cuales se encuentran especificados con letras y números.



**Figura 2.26** Módulos de control del motor con los pines

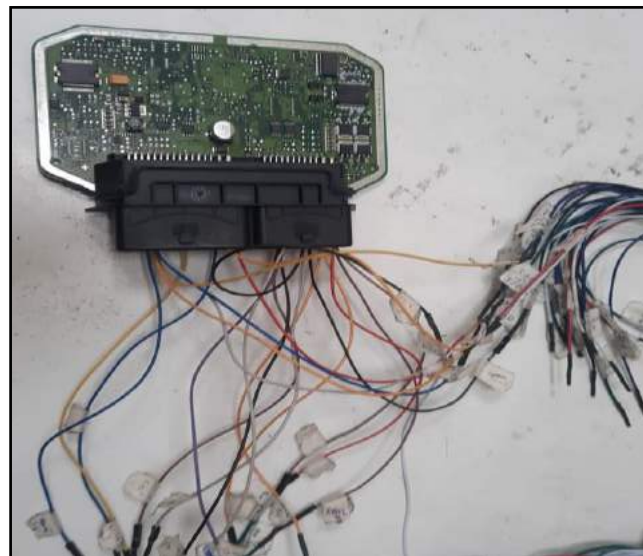
Con la ayuda del diagrama verificamos en los módulos de control, la ubicación exacta de los pines que son necesarios para el procedimiento de bancoo por ejemplo la alimentación de corriente directa de la batería, alimentación de corriente después del interruptor switch y la señal de algunos sensores y actuadores, como nos indica la tabla 2.8.

**Tabla 2.8** Pines de conexionado para pruebas en banco (continuación...)

ESPECIFICACIÓN	No. DE PIN	No. DE MÓDULO
Alimentación +30	D2	X1
Alimentación +15	E4	X1
Alimentación 5V	C2	X1
Masa (GND)		
	1	P4
	2	L4
Luz MIL	J4	X1
GMLAN -	C1	X1

GMLAN +		D1	X1
CKP		M3	X2
CMP			
	1	E3	X2
	2	E4	X2
Bobinas (coils)			
	1	M1	X2
	2	M2	X2
	3	M3	X2
	4	L3	X2
Inyectores			
	1	C1	X2
	2	D1	X2
	3	H1	X2
	4	K1	X2

Con la ayuda de cables con terminales tipo banana realizamos el conexionado en cada uno de los pines identificados, que posterior conectamos a un banco para las respectivas pruebas, para evitar confusión entre cada uno de los cables realizamos etiquetas con los nombres de cada uno respectivamente, como se indica en la figura 2.27.



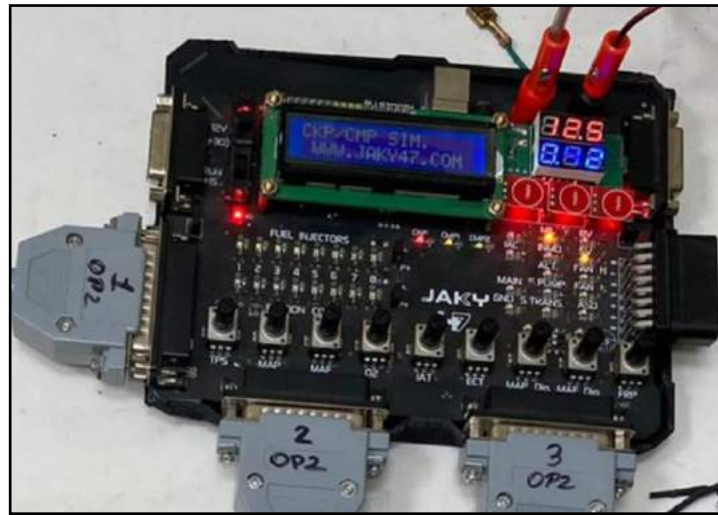
**Figura 2.27** Conexionado desde los pines de la ECU

### 2.3.5 Pruebas de funcionamiento y comunicación en banco

Para la prueba en banco realizamos el conexionado entre la ECU Bosch ME17.8.8 y el banco de pruebas para computadoras JAKY47 de la figura 2.28, se inició energizando la ECU a

través del banco conectado a una fuente de poder, donde verificamos que existe una señal de 5V, lo que nos indica que la computadora está funcionando y posiblemente responderá a las simulaciones que posteriormente realizaremos.

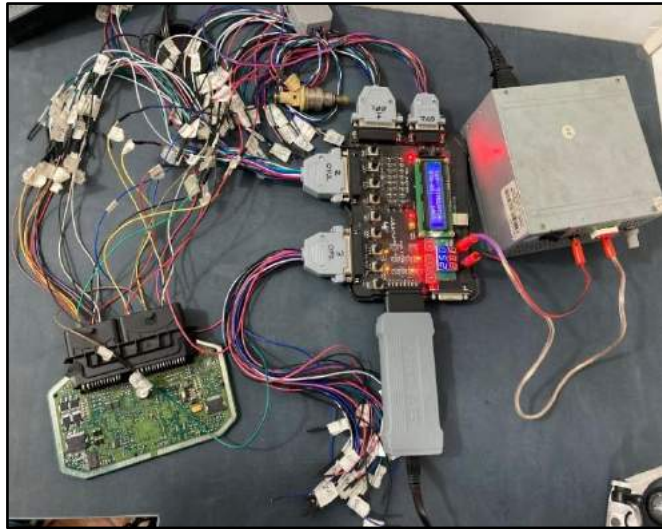
Esta prueba consiste en la simulación en las señales de entrada y salida en un banco de pruebas especializado, para las computadoras, sus señales principales que se deben simular son, señal de CKP y CMP, señales de sincronía y señal del inmovilizador, alimentaciones de +30 permanente de batería, +15 de ignición y masas 31, con estas señales de entrada se verifica el funcionamiento de la computadora en tres aspectos que son, señales de salida a los actuadores como inyectores y bobinas, señales de control a relé principal de bomba de combustible, funcionamiento del testigo de Luz Mil y la señal de 5 V para sensores.



**Figura 2.28** Banco de pruebas especializado JAKY47

En la figura 2.29 se observa el equipo JAKY47 realizando las pruebas de funcionamiento simulando varias señales. Primero verificamos que la computadora encienda el testigo MIL y alimentación de 5V, posteriormente simulamos la señal del sensor CKP donde se observó que inmediatamente la ECU responde encendiendo las luces que indican activación de los inyectores en el banco, según el orden correspondiente. Además, se pudo observar que se activan las bobinas, pero por pequeños lapsos de tiempo, cabe aclarar que esto se debe a que la ECU viene de fábrica sin programación y activo el inmovilizador.





**Figura 2.29** Prueba de funcionamiento en banco

Como se muestra en la figura 2.29 la realización de prueba de funcionamiento en banco de la ECU se puede comprobar mediante los códigos que se obtiene mediante el escáner, se indican a continuación en la imagen 2.30.

Status	Control Module Name	Control Module Status	DTC	DLC
⚠	Engine Control Module	DTCs Stored	21	6,14

Control Module	Type	DTC	Symptom ..	Description	Symptom Description	Status
Engine Control Module		P057C	16	Brake Pedal Position Sensor Circuit Low Voltage	Performance - Signal Falling Time Failure	Current
Engine Control Module		P057B	1C	Brake Pedal Position Sensor Performance	Unknown DTC Symptom	Current
Engine Control Module		U0298	87	Lost Communication with DC/DC Converter Control Modu..	Missing Message	Current
Engine Control Module		U0140	87	Lost Communication with Body Control Module	Missing Message	Current
Engine Control Module		U0101	87	Lost Communication with Transmission Control Module	Missing Message	Current
Engine Control Module		U0121	87	Lost Communication with Electronic Brake Control Module	Missing Message	Current
Engine Control Module		P1576	17	Brake Booster Vacuum Sensor Circuit Shorted	Performance - Signal Shape/Waveform Failure	Current
Engine Control Module		P0108	12	Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor Circuit High Vol..	Low Input	Current

Category	Decoded Value
This Ignition Cycle	Failed
Last Test	Failed Current DTC
Since DTC Clear	Failed
DTC U0298 Clear	Block U0298...

**Figura 2.30** Códigos de falla de la computadora

El código de error P057C, demuestra baja tensión del circuito del sensor de posición del pedal de freno. El código de error P057B, indica que el sensor de posición del pedal de freno tiene un problema de funcionamiento en las partes de este sistema como, cableado, módulo

de control del motor. El código U0298, revela pérdida de comunicación entre el módulo de control y el convertidor CC a CCA siendo su síntoma cuando se enciende la luz del testigo MIL del motor.

U0140, informa que existe una pérdida en la comunicación con el módulo de control de la carrocería, su síntoma es encender la luz del testigo MIL, algunas de las funciones de la BCM no estarán activas, inestabilidad en la aceleración. U0101, código genérico que indica pérdida de comunicación con la TCM.

U0121, no hay comunicación entre el circuito de la PCM y el módulo de control del ABS, y sus síntomas pueden ser, el motor no arranque, se activa el modo de prueba de fallas. P1576, indica incremento de voltaje en el circuito del sensor de vacío del refuerzo de freno está en cortocircuito o abierto. P0108, indica que el sensor de presión absoluta en el colector MAP está defectuoso, sus síntomas son regularmente ralentí irregular del motor y testigo MIL encendidos.

Status	Control Module Name	Control Module Status	DTC	DLC
	Engine Control Module	Requesting DTCs	21	6,14

Control Module	Type	DTC	Symptom...	Description	Symptom Description	Status
Engine Control Module		P1510	00	Throttle Actuator Control System - Throttle Limitation Active	---	Current
Engine Control Module		P0A1F	00	Battery Energy Control Module Performance	---	Current
Engine Control Module		P2122	16	Accelerator Pedal Position (APP) Sensor 1 Circuit Low Volt...	Performance - Signal Falling Time Failure	Current
Engine Control Module		P2127	16	Accelerator Pedal Position (APP) Sensor 2 Circuit Low Volt...	Performance - Signal Falling Time Failure	Current
Engine Control Module		P0621	12	Generator L Terminal Circuit	Low Input	Current
Engine Control Module		P0520	00	Engine Oil Pressure Switch Circuit	---	Current
Engine Control Module		P254F	17	Engine Hood Switch Circuit	Performance - Signal Shape/Waveform Failure	Current
Engine Control Module		P2664	13	Starter Pinion Solenoid Actuator Relay Control Circuit	Low Voltage/High Temperature	Current

Category	Decoded Value
This Ignition Cycle	Failed
Last Test	Failed Current DTC
Since DTC Clear	Failed
RTM Update Counter	Next Update

**Figura 2.31** Códigos de falla de la computadora

En la figura 2.31 los códigos de falla de la ECU previo a la programación indican los errores descritos a continuación.

P1510, indica el rendimiento del sistema de control del acelerador por lo tanto hay limitación del acelerador activo, el voltaje del sistema superior a 7V y la PCM detecta que PWM fue

superior al 80% durante más de seis segundos. Su síntoma es testigo MIL encendidos. P0A1F, Indica que el módulo de control de corriente de la batería este defectuoso BCM, o la sujeción de este está abierto o realizando cortocircuito, de igual manera se enciende el testigo MIL.

P2122, este código indica que el voltaje es bajo en el circuito del sensor uno de posición del conjunto de aceleración sus síntomas son, la luz del testigo MIL se enciende pidiendo ser revisado de inmediato. P2127, indica una falla en el acelerador o en la posición que se encuentra el pedal lo que significa que la computadora del automóvil ha divisado que el Sensor TC avisa un que esta con un voltaje muy bajo o menor a 0.17V.

P0621, indica que la PCM detecto un mal funcionamiento en el circuito de control L de la lámpara alternador, sus síntomas más habituales son, dificultad al momento de arranque del motor, parada involuntaria del motor. P0520, indica que ha detectado la PCM en el circuito del sensor de presión del aceite no funciona correctamente, sus síntomas son, lámpara indicadora de presión de aceite encendida.

P254F, código genérico este indica que el interruptor del capó está en circuito abierto el cableado del interruptor hacia el módulo de control del motor, el mismo que presenta como síntomas, no se podrá encender el motor, Testigo MIL encendidos. P26E4, indica que avería en el relé del motor de arranque B, su circuito este defectuoso por mal estado del cableado. Sus síntomas son, problema para encender el motor del vehículo, se ilumina, motor inestable.

Status	Control Module Name	Control Module Status	DTC	DLC
	Engine Control Module	Requesting DTCs	21	6/14

Control Module	Type	DTC	Symptom	Description	Symptom Description	Status
Engine Control Module		P0520	00	Engine Oil Pressure Switch Circuit	---	Current
Engine Control Module		P254F	17	Engine Hood Switch Circuit	Performance - Signal Shape/Waveform Failure	Current
Engine Control Module		P26E4	13	Starter Pinion Solenoid Actuator Relay Control Circuit	Low Voltage/High Temperature	Current
Engine Control Module		P0615	13	Starter Relay Control Circuit	Low Voltage/High Temperature	Current
Engine Control Module		P0113	15	Intake Air Temperature (IAT) Sensor Circuit High Voltage	Performance - Signal Rising Time Failure	Current
Engine Control Module		P0084	15	Radiator Coolant Temperature (RCT) Sensor Circuit High Vol.	Performance - Signal Rising Time Failure	Current
Engine Control Module		P0118	15	Engine Coolant Temperature (ECT) Sensor Circuit High Vol.	Performance - Signal Rising Time Failure	Current
Engine Control Module		P0501	00	Vehicle Speed Sensor Performance	---	Current

Category	Decoded Value
This Ignition Cycle	Failed
Last Test	Failed Current DTC
Since DTC Clear	Failed

**Figura 2.32** Códigos de falla de la computadora

En la figura 2.32 podemos verificar que el código de falla P0520, se genera cuando la PCM detecta un voltaje de señal fuera del rango en la señal del sensor OPS o en su respectivo circuito informa sobre la presión de aceite del motor no es la adecuada. Sus síntomas son, fallas del motor como ruidos durante el funcionamiento de este y la luz del testigo MIL se enciende.

P26E4, nos indica que el relé B del motor de arranque este defectuoso en su circuito, la razón por la cual se genera dicho código mal estado del cableado que ingresan al relé.

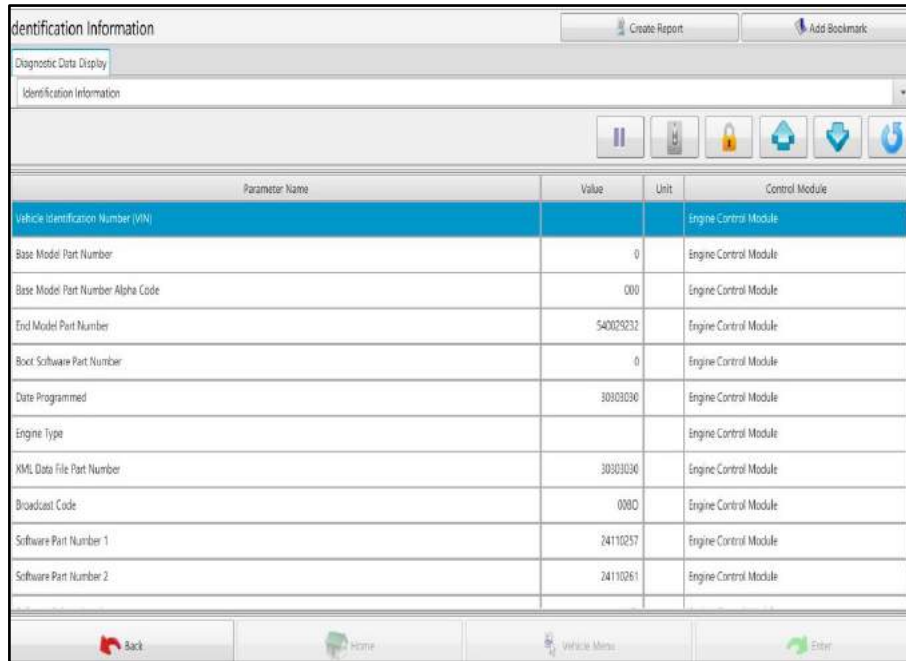
P0615, indica que la PCM detecta fallas en algunos de los componentes de algunos de los circuitos del interruptor de encendido, sus principales síntomas son, el motor no arranca, el vehículo arranca solo en neutro e iluminación de la luz del testigo MIL.

P0113, se genera cuando la PCM detecta que la señal que tiene el sensor de temperatura del aire de admisión esta fuera de rango de las especificaciones del fabricante. Siendo sus principales síntomas, inestabilidad del motor, el motor no es nada óptimo durante su funcionamiento y la luz del testigo MIL se mantiene encendida.

P00B4, la ECM indica que este circuito en el sensor de temperatura del refrigerante tiene voltaje demasiados altos. Sus síntomas son, el ralentí es deficiente, el motor deja de funcionar repentinamente, reducción muy notoria de la potencia del motor, menor eficiencia del combustible.

P0118, indica que la PCM ha encontrado que la resistencia del sensor ECT no está dentro de los parámetros indicados por el fabricante en sus valores medidos. Sus razones pueden ser el voltaje de alimentación del sensor en cortocircuito, del cable de comunicación entre ECT y PCM, los síntomas pueden ser que sale humo negro del escape entre otros.

P0501, la PCM indica que la información recibida por el sensor VSS que marca la velocidad del vehículo está fuera de los valores establecidos ya sea en alta o baja velocidad. Las causas pueden ser cables o conectores del sensor en mal estado o sensor en mal estado o por el cambio de tamaño de los neumáticos. Sus síntomas, mal funcionamiento del velocímetro, cambios erróneos en la transmisión y pérdida de frenos antibloqueo entre otros.



Parameter Name	Value	Unit	Control Module
Vehicle Identification Number (VIN)			Engine Control Module
Base Model Part Number	0		Engine Control Module
Base Model Part Number Alpha Code	000		Engine Control Module
End Model Part Number	540029232		Engine Control Module
Boot Software Part Number	0		Engine Control Module
Date Programmed	30303030		Engine Control Module
Engine Type			Engine Control Module
XML Data File Part Number	30303030		Engine Control Module
Broadcast Code	00B0		Engine Control Module
Software Part Number 1	24110257		Engine Control Module
Software Part Number 2	24110261		Engine Control Module

**Figura 2.33** Datos de información de la computadora

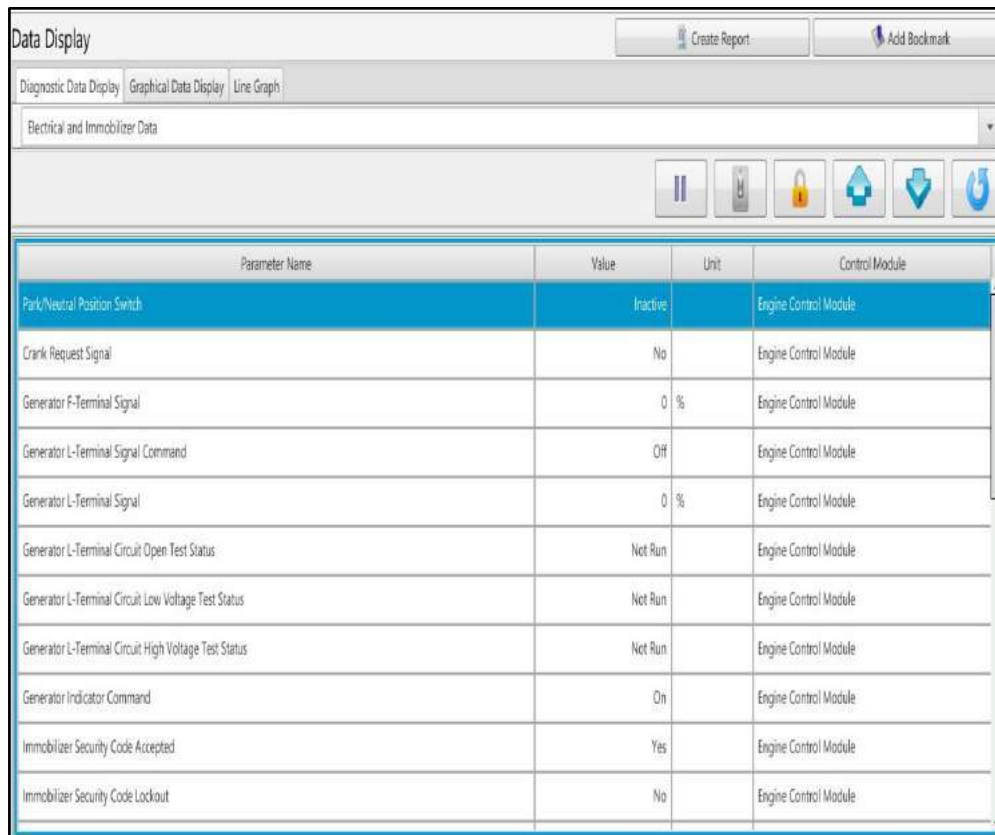
Base Model Part Number (0), indica el número base del modelo de la ECU como se identifica en la imagen 2.33 con el número cero, indica el número de pieza con un código alfabético de la computadora. Base Model Part Number Alpha Code (000), indica el modelo base del número de pieza con un código alfabético. End Model Part Number (540029232), indica el número de la unidad de control ME17 ya ensamblada lista para ser entregada al cliente. Boot Software Part Number (0) indica el número de software de arranque o versión con el cual cuenta esta unidad de control.

Date Programmed (30303030), indica la fecha programación, en este caso unidad de control (ECU) es totalmente nueva, no ha sido programa. Engine Type, indica el tipo de motor que esta administrado la Unidad de Control UC, en este caso no está conectada a ningún motor por ello sale sin ningún valor. XML Data File Part Number (30303030), indica el número de piezas del archivo de datos almacenado en la carpeta que contiene la ECU.

Broadcast Code (00B0), es el código que se ingresa previo a la programación de la ECU para poder transmitir archivos de la página del fabricante y Unidad de Control Electrónica.

Software Part Number 1 (24110257), software que controla y procesa los datos analógicos o digitales que recibe enviados por los sensores. Software Part Number (24110261), software que envía ordenes mediante PWM para mejorar la eficiencia del motor a cualquier régimen de funcionamiento. Software Release Level (V2), indica la versión del software que está

instalado en la Unidad de Control Electrónica ME17 de Sail, es recomendable que siempre esté actualizada para un buen funcionamiento de esta.



Parameter Name	Value	Unit	Control Module
Park/Neutral Position Switch	Inactive		Engine Control Module
Crank Request Signal	No		Engine Control Module
Generator F-Terminal Signal	0	%	Engine Control Module
Generator L-Terminal Signal Command	Off		Engine Control Module
Generator L-Terminal Signal	0	%	Engine Control Module
Generator L-Terminal Circuit Open Test Status	Not Run		Engine Control Module
Generator L-Terminal Circuit Low Voltage Test Status	Not Run		Engine Control Module
Generator L-Terminal Circuit High Voltage Test Status	Not Run		Engine Control Module
Generator Indicator Command	On		Engine Control Module
Immobilizer Security Code Accepted	Yes		Engine Control Module
Immobilizer Security Code Lockout	No		Engine Control Module

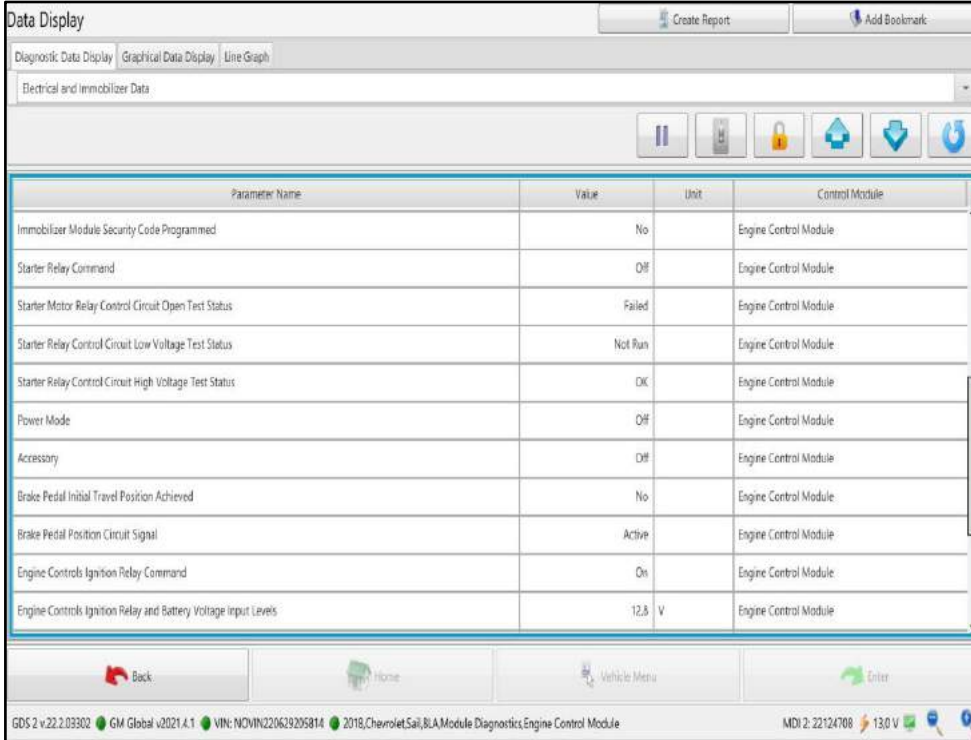
**Figura 2.34** Datos del inmovilizador

Esta figura 2.34 indica los datos en el sistema inmovilizador con el cual está equipado el vehículo evitar ser robado. Crank Request Signal (No) indica la señal de arranque del motor y en la imagen 2.36, expresa que no está conectado el inmovilizador. Generator F-Terminal Signal, indica que la señal del generador está en 0%, determinando que no hay señal de este.

Generator L-Terminal Signal Command (Off), muestra que el comando de señal del generador L se encuentra apagado. Generator L-Terminal Signal (0%), indica que la señal en la terminal L, no hay comunicación con el sistema inmovilizador. Generator L-Terminal Circuit Open Test Status (Not run), indica que, en el estado de prueba del circuito del terminal L del generador está abierto. Generator L-Terminal Circuit Low Voltage Test Status (Not run), el estado de prueba del voltage bajo en el terminal L del generador no está comunicándose con la ECU.

Generator L-Terminal Circuit High Voltage Test Status (Not run), el estado de prueba del voltage alto en el terminal L del generador no está comunicándose con la ECU. Generator

Indicator Command (On), indica el que ya se ha generado en la pantalla solicitando el código de acceso para que el inmovilizador sea desactivado. Immobilizer Security Code Accepted (Yes), indica que el código de seguridad ha sido aceptado y el inmovilizador queda desactivo y deja movilizar el vehículo. Immobilizer Security Code Lockout (No) indica que el código de bloqueo de seguridad del inmovilizador ha sido activado.



Parameter Name	Value	Unit	Control Module
Immobilizer Module Security Code Programmed	No		Engine Control Module
Starter Relay Command	Off		Engine Control Module
Starter Motor Relay Control Circuit Open Test Status	Failed		Engine Control Module
Starter Relay Control Circuit Low Voltage Test Status	Not Run		Engine Control Module
Starter Relay Control Circuit High Voltage Test Status	OK		Engine Control Module
Power Mode	Off		Engine Control Module
Accessory	Off		Engine Control Module
Brake Pedal Initial Travel Position Achieved	No		Engine Control Module
Brake Pedal Position Circuit Signal	Active		Engine Control Module
Engine Controls Ignition Relay Command	On		Engine Control Module
Engine Controls Ignition Relay and Battery Voltage Input Levels	12.8	V	Engine Control Module

**Figura 2.35** Datos del inmovilizador

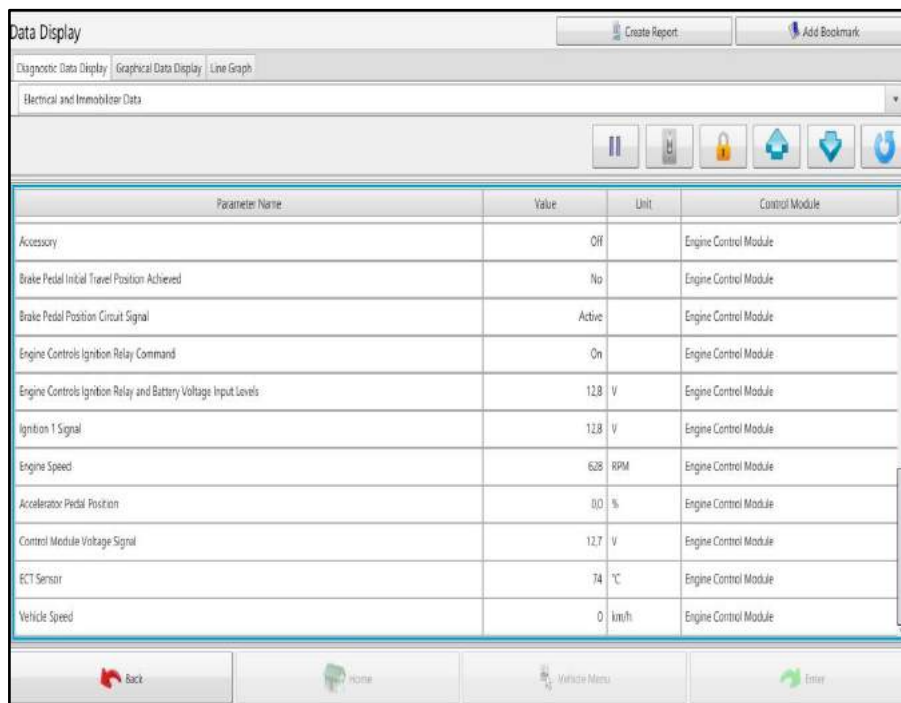
En la figura 2.35 indica los valores y parámetros del inmovilizador del vehículo.

Immobilizer Module Security Code Programmed (No), Indica que el código de seguridad del módulo inmovilizador no está programado, Debido a que la ECU es totalmente nueva. Starter Relay Command (Off), indica que el comando del relé de arranque del motor está en modo pagado. Starter Motor Relay Control Circuit Open Test Status (Failed), El estado de prueba del circuito del control del motor se encuentra abierto por lo tanto hubo una falla a encender el motor.

Starter Relay Control Circuit Low Voltage Test Status (Not Run), Indica que el estado de prueba de bajo voltaje de este circuito de control en el relé del arranque no se encuentra en marcha, (circuito abierto). Starter Relay Control Circuit High Voltage Test Status (Ok), Indica que el estado de prueba de alto voltaje en el circuito de control del relé en el arranque está en perfectas condiciones para recibir la orden de la ECU.

Power Mode (Off), señala que el modo de energía está en modo apagado. Accessory (Off), Accesorios apagados porque la Ecu aun no da la orden de ser encendidos. Brake Pedal Initial Travel Position Achieved (No), Indica que la posición del pedal de freno está en el punto inicial es decir que no está presionado por el usuario. Brake Pedal Position Circuit Signal (Active), Que la señal del circuito de posición del pedal de freno está en modo activo.

Engine Controls Ignition Relay Command (On), En los controles del motor, el comando de relé de encendido está en modo encendido. Engine Controls Ignition Relay and Battery Voltage Input Levels (12.8V), En los controles del motor, indica que el relé de encendido de entrada de voltaje de la batería tiene un valor de voltaje de 12.8V.



Parameter Name	Value	Unit	Control Module
Accessory	Off		Engine Control Module
Brake Pedal Initial Travel Position Achieved	No		Engine Control Module
Brake Pedal Position Circuit Signal	Active		Engine Control Module
Engine Controls Ignition Relay Command	On		Engine Control Module
Engine Controls Ignition Relay and Battery Voltage Input Levels	12.8	V	Engine Control Module
Ignition 1 Signal	12.8	V	Engine Control Module
Engine Speed	628	RPM	Engine Control Module
Accelerator Pedal Position	0.0	%	Engine Control Module
Control Module Voltage Signal	12.7	V	Engine Control Module
ECT Sensor	74	°C	Engine Control Module
Vehicle Speed	0	km/h	Engine Control Module

**Figura 2.36** Indica los datos del inmovilizador

La figura 2.36 muestra los datos medidos por la ECU del vehículo en el momento que se realizó la lectura con scanner. Ignition 1 Signal (12.8V), la primera señal de ignición está en un valor de 12.8V como indica el scanner. Engine Speed (628rpm), indica que la velocidad del motor es de 628rpm mediante la simulación de señales del sensor CKP.

Accelerator Pedal Position (0,0%), Indica que la posición del acelerador está en cero, porque solo se hace una simulación en banco de prueba de la ECU. Control Module Voltage Signal (12,7V), la señal del módulo de control es de 12.7V al momento de ser medido por el scanner, siendo una tensión normal de la batería entregando para el funcionamiento de la ECU. ECT Sensor (74°C) Este sensor de temperatura del refrigerante se encuentra dentro de los parámetros permitidos, dato medido por la ECU en el momento de la lectura del escáner.



Vehicle Speed (0Km/h), La simulación de pruebas de funcionamiento de la ECU indica que el vehículo está en reposo.

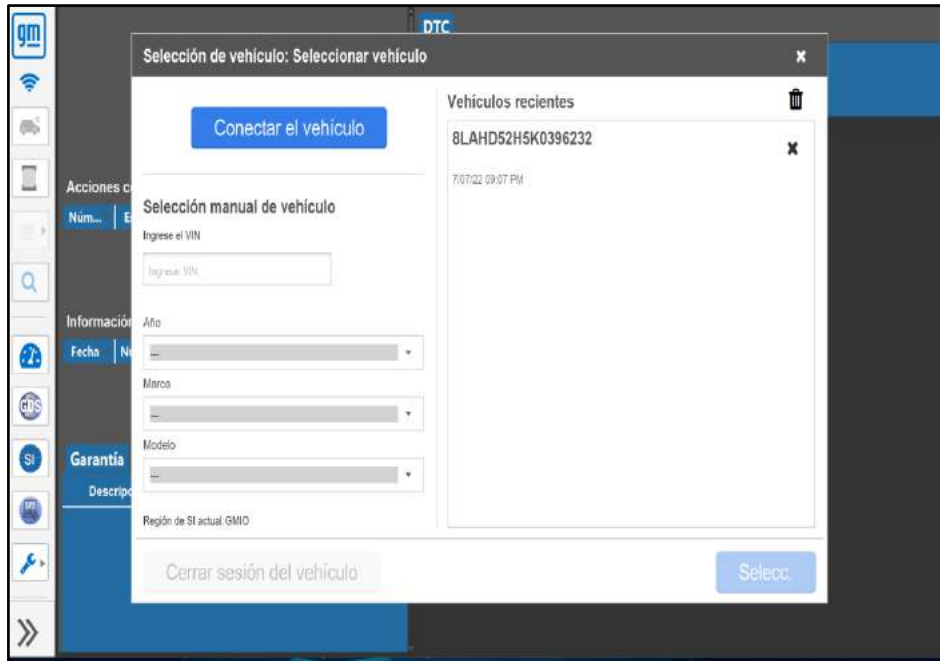
### 2.3.6 Programación y actualización de software con Techline Connect de GM y protocolo J2534

Consiste en actualizar el software (Firmware) de las computadoras para obtener las mejoras que el fabricante lanza cada cierto tiempo para mantener actualizado el módulo principal libre de anomalías y de esta manera se puede solventar problemas relacionados con el software que necesite para el correcto funcionamiento del motor de combustión interna mediante la interfaz del protocolo J2534 con acceso al conector OBD II.



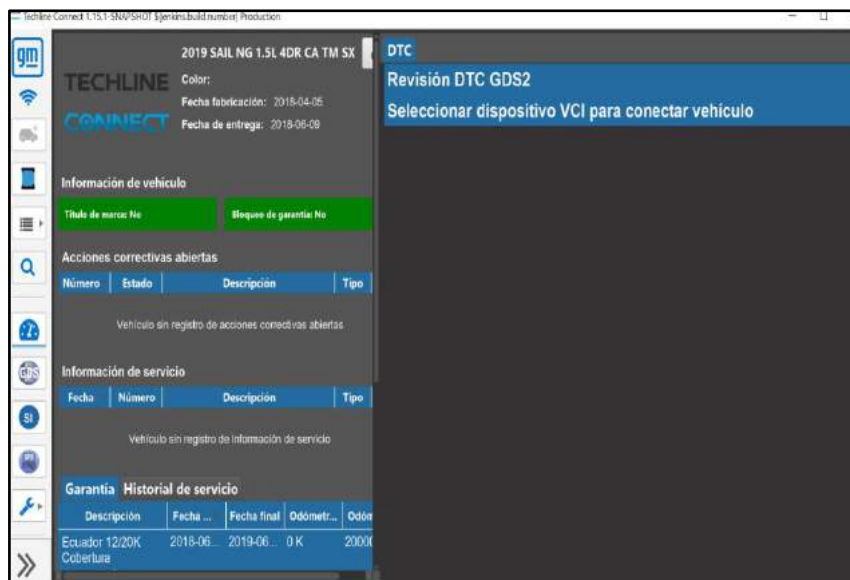
**Figura 2.37** Acceso a Techline Connect de GM

Para realizar la programación de la ECU se necesita previamente cumplir con varios parámetros de GM, ya en la página Techline Connect ingresamos usuario y contraseña temporal y la pagina nos valida como usuario y envía si son o no correctos los datos ingresados como se indica en la figura 2.37.



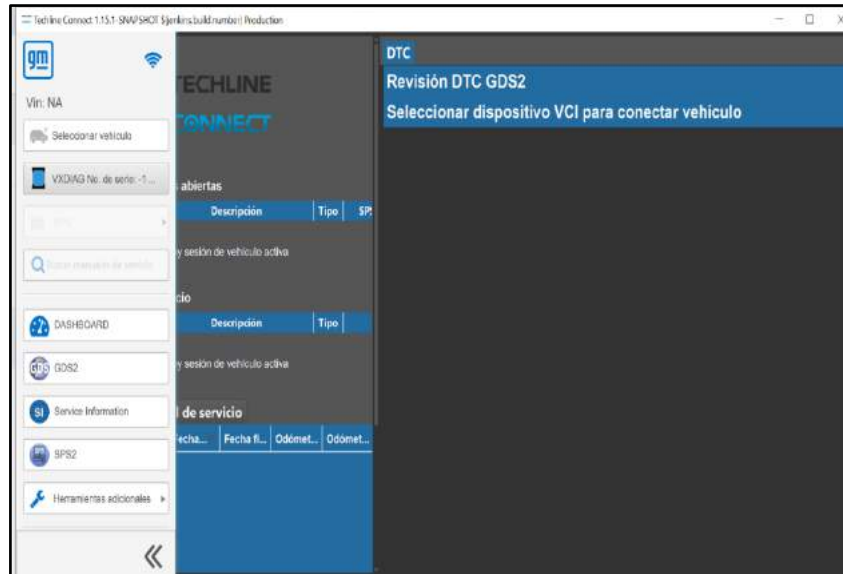
**Figura 2.38** Ingreso de los datos del automóvil a la página de GM

La figura 2.38 se logra observar que en el sistema se debe ingresar el número VIN (Número de identificación del Vehículo) del vehículo que lleva la computadora que será programada, el año del vehículo, marca y modelo y presionamos siguiente para continuar con el proceso.



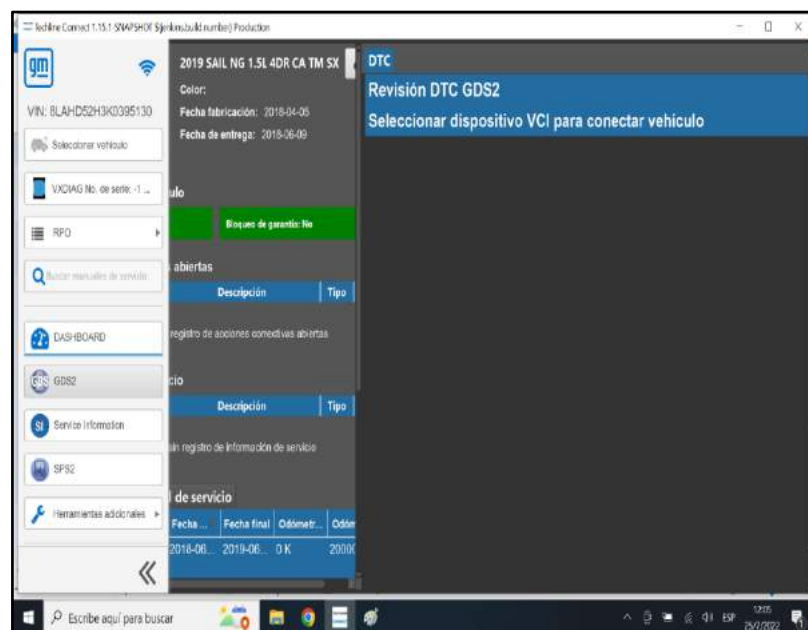
**Figura 2.39** Reconocimiento del vehículo por Techline Connect

En la figura 2.39 se indica que digitado el número de chasis y con la ECU del vehículo Chevrolet Sail año 2020 previamente conectado, automáticamente detecta el tipo de vehículo muestra en la pantalla los datos del vehículo como, su cilindrada el año, color la fecha de fabricación y fecha de comercialización.



**Figura 2.40** Interfaz del scanner VXDIAG

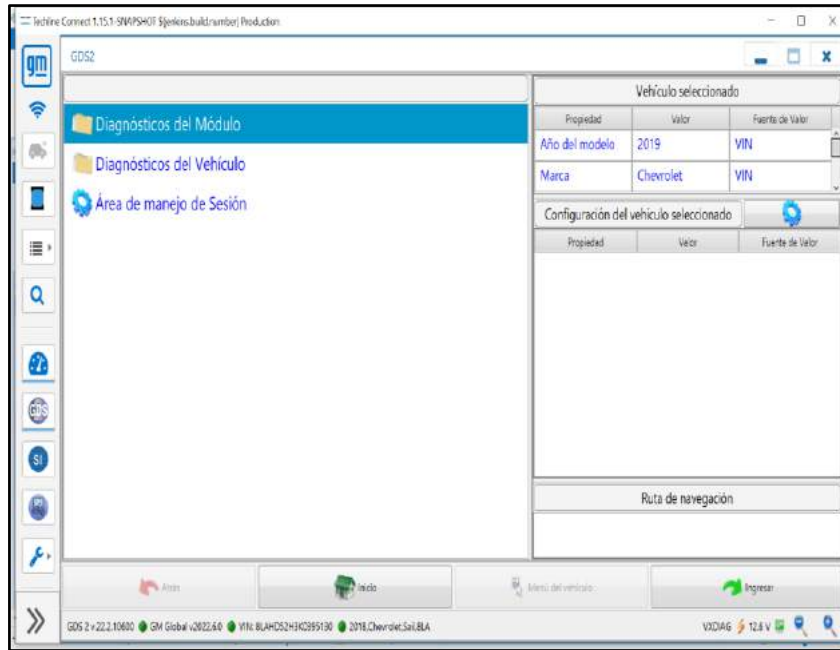
En la figura 2.40 se encontramos la interfaz del escáner VXDiag el cual admite la programación de las computadoras de los vehículos en línea de GM. Con una cuenta en la web, se puede acceder previamente cancelando un valor según el tiempo requerido. Esta interfaz es compatible con aplicaciones que permiten realizar el diagnóstico de motores, transmisiones, sistemas ABS paneles de instrumentos para ser actualizados a la versión de software más reciente y evitar fallas en los sistemas mencionados.



**Figura 2.41** GDS2 o Global Diagnostic System

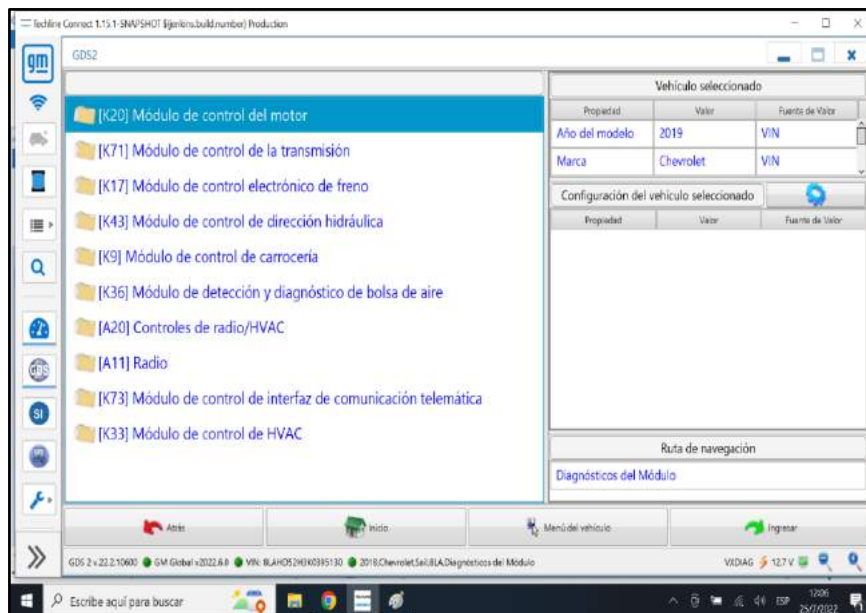
GDS2 (Global Diagnostic System 2) que se selecciona en la figura 2.41, es la una aplicación de computadora de General Motors que está hecha para el oportuno diagnóstico de todos los





**Figura 2.43** Selección de tipo de diagnóstico

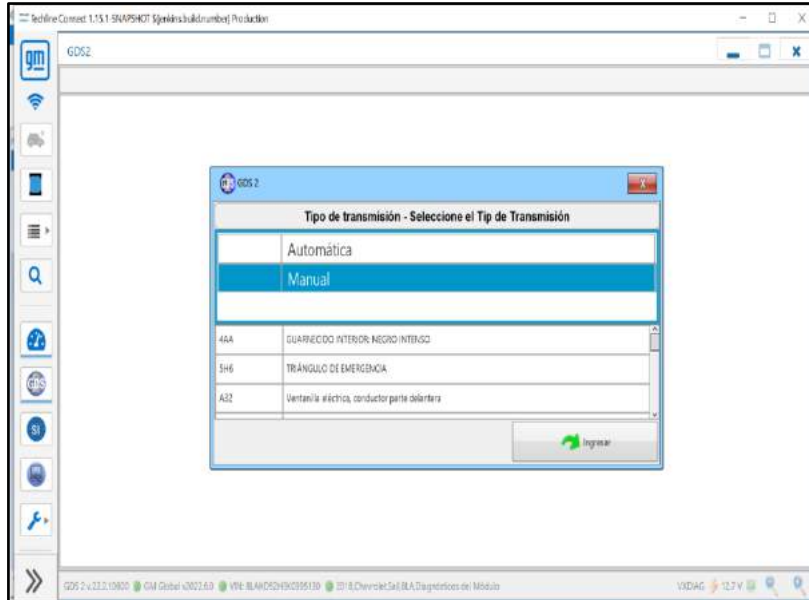
En la figura 2.43 nos permite seleccionar, si queremos diagnosticar, que tipo de módulos o realizar un diagnóstico total del vehículo al cual está conectado, se selecciona la primera opción.



**Figura 2.44** Selección del módulo que vamos a diagnosticar

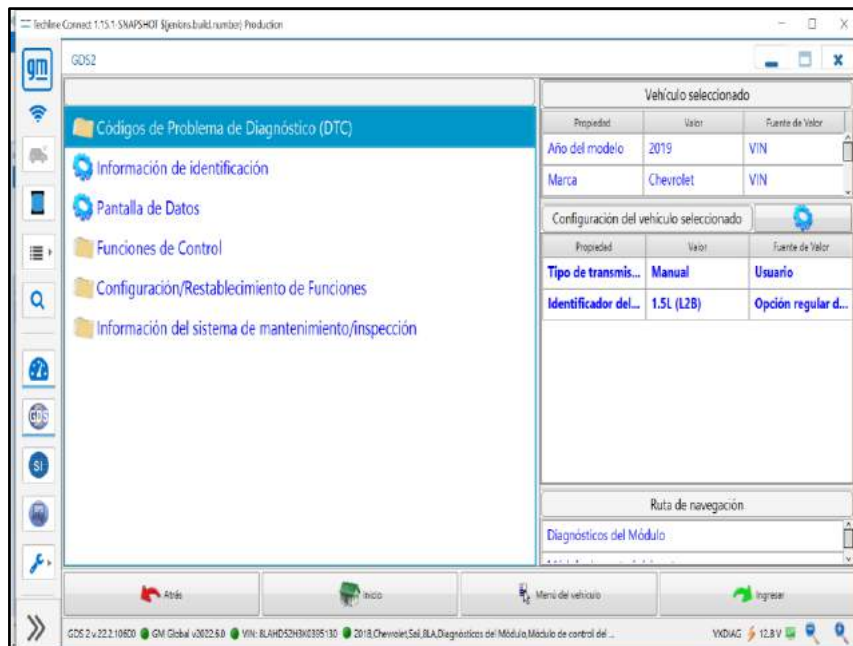
En esta opción seleccionada previamente en la figura 2.43 diagnósticos de módulos, se despliega en la figura 2.44 las siguientes opciones como módulos de control del motor, módulo que controla de la transmisión, Módulo de control electrónico del freno, de control de la dirección hidráulica, de control de carrocería, módulo de detención y diagnóstico de bolsa de aire, [A20] Controles de radio/HVAC, [A11] Radio, [K73] Módulo de control de interfaz de comunicación telemática, [K33] Módulo de control de HVAC.

bolsa de aire, controles de radio/HVAC, Radio, módulo de control de interfaz de comunicación telemática y módulo de control de HVAC entre las cuales seleccionamos el módulo de control del motor.



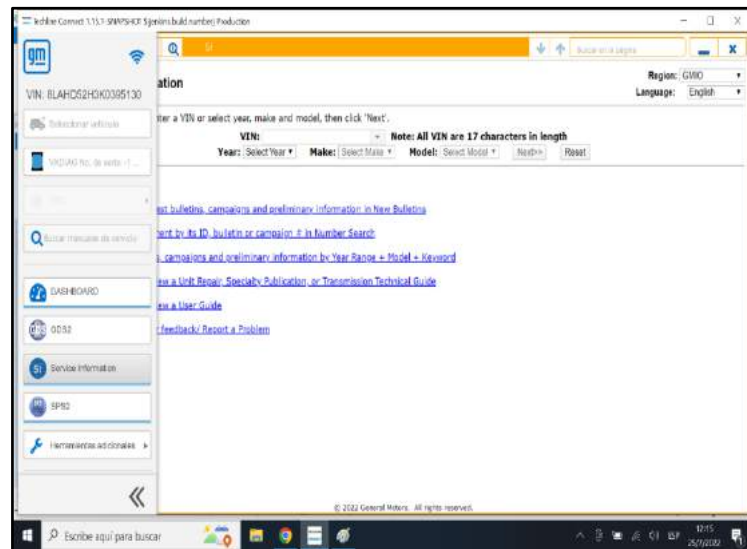
**Figura 2.45** Selección del tipo de caja del vehículo

Como se muestra en la figura 2.45 se tiene dos opciones de cajas de transmisión en este caso para el vehículo SAil seleccione la segunda opción, porque este vehículo lleva caja manual, que es con que cuenta el vehículo que está sometido a diagnóstico para realizar la reprogramación de la computadora ME17.8 perteneciente vehículo Chevrolet Sail 2020



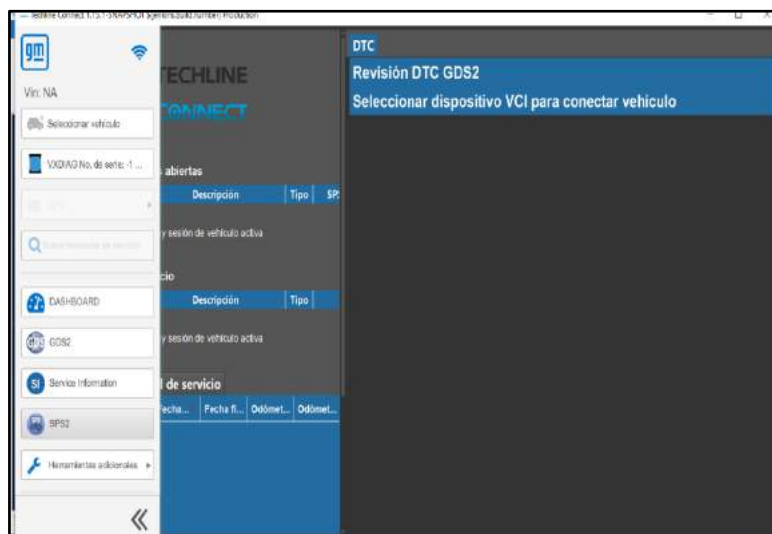
**Figura 2.46** Proceso de actualización y programación

Finalmente, dentro de la opción GDS2 (Global Diagnostic System 2) seleccionamos la opción códigos de problema de diagnóstico del motor en nuestro vehículo Chevrolet Sail 1.5. Las demás como, información de identificación, pantalla de datos, Funciones de control, configuración/ Restablecimiento de funciones e información de sistemas de mantenimiento/ inspección no lo utilizamos porque la Computadora en cuestión es totalmente nueva y programada una única vez, esto lo verificamos en la figura 2.46.



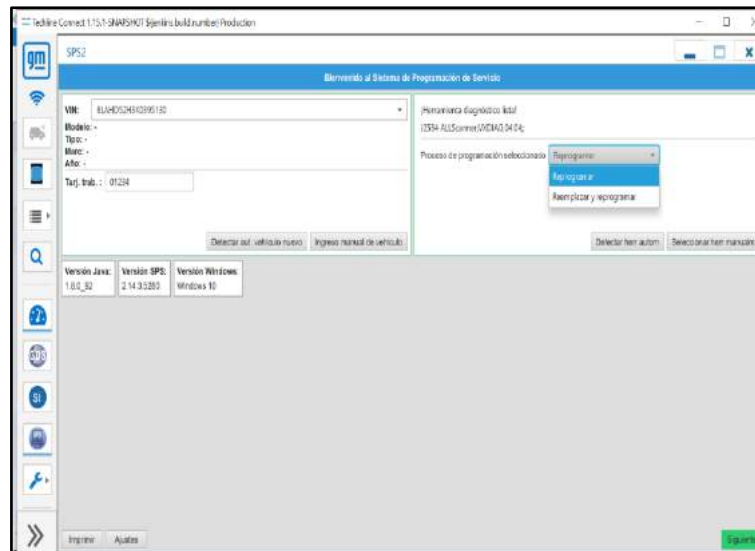
**Figura 2.47** Selección de la interfaz de Service Information

En la interfaz de SI (Servicio de Información), solo con ingresar el número VIN, año del vehículo, marca y modelo del vehículo que estamos realizando el diagnóstico, podemos descargar boletines de información, diagramas eléctricos y toda información con respecto al vehículo en cuestión, como indica la figura 2.47.



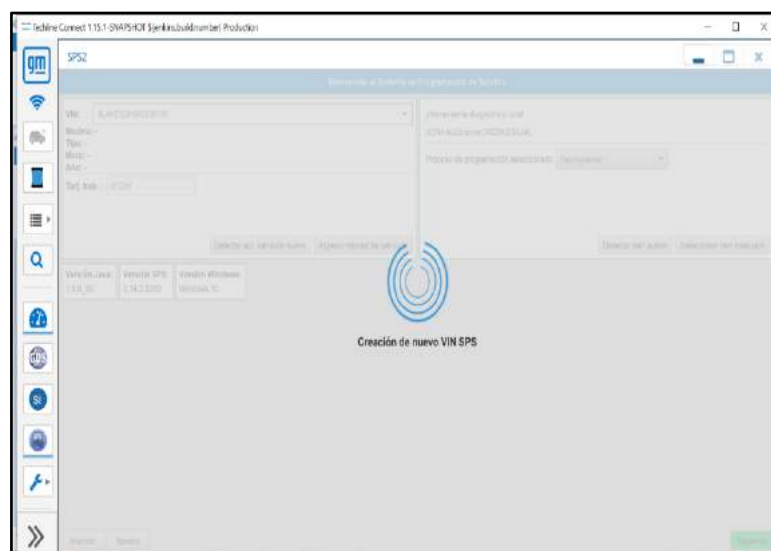
**Figura 2.48** Selección de la interfaz de SPS2

En la figura 2.48 se indica la interfaz de SPS2 (Service Programing System) es la suscripción a la Plataforma de GM a través del internet, la misma que permite programar a todos los módulos de un vehículo. Vale recalcar que en los vehículos de los modelos 2017 y posteriores prohibirá la reprogramación de una ECU que cuenta con la misma calibración.



**Figura 2.49** Proceso de actualización y programación

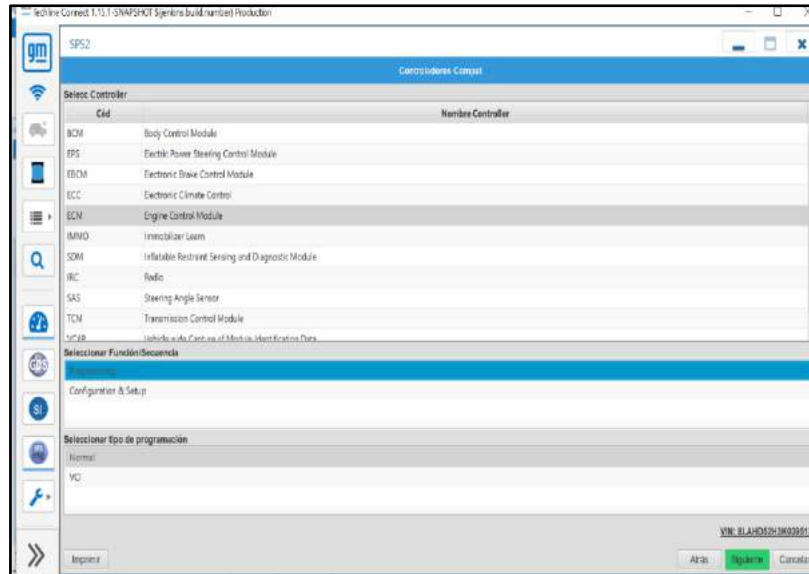
En la figura 2.49 se ingresa el VIN del vehículo que lleva a bordo la computadora que se va a programar y en la casilla de trabajo ingresamos cinco dígitos de números al azar y vamos a donde dice proceso de programación selecciona reprogramar, para que la ECU sea programada con la última versión del software que el fabricante subió a la plataforma de la marca.



**Figura 2.50** Proceso de actualización y programación

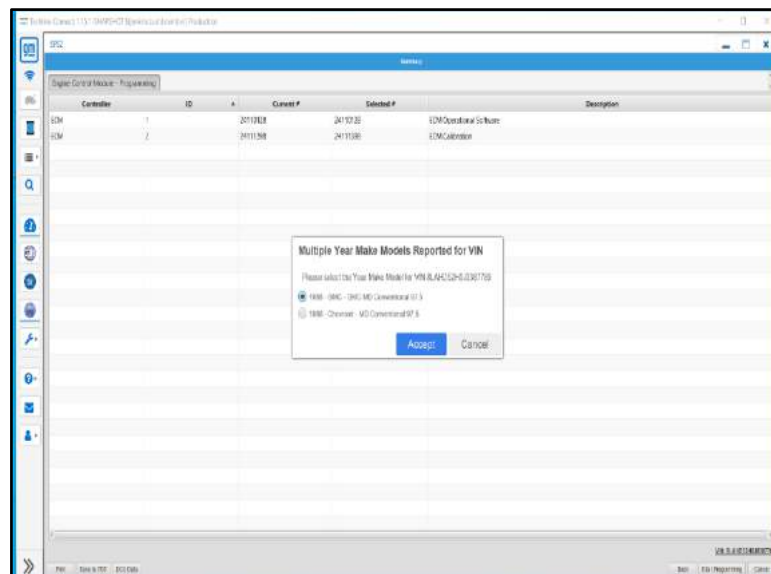


En la figura 2.50 se observa que el sistema está creando un nuevo VIN SPS (Servicio de Programación del Sistema) de, previamente haber ingresado los datos que pide el sistema para continuar con el proceso de reprogramación de la Computadora del vehículo Chevrolet Sail 1.5 año 2020.



**Figura 2.51** Proceso de actualización y programación

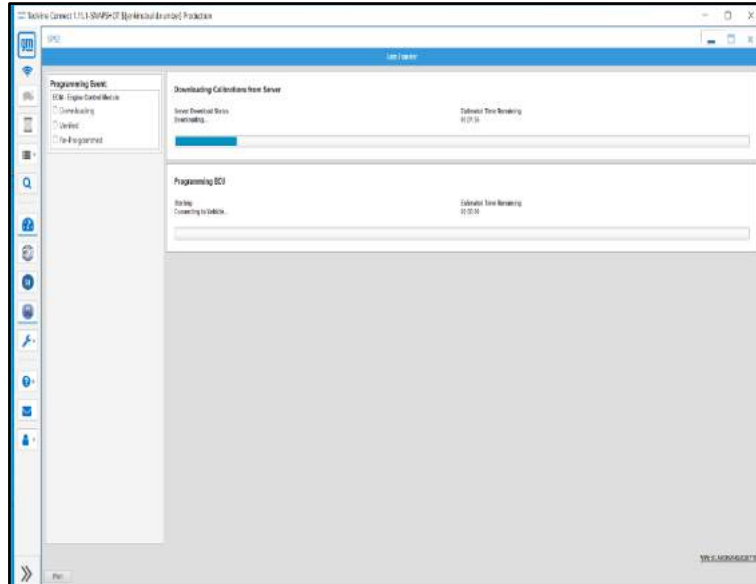
Dentro de la interfaz de SPS2- reprogramación tenemos varios controladores a elegir como se muestra en la figura 2.51. Se elige ECM (Engine Control Module) y a continuación Programming normal y siguiente para continuar con el proceso.



**Figura 2.52** Software operacional y calibraciones

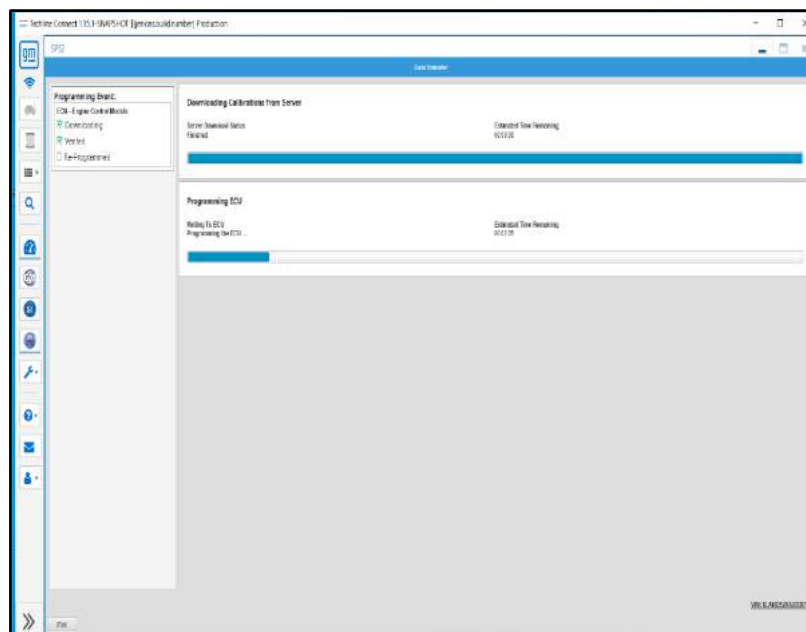
En la interfaz de programación SPS2 indica como opción uno el software operativo que tiene la computadora ME17 y como segunda opción las calibraciones que están disponibles en

línea, las dos son indispensables para que sea descargado en UCE (Unidad de Control Electrónico) para que nuestro vehículo sea reprogramado por la última versión de software con el cual cuenta el fabricante como se logra observar en la figura 2.52.



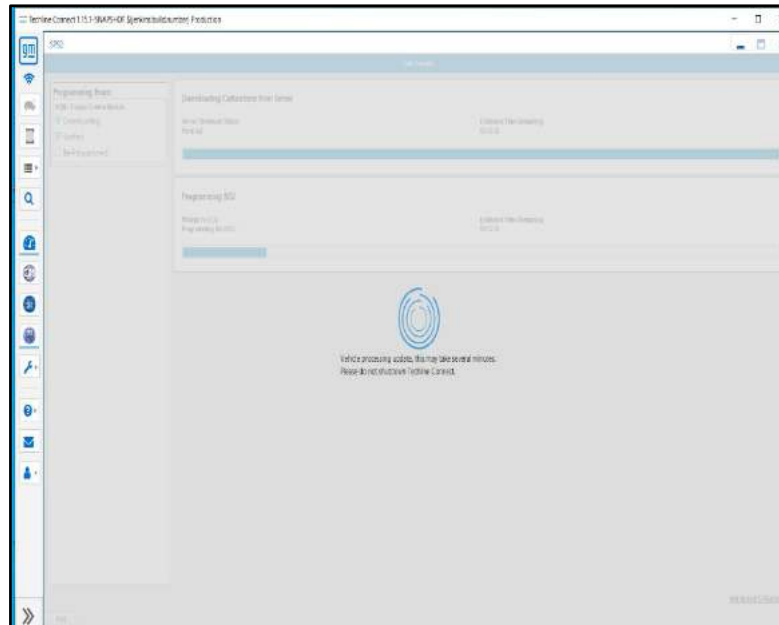
**Figura 2.53** Descargando calibraciones del servidor

Se observa la figura 2.53 se empieza a descargar las calibraciones del servidor, el tiempo máximo de espera es de 30 a 35 minutos de todo el proceso, dependiendo de la velocidad del internet, es indispensable contar con internet de alta velocidad, computadora con memoria RAM de mínimo 4Gb y alimentación de energía constante.



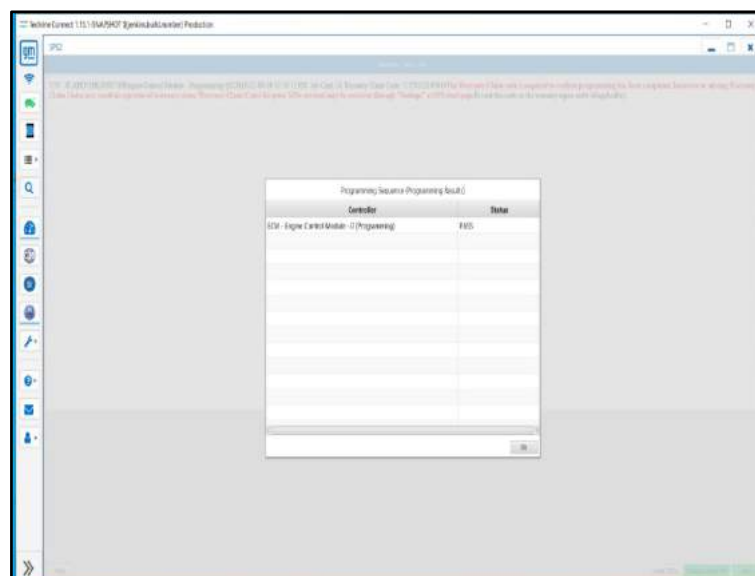
**Figura 2.54** Descargando las calibraciones del servidor

En el lado izquierdo superior de la figura 2.54 observamos que ya está marcado con color verde Downloading y Verifed es porque ya ha terminado con esos pasos y solo faltando por marcar re-programmeg el mismo que no ha terminado a un, pero ya ha empezado la programación de UCE (Unidad de Control Electrónica).



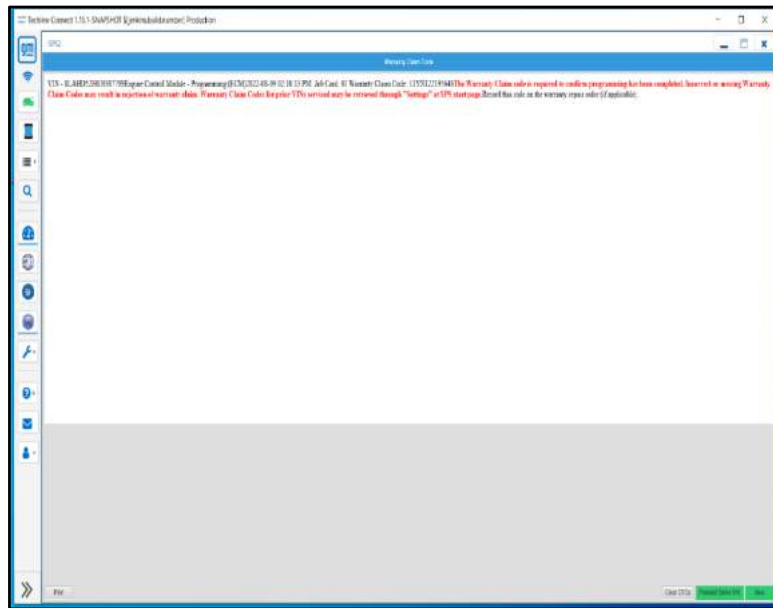
**Figura 2.55** Actualizando las calibraciones del servidor

Una vez ya escrito en la ECU ME17 del vehículo Chevrolet Sail 1.5 el programa inicia a procesar y verificar las actualizaciones y calibraciones por lo tanto no se debe desconectar por ningún motivo del servidor Téchenle hasta observar el mensaje que ya ha terminado con lo sugerido anteriormente, como indica la figura 2.55.



**Figura 2.56** Resultado final de la reprogramación y actualización

Se puede verificar la figura 2.56 indica el mensaje sobre el resultado de la programación de la ECU. Controller- Engine Control Module-0 (Programmin) y mientras en estado sale-PASS lo que significa que todo está bien realizado, y todo el proceso de la reprogramación en la ECU (Unidad de Control Electrónico) del motor ya cuenta con las nuevas actualizaciones de software y calibración.



**Figura 2.57** Códigos de garantía de la programación realizada

En la figura 2.57 indica que un mensaje con códigos de garantía por la actualización del software de la ECU y sus respectivas calibraciones obtenidas a través del servidor Téchenle.

### 2.3.7 Hermanación de la ECU al sistema inmovilizador

Cuando un vehículo cuenta con el sistema inmovilizador, por lo general si solamente se conecta el módulo en el vehículo sin hermanar este no funcionará, ya que el sistema inmovilizador rechazará el nuevo módulo y será necesario hermanarlo.

La hermanación entre ECU-INMO consiste en presentar la ECU reprogramada a los demás sistemas del vehículo para que permita su funcionamiento, ya que esta pertenece al sistema inmovilizador en conjunto, por lo tanto, debemos contar con la información necesaria como código de llave, BCM (Body Controller Module), sistema ABS y del tablero entre otros, los cuales se descargan en el mismo tiempo con el software de reprogramación.

### 2.3.8 Lectura del programa de datos de la ECU posterior a la programación

Para llevar a cabo este procedimiento de Boot Mode como se verifica en la figura 2.60 es necesario hacer conexiones específicas a los pines de la computadora y scanner KTM bench, así como también soldar una resistencia de 100 Ohm sobre un pin de la memoria Eeprom y el pulsador para tener acceso a sus archivos de datos para comprobar si la programación fue realizada correctamente y así evitar fallas de la computadora al momento de su funcionamiento.



**Figura 2.58** Proceso de lectura de datos de la ECU pos-programación

## CAPÍTULO III

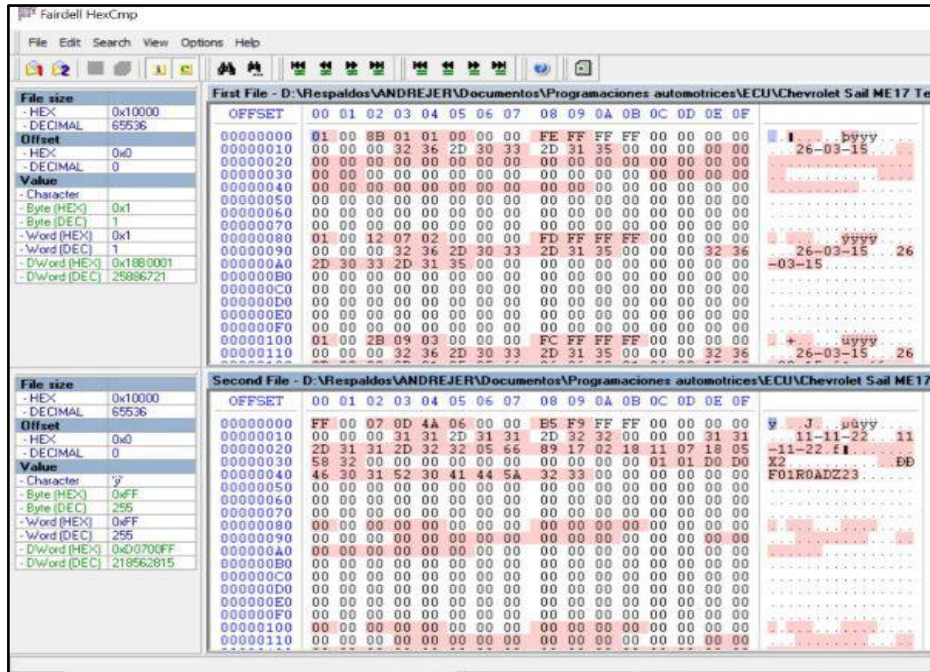
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis, comparación de archivos y discusión de resultados

En el análisis del circuito se identificó microcontrolador infeneon TC1728 dentro del cual se encuentra la memoria Flash con capacidad 1536KB con la información que contiene los mapas de todas las calibraciones, inyección de combustible, avance al encendido, datos de funcionamiento de los sensores del motor, este archivo es muy grande, al realizar la reprogramación previamente ingresado el número de chasis, descarga toda la información del vehículo, como parámetros para funcionamiento, valores de los sensores, cuantos pulsos de inyección tiene que hacer según el régimen del motor, según la presión del MAP es decir toda la información necesaria para gestionar el buen funcionamiento del motor.

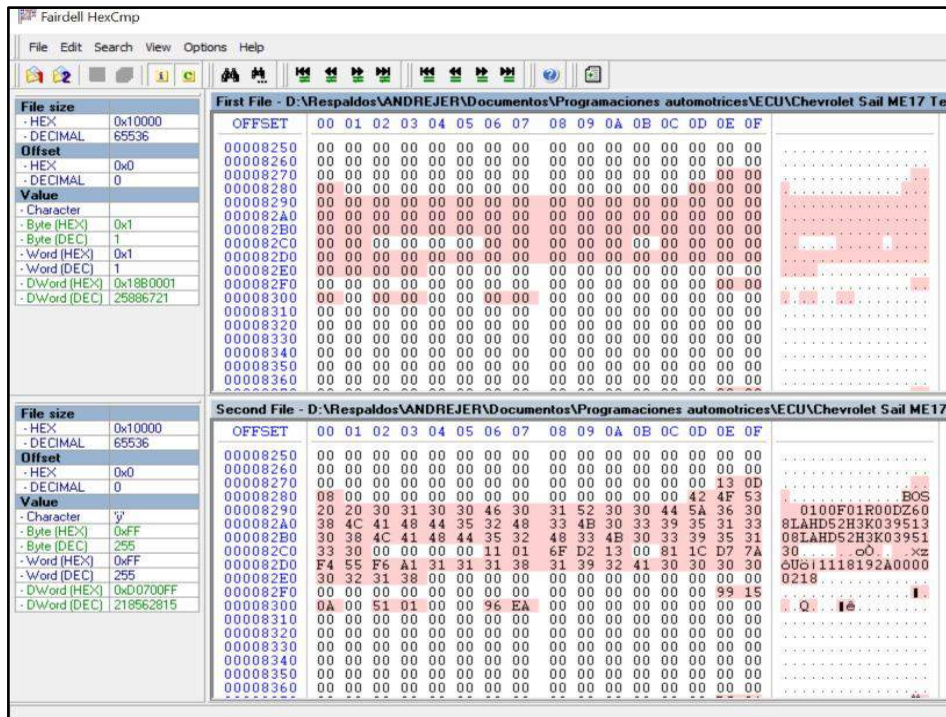
Además, esta la memoria Eeprom con la capacidad de 64KB en la contiene, contiene información del sistema inmovilizador, datos de información sobre la ECU, la actual versión de software y lo más importante información de su identificación el número de chasis.

En la prueba de banco se observa que no tiene en sus datos el número de chasis por ello no es posible que software no lo detectara automáticamente, para ello se tiene que seleccionar el vehículo manualmente. Al momento de simular las señales de sincronía no existía señal de inyección de combustible, señal de inyectores y bobinas, señales de CKP y CMP y señales de sincronía para que el motor trabaje de manera más eficiente en cada valor de régimen.



**Figura 3.1** Lectura de datos de la ECU anterior a la programación.

En la figura 3.1 muestra la diferencia entre los datos antes y después de la reprogramación de computadora ME17 de BOSCH, además en la parte superior indica la fecha en la cual fue programada por primera vez en el año 26-03-2015 y el cambio de sección de imagen inferior ya realizada la reprogramación en el año 11-11-2022.



**Figura 3.2** Lectura de datos de la ECU pre-programación

Otro dato importante para verificar la diferencia entre la lectura pre-programación y pos-programación es que en el primer archivo en la línea 82A0 no consta como dato de información el número VIN como se observa en la figura 3.2 y en el segundo archivo y la misma línea ya sale como dato informativo el número 8LAHDS2H3K0339513.

Con este dato encontrado en el archivo de lectura podemos decir que el proceso de programación ha sido exitoso, esto se puede verificar de manera más precisa al realizar el análisis del archivo extraído de la memoria flash con el software de reprogramación de computadoras automotrices, en el cual detecta automáticamente cada mapa de funcionamiento conjuntamente con sus datos en formatos decimal, hexadecimal y binario y graficas en 2D y 3D para un mejor entendimiento de datos que contiene esta ECU (Unidad de Control Electrónico) del vehículo Chevrolet Sail 1.5.

The screenshot shows the Fairdell HexCmp software interface. It displays two files for analysis, both with a file size of 0x180000 (1572864 bytes) and an offset of 0.

**First File - D:\Respaldo\ANDREJER\Documentos\Programaciones automotrices\ECU\Chevrolet Sail ME17 Test**

OFFSET	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
0004FB30	0C	F1	96	04	28	1F	3C	03	D5	D4	CA	22	91	10	00	FD
0004FB40	D9	FF	8A	A8	09	FF	00	08	0E	F7	91	10	00	FD	D9	FF
0004FB50	A0	98	0C	F0	2E	0B	91	10	00	FD	D5	D9	EA	22	D9	FF
0004FB60	A0	98	0C	F1	96	08	28	1F	3C	03	D5	D1	EA	22	91	10
0004FB70	00	4D	D9	42	A0	98	0C	20	6F	2F	25	00	D9	CF	83	A8
0004FB80	0C	F0	6F	4F	20	80	91	10	00	FD	D9	F3	B6	88	99	9F
0004FB90	34	10	09	31	C0	08	37	01	70	00	09	FF	C8	08	7F	F0
0004FBA0	1A	80	8B	11	00	00	91	10	00	FD	0C	21	96	10	E4	30
0004FBB0	D9	FF	AE	D8	2C	21	8F	00	60	F1	D5	DA	DD	22	A8	0F
0004FBC0	3C	0B	82	0F	D9	DF	B6	88	82	F0	A8	0F	D9	EF	AE	D8
0004FBD0	A8	00	D5	D2	DD	22	D9	4F	A0	98	0C	F0	2E	53	0C	F1
0004FBE0	AE	3E	0C	F1	2E	23	0C	F1	AE	3A	0C	F0	AE	18	0C	F1
0004FBF0	AE	46	0C	F1	37	0F	48	F0	FF	0F	13	00	91	10	00	2D
0004FC00	3B	60	F9	1F	91	10	00	FD	D5	D6	F8	02	D9	22	83	A8
0004FC10	D9	FF	AC	E8	0C	20	8F	0F	C1	F1	28	01	3C	10	91	10
0004FC20	00	2D	3B	30	FC	FF	91	10	00	FD	D5	DE	F8	02	D9	22
0004FC30	83	A8	D9	FF	AC	E8	28	0F	0C	20	96	10	D9	4F	A0	98
0004FC40	2C	20	0C	F0	6F	1F	3E	80	0C	F0	6F	2F	3B	00	91	10

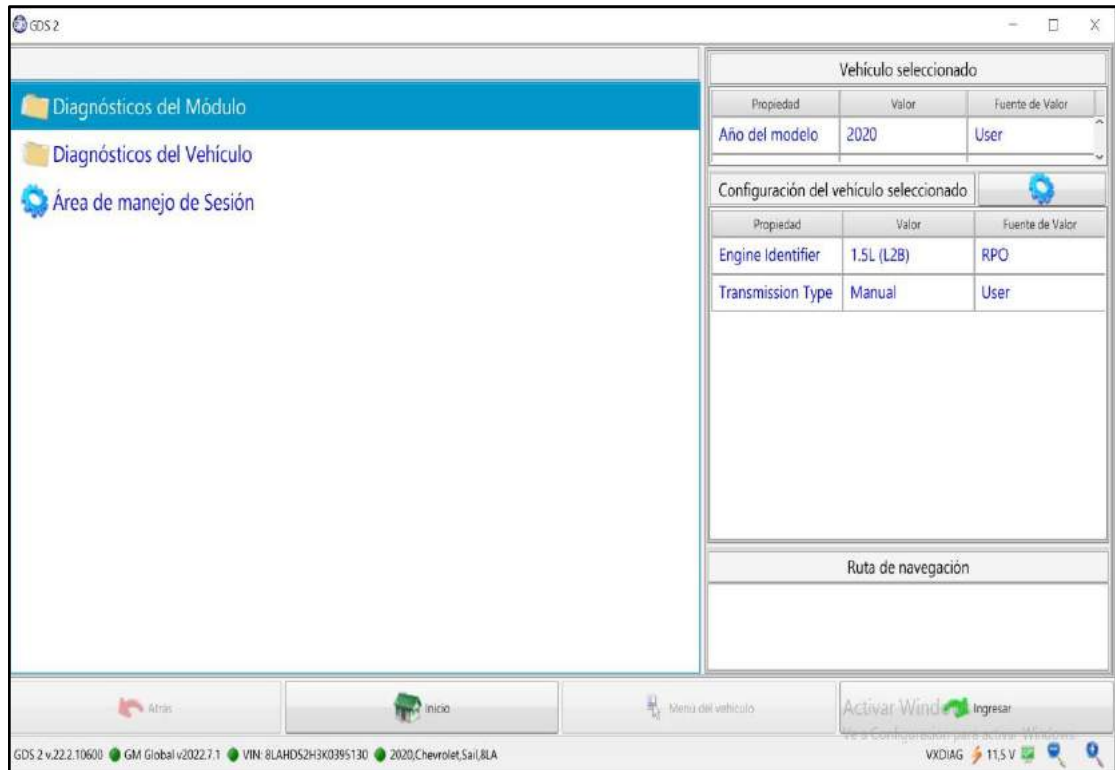
**Second File - D:\Respaldo\ANDREJER\Documentos\Programaciones automotrices\ECU\Chevrolet Sail ME17 Test**

OFFSET	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
0004FB30	AA	A8	0C	F0	6F	3F	11	80	91	10	00	FD	3B	90	F9	0F
0004FB40	91	10	00	2D	D9	FF	AB	A8	D9	22	C0	08	0C	F0	8F	8F
0004FB50	C0	F1	34	20	3C	10	D9	2F	80	A8	0C	F1	2E	0D	91	10
0004FB60	00	2D	3B	60	06	10	D9	4F	AB	A8	D9	22	C0	08	0C	F0
0004FB70	96	08	34	21	28	0F	91	10	00	FD	D9	FF	AB	A8	0C	F0
0004FB80	6F	3F	16	00	91	10	00	2D	D9	22	80	A8	0C	21	6F	0F
0004FB90	1F	00	91	10	00	FD	D9	FF	9B	98	09	FF	00	08	37	0F
0004FBA0	61	F0	6E	15	0C	21	96	02	2C	21	3C	11	91	10	00	FD
0004FBB0	D9	FF	9B	98	09	FF	00	08	37	0F	61	F0	6E	08	91	10
0004FBC0	00	FD	D9	FF	80	A8	0C	F1	96	02	28	1F	91	10	00	3D
0004FBD0	D9	32	80	A8	0C	20	37	0F	48	F0	CE	F8	D9	7F	AA	A8
0004FBE0	09	FF	00	08	37	0F	61	F0	EE	03	0C	21	2E	19	D9	3F
0004FBF0	80	A8	D5	DF	EE	22	0C	F1	96	04	28	1F	3C	03	D5	D7
0004FC00	EE	22	91	10	00	FD	D9	FF	AA	A8	09	FF	00	08	0E	F7
0004FC10	91	10	00	FD	D9	FF	80	A8	0C	F0	2E	0B	91	10	00	FD
0004FC20	D5	DF	CE	32	D9	FF	80	A8	0C	F1	96	08	28	1F	3C	03
0004FC30	D5	D7	CE	32	91	10	00	4D	D9	42	80	A8	0C	20	6F	2F
0004FC40	25	00	D9	CF	A3	A8	0C	F0	6F	4F	20	80	91	10	00	FD

Figura 3.3 Análisis de información de la ECU Pos-programación



En la figura 3.3 se observa que cada línea de código es diferente, más aún si lo revisamos línea por línea y columna por columna, por ser un archivo sumamente grande solo podemos indicar secciones de la parte inicial del archivo de lectura.



**Figura 3.4** Resultado de los datos que contiene la ECU ya reprogramada.

Con resultado de un proceso realizado, que ha salido perfecto, en la interfaz de GDS2 cuando está conectado con la computadora a bordo del vehículo, nos muestra los valores y datos del vehículo como año, su cilindrada y tipo de caja con la cual trabaja el vehículo seleccionado para el proceso de reprogramación.

Con la prueba de banco después de ser programada la ECU se puede observar que solo con ingresar el número de chasis del vehículo lo detecta automáticamente el software Techline Connect y además hay señal de inyectores y bobinas, señal de los sensores CKP y CMP y señales de sincronía para que el motor trabaje de manera más eficiente en cada valor de régimen del motor.



La figura 3.6 se muestra el mapa del sistema de encendido del vehículo de Sail con sus valores de sus ejes en números binarios los mismos que fueron transformados de hexadecimal para entender el lenguaje de la máquina que gestiona el motor del vehículo.

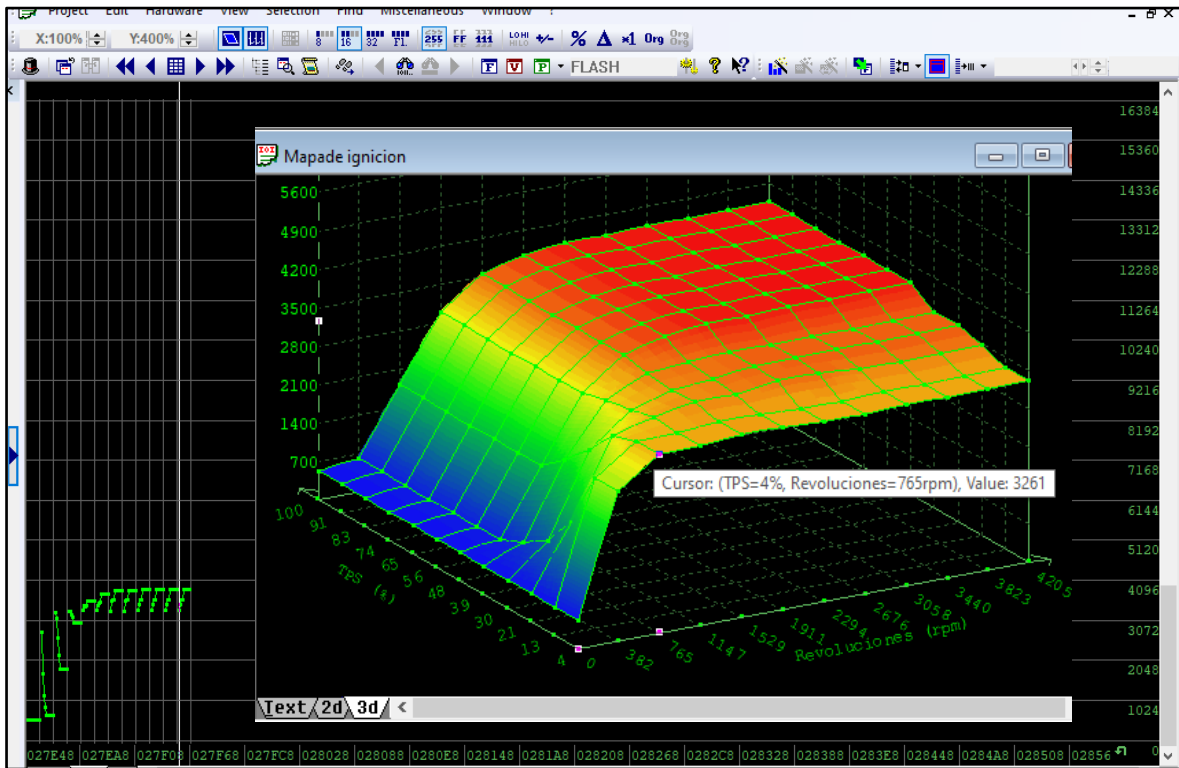


Figura 3.7 Mapa de encendido en 2D y 3D

En la figura 3.7 se puede apreciar el mapa del sistema de encendido en dos formatos tanto 2D y 3D graficado (en el eje X el porcentaje sensor TPS (sensor de posición del acelerador) versus la cantidad de RPM del motor en el eje Y, con respecto a los grados de giro del avance en el eje Z con valores numéricos que varían respecto a las RPM y el porcentaje de la apertura de la mariposa del acelerador para poder producir la chispa en el instante indicado.

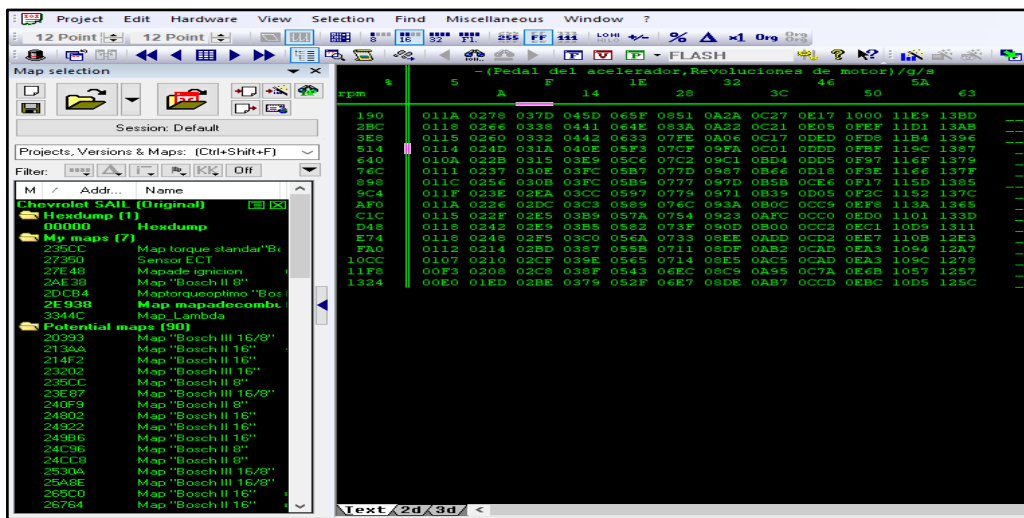
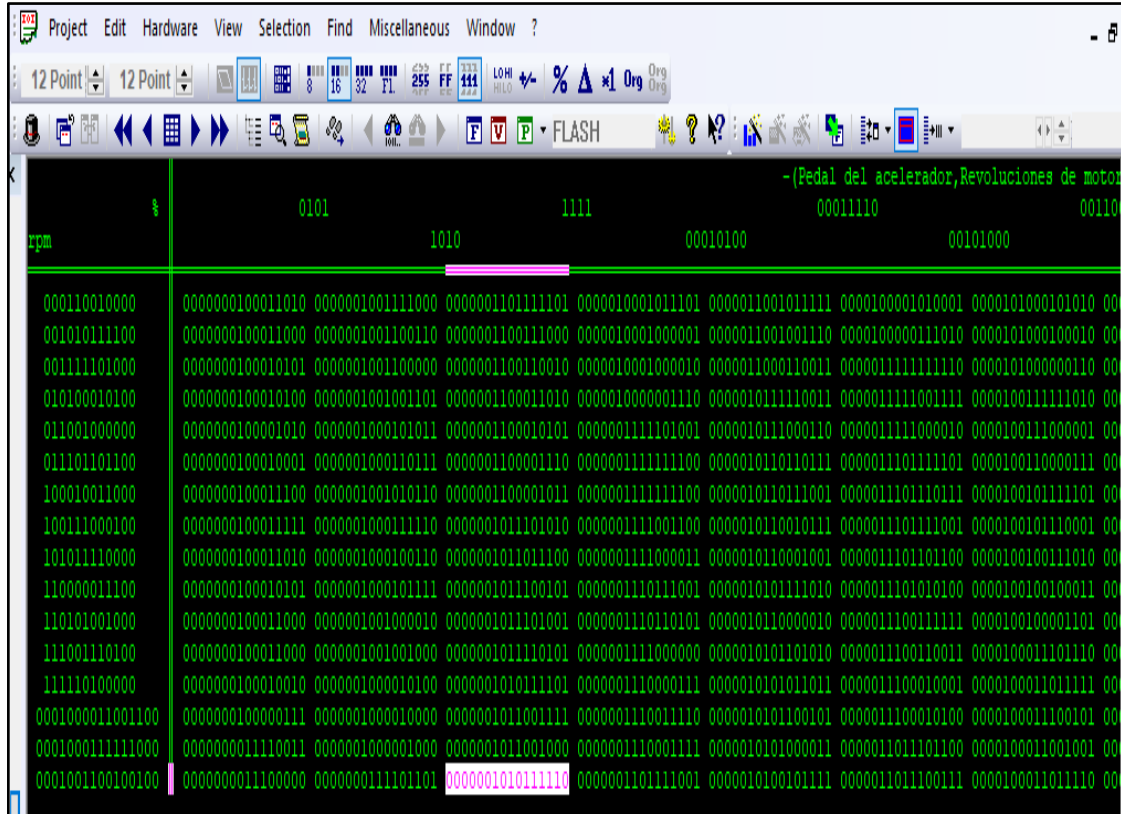


Figura 3.8 Mapa de combustible en números hexadecimales

En la figura 3.8 indica el interfaz de nuestro software Winols, el mapa del sistema inyección de combustible en números hexadecimal en los ejes X, Y, Z respectivamente los mismos que más adelante representan una gráfica del sistema de combustible.



**Figura 3.09** Mapa de combustible en números binarios

La figura 3.9 muestra el mapa de inyección de combustible en formato de números binarios en sus tres ejes respectivamente, además son valores de lenguaje de máquina la misma que interpreta apagado (0) y encendido (1) para poder prender y apagar según sea la opción correcta para la computadora.

En la figura 3.10 se indica la cartografía que indica los puntos de funcionamiento del motor gestionado por la computadora la misma que durante el funcionamiento del vehículo siempre está controlando y comparando el software que calcula esta función de inyectar combustible en cantidad y el tiempo necesario de apertura del inyector.

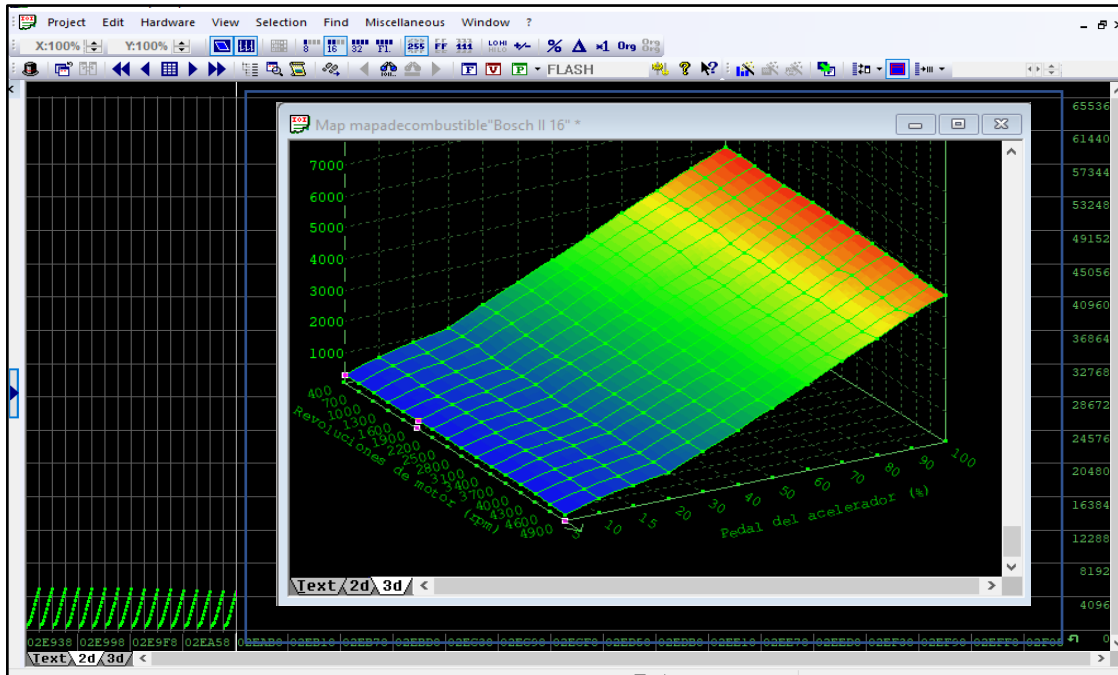


Figura 3.10 Mapa de combustible

En la figura 3.10 se aprecia el mapa de inyección de combustible en dos formatos, con valores en el eje de las abscisas RPM del motor, el eje de las ordenadas la cantidad de accionamiento del pedal del acelerador, en el eje Z el ancho de pulso de los inyectores aumenta en relación de la posición del pedal del acelerador y de las RPM en que el motor, a mayor porcentaje de accionamiento del pedal mayor ancho de pulso y viceversa.

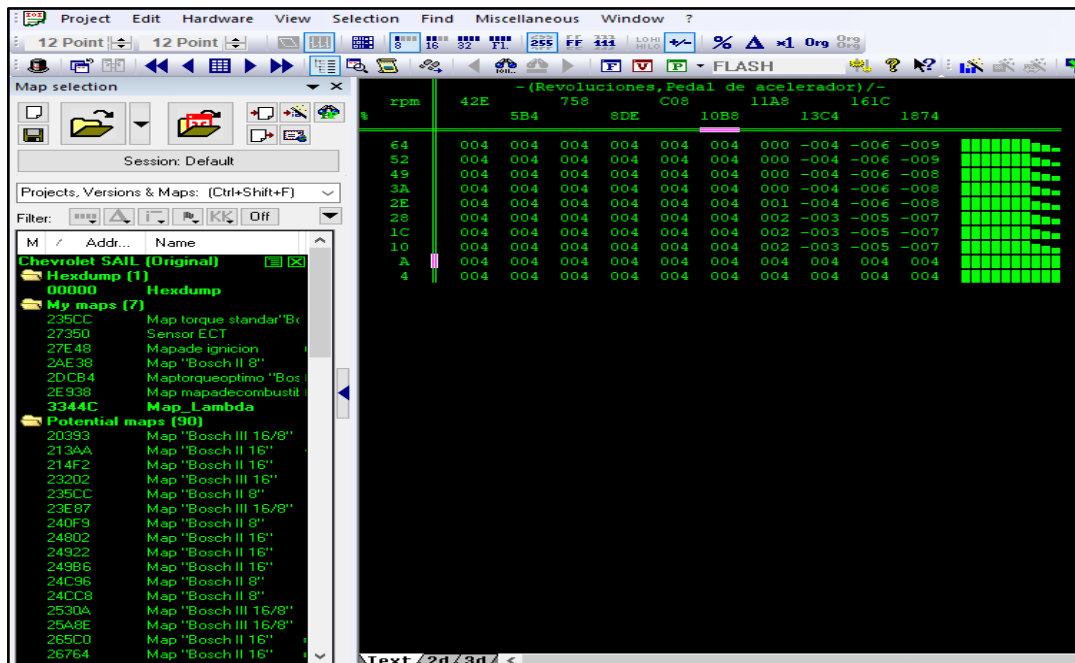
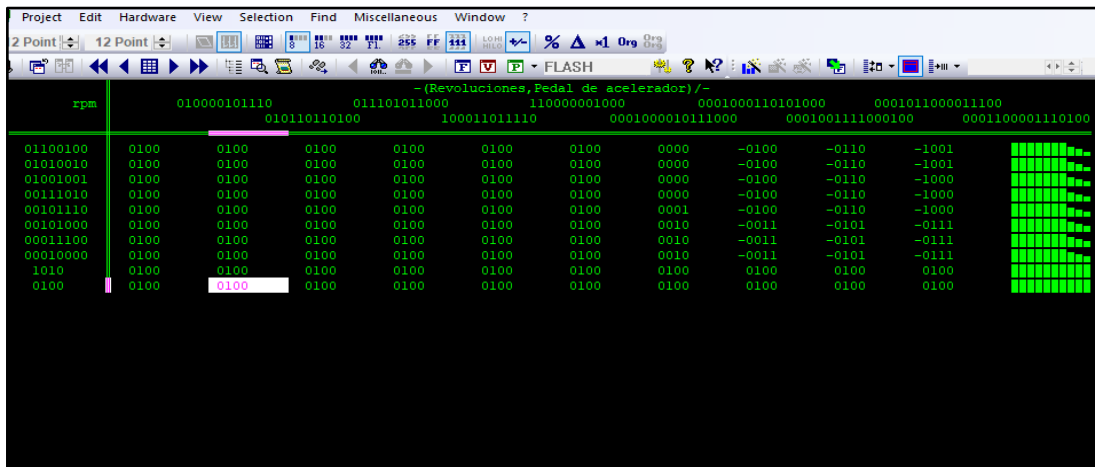


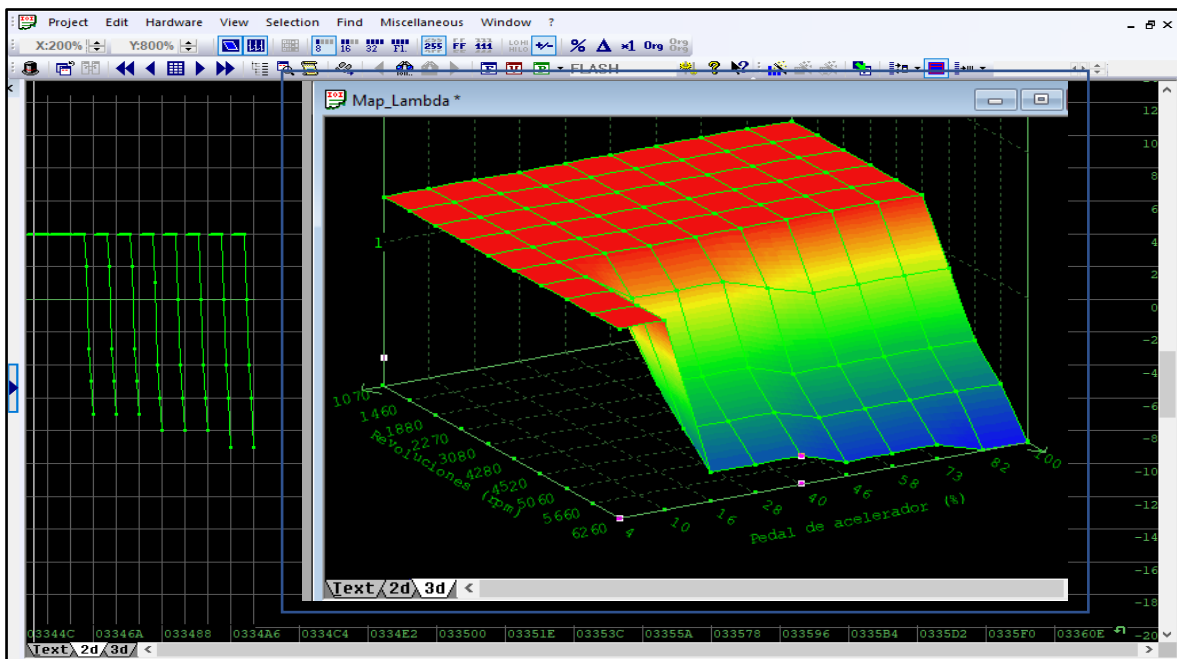
Figura 3.11 Mapa de lambda en números Hexadecimales

En la figura 3.11 de muestra el mapa que mide los valores de lambda en el interfaz del software Winols, el cual se presenta en formato de números hexadecimal para los tres ejes respectivamente.



**Figura 3.12** Mapa de lambda en números binarios

En la figura 3.12 se observa datos del mapa de lambda que será encargado de censar los valores más altos y mínimos de lambda en números binarios o lenguaje de máquina la misma que interpreta un cero apagado y un valor uno como encendido según el requerimiento de un actuador en específico.



**Figura 3.13** Mapa de lambda

Los mapas de lambda están en dos diferentes formatos como se indica en la figura 3.13, tanto 2D y 3D donde indica en el eje X el valor de RPM, en el eje Y la cantidad que se presiona el pedal del acelerador y en el eje Z el valor de lambda que es mayor a uno, conforme aumentan las RPM va aumentando la posición del pedal y a su vez disminuyendo valor de lambda indicando mezcla rica.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Se comprobó que los componentes que tiene el circuito de procesamiento y de registro de información constante del (Microcontrolador TC1728) de la ECU ME17.8, memoria flash (1536 kB) y memoria Eeprom (64 kB) respectivamente, la primera contiene la información de los mapas de todas las calibraciones, mapas de inyección de combustible, mapas de avance de encendido, datos de los sensores. Y la segunda contiene información del sistema inmovilizador, datos de información de la ECU, versión de software y lo más importante para su identificación, el número VIN.
- KTM Bench, permite la extracción de los archivos y saltar la seguridad identificando y extrayendo el password en el controlador y de esta manera desbloquearlo. La información que contienen las memorias del microcontrolador TC1728 de fábrica suele ser insuficiente para el normal funcionamiento de la ECU.
- En un banco de pruebas especializado de computadoras, las señales principales que se deben simular de manera real cómo si funcionara en el vehículo son las de CKP, CMP, señal del inmovilizador, alimentaciones de +30 permanente de batería, +15 de ignición y masas 31, con estas señales de entrada se verifica el funcionamiento de la computadora, comprobando las señales de salida como los actuadores, inyectores y faltando las señales de bobinas, testigo MIL y la señal de 5 V para sensores.
- Se comprobó en la ECU (Unidad de Control Electrónica) que al ser nueva no contiene ninguna información para el funcionamiento, tampoco el número VIN, por lo tanto para que funcione el vehículo es necesario realizar un proceso de programación y actualización, de esta manera el software buscará en toda su base de datos los últimos mapas, calibraciones y parámetros de funcionamiento de sensores, actuadores y datos del inmovilizador, para posterior cargar a la Unidad de control quedando lista para su funcionamiento.
- Posterior a la programación y calibración de la ECU, se encuentran datos relevantes como todos los mapas necesarios para el funcionamiento de cada sistema del vehículo. En el archivo de la memoria Eeprom podemos identificar el número de VIN, año de modelo del vehículo, cilindrada, tipo de transmisión y la información del inmovilizador.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Previo a la reprogramación de la ECU ME17 Bosch se recomienda tener una alimentación estable de corriente de 12V e internet de alta velocidad para evitar cualquier inconveniente durante el proceso.
- Investigar el proceso de programación en otros tipos de Unidad de Control o módulos como por ejemplo TCM (Módulo de Control de la Trasmisión), ABS (Anti lock Braking System), BSI (Body System Interface) pertenecientes a otros vehículos y marcas, de esta manera ampliar los conocimientos en reprogramación.
- Previo a la prueba en banco especializado para computadoras debemos verificar el diagrama de conexionado para evitar errores y contratiempos en el proceso.
- Todo técnico y aficionado a la automoción debe tener conocimiento básico de la gestión de la ECU (Unidad de Control Electrónica), de igual manera el proceso de programación y actualización de computadoras automotrices, y de esta manera realizar un proceso aceptable, mejorando la eficiencia del motor.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcivar, I. I. C. (2022). Introducción al Flash y Reprogramación J2534. Retrieved May 1, 2022, from <https://www.wtaetcom.app.exur.com/nota-tecnica-introduccion-al-flash-y-reprogramacion-j2534>.
- Aptiv. (2020). ¿Qué es la Unidad de Control Electrónica? Retrieved April 30, 2022, from <https://www.aptiv.com/es/tendencias/articulo/que-es-una-unidad-de-control-electronico>.
- Arciniega, F., & Fueltan, J. (2020). Reprogramación de funciones especiales en vehículos modernos aplicando ingeniería inversa a registros de memorias y microcontroladores de módulos automotrices. 1–210.
- Automotriz, I. Y. M. (2020). ¿Qué es la Computadora de motor PCM y cómo funciona? Retrieved April 30, 2022, from INGENIERÍA Y MECANICA AUTOMOTRIZ website: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/category/mecanica/sistema-electronico/pcm-ecm/>
- Avance, A. (2013a). Reprogramar un Módulo Electrónico PCM. Retrieved April 30, 2022, from Auto Avance website: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/136-reprogramar-un-modulo-electronico-pcm/>.
- Avance, A. (2013b). Tipos de Memorias y Programación de Computadoras Automotrices Ecus. Retrieved May 1, 2022, from Auto Avance website: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-memorias-computadoras-automotrices/>.
- Berizzo, R. (2022). El concepto de automóvil definido por software. Retrieved April 30, 2022, from AADECA website: <https://aadeca.org/index.php/2022/02/17/el-concepto-de-automovil-definido-por-software/>
- Castro, J. (2020a). Reprogramación con J2534. Retrieved May 1, 2022, from Auto Avance website: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/reprogramacion-j2534/>.
- Castro, J. (2020b). Reprogramación con J2534. Retrieved April 30, 2022, from Auto AVANCE website: Pero ya se lo comienza a realizar adquiriendo la herramienta que implementa el protocolo SAE J2534 y la interfaz necesaria Pass-Thru para realizar un diagnóstico y reprogramaciones.
- CELARLOS, A., & Reina, S. (2013). Determinación de los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros e implementación de un sistema automatizado en el automóvil. UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS.
- Connect, G. G. (2021). *No TitleGm Global Connect*. 1.
- Dueñas, V. (2020). *Diagnóstico Electrónico Del Motor 1.4 S-Tec Iii 16V Vehículo Chevrolet Sail En Un Banco Estacionario*. Universidad Internacional del Ecuador.

- Fernandez, S. (2010). Introducción al Flash y Reprogramación J2534. Retrieved May 1, 2022, from Cise Electronics Corp. website: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/174-introducción-al-flash-y-reprogramación-j2534.html>.
- Importaciones, H. (2022). GM MDI2 (Interfaz Original De Chevrolet GM) + Tis2Web & Tis2000. Retrieved April 30, 2022, from Importaciones Horus website: <https://cerebrosimportados.com/producto/gm-mdi2-interfaz-original-de-chevrolet-gm-tis2web-tis2000/>
- OBDexpress.co.uk. (2018). ¿Cómo usar GM MDI para la programación de Chevrolet SPS? Retrieved May 1, 2022, from CAR REPAIR NETWORK CO., LIMITED website: <https://www.obdexpress.co.uk/service/how-to-use-gm-mdi-for-chevrolet-sps-programming.html>.
- OBDexpress.co.uk. (2019). KTM Bench ECU chip Tuning Reviews. Retrieved May 1, 2022, from OBDexpress.co.uk website: <http://blog.obdexpress.co.uk/2019/06/11/ktm-bench-pcmflash-1-99-reviews/>.
- SÁNCHEZ, J., & TAIPE, R. (2018). *DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL*. Latacunga.
- Sánchez, L., Molano, M., Fabela, M., & Hernández, J. (2016). *Revisión documental del protocolo CAN como herramienta de comunicación y aplicación en vehículos*. (474), 1–69.
- S.A.U., F. A. (2019). Gestión del motor. Los 5 sentidos de la ECU. Retrieved April 30, 2022, from Automechanika Frankfurt website: <http://www.fae.es/es/reportaje-tecnico-sobre-sensores-fae-para-la-gestion-del-motor-11-212>.
- SL, C. A. E. (2017). CHIPTUNING Y REPROGRAMACIÓN DEL MOTOR. Retrieved April 30, 2022, from Car-tec Automotive website: <https://www.car-tec.es/servicios/chiptuning/>
- Soul, K. (2014). *Unidad de Control*. 6.
- TOP LLAVES. (2020). Funciones de la centralita del coche. Retrieved April 30, 2022, from Top Llaves website: <https://www.topllaves.com/blog/funciones-de-la-centralita-del-coche/>.
- Urzúa, A. (2020). REPROGRAMACIÓN DE COMPUTADORAS DEL AUTOMÓVIL. Retrieved April 30, 2022, from Automecanica Miller website: <https://automecanicamiller.com/2020/07/03/reprogramacion-de-computadoras-del-automovil/>
- Valencia., U. I. de. (2016). Conociendo el lenguaje de máquina. Retrieved May 1, 2022, from Universidad Internacional de Valencia. website: <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/conociendo-el-lenguaje-de-maquina>

WordPress.com., B. de. (2017). Hardware Arduino. Retrieved May 1, 2022, from  
Wordpress.com website:  
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/category/microcontrolador/>.

Workshop Tema, C. (2020). *Reprogramación de Ecus (Reflash J2534)*. México:  
YouTube.

## **ANEXOS**

## ANEXO I DESARMADO DE LA COMPUTADORA

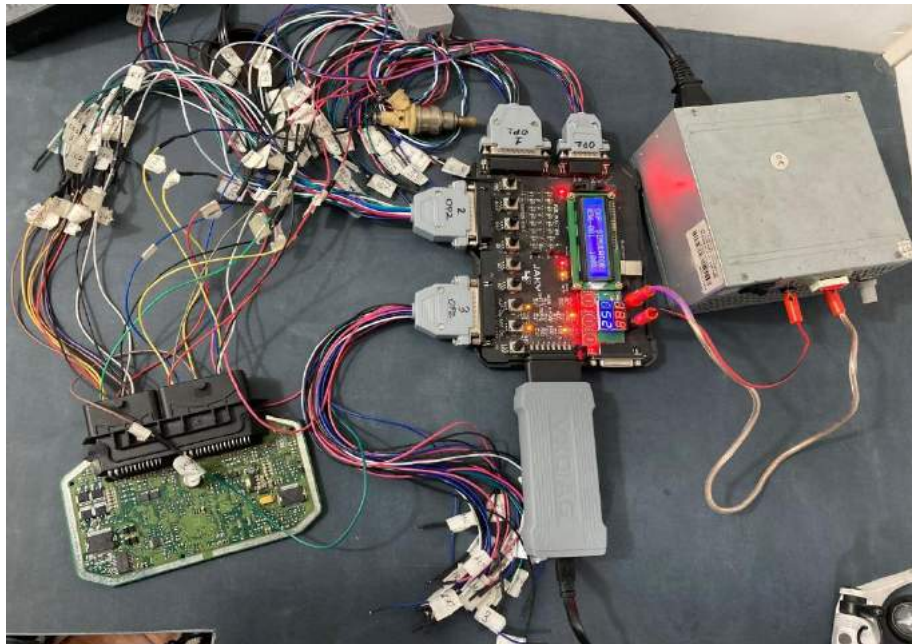


## ANEXO II EXTRACCIÓN DE PLACA DE CIRCUITOS



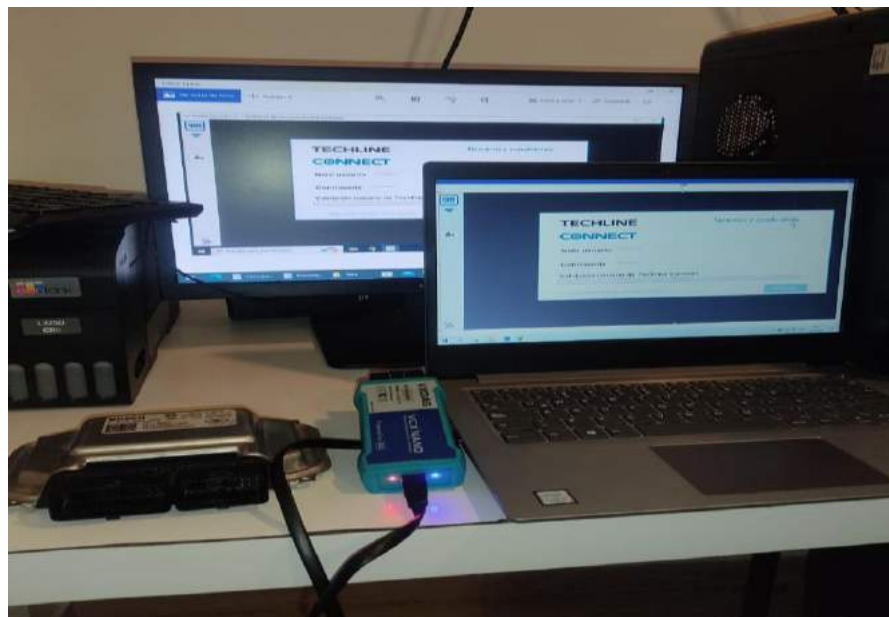
### ANEXO III

#### PRUEBA DE BANCO POST-PROGRAMACIÓN



### ANEXO IV

#### EQUIPOS NECESARIOS PARA LA REPROGRAMACIÓN



**ANEXO IV**  
**PINES DE LA ECU17 DE BOSCH**

Pin	Tamaño	Color	Circuito	Función
1	0.5	D-GN	2123	Señal de control de ignición – Cilindro 4
2	0.5	L-BU	2122	Señal de control de ignición – Cilindro 3
3	0.5	YE	2114	Señal de control de ignición – Cilindro 2
4	0.5	BE	150	Tierra
5	0.35	YE	630	Señal del sensor de posición del árbol de levas
6	-	-	-	No se utiliza
7	0.35	WH	919	Señal de sensor de temperatura del múltiple.
8	0.5	BN	435	Señal del sensor de posición de la válvula EGR
9	-	-	-	No se usa
10	0.5	BN	908	Señal de sensor de oxígeno caliente (HO2S) trasero.
11	0.35	D-GN	432	Señal del sensor de presión absoluta del distribuidor.
12	0.35	L-GN	9469	Baja referencia.
13	0.35	BN	918	Referencia 5V
14	0.35	BE	469	Baja referencia
15	0.5	BE	1271	Baja referencia
16	0.5	WH	1664	Referencia 5V
17	0.5	RED	140	Voltaje positivo de batería
18	0.35	L-GN	573	Referencia 5V
19	0.35	D-BU	916	Baja referencia

20	0.5	BN	907	Baja referencia
21	0.5	WH	3201	Referencia 5V
22	-	-	-	No se utiliza
23	-	-	-	No se utiliza
24	0.5	D-GN	7335	Control bajo del motor del actuador del acelerador.
25	0.5	L-BU	5292	Voltaje de encendido.
26	0.5	D-BU	2121	Señal de control de ignición – Cilindro 1
27	0.5	BE	150	Tierra
28	0.5	BE	150	Tierra
29	0.5	BE	150	Tierra
30	0.35	L-BU	2832	Señal del sensor de posición del cigüeñal
31	-	-	-	No se utiliza
32	0.5	YE	1661	Sensor de posición del pedal
33	0.35	BE	917	Baja referencia
34	0.5	L-GN	1662	Señal del sensor de posición del pedal
35	0.35	L-GN	3683	Señal del sensor de temperatura del evaporador de A/C
36	0.5	WH	203	Señal del sensor de presión de A/C
37	0.5	L-GN	30	Señal de sensor del nivel de combustible
38	-	-	-	No se utiliza
39	0.35	BE	2761	Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor
40	0.5	D-GN	7352	Señal HO2S
41	-	-	-	No se utiliza
42	0.5	VT	7355	Baja referencia
43	0.5	BN	1274	Referencia 5V
44	0.5	BE-WH	1272	Baja referencia
45	0.35	BN	915	Baja referencia
46	0.5	WH	914	Referencia de 5V
47	0.5	VT	1739	Voltaje de ignición 2/3
48	0.5	RED	340	Voltaje de ignición ½
49	0.5	YE	7336	Control alto del motor del actuador del acelerador
50	0.5	L-BU	5292	Voltaje de encendido
51	0.5	BN	473	Control del revelador del ventilador de enfriamiento de velocidad alta.
52	0.5	D-GN	335	Control del revelador del ventilador de enfriamiento de velocidad baja.
53	0.5	D-GN	21	Señal del sensor de posición del pedal del freno.



54	0.35	YE	710	Datos seriales altos de CAN
55	0.35	YE/BE	1807	Datos seriales bajos CAN
56	0.5	BN	20	Señal del sensor de pedal de freno.
57	0.5	VT/BE	1319	Datos seriales
58	0.5	YE	5270	Señal de velocidad del vehículo
59	-	-	-	No se utiliza
60	0.5	BN	66	Señal de solicitud de A/C
61-64	-	-	-	No se utiliza
65	0.5	BN/BE	486	Señal TC 2
66	0.5	BN	485	Señal TC 1
67	0.5	WH/BE	3202	Baja referencia
68	0.5	D-GN	817	Señal del sensor de velocidad del vehículo
69	0.35	D-BU	410	Baja referencia
70	-	-	-	No se utiliza
71	0.35	WH	1876	Señal del sensor de golpe
72	0.35	VT	496	Señal del sensor de golpe
73	-	-	-	No se utiliza
74	0.75	BE	150	Tierra
75	0.75	BE	150	Tierra
76	0.5	YE	7017	Señal del control de puerto de admisión variable.
77	0.5	WH	459	Control de revelador del compresor de A/C
78	0.75	YE/RED	7013	Señal de control de inyector de combustible- Cilindro 2
79	0.75	YE/WH	7011	Señal de control de inyector de combustible – Cilindro 3
80	0.75	YE	7010	Señal de control de inyector de combustible- Cilindro 1
81	0.75	YE/BE	7012	Señal de control de inyector de combustible – Cilindro 4
82	-	-	-	No se usa
83	0.5	BE	913	Señal de control de múltiple de admisión variable
84	0.5	D-GN	817	Salida de señal de velocidad del vehículo.
85	0.5	WH	135	Salida de señal de transmisión controlada electrónicamente (ECT)
86	0.5	VT	458	Señal de control de revelador de bomba de combustible.
87	0.5	WH	902	Señal de control del revelador de arranque.

88	0.5	BE	9349	Control bajo del calentador del sensor de oxígeno delantero.
89	-	-	-	No se utiliza
90	0.5	BE	7354	Baja referencia de calentador
91	0.5	D-GN	7414	Salida de señal de nivel de combustible.
92	0.5	BN	419	Control de la MIL
93	-	-	-	No se utiliza
94	0.5	D-BU	5372	Señal de control del revelador principal
95	0.5	D-BU	5372	Control de solenoide de purga de bote EVAP
96	-	-	-	No se utiliza
97	0.5	WH	121	Señal de velocidad del motor
98	0.5	L-GN	436	Control de la válvula de recirculación de gases de escape.
99-100	-	-	-	No se utiliza

Fuente: (Dueñas, 2020)