



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “INVESTIGACIÓN DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y
PROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ DE LOS MÓDULOS
MEDIANTE EL USO DE INTERFACES”**

AUTOR: HERNÁNDEZ PANTOJA, SEBASTIÁN ALEJANDRO

DIRECTOR: ING. ERAZO LAVERDE, WASHINGTON GERMÁN

LATACUNGA

2020



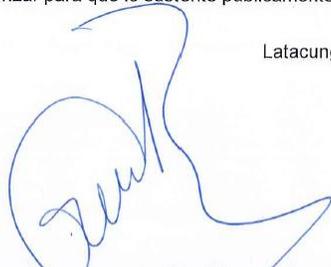
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación **“INVESTIGACIÓN DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y PROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ DE LOS MÓDULOS MEDIANTE EL USO DE INTERFACES.”** Fue realizado por el señor: **Hernández Pantoja, Sebastián Alejandro** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por las herramientas de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 20 de enero del 2020.



Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

C.C. 050143263-7



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Hernández Pantoja, Sebastián Alejandro** declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“INVESTIGACIÓN DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y PROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ DE LOS MÓDULOS MEDIANTE EL USO DE INTERFACES.”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 20 de enero del 2020.



Hernández Pantoja, Sebastián Alejandro

C.C. 1719192815



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, **Hernández Pantoja, Sebastián Alejandro** declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“INVESTIGACIÓN DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y PROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ DE LOS MÓDULOS MEDIANTE EL USO DE INTERFACES.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 20 de enero del 2020.

A handwritten signature in blue ink is positioned above the name. The signature is stylized and appears to be a cursive representation of the name 'Sebastián Alejandro Hernández Pantoja'.

Hernández Pantoja, Sebastián Alejandro

C.C. 1719192815

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que siempre han estado pendientes de mí durante toda esta etapa de estudios y también a aquellas que se fueron sumando en el transcurso Universitario.

A mi mami que siempre ha estado al cuidado de mí, apoyándome en todas las áreas de mi vida, por lo cual estoy muy contento en saber que siempre contare con ella en el cumplimiento de todos mis sueños y metas que me proponga en los próximos años bajo la cobertura y bendición de nuestro Padre Dios.

A mi ñaña que ha estado pendiente de mi sin importar las circunstancias o las dificultades, ella siempre me cuida y me aconseja sin importar en qué lugar me encuentre, además de sus cariño y amor que siempre me ha brindado.

A mi abuelita que siempre me ha apoyado tanto emocionalmente como económicamente durante todos mis años de vida estudiantil y por qué siempre esta presta a compartir con mi mami y mi ñaña.

AGRADECIMIENTOS

A mi Padre Dios porque siempre derrama bendiciones sobre mí y también por su misericordia que tiene para conmigo ya que por medio de su Gloria sus hijos somos Grandes.

A mi primer mentor Mario Benavides porque su testimonio, amistad y consejos siempre serán pilares fundamentales en todas las áreas de mi vida en cualquier lugar en el que me encuentre.

A mi cobertura espiritual Daniel Morales porque siempre ha estado pendiente de mí desde el primer día que hable con él, más aún este último año el cual fue un tiempo muy diferente para mí tanto espiritual como profesional, estoy muy agradecido con él por confiar en mí y compartirme de sus enseñanzas para el resto de mi vida.

A mi profesor Javier Villalva por todas sus enseñanzas y por respaldarme en los momentos de dudas e incertidumbres que he tenido a lo largo de mi vida: familiar, espiritual y estudiantil.

A mi hermano David Basantes por cuidarme, por ser de gran apoyo y también por estar pendiente de mí ya que siempre está presto a ayudarme, aconsejarme y solventar mis dudas espirituales.

A mi líder Marcelo Yar por brindarme de su amistad durante mi crecimiento espiritual y profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN.....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACION.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes investigativos.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Descripción resumida del proyecto.....	4
1.4. Justificación e importancia.....	5
1.5. Objetivos del proyecto.....	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6
1.6. Metas.....	7

1.7. Hipótesis.....	7
1.8. Variables de investigación.....	7
1.8.1. Variable independiente.....	7
1.8.2. Variable dependiente.....	8
1.8.3. Operacionalización de variables.....	8
1.9. Metodología.....	9
1.9.1. Método inductivo.....	9
1.9.2. Método deductivo.....	10
1.9.3. Método analítico.....	10
1.9.4. Método experimental.....	10
1.9.5. Método de medición.....	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Concepto de redes.....	12
2.1.1. Tipos de configuración de una red.....	15
2.1.2. Programación y reprogramación.....	19
2.1.3. Módulos a reprogramar.....	20
2.1.4. Reprogramar o no reprogramar.....	20
2.1.5. Introducción al flash J2534 y reprogramación.....	21
2.2. Interfaz J2534.....	24
2.3. Protocolos de comunicación J2534.....	27
2.3.1. Uso de protocolos J2534.....	28

2.3.2. Tech II seguido de GDS con MDI.....	29
2.3.3. Protocolos UART.....	29
2.3.4. Protocolos actuales de la interfaz J2534.....	30
2.4. Hardware.....	31
2.4.1. Programación abordo y fuera del vehículo Onboard vs Offboard.....	33
2.4.2. Energía constante.....	34

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO Y REPROGRAMACIÓN

3.1. Interface Cardaq M.....	36
3.1.1. Módulos de la Cardaq M.....	37
3.2. Diagnóstico del Toyota Prius.....	37
3.3. Diagnóstico del Toyota Highlander hibrido.....	40
3.4. Diagnóstico del Hyundai Ioniq.....	43
3.5. Interface VCMII para Ford.....	45
3.5.1. Módulos del VCMII.....	46
3.6. Reprogramación del vehículo Ford Ecosport.....	47
3.7. Interface Cardaq M-MC.....	52
3.7.1. Bus de protocolos del Cardaq M Mega Can.....	53
3.7.2. Diagnóstico del Hyundai Accent.....	54
3.7.3. Reprogramación del vehículo Toyota Yaris.....	56
3.7.4. Reprogramación del vehículo Hyundai Tucson.....	63

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Introducción.....	68
4.2. Diagnóstico del Toyota Yaris después de la reprogramación.....	69
4.3. Diagnóstico de los modelos Hyundai después de la reprogramación.....	71
4.4. Análisis y resultados.....	73

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. Recursos.....	75
5.1.1. Recursos humanos.....	75
5.1.2. Recursos materiales.....	75
5.1.3. Recursos tecnológicos.....	76
5.1.4. Presupuesto.....	76

CONCLUSIONES.....	77
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	79
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	81
--------------------------	-----------

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización de la variable independiente</i>	8
Tabla 2 <i>Operacionalización de la variable dependiente</i>	8
Tabla 3 <i>Metodología</i>	11
Tabla 4 <i>Proceso de diagnóstico Toyota Prius</i>	34
Tabla 5 <i>Proceso de diagnóstico Toyota Highlander</i>	37
Tabla 6 <i>Proceso de diagnóstico Hyundai Ioniq</i>	40
Tabla 7 <i>Proceso de reprogramación Ford</i>	44
Tabla 8 <i>Proceso de diagnóstico Hyundai Accent</i>	51
Tabla 9 <i>Proceso de reprogramación Toyota Yaris</i>	53
Tabla 10 <i>Proceso de reprogramación Hyundai Tucson</i>	61
Tabla 11 <i>Recursos humanos utilizados en el proyecto de investigación</i>	63
Tabla 12 <i>Recursos materiales utilizados en el proyecto de investigación</i>	69
Tabla 13 <i>Recursos tecnológicos utilizados en el proyecto de investigación</i>	71
Tabla 14 <i>Presupuesto utilizado en el proyecto de investigación</i>	75
Tabla 15 <i>Presupuesto utilizado en el proyecto de investigación</i>	75
Tabla 16 <i>Presupuesto utilizado en el proyecto de investigación</i>	76
Tabla 17 <i>Presupuesto utilizado en el proyecto de investigación</i>	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol del planteamiento de los problemas.....	3
Figura 2. Red de comunicación de 4 módulos.....	14
Figura 3. Red de comunicación punto a punto.....	16
Figura 4. Red de comunicación en anillo.....	16
Figura 5. Red de comunicación estrella.....	17
Figura 6. Red de comunicación lineal.....	18
Figura 7. Red de comunicación maestro esclavo.....	18
Figura 8. Software para Toyota.....	19
Figura 9. Software para Hyundai.....	19
Figura 10. Software para módulos Nissan.....	20
Figura 11. Diagnóstico del vehículo Hyundai Ioniq.....	22
Figura 12. Análisis de los módulos del Toyota Highlander.....	22
Figura 13. Taller especializado Toyota.....	23
Figura 14. Página principal web para adquirir las calibraciones Toyota.....	24
Figura 15. Software Techstream para Toyota.....	25
Figura 16. Precios para cada suscripción de Hyundai.....	26
Figura 17. Suscripción de Toyota.....	26
Figura 18. Protocolo de comunicación clase 2.....	27
Figura 19. Protocolo J2534 con modulo CAN.....	28
Figura 20. Interface MDI y software GSD.....	29
Figura 21. Protocolos Tech 2.....	30
Figura 22. Protocolos actuales J2534.....	30
Figura 23. Conexión de la PC, interface y vehículo.....	31
Figura 24. Cardaq M.....	31
Figura 25. Interface Cardaq M conectada a la PC portátil.....	32

Figura 26. Conexión para el Toyota Highlander.....	32
Figura 27. Banco de pruebas para ecus.....	33
Figura 28. Conexión del banco de pruebas.....	33
Figura 29. Reprogramación onboard.....	34
Figura 30. Cargador.....	34
Figura 31. Conexión de dispositivo de recarga.....	35
Figura 32. Fuente de alimentación.....	35
Figura 33. Cardaq M.....	36
Figura 34. Toyota Prius 2010.....	37
Figura 35. Interface Cardaq M.....	38
Figura 36. Conexión OBDII.....	38
Figura 37. Conexión completa.....	38
Figura 38. Interface en comunicación.....	38
Figura 39. Techstream para Toyota.....	39
Figura 40. Especificaciones del vehículo.....	39
Figura 41. Cargando diagnóstico.....	39
Figura 42. Listado de ECUS.....	39
Figura 43. Diagnóstico de todas las ECUS.....	39
Figura 44. Todas las ECUS del Toyota Prius.....	40
Figura 45. Estado de salud.....	40
Figura 46. Toyota Highlander.....	40
Figura 47. Interface Cardaq M.....	41
Figura 48. Conexión OBDII.....	41
Figura 49. Conexión completa.....	41
Figura 50. Interface en comunicación.....	41
Figura 51. Techstream para Toyota.....	42

Figura 52. Cargando diagnóstico.....	42
Figura 53. Listado de ECUS.....	42
Figura 54. Diagnóstico de todas la ECUS.....	42
Figura 55. ECUS del Toyota Highlander.....	43
Figura 56. Estado de salud.....	43
Figura 57. Hyundai Ioniq 2018.....	43
Figura 58. Interface Cardaq M.....	44
Figura 59. Conexión OBDII.....	44
Figura 60. Conexión completa.....	44
Figura 61. Interface en comunicación.....	44
Figura 62. J2534 HMA para Hyundai.....	45
Figura 63. Inicializando diagnóstico.....	45
Figura 64. Vehículo sin actualizaciones.....	45
Figura 65. VCMII de Ford.....	46
Figura 66. Ford Ecosport 2014.....	47
Figura 67. Interface VCMII.....	48
Figura 68. Conexión OBDII.....	48
Figura 69. Conexión completa.....	48
Figura 70. Interface en comunicación.....	48
Figura 71. IDS 115.02A para Ford.....	49
Figura 72. Pestaña TCM.....	49
Figura 73. Reconocimiento del VIN.....	49
Figura 74. Confirmación del VIN.....	49
Figura 75. Quitar contacto.....	50
Figura 76. Dar contacto.....	50
Figura 77. Aviso.....	50

Figura 78. Dar contacto.....	50
Figura 79. Descargando datos.....	50
Figura 80. Proceso de borrado.....	51
Figura 81. Datos de reprogramación.....	51
Figura 82. Dar contacto.....	51
Figura 83. Quitar contacto.....	51
Figura 84. Dar contacto.....	52
Figura 85. Reprogramación finalizada.....	52
Figura 86. Indicaciones.....	52
Figura 87. Etiqueta del módulo.....	52
Figura 88. Cardaq M Mega Can.....	53
Figura 89. ECU del vehículo.....	54
Figura 90. Interface Cardaq M Mega Can.....	54
Figura 91. Banco de pruebas.....	55
Figura 92. Interface de comunicación.....	55
Figura 93. J2534 Hyundai Motor América para Hyundai.....	55
Figura 94. Inicializando diagnóstico.....	55
Figura 95. Verificación de actualizaciones.....	56
Figura 96. Ecu del vehículo.....	56
Figura 97. Interface Cardaq M Mega Can.....	57
Figura 98. Banco de pruebas.....	57
Figura 99. Alimentación.....	57
Figura 100. Interface en comunicación.....	57
Figura 101. Techstream para Toyota.....	58
Figura 102. Datos del vehículo.....	58
Figura 103. Listado de ECUS.....	58

Figura 104. Diagnóstico de todas las ECUS.....	58
Figura 105. ECUS del Toyota Yaris.....	58
Figura 106. Estado de salud.....	59
Figura 107. Calibración para actualizar.....	59
Figura 108. Página web NASTF.....	59
Figura 109. Usuario y contraseña.....	59
Figura 110. Datos del vehículo.....	59
Figura 111. Pdf para calibraciones.....	60
Figura 112. Calibraciones.....	60
Figura 113. Descarga de archivo.....	60
Figura 114. Programa CUW.....	60
Figura 115. Selección de interfaz.....	60
Figura 116. Descarga de información.....	61
Figura 117. Confirmación de calibración.....	61
Figura 118. Programación del vehículo.....	61
Figura 119. Cargando datos.....	61
Figura 120. Poner en contacto.....	61
Figura 121. Actualización de calibración.....	62
Figura 122. Calibración correcta.....	62
Figura 123. Cargando datos.....	62
Figura 124. Contacto encendido.....	62
Figura 125. Descargando información.....	62
Figura 126. Reprogramación correcta.....	63
Figura 127. ECU del vehículo.....	63
Figura 128. Interface Cardaq M Mega Can.....	63
Figura 129. Banco de pruebas.....	64

Figura 130. Fuente de alimentación.....	64
Figura 131. Interface en comunicación.....	64
Figura 132. J2534 HMA para Hyundai.....	65
Figura 133. Selección de interface.....	65
Figura 134. Inicializando diagnóstico.....	65
Figura 135. Update detectado.....	65
Figura 136. Selección de Update.....	66
Figura 137. Datos del vehículo.....	66
Figura 138. Descarga del archivo.....	66
Figura 139. Reprogramación.....	66
Figura 140. Quitar y dar contacto.....	67
Figura 141. Reprogramación finalizada.....	67
Figura 142. Numeración de calibración antigua.....	69
Figura 143. Numeración de calibración nueva.....	69
Figura 144. Numeración de calibraciones.....	69
Figura 145. DTC's después de la reprogramación.....	70
Figura 146. No se puede reprogramar una calibración ya programada.....	70
Figura 147. Numeración de calibración antigua.....	71
Figura 148. Numeración de calibración nueva.....	71
Figura 149. Numeración de calibraciones.....	71
Figura 150. Numeración de calibraciones.....	72
Figura 151. Sin reprogramación.....	72
Figura 152. Sensor de oxígeno.....	73
Figura 153. Caja automática.....	74

RESUMEN

La presente investigación se trata de las diferentes técnicas de diagnóstico y programación de módulos para lo cual se seleccionó tres tipos de interfaces bajo el protocolo de comunicación J2534, realizando el diagnóstico de los siguientes vehículos: Toyota Prius, Hyundai Ioniq y el Toyota Highlander usando la interface Cardaq M, para el proceso de programación se obtiene el software y las respectivas calibraciones de la base de datos digital NASTF. Para la reprogramación de módulos de la marca Toyota se aplica dos software diferentes el Techstream y el CUW (Calibration Update Wizard), a diferencia de los modelos Hyundai se aplica el software J2534 Hyundai Motor América y la interface usada para la programación es la Cardaq M-MC. A diferencia de los modelos Ford se utiliza el software IDS 115.02A mientras que la interface para diagnóstico y programación es la VCM II, los vehículos que se reprogramaron son: Hyundai Tucson y el Toyota Yaris, luego se realizó la reprogramación del vehículo Ford Ecosport, tomando en consideración que para los vehículos Hyundai y Ford no es necesario descargar ninguna calibración ya que el mismo software de diagnóstico descargo las actualizaciones para que los módulos puedan ser programados, previamente se realizó un diagnóstico de los vehículos que se reprogramaron para un óptimo funcionamiento.

PALABRAS CLAVE:

- **PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN J2534**
- **VEÍCULOS - REPROGRAMACIÓN**
- **VEHÍCULOS HÍBRIDOS**

ABSTRACT

The present investigation is about the different diagnostic techniques and programming of modules for which three types of interfaces are selected under the J2534 communication protocol, making the diagnosis of the following vehicles: Toyota Prius, Hyundai Ioniq and Toyota Highlander using the interface Cardaq M, the software and the respective calibrations of the NASTF digital database are obtained for the programming process. For the reprogramming of modules of the Toyota brand, two different software, the Techstream and the CUW (Calibration Update Assistant), a difference from the Hyundai models is applied, the J2534 Hyundai Motor America software is applied and the interface used for programming is the Cardaq M -MC. Unlike the Ford models, the IDS 115.02A software is used while the diagnostic and programming interface is the VCM II, the vehicles that were reprogrammed are: Hyundai Tucson and Toyota Yaris, then the reprogramming of the Ford Ecosport vehicle was carried out, taking in consideration that for Hyundai and Ford vehicles it is not necessary to download any calibration since the same diagnostic software downloads the updates for the programmed modules, a diagnosis is made of the vehicles that were reprogrammed for an optimal state of operation.

KEYWORDS

- **J2534 COMMUNICATION PROTOCOL**
- **VEHICLES-REPROGRATION**
- **HYBRID VEHICLES**

CAPÍTULO I

MÁRCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes Investigativos

(Sandoval, 2017) indica que: en los Estados Unidos la EPA (Agencia de Protección Ambiental) designó a la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) diseñar un protocolo de comunicación que permitiera a cualquier técnico en cualquier lugar, utilizando un equipo y software de bajo costo acceder para tener la posibilidad de actualizar el firmware de la ecu con el fin de instalar las mejoras implementadas en cada fabricante. Es por esto que a partir del 2004 aparece la interface J2534 que permite hacer este tipo de trabajo con un costo accesible para los talleres independiente. Toda computadora automotriz ECU contiene instalado un firmware en su memoria, este es el programa encargado de dar instrucciones a los actuadores electrónicos del motor para buscar las mejores condiciones de operación de acuerdo a la información recibida por los sensores.

(Román, 2017) indica que: con respecto a equipos de diagnóstico en la actualidad son mucho más pequeños, el cual comprende de un software ya sea en una computadora o tablet, y de un interface que puede ser alámbrico o inalámbrico el cual permite tener una comunicación completa con la computadora del carro permitiendo ver todos los datos del vehículo incluso en vivo permitiendo así poder realizar diagnósticos con mayor facilidad.

(Fidalgo, 2014) indica que: aunque es un proceso muy sencillo, reprogramar la unidad de control del motor puede acabar en un fallo catastrófico. Si, por ejemplo, la

comunicación se corta por algún motivo durante el proceso, la centralita quedará completamente inutilizada. Para evitar (en lo posible) que pase este inconveniente, hay que entender cómo se debe proceder de forma correcta con cada uno de los diferentes tipos de reprogramación de unidades de mando. Por supuesto, se deberá seguir a rajatabla las instrucciones de fabricante.

(Calderón, 2016) indica que: a mediados de la década de los noventa, después de casi seis años de investigación entre SAE (Society of Automotive Engineer), CARB y EPA, la nueva generación sistemas de diagnóstico fue lanzada con el nombre de OBDII (Sistema de diagnóstico abordo versión dos), el estándar OBDII incorporó un conector de diagnóstico, definió las partes del motor que obligadamente debían ser monitoreadas y bajo que parámetros, los distintos tipos de fallos se estandarizaron de tal forma que ayudaría a reparar la falla en menos tiempo y de forma correcta. OBDII estandarizó los protocolos de comunicación con la Unidad de Control del Motor o ECU (Engine Control Unit). La estandarización de protocolo de comunicación facilitó el diagnóstico de los automóviles, ya que no se necesita de herramienta de diagnóstico propia del fabricante. OBDII tiene como fin controlar de una manera más rigurosa la emisión de gases y la vez diagnosticar el funcionamiento anormal de automóviles para cumplir con las reglas establecidas por EPA.

(Carpio, 2013) indica que: actualmente, los protocolos de comunicación existentes llevan los nombres de: CAN (Controller Area Network) desarrolladas por Bosch, de VAN (Vehicle Area Network) presentada por PSA (Peugeot Societe Anonyme), J1850 puesta a punto por la SAE (Sociedad Americana de Ingenieros del Automóvil) protocolo utilizado

por Chrysler, GM, Ford y BEAN (Body Electronic Área Network) protocolo utilizado por Toyota.

1.2. Planteamiento del problema

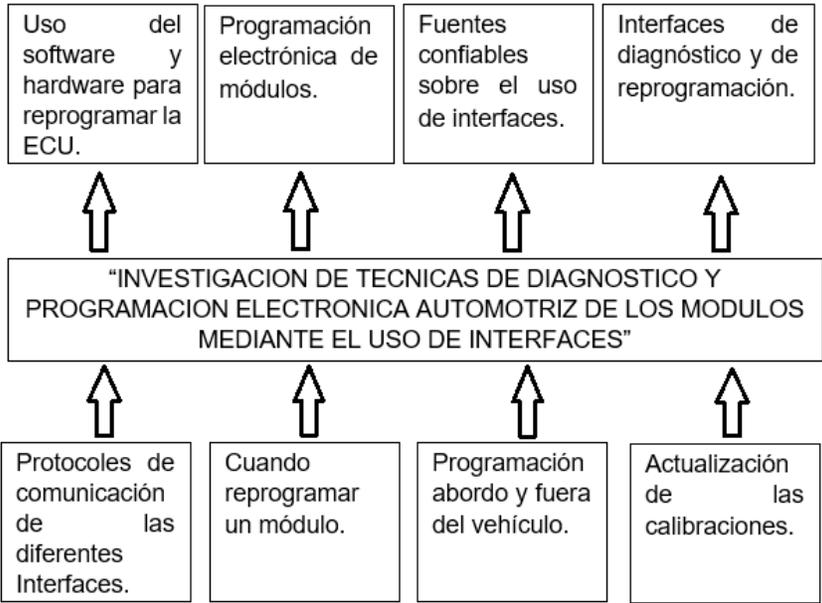


Figura 1. Árbol del planteamiento de los problemas.

En la figura 1. Se muestra la problemática y las soluciones que se desarrolló mediante la investigación de técnicas de diagnóstico y programación electrónica automotriz de los módulos mediante el uso de interfaces.

Las diferentes actualizaciones de módulos que posee un vehículo se pueden obtener mediante las bases de datos confiables del internet como por ejemplo la NASTF, ya que debido a las normativas de regulación que poseen las marcas de vehículos a nivel mundial están en la obligación de poner a disposición las diferentes

calibraciones que poseen los vehículos con el paso del tiempo, ya que con este tipo de información se puede saber en qué momento se tiene que realizar una reprogramación de módulos, cabe considerar que existen actualmente interfaces tipo multimarca que realizan diagnóstico y programación, dado con esto se pudo realizar la reprogramación de módulos abordo y fuera de los vehículos.

1.3. Descripción resumida del proyecto

Se procedió a investigar en fuentes confiables los diferentes tipos de interfaces de diagnóstico y mejoramiento automotriz que existen en el mercado con la finalidad de poder realizar la respectiva programación electrónica de los módulos.

Se seleccionó diferentes tipos de interfaces de diagnóstico en el campo automotriz bajo la normativa OBD que tiene como principal objetivo facilitar el diagnostico de averías y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos.

Se investigó las técnicas de diagnóstico que poseen cada una de las respectivas interfaces seleccionadas con la finalidad de proceder correctamente a la programación electrónica de los respectivos módulos.

Se aplicó correctamente los diferentes protocolos del J2534 que tiene como objetivo crear una interface directa la cual permite la programación de la ECU, tomando en cuenta el tipo de conexión que tiene cada una de la interfaces seleccionadas ya sea por medio de cable, de forma inalámbrica, de manera móvil y con el mismo uso de internet entre otras.

Se usó correctamente las técnicas de diagnóstico por medio de las interfaces previamente seleccionadas para poder realizar la programación electrónica de módulos, leyendo los datos de diagnóstico tanto específicos como genéricos del fabricante y visualizar su significado.

Se analizó el funcionamiento correcto y la mejora que existe en los módulos después de haber realizado la programación electrónica por medio de las diferentes interfaces seleccionadas.

1.4. Justificación e importancia

El impacto de la electrónica en el automóvil sigue evolucionando rápidamente, lo cual implica que el ingeniero automotriz debe poseer conocimientos de equipos electrónicos mucho más avanzados para solucionar las fallas que se pueden presentar en los diferentes módulos electrónicos del vehículo a través del diagnóstico y la programación de estos mismos. En la investigación que se va a desarrollar se evidenció la influencia que tienen las técnicas de diagnóstico y la programación de módulos para dar mantenimiento y solución de control electrónico.

Para las diferentes técnicas de diagnóstico con las interfaces, permiten verificar los diferentes tipos de PID's y DTC's del sistema de control electrónico para su respectivo análisis de funcionamiento.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general

- Investigar las técnicas de diagnóstico y programación electrónica automotriz de los módulos mediante el uso de interfaces.

1.5.2. Objetivos específicos

- Consultar información bibliográfica sustentable de las diferentes interfaces de diagnóstico y programación automotriz.
- Seleccionar diferentes tipos de interfaces de diagnóstico en el campo automotriz.
- Verificar PID's y DTC's del sistema de control electrónico mediante las interfaces seleccionadas.
- Realizar la programación de módulos del sistema de control electrónico.
- Por medio de los protocolos de comunicación del J2534 realizar el diagnóstico correcto de los módulos del vehículo.
- Realizar las conexiones de las diferentes interfaces seleccionadas ya sea por medio de cable, de forma inalámbrica, de manera móvil y con el mismo uso de internet entre otras.

1.6. Metas

- Ejecutar el diagnóstico con un 95% de precisión aplicando las diferentes técnicas mediante el uso de interfaces seleccionadas.
- Realizar las respectivas reprogramaciones de cada uno de los módulos seleccionados en los vehículos: Toyota, Hyundai y Ford para su óptimo funcionamiento.

1.7. Hipótesis

¿El uso de interfaces de tipo automotriz permite realizar un diagnóstico y programación eficiente del sistema de control electrónico?

1.8. Variables de investigación

1.8.1. Variable independiente

- Interface de uso automotriz

1.8.2. Variable dependiente

- Técnicas de diagnóstico
- Programación electrónica automotriz

1.8.3. Operacionalización de las variables

- **Variable Independiente**

Tabla 1

Operacionalización de la variable independiente

Concepto	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumentos
Las interfaces son componentes electrónicos que permiten la comunicación entre la ECU del vehículo y la computadora convencional portátil.	Tecnológico	Protocolos de comunicación	J2534	Experimental Prueba de laboratorio	Cardaq - M
		Lectura de módulos	Estado de salud del vehículo	Experimental Prueba de laboratorio	Cardaq - M

- **Variable Dependiente**

Tabla 2

Operacionalización de la variable dependiente

Concepto	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumento
Las técnicas de diagnóstico que se utilizan en referencia al tipo de conexión ya sea: inalámbrica, por cable, móvil o ya sea con el uso del internet.	Tecnológico	Módulos del Toyota Highlander 2010 J2534	Voltaje Corriente	Experimental Prueba de laboratorio	Protocolo de pruebas
	Tecnológico	Módulos del Hyundai Ioniq 2018 J2534	Voltaje Corriente	Experimental Prueba de laboratorio	Protocolo de pruebas
	Tecnológico	Módulos del Toyota Prius 2010 J2534	Voltaje Corriente	Experimental Prueba de laboratorio	Protocolo de pruebas
Concepto	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumentos

CONTINÚA 

La programación electrónica automotriz hace referencia a la modificación de parámetros en los módulos seleccionados mediante el uso de interfaces y también del uso de las calibraciones disponibles en la base de datos NASTF.	Tecnológico	Módulos del Toyota Yaris 2012 J2534	Voltaje Corriente	Experimental Prueba de laboratorio	Protocolo de pruebas
	Tecnológico	Módulos del Ford Ecosport 2014 J2534	Voltaje Corriente	Experimental Prueba de laboratorio	Protocolo de pruebas
	Tecnológico	Hyundai Tucson 2014 J2534	Voltaje Corriente	Experimental Prueba de laboratorio	Protocolo de pruebas

1.9. Metodología

1.9.1. Método inductivo

Este método se empleó para la investigación de las técnicas de diagnóstico y programación de módulos y, por medio de esta se realizó una selección de varias interfaces a utilizar para llegar a conclusiones que determinaron la viabilidad de la reprogramación de módulos.

1.9.2. Método deductivo

Por medio de este método se determinó correctamente el funcionamiento del sistema electrónico verificando los PID's y los DTC's por medio de las interfaces que se escogieron.

1.9.3. Método analítico

Aplicando este método se obtuvieron las diferentes calibraciones y, mediante estas se realizó el diagnóstico de cada una de ellas para la actualización de módulos del sistema de control electrónico.

1.9.4. Método experimental

En este método se utilizó las interfaces seleccionadas y se procedió a la reprogramación de módulos de las marcas: Toyota Yaris, Ford Ecosport y Hyundai Tucson.

1.9.5. Método de medición

Este método permitió obtener los PID's de los módulos ya actualizados por medio de las interfaces seleccionadas para analizar si existen nuevas actualizaciones para un correcto funcionamiento del sistema electrónico.

Tabla 3
Metodología

Método	Descripción	Instrumento/Equipo	Laboratorio
Método Inductivo	Este método se empleó para la investigación de las técnicas de diagnóstico y programación de módulos y, por medio de esta se realizó una selección de varias interfaces a utilizar para llegar a conclusiones que determinaron la viabilidad de la reprogramación de módulos.	- Laptop - Internet	- Laboratorio de Autotrónica
Método Deductivo	Por medio de este método se determinó correctamente el funcionamiento del sistema electrónico verificando los PID's y los DTC's por medio de las interfaces que se escogieron.	- Interfaz Cardaq M - Toyota Highlander 2010 - Hyundai Ioniq 2018 - Toyota Prius 2010	- Laboratorio de Autotrónica

CONTINÚA 

Método Analítico	Aplicando este método se obtuvieron las diferentes calibraciones y, mediante estas se realizó el diagnóstico de cada una de ellas para la actualización de módulos del sistema de control electrónico.	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaz Cardaq M - Toyota Highlander 2010 - Hyundai Ioniq 2018 - Toyota Prius 2010 	- Laboratorio de Autotrónica
Método Experimental	En este método se utilizó las interfaces seleccionadas y se procedió a la reprogramación de módulos de las marcas: Toyota Yaris, Ford Ecosport y Hyundai Tucson.	<ul style="list-style-type: none"> - Laptop - Internet - Cardaq M-MC - Toyota Yaris - Hyundai Tucson - Ford Ecosport 	- Laboratorio de Autotrónica
Método de Medición	Este método permitió obtener los PID's de los módulos ya actualizados por medio de las interfaces seleccionadas para analizar si existen nuevas actualizaciones para un correcto funcionamiento del sistema electrónico.	<ul style="list-style-type: none"> - Laptop - Internet - Cardaq M-MC - Toyota Yaris - Hyundai Tucson - Ford Ecosport 	- Laboratorio de Autotrónica

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Concepto de Redes.

(Haghighatkhah, Anijamali, Pakanen, Oivo, & Kuvaja, 2017) indican que: el software y hardware en la industria automotriz se encuentra en constante evolución, ya que esto se evidencia en los vehículos premium, que contienen funciones de usuario compuestas por hasta 2.500 funciones de software atómicas individuales y desplegadas en más de 70 plataformas incrustadas. Además, en las últimas cuatro décadas, la cantidad de software en vehículos ha evolucionado de cero a cientos de millones de líneas de código, y se espera que este crecimiento continúe en el futuro. Las razones de este rápido desarrollo son la disponibilidad de recursos de hardware barato y poderoso y la demanda de innovación y nuevas funciones. La introducción de software en la industria del automóvil no sólo ha apoyado la realización de funciones innovadoras, sino que también ha reducido el consumo de gas y mejorado el rendimiento, la comodidad y la seguridad mediante la electrificación de sistemas automotrices. Además, el software es económicamente relevante porque tiene un costo de replicación insignificante, permite que el hardware se reutilice en diferentes vehículos, y permite la diferenciación en masa y la personalización. (p.4)

(Augeri, 2017) menciona que: Los diferentes sistemas anti contaminación, seguridad y confort instalados en los nuevos modelos de vehículos han llevado a la necesidad de utilizar diferentes módulos que controlen estas gestiones electrónicas. Como cada uno de estos módulos requieren sensores, actuadores y un método de comunicación para el diagnóstico, sería muy complicado disponer para cada uno de ellos de estos tres elementos por separado, por esta razón se hace necesario buscar por parte del fabricante la mejor ubicación para cada uno de los módulos y la manera de poder usar componentes en común para eliminar el excesivo cableado. Por este motivo se requiere que exista una red de comunicación en la cual se comparte la información entre los módulos además lleva al conector de diagnóstico (DLC) que comunicara con el scanner. En el siguiente ejemplo se puede observar de qué forma varios módulos requieren la misma información de una misma condición, pero sería muy complicado que de este sensor saliera un cable con la señal para cada uno de los módulos que la necesiten. (p.1)

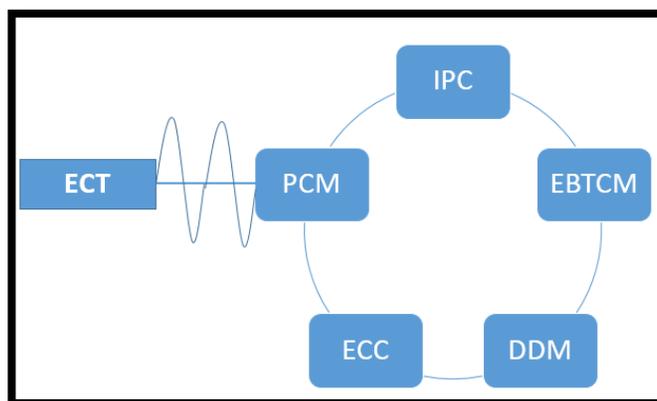


Figura 2. Red de comunicación de 4 módulos.

- **PCM:** Modulo de control del motor y transmisión.
- **IPC:** Modulo de control del tablero de instrumentos.
- **EBCTM:** Modulo de control del sistema de frenos (ABS).
- **DDM:** Modulo de control de puertas y ventanas del lado del conductor.
- **ECC:** Modulo de control del sistema de Aire Acondicionado.

Se puede observar que la señal del sensor de temperatura del motor ECT está conectada por una conexión de 2 cables al sensor PCM, para lo cual en este paso la señal llega como un voltaje variable que depende directamente de la temperatura.

Una vez que la señal pasa por el sensor PCM este mismo se encarga de colocar en la red la información de temperatura, pero no como un voltaje variable dependiente de la temperatura si no como un voltaje de señal digital denominada llamada de comunicación o también lenguaje de comunicación, la información se coloca en la red y será utilizada por el modulo que la necesite, en nuestro caso los módulos que tomaran esta señal digital son los siguientes:

- **IPC:** Este módulo la utiliza para poder colocar la lectura de temperatura en el panel de instrumentos del vehículo.
- **PCM:** Lo utiliza para poder controlar la inyección de combustible en función de la temperatura y otras funciones como la del sistema de calefacción y la desconexión de cilindros para seguridad, este módulo también se encarga de colocar la información de la temperatura en la red.

- **EEC:** La utiliza para poder operar las estrategias del aire acondicionado, en el habitáculo y también para funcionar como compresor en condiciones seguras.

En el caso de los demás módulos de esta red: DDM y EBTCM dentro de sus funciones no requieren la información de la temperatura del motor para lo cual no la utilizan aunque el dato esté presente en la red estos módulos únicamente lo rechazan.

El mensaje se encuentra completamente codificado para que los módulos tengan acceso a la lectura de la información en cualquier momento, aunque se puede dar el caso que cualquier modulo se necesite cambiarlo por otro que sea exactamente igual y simplemente este no funcione debido a que necesita realizarse una programación de este nuevo módulo o configurarlo con las características propias del vehículo.

2.1.1. Tipos de configuración de una red.

(Alvarado, 2018) menciona que: las redes en el sistema electrónico Automotriz están representadas por diferentes configuraciones las cuales estas dependen del tipo de fabricante que diseñe la electrónica del auto y de sus respectivos componentes instalados en cada modelo de vehículo.

- a) Configuración punto a punto:** Es la más sencilla de todas las configuraciones que se pueden encontrar en una red, la cual está compuesta únicamente por dos módulos posee la ventaja de ser la más sencilla cuando se utiliza comunicación entre dos módulos, no tiene uniones ni conexiones como por ejemplo la comunicación del PCM con el scanner, cabe recalcar que esta configuración puede tener uno o dos cables trenzados.



Figura 3. Red de comunicación punto a punto.

- b) Configuración anillo:** Esta configuración es parte de redes más grandes por las cuales se pueden encontrar entre cuatro y veinte módulos, posee la ventaja de la redundancia la cual significa que si la red se abre la información puede viajar en otro sentido y llegar a varios módulos, la desventaja de esta configuración es que cada módulo necesita mínimo dos nodos de conexión.

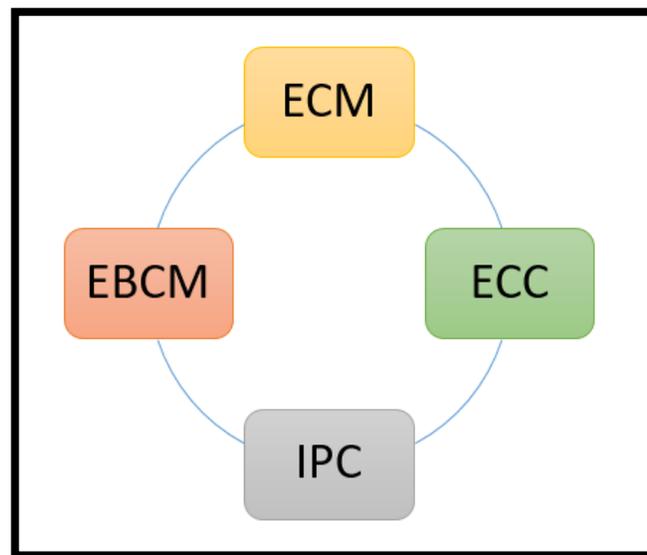


Figura 4. Red de comunicación en anillo.

- c) **Configuración anillo:** Esta configuración posee la ventaja de tener una estructura muy centralizada lo cual significa que si algo ocurre con algún módulo de esta red, solo el modulo queda sin funcionamiento, los demás módulos siguen funcionando correctamente, la desventaja es que posee un nodo central el cual genera una gran cantidad de cableado desde este nodo central hacia cada uno de los módulos, el nodo central también se lo denomina nodo maestro.

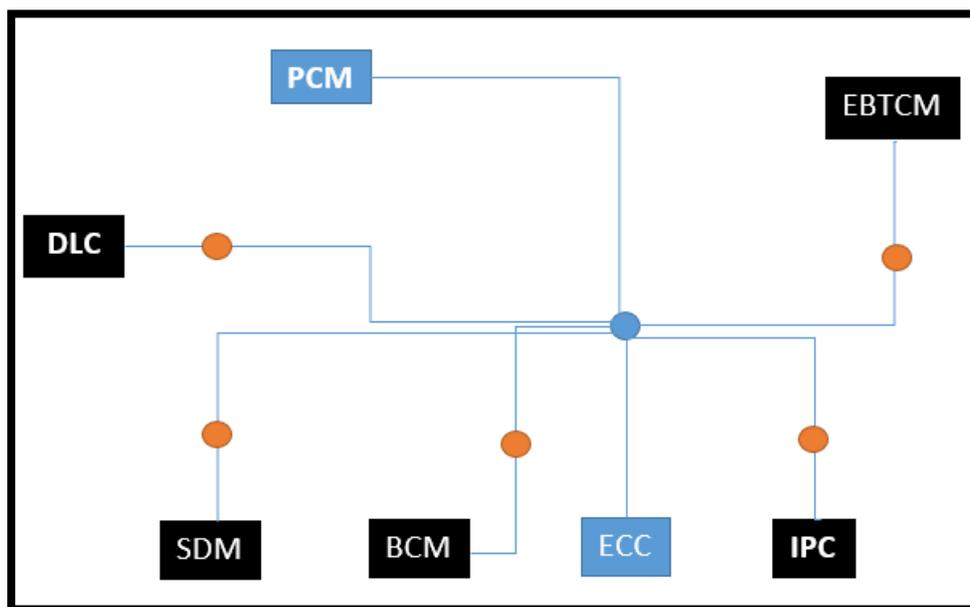


Figura 5. Red de comunicación estrella.

- d) **Configuración Lineal:** Esta configuración posee una gran ventaja a diferencia de otras ya que tiene una mínima cantidad de cable para la red, ayuda a facilitar una ruta de alambrado a lo largo del vehículo y no necesita ningún tipo de orden para la lectura de datos de cualquier módulo que este dentro de la red, su desventaja es la

incomunicación de todos los módulos al momento que se rompa el cable de comunicación, su método de conexión está formado por uno o dos cables trenzados.

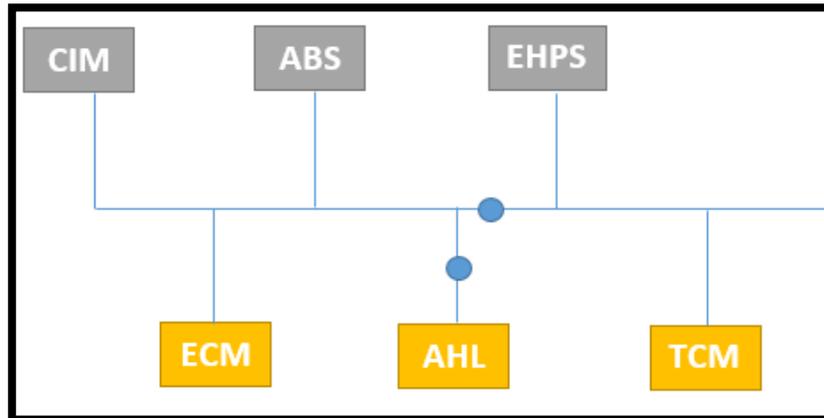


Figura 6. Red de comunicación lineal.

e) Configuración Maestro Esclavo: Esta configuración es un tipo de red completamente independiente a la comunicación de la red principal, pero dado el caso por lo menos un módulo de esta red si está en comunicación con la red principal, por tal razón el modulo que está conectado a la red principal se llama maestro y los demás módulos de esta red reciben el nombre de esclavos.

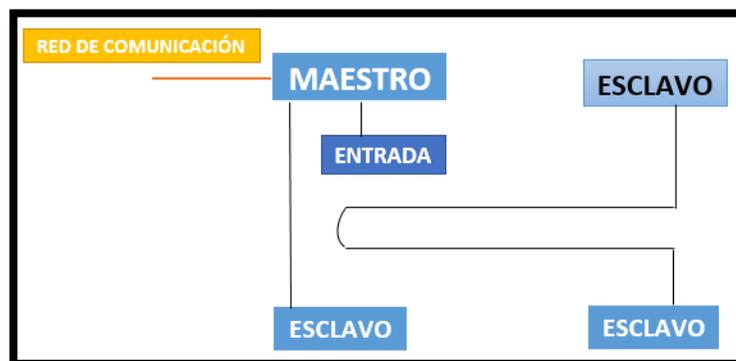


Figura 7. Red de comunicación maestro esclavo.

2.1.2. Programación y Reprogramación.

La programación es un término que hace referencia a la descarga de un software dentro de un módulo, este proceso se utiliza en un módulo nuevo que no contiene ningún sistema operativo.

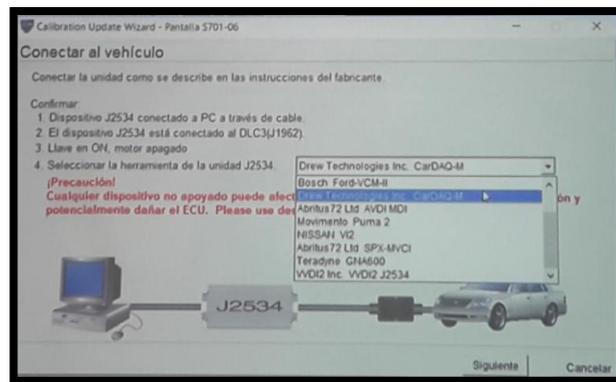


Figura 8. Software para Toyota.

La reprogramación es un término que hace referencia a la descarga de un software dentro de un módulo, este módulo ya contiene un software instalado previamente, ya sea un módulo nuevo o que ya esté en funcionamiento en el vehículo.



Figura 9. Software para Hyundai.

2.1.3. Módulos que se pueden programar.

Actualmente no todos los módulos necesitan de la descarga de un software para su correcto funcionamiento, ya que a través de una simple inicialización o selección de opciones se puede lograr que un módulo nuevo se adapte sin problemas al vehículo.



Figura 10. Software para módulos Nissan.

2.1.4. Reprogramar o no reprogramar.

- No existe ninguna duda que los beneficios de la reprogramación son considerables en la reparación del automóvil, lo que sí existe son debates acerca de cómo y cuándo debemos reprogramar un módulo.
- La marca Ford establece que cada vehículo que está presente en la línea de reparación debe ser diagnosticado para verificar la existencia de alguna actualización para algún módulo.
- Se sabe que el vehículo funcionara mejor luego de actualizarle el software con el último que exista en sus módulos. La ventaja de este método es que los módulos del vehículo estarán trabajando con la última calibración y en teoría no presentaran problema relacionado con la reprogramación.

- Lo opuesto de este método es que cada módulo debe ser actualizado únicamente cuando el vehículo presenta algún problema donde la solución sea reprogramar algún modulo.
- Varios técnicos calificados mencionan que el proceso de reprogramación es delicado y se corren riesgos de perder la comunicación con el vehículo para lo cual conlleva en ciertas ocasiones a tener que cambiar el modulo que está siendo reprogramado.
- En ciertas ocasiones se puede encontrar que existen calibraciones específicas para varios vehículos con ciertas opciones de equipamiento, y algunas veces de acuerdo a las condiciones climáticas en donde el vehículo circula.
- La reprogramación de un módulo que posee características equivocadas varias veces trae nuevos síntomas en la conducción del vehículo que anteriormente no estaban presentes.

2.1.5. Introducción al flash J3534 y reprogramación.

Actualmente los nuevos vehículos poseen un gran número de módulos a bordo dado que cada módulo realiza un funcionamiento específico, considerando que los días de diagnóstico y reparación de los automóviles sin ninguna computadora portátil ya no existen.



Figura 11. Diagnóstico del vehículo Hyundai Ioniq.

Los nuevos vehículos poseen módulos como por ejemplo el ECM modulo del control del motor, TCM modulo del control de trasmisión, ABS sistema de bloqueo anti frenado en fin muchos módulos de control para operar todos los sistemas de control electrónicos.

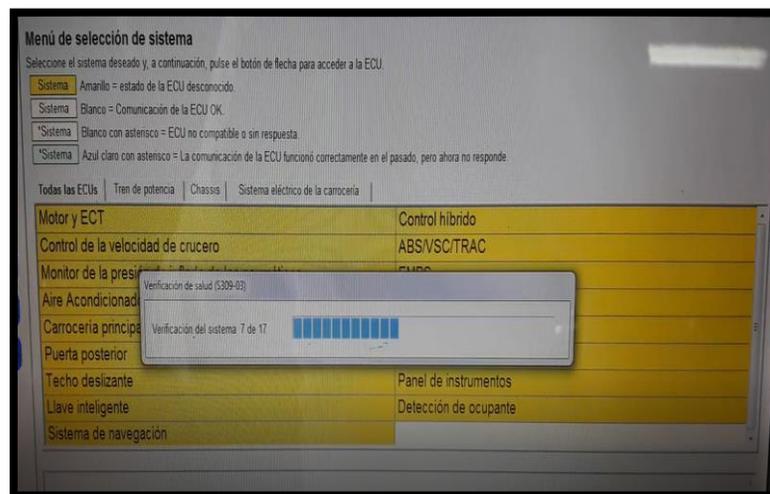


Figura 12. Análisis de los módulos del Toyota Highlander.

Cada módulo viene programado desde fábrica con un software que le permite realizar ciertas funciones. Como por ejemplo en la ECM existe un software que contiene cientos o miles de parámetros para poder controlar el salto de chispa, la cantidad de combustible, velocidad de cruce, control de las emisiones, facilidad de conducción y rendimiento. La actualización de software en estos módulos es también conocida como flash reprogramación. Se considera que en los concesionarios de automóviles nuevos la flash reprogramación es relativamente sencillo dado que los técnicos de servicio están conectados online a la fábrica de automóviles propia ya sea en cualquier lugar que estos se encuentren y poseen las herramientas especializadas para la reprogramación.

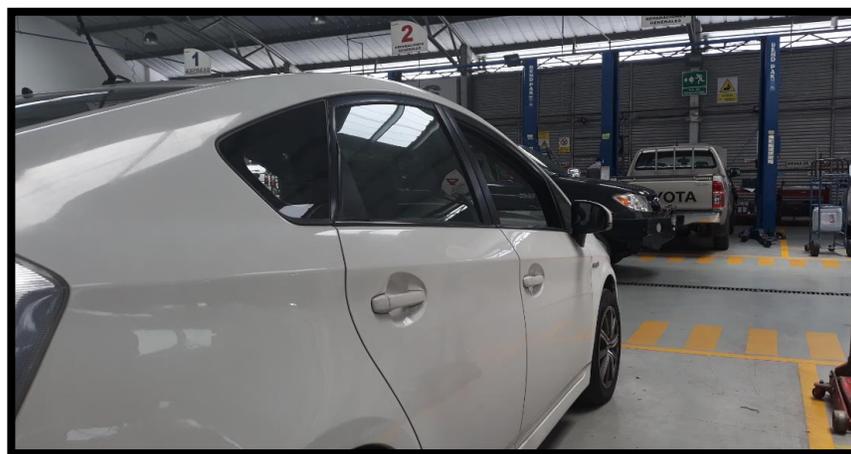


Figura 13. Taller especializado de Toyota.

Dado el caso de los talleres de reparación independientes se enfrentan a un desafío más difícil porque la mayoría de estos talleres ofrecen estos servicios a más de una marca de automóviles. Esto aumenta el grado de complejidad, costo y la información necesaria para el funcionamiento correcto de los vehículos.

2.2. Interface J2534.

“En los años 2000, la agencia de protección ambiental EPA elaboro una investigación y decidió actuar. La EPA solicito una norma que se desarrolló en el SAE J2534 que dio lugar a una especificación para que los fabricantes de automóviles que venden vehículos en los Estados Unidos deban cumplir” (Cise, 2018, p.6).

“La especificación J2534 original fue actualizada posteriormente a J2534-1 con el fin de apoyar a todos los fabricantes de automóviles” (Cise, 2018, p.6).

“El Flasher J2534 utiliza los archivos de calibración suministrados por el fabricante, disponible en sus respectivas páginas web, para realizar esta función directamente en su tienda. De paso a través de la tecnología también se libera la herramienta de análisis de diagnóstico de vehículos rentables” (Cise, 2018, p.6).

The screenshot shows the Toyota calibration website interface. It features a search form with the following fields:

- Division: TOYOTA
- Modelo: Highlander HV
- Año: 2010
- Buttons: Borrar, búsqueda

Below the search form is a table titled "Calibraciones de la ECU (2) Actualizaciones multimedia". The table has the following columns: ID de CAL actual de la ECU, Nueva ECU CAL ID, Título del documento (fecha de lanzamiento), Año / Modelo / VDS, and Mercado.

ID de CAL actual de la ECU	Nueva ECU CAL ID	Título del documento (fecha de lanzamiento)	Año / Modelo / VDS	Mercado
34856000 348A5000 348A5100 899834825000 899834825100 899834846000	34856200 348A5300 899834825300 899834846200	T-SB-0210-11: '08 -'10 Highlander HV: MIL "ON" DTC P030 # en arranque en frío (2011-12-23)	2010 / Highlander HV / BW3EH 2010 / Highlander HV / JW3EH	
34856000 348A5000 348A5100 899834825000 899834825100 899834846000	34856200 348A5300 899834825300 899834846200	T-TCI-3718: '08 -'10 Highlander HV: MIL "ON" DTC P030 # en arranque en frío (2012-02-24)	2010 / Highlander HV / BW3EH 2010 / Highlander HV / JW3EH	

Figura 14. Página principal web para adquirir las calibraciones de Toyota.

“Todas las marcas y modelos de ecus para reprogramación están utilizando la interfaz de J2534 totalmente compatible con J2534-1, incluyendo chasis y muchos controladores del sistema” (Cise, 2018, p.6).

“Este mando entro en vigor a partir del 2004, pero muchos fabricantes han decidido ofrecer J2534-1 como soporte técnico para vehículos de más del 2004 vehículos e incluso para modelos desde el 1996” (Cise, 2018, p.6).

El J2534 es un sistema diseñado para ejecutarse por medio de dos partes independientes, la primera es el software de la suscripción y la segunda es la interfaz que vamos a utilizar para lo cual debe ser compatible con el protocolo J2534. Cabe recalcar que el software de suscripción viene directamente del fabricante de automóviles y se necesita utilizarlo en una PC o portátil, y también puede ser ejecutable en la web.

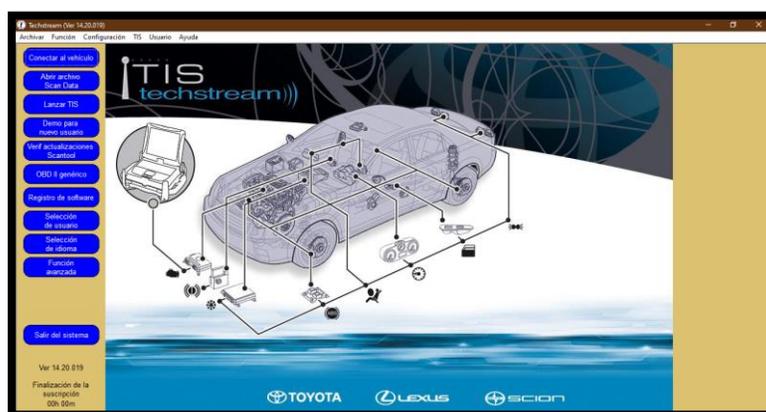


Figura 15. Software Techstream para Toyota.

Los pagos de suscripción son cobradas de manera diferente para cada fabricante de automóviles, algunos fabricantes como por ejemplo GM cargan una cuota anual para

poder tener acceso completo a documentos de diagnósticos o a las respectivas calibraciones, mientras que otras marcas tienen otras opciones para pagar ya sea diariamente, semanalmente, mensualmente o anualmente.

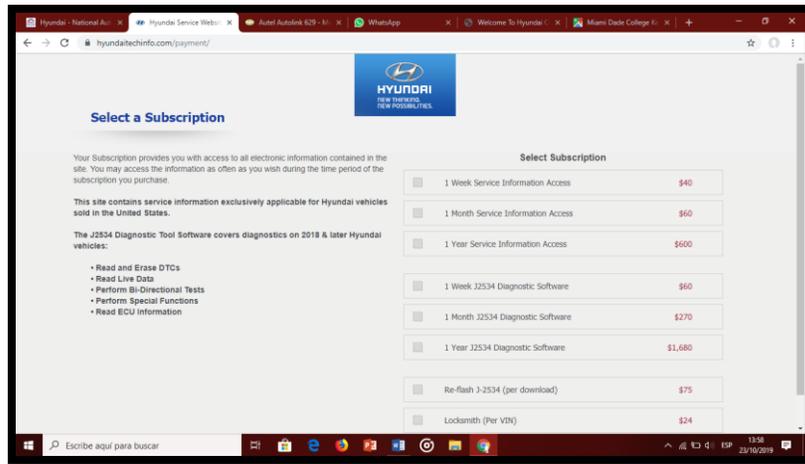


Figura 16. Precios para cada suscripción de Hyundai.

La mayoría de estos servicios también incluyen características adicionales a parte de una reprogramación de flash. Como por ejemplo Toyota también ofrece los servicios para inmovilizadores como el reinicio inteligente y códigos clave.

Características del nivel de suscripción	Estándar	Diagnóstico profesional	Profesional de seguridad
Biblioteca TIS			
Boletines de servicio	●	●	●
Manuales de reparación	●	●	●
Diagramas de cableado	●	●	●
Entrenamiento técnico	●	●	●
Otra información técnica	●	●	●
Diagnóstico / Reprogramación			
Techstream Scantool Software		●	●
Calibraciones de la ECU		●	●
Identifix Direct-Hit		●	●
Seguridad (solo VIN de EE, UU, Y México)			
Códigos clave			●
Inmovilizador / Reinicio inteligente			●

Figura 17. Suscripciones de Toyota.

2.3. Protocolos de comunicación J2534.

“El protocolo de GM clase 2 es el término usado por General Motors (GM) para la implementación de la especificación bajo la norma SAE J1850 de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), la cual usa comunicación de datos seriales de Clase B (velocidad media), con la finalidad de operar bajo la velocidad promedio de 10,4 (kbit/seg) y utiliza un esquema de codificación conocido como modulación de ancho de pulso variable (VPW), transmitido en un medio cable. También la construcción varia por aplicación, pero todos los modelos en una red de clase 2 entienden el protocolo J1850VPW. Actualmente las aplicaciones de GM utilizan comunicación de tipo CAN ya que antes usaban protocolo clase 2” (Cise, 2018, p.19).

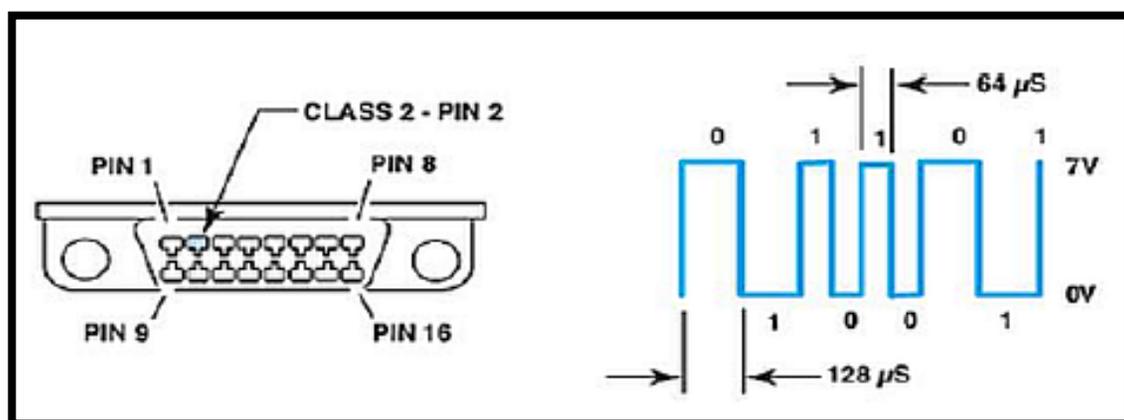


Figura 18. Protocolo de comunicación clase 2.

Fuente: (Cise, 2019)

2.3.1. Uso de protocolos J2534.

- Habilitar y deshabilitar condiciones para otros sistemas como por ejemplo: deshabilitando el disparo del Air Bag, deshabilitado de la bomba de gasolina después de un accidente.
- Verificar la información de seguridad, como por ejemplo el código de llaves.
- Verificar la información de seguridad, como por ejemplo la traba de puertas a velocidad.
- Comunicar la existencia de DTC'S al escáner a través del DLC del vehículo.
- Transportar comandos de un módulo a otro, como por ejemplo el ABS puede informar al PCM, respecto al control de tracción.



Figura 19. Protocolo J2534 con modulo CAN.

Fuente: (Cise, 2019)

2.3.2. TECH II seguido de GDS con MDI.

“Este sistema con el TECH II más el módulo CAN se utilizó hasta el 2010 aproximadamente y luego empezó a utilizarse una interface para PC denominada MDI que funciona con un software provisto por GM denominado GSD (Sistema Global de Diagnostico)” (Cise, 2018, p.22).



Figura 20. Interface MDI y software GSD.

Fuente: (Cise, 2019)

2.3.3. Protocolo UART.

“Este protocolo se usó desde los años 1981 dado que los módulos Powertrain de GM se han comunicado usando el Universal Asynchronous Receive and Transmit Protocol. Este protocolo fue muy simple y solo permitía al computador recibir y transmitir códigos y datos (PID’s) al escáner, así como también permitía comandos direccionales

desde el escáner. Cabe reconocer que este protocolo UART se puede todavía encontrar en vehículos 1998” (Cise, 2018, p.27).



Figura 21. Protocolo UART vs Tech 2.

Fuente: (Cise, 2019)

2.3.4. Protocolos actuales de la Interface J2534.

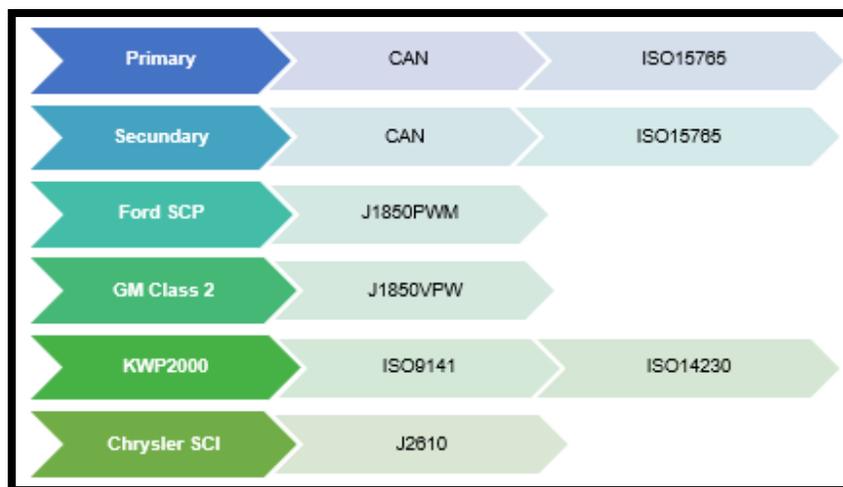


Figura 22. Protocolos J2534.

2.4. Hardware.

Posteriormente se utilizó una interfaz Cardaq M compatible. Esta interfaz se conecta a través de un cable y actúa como una puerta de enlace o comunicación entre los módulos que el vehículo posee a bordo y el ordenador personal o PC portátil.



Figura 23. Conexión PC, vehículo y la interfaz.

La función de la interfaz es la de traducir los mensajes de la PC en los protocolos utilizados por el automóvil, y viceversa. Para nuestro estudio utilizamos la interfaz Cardaq M que usa protocolo de comunicación J2534.



Figura 24. Cardaq M.

La interfaz de comunicación Cardaq M permite comunicar el vehículo con la PC portátil usando los puertos de comunicación USB.

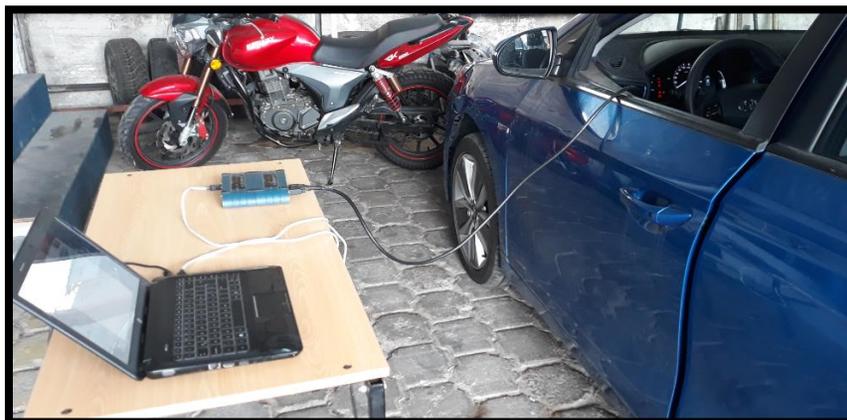


Figura 25. Interfaz Cardaq M conectada a la portátil PC.

Para realizar una reprogramación usando J2534 se requiere tener varios conocimientos y experiencia, además se debe tener los equipos necesarios como son una PC portátil, la interfaz, el software de programación para los módulos y una conexión de alta velocidad a internet.



Figura 26. Conexión para el Toyota Highlander.

2.4.1. Programación abordo y fuera del vehículo Onboard vs Offboard.

Se denomina programación abordo a la que se realiza cuando el modulo está instalado en el vehículo. A diferencia de la programación Offboard la cual significa que se ha retirado el modulo del vehículo y se va a proceder a reprogramar desde una mesa de trabajo o banco de pruebas.



Figura 27. Banco para ecus.

Existen varios para la reprogramación offboard pre-hechos para determinados vehículos, pero existen algunas docenas de diferentes tipos de módulos a bordo, conectores, y diagramas de pines.



Figura 28. Conexión del banco de pruebas.

La manera de garantizar que todos los módulos sean reprogramados de un vehículo, se realiza la reprogramación de la computadora instalada en el coche (Onboard). Cabe recalcar que los talleres especializados usan esta forma para la reprogramación de módulos razón por la cual la reprogramación a bordo sea la más preferida.

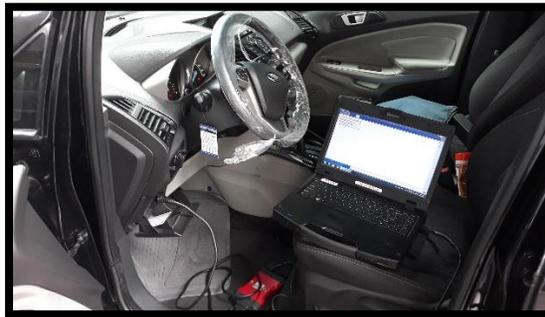


Figura 29. Reprogramación onboard.

2.4.2. Energía constante.

Si se realiza cualquier reprogramación ya sea onboard o offboard el voltaje que se debe suministrar al módulo del vehículo no debe caer de 11.5 (V). Para lo cual se recomienda utilizar un cargador de baterías.

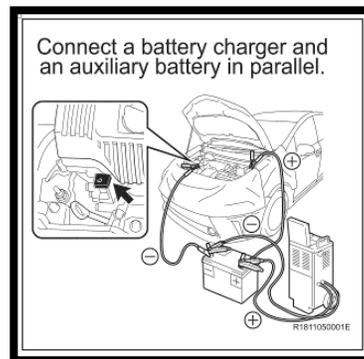


Figura 30. Cargador de baterías.

Fuente: (TOYOTA, 2019)

Las operaciones de reprogramación se las realiza con el switch de ignición cerrado con la finalidad de que algunos elementos como por ejemplo el ventilador de refrigeración, la bomba de combustible, entre otros componentes hacen que la batería se descargue rápidamente para lo cual se utiliza otros dispositivos de recarga. En el caso si durante la reprogramación el voltaje de la batería disminuye se corre el riesgo de que el modulo quede inservible y genere un problema mucho más complicado para el vehículo.

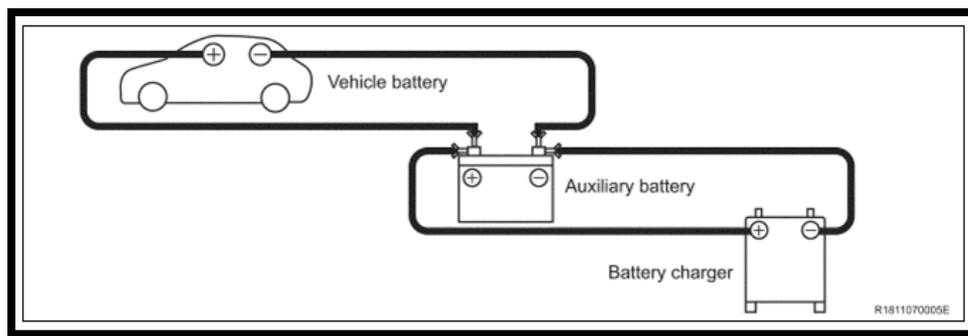


Figura 31. Conexión de dispositivos de recarga.

Fuente: (TOYOTA, 2019)

Cuando se realiza una reprogramación offboard fuera del vehículo lo que se necesita es tener una buena alimentación es recomendable usar una fuente de voltaje variable.



Figura 32. Fuente de alimentación.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO Y REPROGRAMACIÓN

3.1. Interface Cardaq M.

El Cardaq M es una interface evolutiva, la cual trabaja bajo el protocolo J2534 que puede ser fácilmente actualizado con la finalidad de poder reprogramar los módulos de diferentes marcas de vehículos.

La empresa Drew Technologies ofrece esta herramienta en dos versiones:

- Mega Can: incluye un módulo para J2534-1 y J2534-2, también posee un módulo de expansión Mega K-line, también trabaja para sistemas y programación de llaves de seguridad en vehículos: Ford, Toyota y GM.
- Plus 3: trabaja fácilmente con los protocolos J2534-1 y J2534-2, además posee dispositivos de apoyo más avanzados para: FD CAN, 4 canales de CAN, API v05.00 y DoIP.



Figura 33. Cardaq M.

3.1.1. Módulos de la Cardaq M

- Módulo de programación.
- Funciones de diagnóstico.
- Programación de llaves.
- Monitoreo de datos.
- Protocolo CAN Bus (ISO15765/14229)
- Ford SCP (J1850PWM)
- GM Class2 (J1850VPM)
- KWP2000 (ISO9141/14230)

3.2. Diagnóstico del Toyota Prius.

El proceso de diagnóstico se realizó usando la interface Cardaq M que trabaja bajo protocolo J2534 para la verificación de PID's y DTC's del vehículo Toyota.

Tabla 5

Proceso de diagnóstico

Proceso de diagnóstico del Toyota Prius 2010

1. Tener el vehículo listo en un lugar amplio y con batería estable, para mayor seguridad conectar una batería en paralelo.



Figura 34. Toyota Prius 2010

CONTINÚA 

-
2. Tener la interface lista para conectar al vehículo y la computadora portátil para realizar el respectivo diagnóstico.



Figura 35. Interfaz Cardaq M

-
3. Conectar la interface al vehículo, por medio del conector OBDII.



Figura 36. Conexión OBDII

-
4. Conectar la interface a la computadora portátil para posteriormente realizar el diagnóstico.



Figura 37. Conexión completa

-
5. Verificar si existe comunicación entre el vehículo y la interface para lo cual se lo puede hacer observando que todos los indicadores de la interface estén de color verde.



Figura 38. Interface en comunicación

CONTINÚA 

6. En la computadora abrir el programa Techstream exclusivo para Toyota el cual permite realizar el diagnóstico del vehículo.

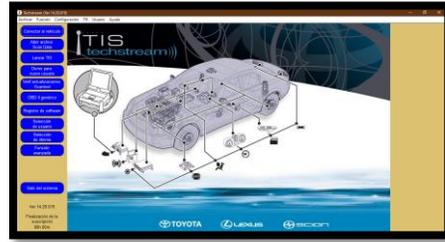


Figura 39. Techstream para Toyota

7. Dar clic en la pestaña conectar con el vehículo, se abrirá una ventana para seleccionar las especificaciones del vehículo que se esté usando.

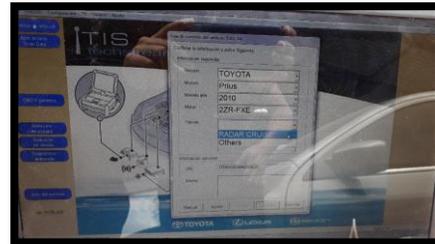


Figura 40. Especificaciones del Vehículo

8. Cargando los datos para el diagnóstico respectivo del vehículo.

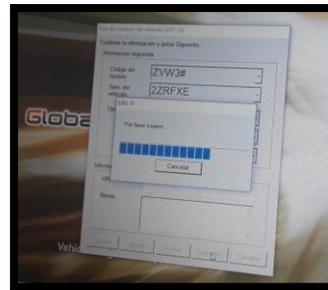


Figura 41. Cargando Diagnóstico

9. Una vez finalizado el proceso de carga se abre una ventana donde están todos las ECUS que posee el vehículo.

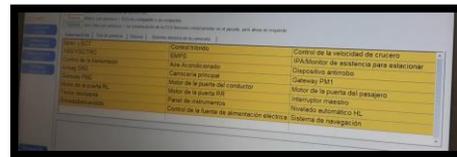


Figura 42. Listado de ECUS.

10. Dar clic en la pestaña verificación de salud para proceder a diagnosticar todas las ECUS del vehículo.

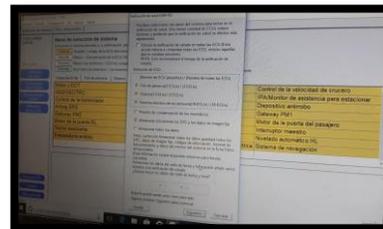


Figura 43. Diagnóstico de todas la ECUS



11. Esperar que termine el diagnóstico de todas las ECUS del vehículo, como se observa el Toyota Prius tiene 24 ECUS.

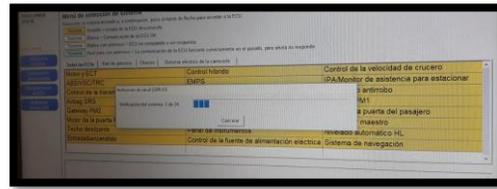


Figura 44. # de ECUS del Toyota Prius

12. Una vez finalizado el proceso de diagnóstico de todas las ECUS se procede a verificar si alguna ECU necesita de una nueva actualización de software o calibración (reprogramación) que en nuestro caso este vehículo no requiere.

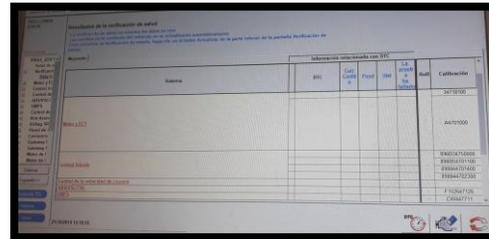


Figura 45. Estado de salud

3.3. Diagnóstico del Toyota Highlander 2010 Híbrido.

El proceso de diagnóstico se realizó por medio del uso de la interface Cardaq M que trabaja bajo protocolo J2534 con la finalidad de verificar los PID's y DTC's del vehículo Toyota.

Tabla 6
Proceso de diagnóstico

Proceso de diagnóstico del Toyota Highlander

1. Tener el vehículo listo en un lugar amplio y con batería estable, para mayor seguridad conectar una batería en paralelo.



Figura 46. Toyota Highlander

CONTINÚA

-
2. Tener la interface lista para conectar al vehículo y la computadora portátil para realizar el respectivo diagnóstico.



Figura 47. Interface Cardaq M

-
3. Conectar la interface al vehículo, por medio del conector OBDII.



Figura 48. Conexión OBDII

-
4. Conectar la interface a la computadora portátil para posteriormente realizar el diagnóstico.



Figura 49. Conexión completa

-
5. Verificar si existe comunicación entre el vehículo y la interface para lo cual se lo puede hacer observando que todos los indicadores de la interface estén de color verde.



Figura 50. Interface en comunicación

CONTINÚA 

- Esperar a que termine el diagnóstico de todas las ECUS del vehículo, como se puede observar el Toyota Highlander tiene 17 ECUS.

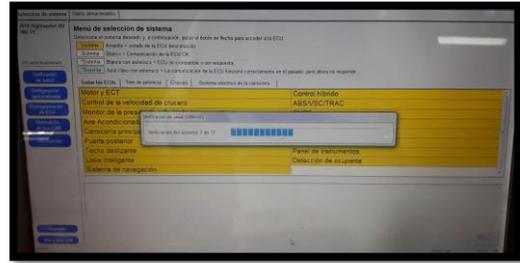


Figura 55. # de ECUS del Toyota Highlander

- Una vez finalizado el proceso de diagnóstico de todas las ECUS proceder a verificar si alguna ECU necesita de una nueva actualización de software o calibración (reprogramación) que en nuestro caso este vehículo no requiere.

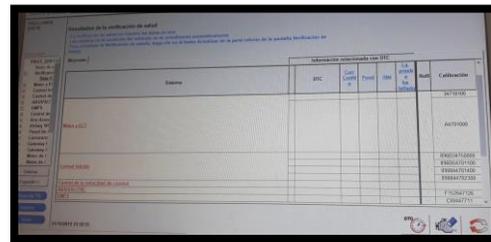


Figura 56. Estado de salud

3.4. Diagnóstico del vehículo Hyundai Ioniq.

El proceso de diagnóstico se realizó por medio del uso de la interface Cardaq M que trabaja bajo protocolo J2534 con la finalidad de verificar los PID's y DTC's para el vehículo Hyundai.

Tabla 7

Proceso de diagnóstico

Proceso de diagnóstico del Hyundai Ioniq Híbrido

- Tener el vehículo listo en un lugar amplio y con batería estable, para mayor seguridad conectar una batería en paralelo.



Figura 57. Hyundai Ioniq 2018

-
2. Tener la interface lista para conectar al vehículo y la computadora portátil para realizar el diagnóstico.



Figura 58. Interface Cardaq M

-
3. Conectar la interface al vehículo, por medio del conector OBDII.



Figura 59. Conexión OBDII

-
4. Conectar la interface a la computadora portátil para realizar el diagnóstico.



Figura 60. Conexión completa

-
5. Verificar si existe comunicación entre el vehículo y la interface para lo cual se lo puede hacer observando que todos los indicadores de la interface estén de color verde.



Figura 61. Interface en comunicación

CONTINÚA 

6. En la computadora abrir el programa J2534HMA exclusivo para Hyundai el cual permite realizar el diagnóstico del vehículo.

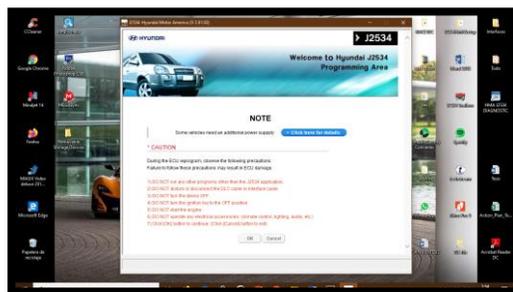


Figura 62. J2534HMA para Hyundai

7. Dar clic en el botón OK y realizar el diagnóstico respectivo del vehículo.

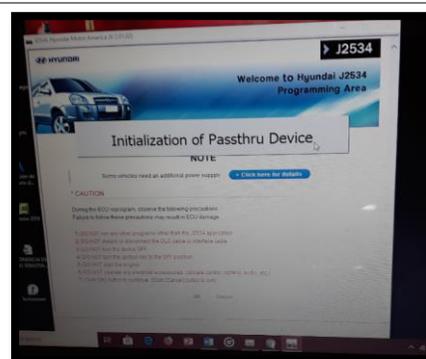


Figura 63. Inicializando Diagnóstico

8. Una vez finalizado el proceso de diagnóstico se abre una ventana con el mensaje: no se pudo encontrar un evento de reprogramación válido. Esto quiere decir que para este vehículo no existe ninguna reprogramación de ningún módulo lo que significa que todos los módulos del vehículo están actualizados hasta su última versión.

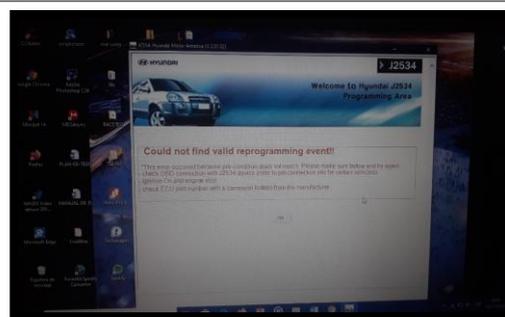


Figura 64. Vehículo sin actualizaciones

3.5. Interface VCMII para Ford.

El VCMII es una interface de diagnóstico para Ford con el uso del Software IDS (Integrate Software Diagnostics). Para esto la interface VCMII y el IDS, junto con un ordenador portátil se consigue todas las capacidades de diagnóstico que un

concesionario autorizado de Ford ofrece, para la mayoría de sus modelos que poseen DLC de 16 pines. También posee la capacidad para comunicarse de manera inalámbrica con la computadora portátil, sin la necesidad de tener una tarjeta inalámbrica independiente.

Esto significa que se puede trabajar fácilmente en un nuevo vehículo en la comunidad de su oficina. El VCMII es compatible con la mayoría de los Ford de 16 pines, además de que es esencial para todos los nuevos modelos a partir del 2013.

El VCMII tiene extremos de goma resistentes a los golpes por lo que es adecuado para entornos de garaje y taller.



Figura 65. VCM II de Ford.

3.5.1. Módulos del VCM II

- Reconocimiento automático de vehículos.
- Lista completa de los datos en vivo de streaming.

- Lectura DTC y eliminación.
- Grabación y reproducción de datos en tiempo real.
- Nuevo software de re-flash para ECU y poder arreglar los problemas de reprogramación.
- Programación y montaje de nueva ECU.
- Codificación de inyectores.
- Ajuste y quitar limitadores de velocidad.
- Regeneración DPF.

3.6. Reprogramación del vehículo Ford Ecosport 2014.

El proceso de reprogramación se realizó por medio del uso de la interface VCMII que trabaja bajo protocolo J2534 con la finalidad de reprogramar el módulo TCM del vehículo Ford.

Tabla 8

Proceso de reprogramación

Proceso de reprogramación del Ford Ecosport

1. Tener el vehículo listo en un lugar amplio y con batería estable, para mayor seguridad conectar una batería en paralelo.

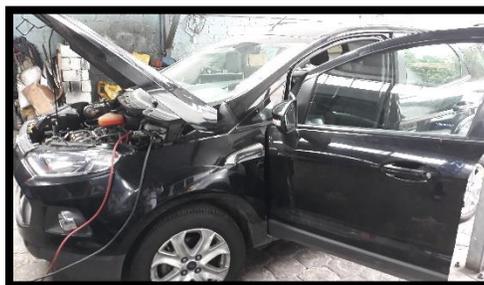


Figura 66. Ford Ecosport 2014

-
2. Tener la interface lista para conectar al vehículo y la computadora portátil para realizar la respectiva reprogramación.



Figura 67. Interface VCMII

-
3. Conectar la interface al vehículo, en nuestro caso se conectó por medio del conector OBDII.



Figura 68. Conexión OBDII

-
4. Conectar la interface a la computadora portátil para posteriormente realizar la reprogramación.



Figura 69. Conexión completa

-
5. Verificar si existe comunicación entre el vehículo y la interface observando que todos los indicadores de la interface estén de color verde.



Figura 70. Interface en comunicación

CONTINÚA 

-
6. En la computadora abrir el programa IDS 115.02A exclusivo para Ford el cual permite realizar la reprogramación del vehículo.

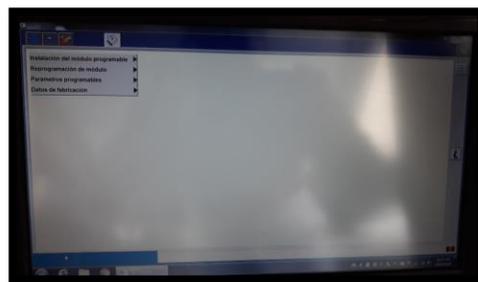


Figura 71. IDS 115.02A para Ford

-
7. Dar clic en la pestaña instalación de módulo programable y clic en la pestaña TCM.



Figura 72. Pestaña TCM

-
8. Para realizar la programación de módulo se necesita el reconocimiento del VIN del vehículo por parte de la interfaz.

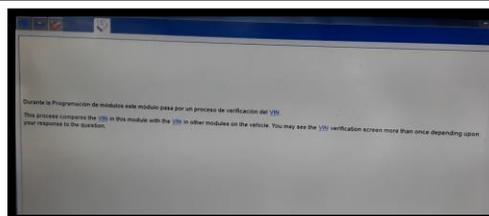


Figura 73. Reconocimiento del VIN

-
9. Confirmar si el número de VIN que nos entrega la interfaz es correcto.

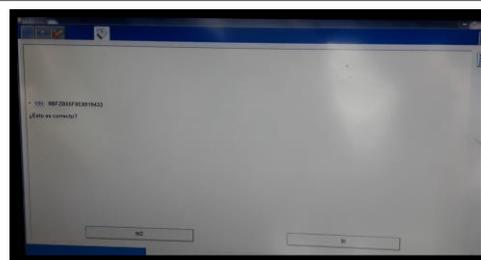


Figura 74. Confirmación del VIN

CONTINÚA 

-
10. Como siguiente paso de la reprogramación quitar contacto.



Figura 75. Quitar el contacto

-
11. Como siguiente paso volver a dar contacto.

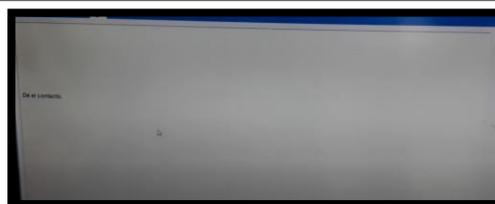


Figura 76. Dar contacto

-
12. Como aviso indica: no quitar el contacto del vehículo ni tampoco estar girando las llaves durante la reprogramación.

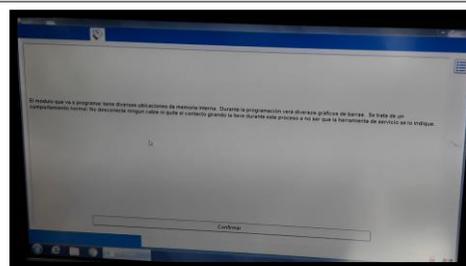


Figura 77. Aviso

-
13. Dar contacto.

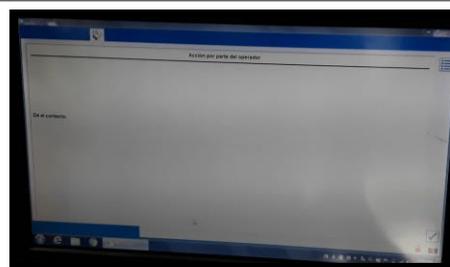


Figura 78. Dar contacto

-
14. Se abre una nueva ventana donde se están descargando los datos de la reprogramación del módulo.

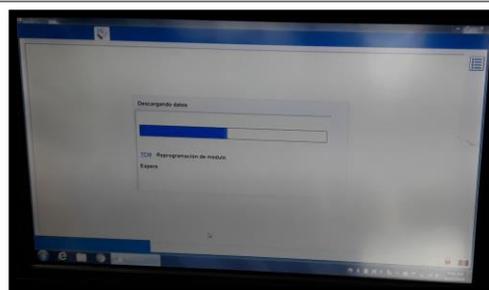


Figura 79. Descargando datos

CONTINÚA 

15. Realizando el proceso de borrado.

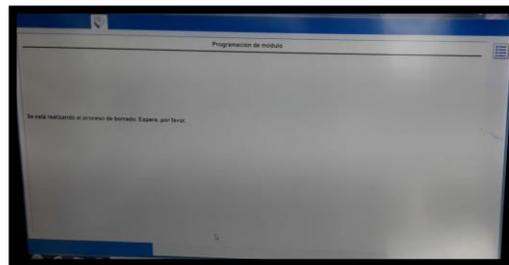


Figura 80. Proceso de borrado

16. Se abre una nueva ventana de descarga de datos de la reprogramación.

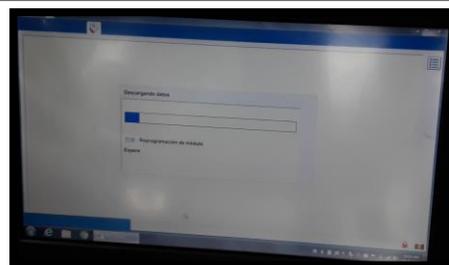


Figura 81. Datos de la reprogramación

17. Finalizado el proceso de descarga de datos dar contacto.

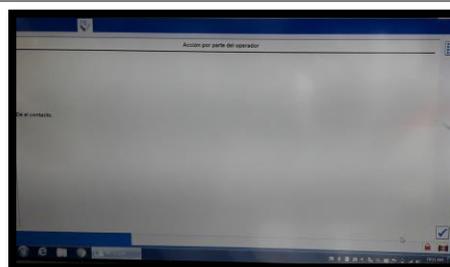


Figura82. Dar contacto

18. Quitar contacto.

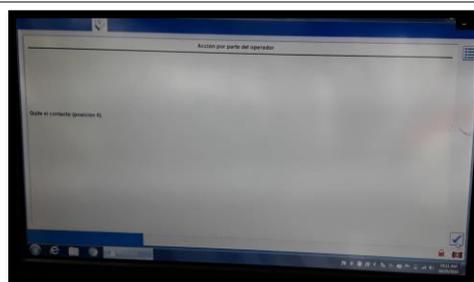


Figura83. Quitar contacto

CONTINÚA 

19. Dar contacto.

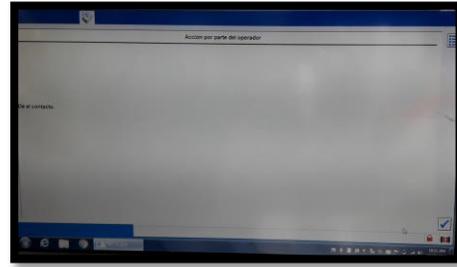


Figura84. Dar contacto

20. Finalmente se indica que se ha calibrado y comprobado la reprogramación del módulo TCM.

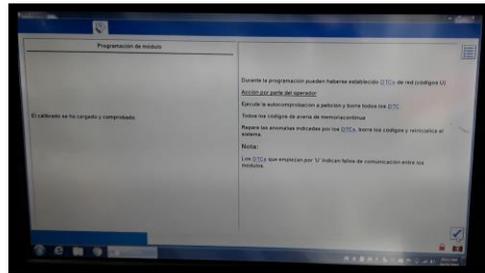


Figura85. Reprogramación del módulo TCM

21. Finalizando la reprogramación indica los ajuste mecánicos que se deben realizar en la caja de cambios una vez que se reprogramo el modulo.

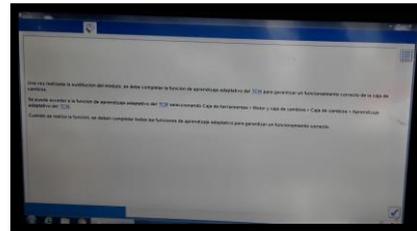


Figura86. Indicaciones

22. Finalmente el programa entrega la etiqueta con la reprogramación del módulo reprogramado.

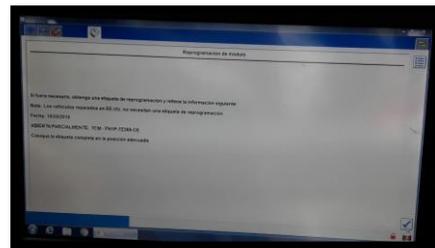


Figura87. Etiqueta del módulo

3.7. Interface Cardaq M-MC.

La Cardaq Mega Can incluye módulos para J2534-1 y J2534-2, a parte también posee un módulo de expansión Mega K-line, trabaja para sistemas y programación de

llaves de seguridad de las marcas: Ford, Toyota y GM. Está autorizada por FCA para usar wi-TECH2.0 desde el último hasta el más reciente sistema para diagnóstico y programación de los modelos Fiat y Chrysler. Otra característica del módulo J2534-2 expande la reprogramación más allá del motor o transmisión para Ford – FJDS, GM – SPS, Chrysler – wiTECH2.0, Toyota, Volvo, BMW.



Figura 88. Cardaq M Mega Can.

3.7.1. Bus de Protocolos del Cardaq M Mega Can

- CAN Bus (capable of ISO 15765, GMLAN, J1939, ISO 14229)
- 2nd CAN (dual or single wire)
- Ford SCP (J1850PWM)
- GM Class2 (J1850VPM)
- KVP2000 (ISO9141/14230)

3.7.2. Diagnóstico del Hyundai Accent.

El proceso de diagnóstico offroad se realizó por medio del uso de la interface Cardaq M Mega Can que trabaja bajo protocolo J2534 con la finalidad de verificar los PID's y DTC's del vehículo Hyundai.

Tabla 9

Proceso de diagnóstico

Proceso de diagnóstico del Hyundai Accent 2015

1. Tener la ECU del vehículo lista en una mesa amplia para realizar el diagnóstico tipo offroad.



Figura 89. Ecu del vehículo

2. Tener la interface lista para conectar al banco de pruebas y la computadora portátil para realizar el respectivo diagnóstico.



Figura 90. Interfaz Cardaq M Mega CAN

CONTINÚA 

3. Conectar la ECU al banco de pruebas y también conectar la interface por medio del conector OBDII.



Figura 91. Banco de pruebas

4. Verificar si existe comunicación entre la ECU y la interface para lo cual se lo puede hacer observando que todos los indicadores de la interface estén de color verde.



Figura 92. Interface en comunicación

5. Abrir en la computadora el programa J2534HMA exclusivo para Hyundai el cual permite realizar el diagnóstico del vehículo.



Figura 93. J2534HMA para Hyundai

6. Dar clic en el botón OK y se procederá a realizar el diagnóstico respectivo del vehículo.

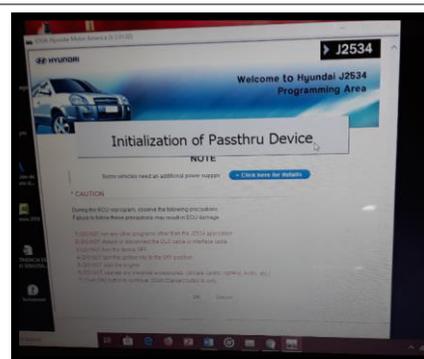


Figura 94. Inicializando Diagnóstico

CONTINÚA 

-
7. Una vez finalizado el proceso de diagnóstico se abre una ventana con el mensaje: no se pudo encontrar un evento de reprogramación válido. Esto quiere decir que para este vehículo no existe ninguna reprogramación de ningún módulo lo que significa que todos los módulos del vehículo están actualizados hasta su última versión.

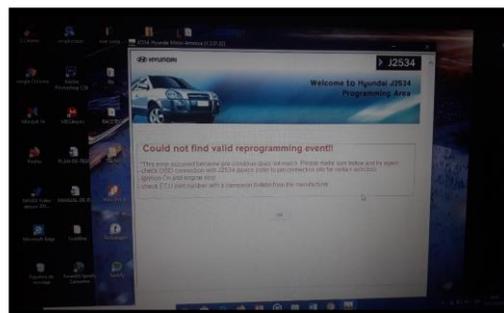


Figura 95. Vehículo sin actualizaciones

3.7.3. Reprogramación del vehículo Toyota Yaris.

El proceso de reprogramación se realizó por medio del uso de la interface Cardaq M Mega Can que trabaja bajo protocolo J2534 con la finalidad de reprogramar el vehículo Toyota por el método Offroad.

Tabla 10

Proceso de reprogramación

Proceso de reprogramación del Toyota Yaris

1. Tener la ECU del vehículo lista en una mesa amplia para realizar el diagnóstico tipo offroad.



Figura 96. Ecu del vehículo

CONTINÚA 

-
2. Tener la interface lista para conectar al banco de pruebas y a la computadora portátil para realizar el diagnóstico.



Figura 97. Interface Cardaq M Mega CAN

3. Conectar la ECU al banco de pruebas y también conectar la interface por medio del conector OBDII.

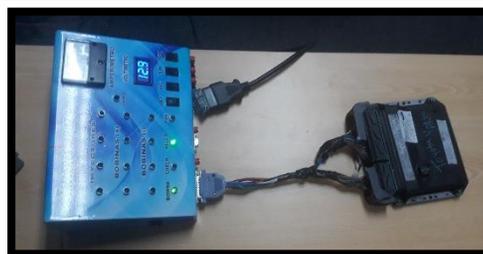


Figura 98. Banco de pruebas

4. Conectar al banco de pruebas la fuente de alimentación de voltaje y corriente variable para que al momento de reprogramar no exista caída de voltaje o corriente.



Figura 99. Alimentación del banco de pruebas

5. Verificar si existe comunicación entre la ECU y la interface, se lo puede hacer observando que todos los indicadores de la interface estén de color verde.



Figura 100. Interface en comunicación

CONTINÚA 

6. En la computadora abrir el programa Techstream exclusivo para Toyota el cual permite realizar el diagnóstico del vehículo.

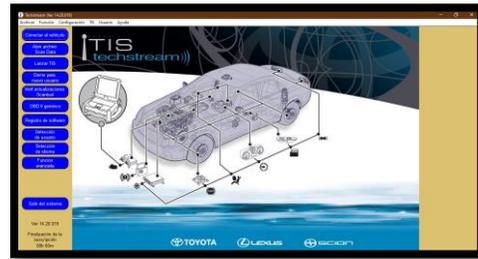


Figura 101. Techstream para Toyota

7. Dar clic en la pestaña conectar con el vehículo y se abrirá una ventana para seleccionar las especificaciones del vehículo que estamos usando.

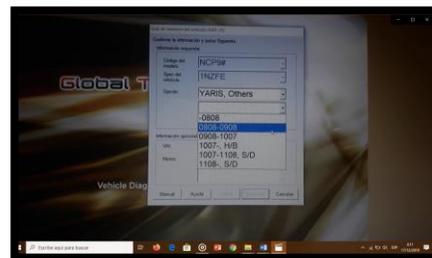


Figura 102. Datos del vehículo

8. Una vez finalizado el proceso de carga se abre una ventana donde están todos las ECUS que posee el vehículo.

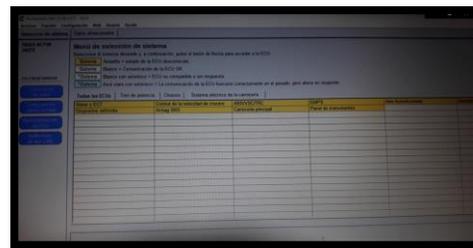


Figura 103. Listado de ECUS.

9. Dar clic en la pestaña verificación de salud para proceder a diagnosticar todas las ECUS del vehículo.

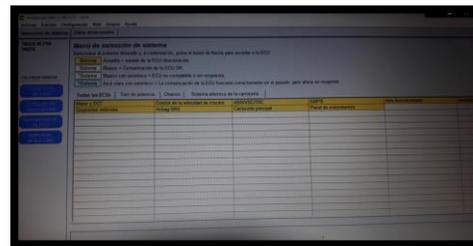


Figura 104. Diagnóstico de todas la ECUS

10. Esperar que termine el diagnóstico de todas las ECUS del vehículo, como se puede observar el Toyota Yaris tiene 10 ECUS.

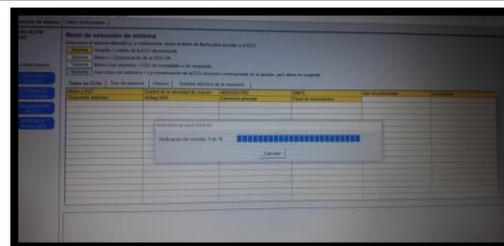


Figura 105. ECUS del Toyota Yaris

CONTINÚA →

11. Una vez finalizado el proceso de diagnóstico de todas las ECUS proceder a verificar si alguna ECU necesita de una nueva actualización de software o calibración (reprogramación) que en nuestro caso si se requiere hacerse una actualización de calibración.

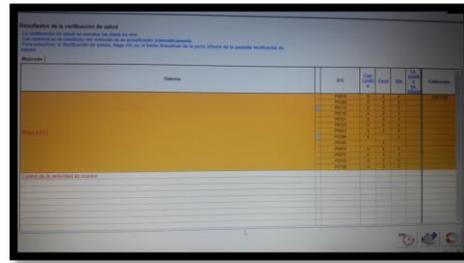


Figura 106. Verificación de ECUS

12. La calibración que necesita este vehículo es del Motor y ECT, tomar en cuenta la numeración de la calibración que se requiere actualizar.

DTC	Curr Confid a	Pend	Hist	La prueba a ha. fallado	Calibración
P0010	X	X	X		35°F1100
P0102	X	X	X		
P0113	X	X	X		
P0118	X	X	X		
P0121	X	X	X		
P0123	X	X	X		
P0453	X	X	X		
P0504	X	X	X		

Figura 107. Calibración para actualizar

13. Abrir la página web NASTF para comprar la suscripción de Toyota y poder buscar la calibración para actualizar este módulo.



Figura 108. Página Web NASTF

14. Dar clic en la página oficial de Toyota y poner nuestro usuario y contraseña para acceder a nuestra suscripción.

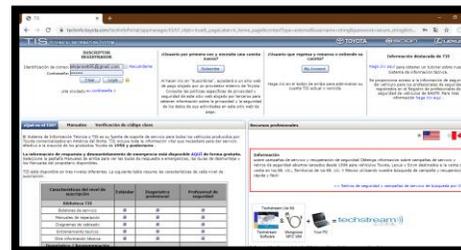


Figura 109. Usuario y contraseña

15. Una vez entrada a la suscripción poner los datos del modelo del vehículo para poder encontrar la calibración que necesitamos.

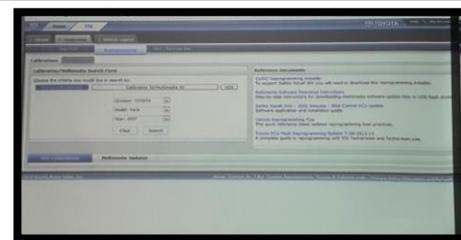


Figura 110. Datos del vehículo

CONTINÚA

16. Dar clic en la pestaña document title y se abre el archivo PDF para poder descargar la calibración que necesitamos.

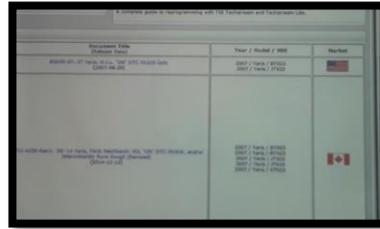


Figura 111. Pdf para calibración

17. Abrir el Pdf y buscar la numeración a la cual anteriormente el programa Techstream entrego para saber la calibración que se necesita descargar.

MODEL	ENGINE / TRAIL	MODEL YEAR	PREVIOUS CALIBRATION ID	OEM CALIBRATION ID
M/T	AT 14 / 1600cc	2008 - 2008	35282000	35283100
			35281100	
			35283000	
			35282100	
			35281200	
			35282200	
			35283200	
			35281300	
			35282300	
			35283300	
AT 17 / 1600cc	2008 - 2008	35284000	35284200	
35284100				
AT 18 / 1600cc	2008 - 2008	35285000	35285200	
35285100				
AT 19 / 1600cc	2008 - 2008	35286000	35286200	
35286100				
AT 20 / 1600cc	2008 - 2008	35287000	35287200	
35287100				
AT 21 / 1600cc	2008 - 2008	35288000	35288200	
35288100				
AT 22 / 1600cc	2008 - 2008	35289000	35289200	
35289100				
AT 23 / 1600cc	2008 - 2008	35290000	35290200	
35290100				
AT 24 / 1600cc	2008 - 2008	35291000	35291200	
35291100				
AT 25 / 1600cc	2008 - 2008	35292000	35292200	
35292100				
AT 26 / 1600cc	2008 - 2008	35293000	35293200	
35293100				
AT 27 / 1600cc	2008 - 2008	35294000	35294200	
35294100				
AT 28 / 1600cc	2008 - 2008	35295000	35295200	
35295100				
AT 29 / 1600cc	2008 - 2008	35296000	35296200	
35296100				
AT 30 / 1600cc	2008 - 2008	35297000	35297200	
35297100				
AT 31 / 1600cc	2008 - 2008	35298000	35298200	
35298100				
AT 32 / 1600cc	2008 - 2008	35299000	35299200	
35299100				
AT 33 / 1600cc	2008 - 2008	35300000	35300200	
35300100				

Figura 112. Calibraciones

18. Dar clic en la numeración de la calibración respectiva y se descarga el archivo en la computadora.

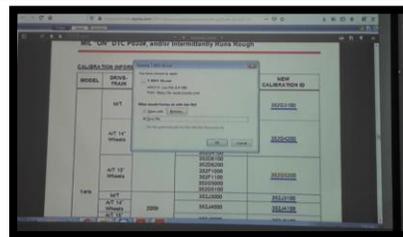


Figura 113. Descarga de archivo

19. Una vez descargado el archivo de calibración dar doble clic y se abre una nueva ventana del programa calibration update wizard (CUW).

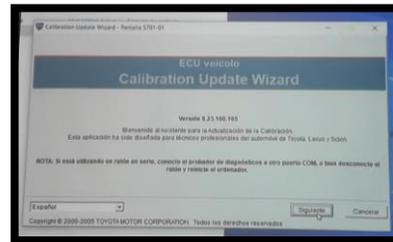


Figura 114. Programa CUW

20. Dar clic en siguiente y se abre una ventana que indica conectar al vehículo y seleccionar la herramienta de la unidad J2534 en nuestro caso es CARDAQ-M.

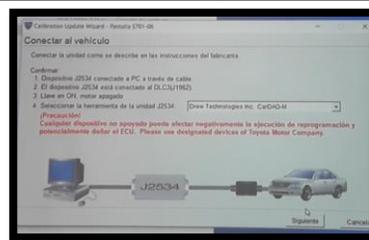


Figura 115. Selección de interface

CONTINÚA

21. Dar clic en el botón siguiente y se abre una ventana que indica descargando la información de la calibración actual del vehículo.



Figura 116. Descarga de información

22. Se abre otra pantalla con un visto verde el cual indica que la calibración escogida para esa reprogramación del vehículo es correcta y dar clic en el botón siguiente.

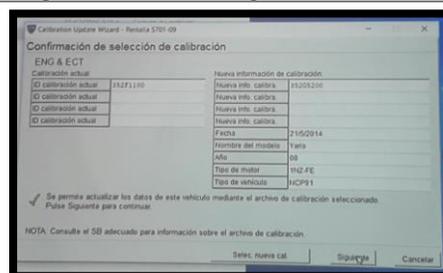


Figura 117. Confirmación de calibración

23. Se abre otra pantalla que indica quitar contacto (off) y dar clic en siguiente.

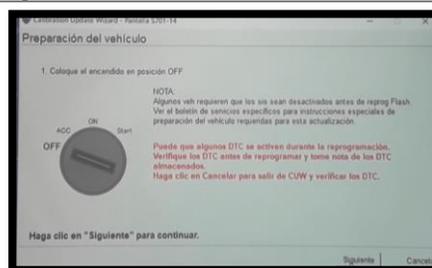


Figura 118. Quitar contacto

24. Esperar 10 segundos para que se cargue la información de la calibración.

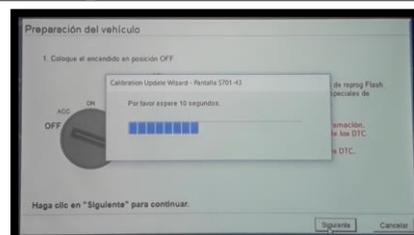


Figura 119. Cargando datos

25. Poner en contacto y dar clic en el botón start.

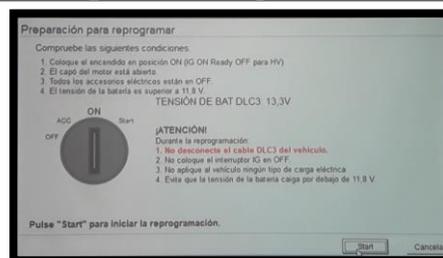
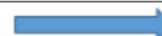


Figura 120. Dar contacto

CONTINÚA



26. Esperar a que termine de actualizarse completamente la calibración de la reprogramación.

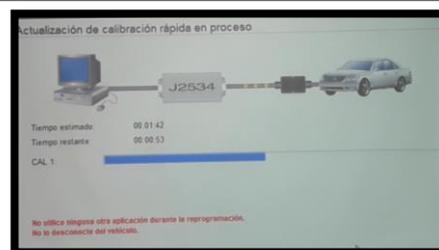


Figura 121. Actualización de calibración

27. Una vez finalizada la actualización de la calibración se abre una ventana y pide que quite el contacto y que la actualización se cargó correctamente.

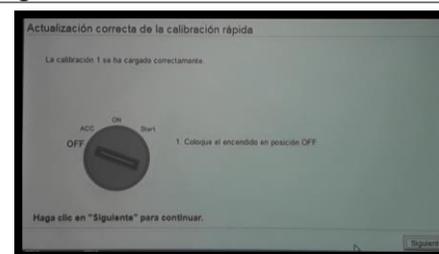


Figura 122. Calibración correcta

28. Finalmente esperar 10 segundos para que se carguen los datos de la nueva reprogramación.

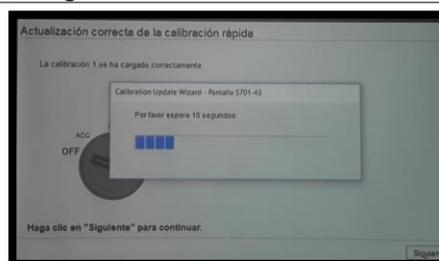


Figura 123. Cargando datos

29. Volver a dar contacto.

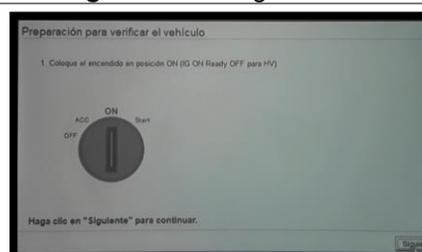


Figura 124. Dar contacto

30. Se descarga la información de la nueva calibración a la ECU.

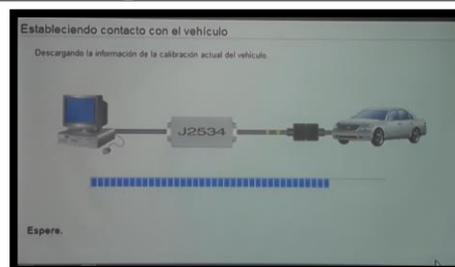


Figura 125. Descargando información

CONTINUÁ 

31. Finalmente se abre una nueva ventana informando que la reprogramación realizada concluyó correctamente y dar clic en finalizar.

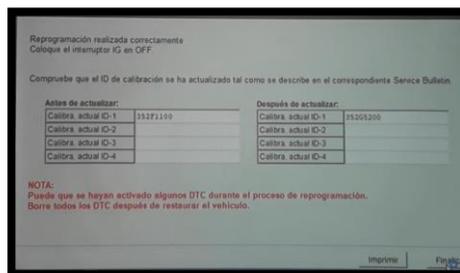


Figura 126. Reprogramación terminada

3.7.4. Reprogramación del vehículo Hyundai Tucson

El proceso de reprogramación se realizó por medio del uso de la interface Cardaq M Mega Can que trabaja bajo protocolo J2534 con la finalidad de reprogramar el vehículo Hyundai por el método Offroad.

Tabla 11

Proceso de reprogramación

Proceso de reprogramación del Hyundai Tucson

1. Tener la ECU del vehículo lista en una mesa amplia para realizar el diagnóstico tipo offroad.



Figura 127. Ecu del vehículo

2. Tener la interface lista para conectar al banco de pruebas y a la computadora portátil para realizar el respectivo diagnóstico.



Figura 128. Interface Cardaq M Mega CAN

CONTINÚA 

3. Conectar la ECU al banco de pruebas y también conectar la interfaz por medio del conector OBDII.



Figura 129. Banco de pruebas

4. Conectar al banco de pruebas la fuente de alimentación, de voltaje y corriente variable para que al momento de reprogramar no exista caída de voltaje o corriente.



Figura 130. Alimentación

5. Verificar si existe comunicación entre la ECU y la interfaz, se lo puede hacer observando que todos los indicadores de la interfaz estén de color verde.



Figura 131. Interface en comunicación

CONTINÚA 

6. En la computadora abrir el programa J2534HMA exclusivo para Hyundai el cual permite realizar la programación del vehículo.

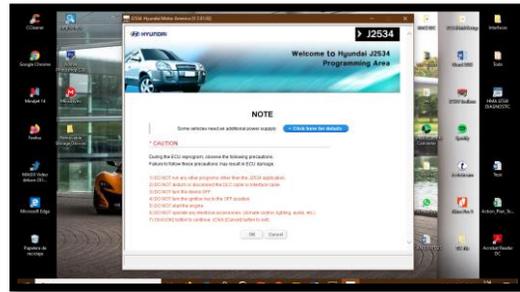


Figura 132. J2534HMA para Hyundai

7. Se abre una ventana donde indica seleccionar el Passthru Device que significa escoger la interfaz con la cual se va a realizar la reprogramación en nuestro caso es la Cardaq Mega Can.

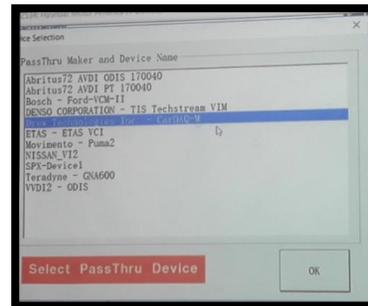


Figura 133. Selección de Interface

8. Dar clic en el botón OK y se procederá a realizar el diagnóstico respectivo del vehículo.

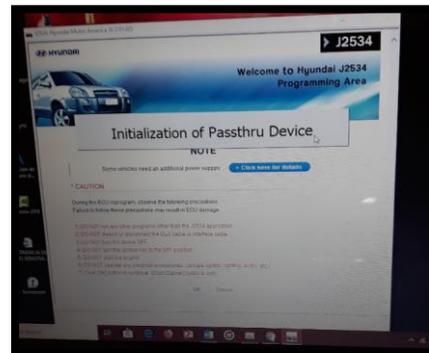


Figura 134. Inicializando Diagnostico

9. Esperar un momento y el programa detecta si existe una calibración para esta ECU, se abre una ventana con un nuevo update para esta ECU el cual es la nueva actualización para esta ECU.

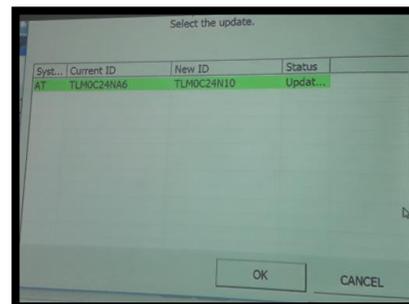


Figura 135. Detención de Update

CONTINÚA 

10. Seleccionar la nueva actualización de calibración y dar clic en el botón OK.

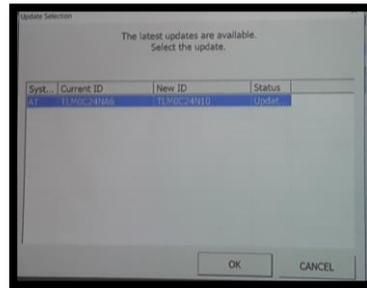


Figura 136. Selección de Update

11. Previamente se abre una nueva ventana con los datos del vehículo: modelo, año, ID etc. Verificar que los datos sean correctos y dar clic en el botón OK para inicializar la reprogramación.

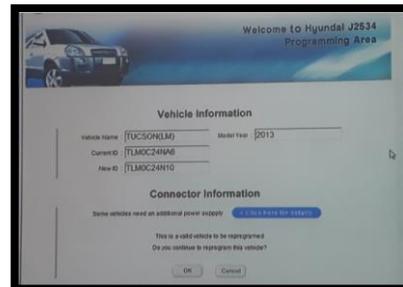


Figura 137. Datos del vehículo

12. Se abre una nueva ventana informando de la descarga del nuevo archivo para la reprogramación.

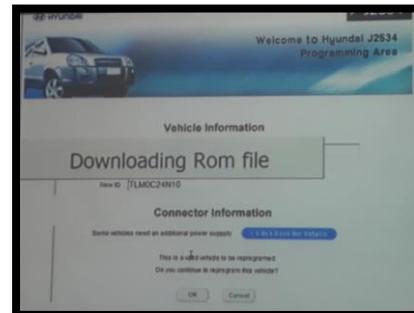


Figura 138. Descarga de archivo

13. Se abre otra ventana informando que la reprogramación está en proceso.

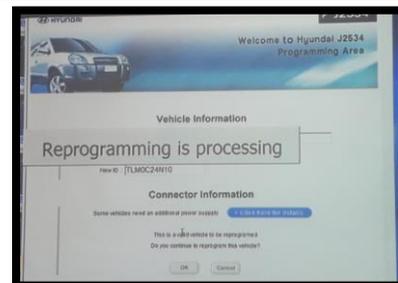


Figura 139. Reprogramación

CONTINÚA 

-
14. Una vez finalizado el proceso de reprogramación indica que se debe quitar el contacto, esperar 20 segundos y luego volver a dar contacto.

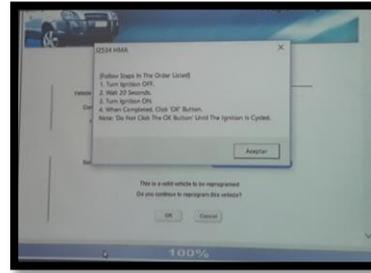


Figura 140. Quitar y dar contacto

-
15. Después de finalizar los pasos anteriores y dar clic en el botón aceptar se abre una ventana informando que se cargó correctamente la nueva calibración y que la reprogramación finalizó con éxito.

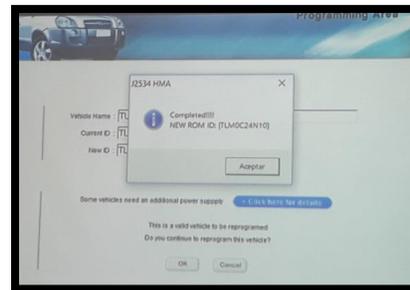


Figura 141. Reprogramación finalizada

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Introducción

En este capítulo se presenta los diferentes diagnósticos realizados después de la reprogramación de los vehículos: en primer lugar el Toyota Yaris 2016 con la finalidad de comparar las nuevas numeraciones de las calibraciones tanto nueva como antigua y previamente a eso verificar que no se permite realizar la misma reprogramación 2 veces dado que finalizado la reprogramación en la ECU del vehículo está registrado la numeración de la última reprogramación que hicimos con la finalidad que la ECU permanezca con la última versión de calibración y que no se puede reprogramar por segunda vez la misma calibración o reprogramar con una versión anterior a la nueva.

Seguidamente comparar el diagnóstico de los 2 vehículos Hyundai, tanto el modelo Ioniq como el modelo Tucson. Después de realizar la reprogramación en un vehículo Hyundai podemos verificar que ese modelo de vehículo tuvo una calibración y saber si ya fue reprogramado por medio de la nueva y antigua numeración de calibración, a diferencia de otro modelo Hyundai que no tiene ninguna calibración para reprogramación después de realizar el diagnóstico únicamente se nos informa que el vehículo no tiene ninguna calibración desde el año de fabricación.

Seguidamente, se realizó un estudio de otros modelos de vehículos después de haber realizado un reprogramación de módulos.

4.2. Diagnóstico del Toyota Yaris después de la reprogramación

Por medio del software Calibration Update Wizard (CUW) una vez realizada la reprogramación con este software realizamos el diagnóstico del vehículo con la finalidad de poder verificar la nueva numeración de calibración que acabamos de realizar en vehículo, previamente comparando la antigua como la nueva numeración de la calibración de la reprogramación realizada.

Tabla 12
Comparación de calibraciones

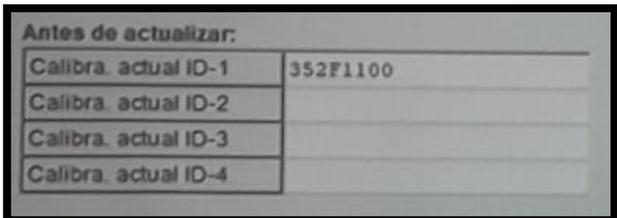
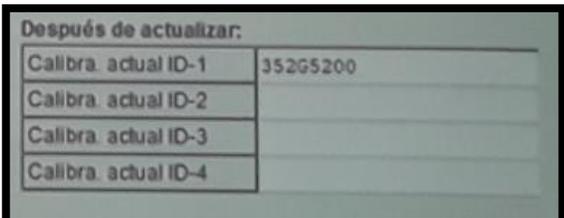
Antigua Numeración	Nueva Numeración																
 <p>Antes de actualizar:</p> <table border="1"> <tr> <td>Calibra. actual ID-1</td> <td>352F1100</td> </tr> <tr> <td>Calibra. actual ID-2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calibra. actual ID-3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calibra. actual ID-4</td> <td></td> </tr> </table>	Calibra. actual ID-1	352F1100	Calibra. actual ID-2		Calibra. actual ID-3		Calibra. actual ID-4		 <p>Después de actualizar:</p> <table border="1"> <tr> <td>Calibra. actual ID-1</td> <td>352G5200</td> </tr> <tr> <td>Calibra. actual ID-2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calibra. actual ID-3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calibra. actual ID-4</td> <td></td> </tr> </table>	Calibra. actual ID-1	352G5200	Calibra. actual ID-2		Calibra. actual ID-3		Calibra. actual ID-4	
Calibra. actual ID-1	352F1100																
Calibra. actual ID-2																	
Calibra. actual ID-3																	
Calibra. actual ID-4																	
Calibra. actual ID-1	352G5200																
Calibra. actual ID-2																	
Calibra. actual ID-3																	
Calibra. actual ID-4																	

Figura 142. Numeración de calibración antigua

Figura 143. Numeración de calibración nueva

La antigua numeración de calibración antes de realizar la reprogramación es: 352F1100

La nueva numeración de calibración registrado en la ECU después de haber realizado la reprogramación es: 352G5200

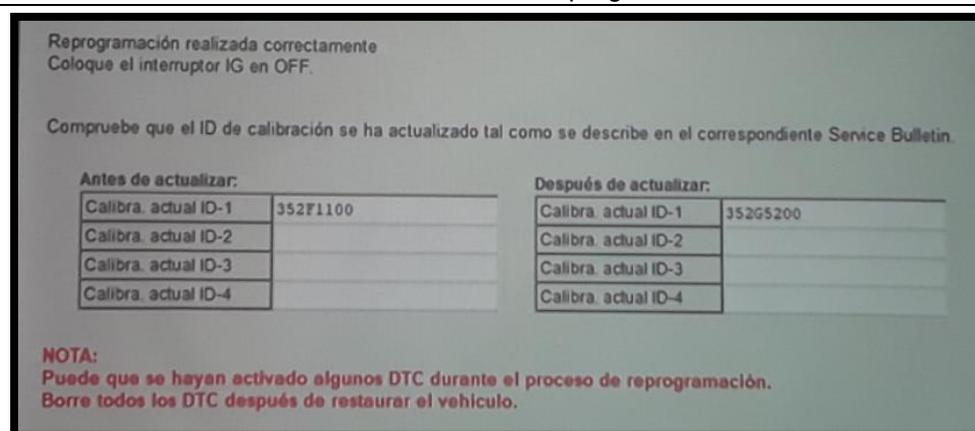


Figura 144. Numeraciones de calibración

Como podemos observar en la figura 144, una vez realizada la reprogramación como nota se nos dice que algunos DTC durante el proceso de reprogramación para lo cual debemos borrar todos los DTC después de restaurar el vehículo.

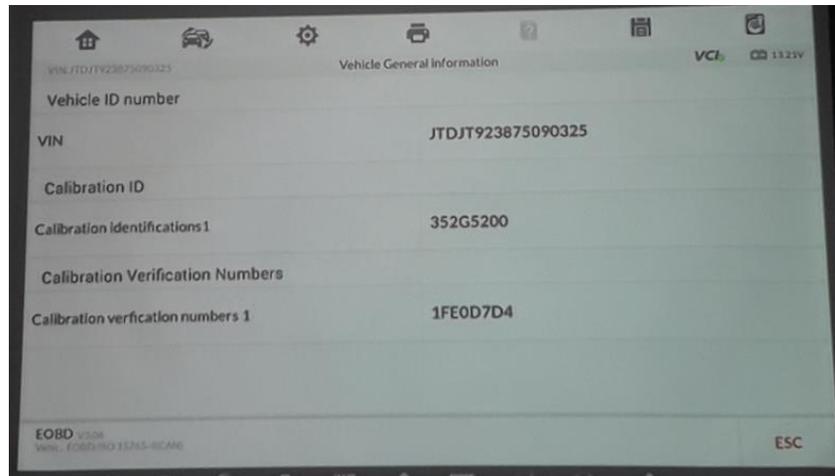


Figura 145. DTC's después de la reprogramación.

Como podemos observar en la figura 145, una vez realizada la reprogramación realizamos el respectivo diagnóstico y borramos los DTC's presentes respecto a la nueva reprogramación.

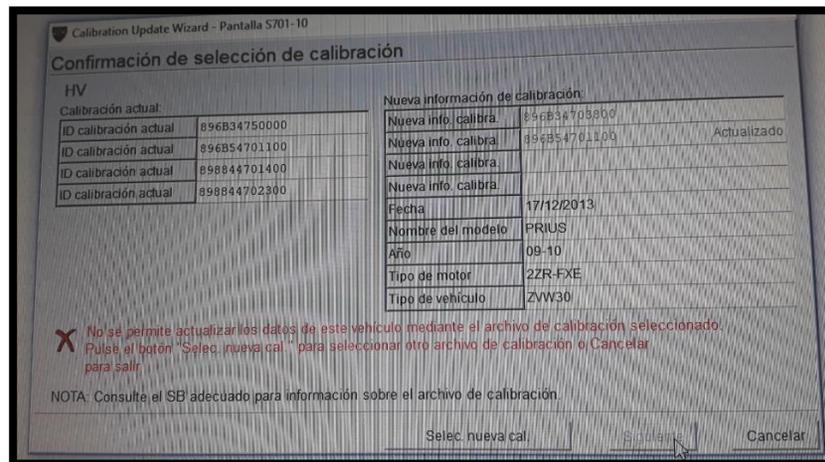


Figura 146. No se puede reprogramar una calibración ya programada.

Como podemos observar en la figura 146, no se puede reprogramar un modulo con una calibración que ya esta programada por tal razón el software no nos deja realizar reprogramación.

4.3. Diagnóstico de los modelos Hyundai después de la reprogramación

Por medio del software J2534 Hyundai Motor América exclusivo para autos Hyundai, una vez realizada la reprogramación con este software realizamos el diagnóstico del vehículo con la finalidad de poder verificar la nueva numeración de calibración que acabamos de realizar en vehículo, previamente comparando la antigua como la nueva numeración de la calibración de la reprogramación realizada.

Tabla 13
Comparación de calibraciones

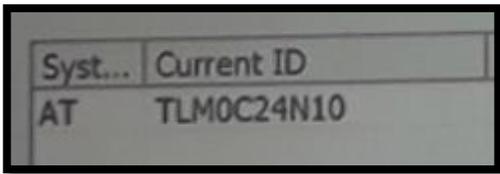
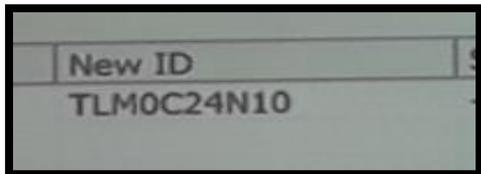
Antigua Numeración	Nueva Numeración
	

Figura 147. Numeración de calibración antigua

Figura 148. Numeración de calibración nueva

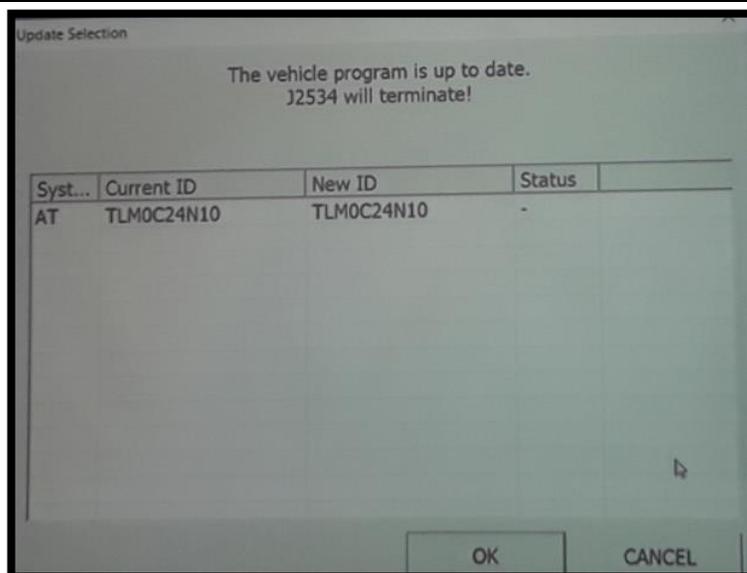


Figura 149. Numeración de calibraciones

Como podemos observar en la figura 149, una vez realizada la reprogramación como nota se nos dice que algunos DTC durante el proceso de reprogramación para lo cual debemos borrar todos los DTC después de restaurar el vehículo.

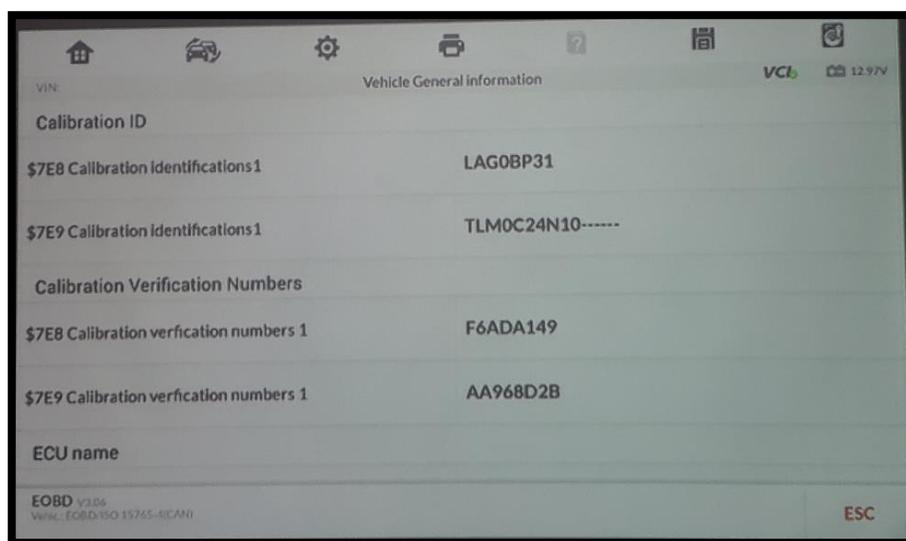


Figura 150. Numeración de calibraciones

Como podemos observar en la figura 150, una vez realizada la reprogramación realizamos el respectivo diagnóstico y borramos los DTC's presentes respecto a la nueva reprogramación.

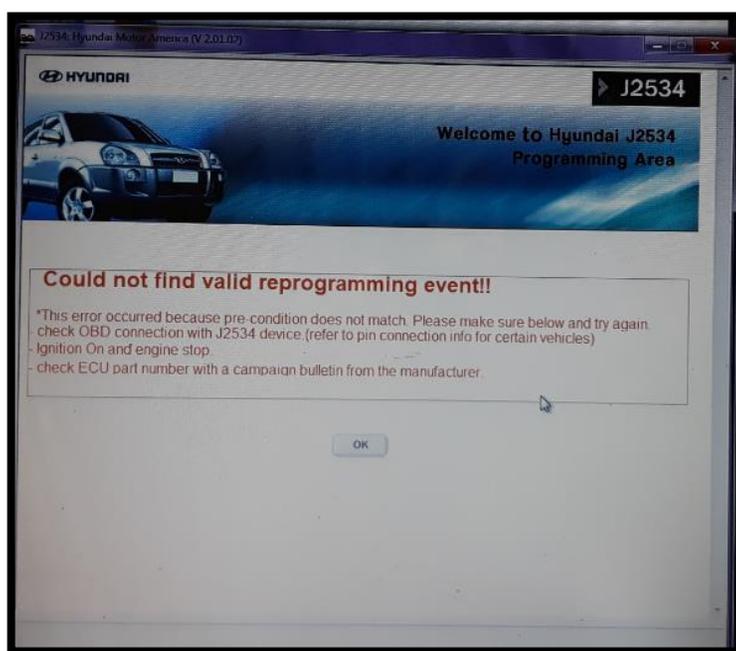


Figura 151. No existe ninguna reprogramación

Como podemos observar en la figura 151, no existe ninguna calibración para reprogramar un módulo para el vehículo Hyundai Ioniq 2018, y el software no nos permite realizar reprogramación.

4.4. Otros análisis y resultados.

Antes de realizar la reprogramación en el Vehículo Toyota Prius 2011, se prendía el sensor de oxígeno (código de falla) entonces este problema únicamente se solucionó realizando la reprogramación del módulo de este sensor, previamente antes de realizar la operación de reprogramación, muchos técnicos cambiaban el sensor de oxígeno pero no se quitaba el código de falla, previo a esto la compañía Toyota saco un boletín técnico de servicio, con la finalidad de hacerles saber a los técnicos, concesionarios etc. Informando que la fábrica ha sacado un archivo de calibración para cargarle a la ECU, este archivo de calibración se utiliza para reprogramarlo en el vehículo Toyota Prius 2011 con la finalidad que la falla del sensor de oxígeno desaparezca sin la necesidad de cambiar mecánicamente el sensor de Oxígeno.



Figura 152. Sensor de Oxígeno.

Fuente: (Códigos DTC, 2019)

Otro análisis, se desarrolló en el vehículo Hyundai Tucson 2010, este vehículo con transmisión automática, sucedió que al momento de pasar de segunda a tercera la transmisión se demoraba en realizar este cambio para lo cual el vehículo perdía mucha tracción y tenía altos niveles de consumo de combustible, dado con este problema muchos técnicos procedían a cambiar y a reparar los engranes de todos los cambios de la caja, pero la falla nunca se pudo reparar, previo a esto la compañía Hyundai sacó un boletín técnico de servicio, con la finalidad de hacerles saber a los técnicos, concesionarios etc. Informando que la fábrica ha sacado un archivo de calibración para cargarle a la ECU, este archivo de calibración se utiliza para reprogramarlo en el vehículo Hyundai Tucson 2010 con la finalidad que la de la transmisión funcione correctamente sin la necesidad de cambiar o reparar mecánicamente la caja de cambios.

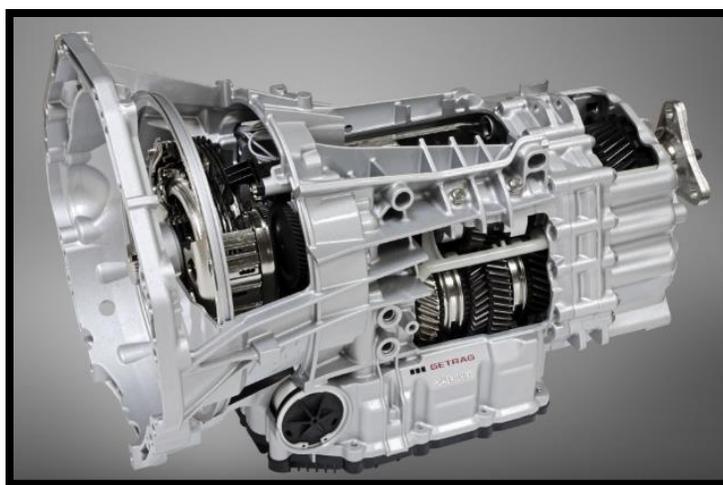


Figura 153. Caja Automática.

Fuente: (Ro-des, 2019)

CAPITULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

a. Recursos.

5.1.1 Recursos Humanos.

Los recursos humanos que intervendrán en la ejecución del proyecto de investigación son los siguientes:

Tabla 14

Recursos humanos utilizados en el proyecto de investigación

Ord.	Descripción	Cantidad	Función
1.	Hernández Pantoja Sebastián Alejandro	1	Investigador
2.	Ing. Erazo Laverde Washington Germán	1	Colaborador científico

5.1.2 Recursos Materiales.

Para el desarrollo de la investigación es necesario elementos y componentes que se presentan a continuación.

Tabla 15

Recursos materiales utilizados en el proyecto de investigación

Ord.	Cantidad	Detalle	Costos Unitarios	Costo Total USD
1.	2	Compra de suscripciones para Toyota	\$65.00	\$130.00
2.	1	Software para diagnóstico de Hyundai	\$60.00	\$60.00
3.	1	Software Re-Flash J2534 para Hyundai	\$75.00	\$75.00
4.	1	Software IDS 115.02A para Ford	\$60.00	\$60.00
5.	1	Componentes electrónicos y eléctricos	\$30.00	\$30.00
6.	1	Recursos Humanos	\$200.00	\$200.00
7.	1	Documentación	\$150.00	\$200.00
8.	1	Imprevistos	\$100.00	\$100.00
TOTAL				\$855.00

5.1.3 Recursos tecnológicos.

Para el desarrollo correcto de la investigación es necesario contar con equipos tecnológicos que se mencionan a continuación:

Tabla 16

Recursos tecnológicos utilizados en el proyecto de investigación

Ord.	Cantidad	Detalle	Costos
1.	1	Computador	\$100.00
2.	1	Cámara de Video	\$50.00
3.	1	Alquiler de la interfaces Cardaq	\$175.00
4.	1	Alquiler interface VCMII	\$100.00
5.	5	Alquiler vehículos Toyota	\$100.00
6.	3	Alquiler vehículos Hyundai	\$100.00
7.	2	Alquiler vehículos Ford	\$100.00
8.	1	Interface AutelMS509	\$200.00
TOTAL			\$925.00

5.1.4 Presupuesto.

El presupuesto del proyecto titulado “INVESTIGACIÓN DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y PROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ DE LOS MÓDULOS MEDIANTE EL USO DE INTERFACES”, resulta de la suma total de todos los recursos a utilizar y su movilidad.

Tabla 17

Presupuesto utilizado en el proyecto de investigación

Descripción	Costo Total USD
Recursos materiales	\$855.00
Recursos tecnológicos	\$925.00
Movilidad	\$200.00
TOTAL	\$1980.00

CONCLUSIONES

- Se consultó información en bases digitales, las cuales sirvieron como apoyo para el desarrollo del proyecto de investigación. También, se investigó los diferentes tipos de interfaces automotrices para el uso de diagnóstico y programación de módulos.
- Se seleccionó la interface Cardaq M en base a sus funciones, características y fácil manejo para el uso de diagnóstico en las marcas Toyota y Hyundai debido a la amplia variedad de marcas de vehículos en las que se puede usar esta interface.
- Se determinó las conexiones, funcionamiento, características de la interface VCMII para Ford así como la estructura y funcionamiento del software IDS 115.02A para realizar la reprogramación del módulo TCM del Ford Ecosport 2014.
- Se escogió la interface Cardaq M Mega Can en base a sus características, protocolos de trabajo y funciones para el uso de reprogramar los módulos en las marcas Toyota y Hyundai debido a que esta interface es también multimarca.
- A partir de la compra de las suscripciones para la marca Toyota se pudo verificar que el software Techstream se utiliza únicamente para realizar diagnóstico y verificar si el vehículo necesita de alguna programación de algún módulo de los sistemas de control electrónico que posee mas no para reprogramar.
- De acuerdo a las pruebas y diagnóstico que se realizaron en varios vehículos Hyundai se pudo determinar que esta marca nos da la posibilidad de realizar el diagnóstico del vehículo con el software J2534 HMA y saber si existe alguna reprogramación para

ese vehículo sin la necesidad de realizar ningún pago, salvo que si necesitamos realizar la reprogramación del módulo que este software nos indique ahí si debemos realizar el pago respectivo.

- Mediante el diagnóstico y la reprogramación de varios modelos Toyota se pudo determinar que para realizar la reprogramación de módulos de cualquier sistema de control electrónico se necesita del software calibration update wizard software exclusivo de Toyota para reprogramar módulos mas no del software Techstream.
- Por medio de todas las reprogramaciones que se realizaron con las diferentes interfaces que se seleccionaron se pudo diferenciar que para Toyota se necesita descargar el archivo de calibración en la computadora portátil que estamos usando a diferencia de Ford y de Hyundai que no se necesita de descargar ningún archivo de calibración para realizar la reprogramación de módulos.

RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta las respectivas precauciones al momento de realizar cualquier reprogramación como por ejemplo contar con un muy buen internet estable ya que todos los software tanto para diagnóstico y para reprogramación necesitan de internet al momento de entrar en ejecución.
- Cuando se requiera hacer una reprogramación de algún módulo de los sistemas de control electrónica ya sea por cualquiera de los dos métodos onboard o offroad se necesita tener las señales de voltaje y corrientes estables sin ninguna caída para lo cual se requiere conectar: cargador de baterías, una batería en paralelo, o en el caso offboard una fuente de alimentación variable de voltaje y corriente.
- Durante las reprogramaciones de módulos de los sistemas electrónicos que se realizaron en varios vehículos de diferentes marcas tanto para Toyota, Hyundai y Ford se pudo saber que finalizada la reprogramación es recomendable volver a realizar el diagnóstico con la finalidad de borrar los DTC's o PID's que se generaron por la reprogramación que se realizó previamente.
- Para realizar las reprogramaciones de módulos de cualquier vehículo es recomendable que durante este proceso de reprogramación no estar realizando diferentes actividades en el vehículo como por ejemplo: estar abriendo las puertas, moviendo la caja de cambios, abriendo los vidrios ya que esto puede causar fallas durante la reprogramación.

- Durante los procesos de diagnóstico y reprogramación de los vehículos Hyundai se pudo saber que el software J2534HMA también se puede usar para realizar el diagnóstico y la reprogramación de varios vehículos de la marca Kia ya que también es una marca de Corea del Sur.
- Comprobar que las interfaces que se utilicen para realizar alguna reprogramación es necesario que se encuentren en correcta comunicación tanto con el vehículo como para la computadora portátil esto se lo puede verificar con los leds de señalización que las interfaces que se encuentren en color verde más no en color rojo.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaya Sandoval, S. M., & Villareal Prado, A. S. (2017). *Investigación de la influencia del uso del software dedicado en la reprogramación en red para el mapeo de la ECU programable en el motor Peugeot 407* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz.).
- Arévalo Calderón, F. E., & Ortega Ulloa, A. G. (2016). Desarrollo de una interfaz para la visualización y adquisición de datos provenientes de la ECU a través de OBD-II mediante un dispositivo de comunicación serial y del analizador de gases QROTECH 6000 (*Tesis*). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Arias Jiménez, B. J., De la Cruz, S., & Santiago, J. (2018). *Potenciación electrónica de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.6 tercera generación para optimizar el rendimiento del motor de combustión interna con el modulo K-TAG de lectura BDM* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz.).
- Augeri, F. (24 de Octubre de 2015). *CISE*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/228-acerca-de-los-c%C3%B3digos-de-falla-o-dtc.html>
- Augeri, F. (12 de Noviembre de 2017). *CISE*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2019, de <http://www.cise.com/portal/notastecnicas/item/347-diagn%C3%B3stico-en-modo-6.html>

Casco, R., & Pedro, S. (2016). *Diseño e implementación del sistema de telemetría para la tricicleta solar que participará en la carrera Atacama Solar 2014* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería en Electrónica e Instrumentación.).

Cise, E. (2012). Terminología del sistema OBDII. Recuperado el 15 de Noviembre del 2019, de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/513-terminolog%C3%ADa-del-sistema-obdii.html>

Cise, E. (2019). IDS - VCMII. Recuperado el 21 de Noviembre del 2019, de http://www.cise.com/portal/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=8&vmcchk=1&option=com_virtuemart&Itemid=54

Cise, E. (2019). Cardaq M Combo – Mega CAN. Recuperado el 22 de Noviembre del 2019, de <http://www.cise.com/portal/component/k2/item/946-cardaq-m-combo-mega-can-y-curso.html>

Cise, E. (2018). Clase Aplicaciones en GM. Recuperado el 23 de Diciembre del 2019, de <http://www.cisetraining.com/course/view.php?id=42>

Cise, E. (2018). Programación de módulos bajo protocolo de comunicación J2534. Recuperado el 14 de Noviembre del 2019, de <http://www.cisetraining.com/course/view.php?id=10>

Cise, E. (2019). CARDAQ-M J-2534. Recuperado el 23 de Noviembre del 2019, de http://www.cise.com/portal/productos.html?page=shop.product_details&flypage=flypage-ask.tpl&category_id=17&product_id=29

Fernández, S. (01 de Octubre de 2010). *C/SE*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/174_introducci%C3%B3n-al-flash-y-reprogramaci%C3%B3n-j2534.html

Fidalgo, R. (27 de Noviembre del 2014). *Autocasion*. Recuperado el 10 de Octubre del 2019, de <http://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/como-reprogramar-tu-motor>

Guerrero, G. (2014). Análisis de la programación del sistema inmovilizador mediante el protocolo J2534 para vehículos Hyundai Accent. (*Tesis*). Universidad del Azuay, Cuenca.

Guartambel, C., & Paúl, C. (2013). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA INTERACTUAR ENTRE PROCEDIMIENTOS PARA INTERACTUAR ENTRE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ. (*Tesis*). Universidad del Azuay, Cuenca.

Haghighatkah, Anijamali, Pakanen, Oivo, & Kuvaja. (2017). Automotive Software Engineering: A Systematic Mapping Study. *The Journal of Systems and Software*, 1-99.

Landín, M., Arlén, C., & Valverde Jiménez, U. Y. (2010). *Scanner automotriz interfaz PC* (Doctoral dissertation).

Lee, Z. (2012). Construcción de un Prototipo de Escáner Automotriz para Protocolos OBDII para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH. (*Tesis*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba

López, J. (2014). DISEÑO DE ESCÁNER AUTOMOTRIZ OBDII MULTIPROTOCOLO. (Tesis) Universidad de San Carlos, Guatemala.

Moreno Constante, A. S., Tipán, N., & Alfredo, L. (2017). *Investigación de la eficiencia energética del vehículo híbrido Toyota Prius al implementar el sistema enchufable PLUG IN* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz.).

Opus, I. (2019). DREW TECHNOLOGIES. Recuperado el 24 de Noviembre del 2019, de <http://www.drewtech.com/technician/products/TechProducts.html>

Paucar Jarrin, H. D., Loja, Y., & Alfonso, V. (2017). *Análisis de la eficiencia energética y renovación del caudal de aire del sistema de climatización en vehículos híbridos por medio de los elementos finitos* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz.).

Rebelo Carrillo, S. S. (2018). *Investigación de la influencia de la ecualización de packs para prolongar la vida útil de la batería de alta tensión HV del vehículo híbrido Toyota Prius tercera generación* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz.).

Román, L. (2017). DISEÑO DE UN MANUAL PRÁCTICO DE APLICACIÓN DEL INTERFAZ MOONGOSE MFC CON EL SOFTWARE TECHSTREAM PARA EL DIAGNÓSTICO DEL AUTOMOVIL TOYOTA PRIUS. (Tesis). Universidad Internacional del Ecuador, Quito.

Sánchez Quishpe, J. J., & Taipe Gualpa, R. D. (2018). *Investigación de los parámetros de funcionamiento del sistema de inyección de combustible de los vehículos Hyundai para desarrollar la construcción de un banco de pruebas de verificación de ECU´ S* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz.).

Sánchez Carrizo, J. (2017). GITT. Simulador de una ECU y diagnóstico mediante CAN y OBD-II.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL - PDF Descargar libre. (2019). Retrieved 11 December 2019, from <https://docplayer.es/3914887-Universidad-politecnica-salesiana-sede-guayaquil.html>

(2019). Retrieved 12 November 2019, from <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/119-tips-para-reprogramar-la-ecu-con-j2534/>

ANEXOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIRÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el señor HERNANDEZ PANTOJA SEBASTIÁN ALEJANDRO.

En la ciudad de Latacunga el día 20 del mes de enero del 2020.

Aprobado por:

RO.

0 del mes de enero del 2020.


.....
Ing. Germán Erazo
DIRECTOR DEL PROYECTO


.....
Ing. Danilo Zambrano
DIRECTOR DE LA CARRERA


.....
Ab. Darwin Albán
SECRETARIO ACADÉMICO