



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

ESTUDIO COMPARATIVO EN DIFERENTES EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN DE  
TRANSPONDERS PARA SISTEMAS INMOVILIZADORES DE VEHÍCULOS TIPO  
M1 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: DYLLAN EDDY NARVÁEZ NARVÁEZ  
KEVIN JOSSUE TUPIZA TUPIZA

TUTOR: JUAN JOSÉ MOLINA CAMPOVERDE

Quito - Ecuador

2024

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Dyllan Eddy Narváez Narváez con documento de identificación N° 1721693974 y Kevin Jossue Tupiza Tupiza con documento de identificación N° 1724874613 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 06 de agosto del año 2024

Atentamente,



---

Dyllan Eddy Narváez Narváez  
1721693974

---

Kevin Jossue Tupiza Tupiza  
1724874613

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Dyllan Eddy Narváez Narváez con documento de identificación No. 1721693974 Kevin Jossue Tupiza Tupiza con documento de identificación No. 1724874613, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “ Estudio comparativo en diferentes equipos de programación de transponders para sistemas inmovilizadores de vehículos tipo M1 en el Distrito Metropolitano de Quito.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 06 de agosto del año 2024

Atentamente,



---

Dyllan Eddy Narváez Narváez  
1721693974

---

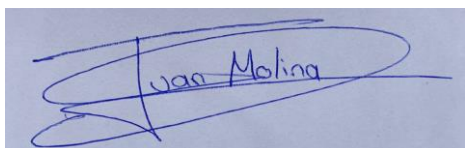
Kevin Jossue Tupiza Tupiza  
1724874613

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan José Molina Campoverde con documento de identificación N° 0105819841, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO COMPARATIVO EN DIFERENTES EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN DE TRANSPONDERS PARA SISTEMAS INMOVILIZADORES DE VEHÍCULOS TIPO M1 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, realizado por Dyllan Eddy Narváez Narváez con documento de identificación N° 1721693974 y por Kevin Jossue Tupiza Tupiza con documento de identificación N° 1724874613, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 06 de agosto del año 2024

Atentamente,

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature appears to be 'Juan Molina' written in a cursive style.

---

Ing. Juan José Molina Campoverde, MsC.

0105819841

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente proyecto principalmente a mi madre, quien fue uno de los pilares fundamentales en mi desarrollo académico, y a mi abuela, quienes fueron participes de mi crecimiento personal con sus enseñanzas, valores, motivación y amor incondicional. También quiero agradecer a todos mis profesores y compañeros por compartir conmigo su valioso conocimiento.

Dyllan Eddy Narváez Narváez

Dedico el presente proyecto a mis padres, por ser una parte fundamental en este proceso académico. Ya que, sin su apoyo incondicional, nunca habría llegado hasta estas instancias. De igual manera agradezco a mis amigos que me han acompañado en esta travesía, tanto en los momentos buenos y malos.

Kevin Jossue Tupiza Tupiza

## **AGRADECIMIENTO**

Mis sinceros agradecimientos a todos los docentes que han sido partícipes de mi orientación académica, en especial al Ing. Ing. Juan José Molina Campoverde, MsC, quien actuó como tutor en nuestro proyecto de titulación. Y demostró ser un gran guía durante el desarrollo del proyecto con la ayuda de su amplio conocimiento. También agradezco a mi compañero de proyecto técnico, Kevin Tupiza, por su amistad y su profundo entendimiento del tema, que contribuyó significativamente al éxito de este trabajo.

Narváez Narváez Dyllan Eddy

Agradezco de manera especial a mi padre por inculcarme, enseñarme y compartir sus experiencias en la programación de llaves, lo cual me motivó realizar este trabajo de titulación. Igualmente, agradezco a mi madre, ya que sin su apoyo incondicional no podría haber llegado a ser la persona que soy hoy. Finalmente valoro enormemente a todos los docentes que conforman la carrera de ingeniería automotriz, por impartir sus conocimientos y experiencias hacia mí persona.

Kevin Jossue Tupiza Tupiza

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
PROBLEMA .....	2
OBJETIVOS .....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos. ....	4
CAPÍTULO 1 .....	5
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....	5
1.1 Sistema de seguridad vehicular antirrobo.....	5
1.2 Evolución de los sistemas de seguridad vehicular antirrobo.....	5
1.2.1 Métodos de prevención de ataques.....	6
1.3 Sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID).....	6
1.3.1 Componentes del sistema RFID .....	7
1.4 Sistema inmovilizador .....	7
1.4.1 Principio de funcionamiento.....	8
1.4.2 Componentes del sistema inmovilizador.....	9
1.5 Tipos de módulos de inmovilizadores .....	10
1.5.1 Control Eléctrico de Carrocería (BCM) .....	10
1.5.2 Unidad de Control de Electrónica (ECU).....	11
1.5.3 Módulo de la antena .....	12
1.6 Transponders .....	12
1.6.1 Tipo de transponders .....	12
1.6.2 Configuraciones de los transponders.....	14
1.7 Memorias y microcontroladores en el vehículo .....	15
1.7.1 Tipos de memorias .....	15
1.8 Métodos de programación de transponders .....	16
1.8.1 Método por archivo (Vía Dump).....	17
1.8.2 Método por diagnostico abordado (OBD II) .....	18
1.9 Equipos de programación de inmovilizadores.....	18
1.9.1 Equipos o componentes de lectura y escritura de memorias.....	19
1.9.2 Equipos de programación por diagnostico abordado (OBD II) .....	21
CAPÍTULO 2.....	23
GENERALIDADES DE LOS PROTOCOLOS OBD-II.....	23
2.1 Diagnostico a bordo (OBD-II).....	23
2.2 Protocolos de comunicación OBD-II .....	24
2.2.1 SAE J1850.....	25

2.2.2 ISO 9141-2 .....	27
2.2.3 ISO 14230-4 (KWP).....	28
2.2.4 ISO 15765-4 (CAN-Controller Area Network).....	28
2.3 Protocolos de comunicación presentes en equipos de programación designados. ....	29
CAPÍTULO 3.....	30
EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE CRITERIOS PARA LA COMPARATIVA DE EQUIPOS. 30	
3.1 Selección de vehículos para la programación de transponders. ....	30
3.2 Análisis comparativo en los equipos de programación de transponders .....	31
3.2.1 Comparación de equipos por métodos de programación .....	31
3.2.2 Comparación de equipos por selección de criterios .....	32
3.2.3 Información complementaria para la selección de equipos.....	38
3.3 Ventajas y desventajas de los equipos programadores de inmovilizadores .....	40
3.4 Selección de equipos más destacados.....	42
3.4.1 Equipos más adecuados para la programación de llaves .....	42
CAPÍTULO 4.....	44
ELABORACIÓN DE GUÍA DE USUARIO. ....	44
4.1 Introducción.....	44
4.2 Requisitos previos .....	44
4.3 Procesos de programación de llaves en diferentes vehículos .....	45
4.3.1 Programación por método de archivo.....	45
CONCLUSIONES .....	51
RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	53
ANEXOS.....	4-1

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.4.1: Sistema inmovilizador de un vehículo.....	9
Figura 1.5.1: Control electrónico de la carrocería.....	11
Figura 1.6.1 (1): Transponder de cerámica .....	12
Figura 1.6.1 (2): Transponder de cristal.....	13
Figura 1.6.1 (3): Cabezal electrónico .....	14
Figura 1.8: Equipo de programación de llaves.....	16
Figura 1.8.1: Modulo inmovilizador del BMW EWS3 .....	17
Figura 1.8.2: Puerto OBD II.....	18
Figura 1.9.1 (1): Programador de memorias y microcontroladores UPA .....	19
Figura 1.9.1 (2): Programador XP400 de AUTEL.....	20
Figura 1.9.1 (3): Programador P001 de OBDSTAR .....	20



Figura 1.9.2 (1): Equipo programador OBDSTAR X300 DP PLUS .....	21
Figura 1.9.2 (2): Equipo programador KEY TOOL MAX PRO.....	22
Figura 1.9.2 (3): Equipo programador IM 608 PRO-2.....	22
Figura: 2.2.1 (1): Protocolo J1850 PWM.....	25
Figura 2.1.1 (2): Protocolo J1850 VPW.....	26
Figura 2.2.2: Protocolo ISO 9141-2.....	27
Figura 2.2.4: Pines del protocolo ISO 15765-4 CAN .....	28
Figura 4.2 (1): Memoria 68HC08 .....	45
Figura 4.2 (2): Puntos de soldadura .....	45
Figura 4.2 (3): Programa UPA.....	46
Figura 4.2 (4): Programación con el equipo KEY TOOL MAX PRO.....	46
Figura 4.2 (5): Ubicación de llaves a programar.....	47
Figura 4.2 (6): Memoria 93C66 .....	47
Figura 4.2 (7): Colocación del adaptador al equipo .....	48
Figura 4.2 (8): Ubicación de llaves a programar.....	48
Figura 4.2 (9): Memoria 93C66 .....	49
Anexo 1: Acceso a información de memoria 68HC08.....	4-1
Anexo 2: Procesamiento de información. ....	4-1
Anexo 3: Tiempo de programación.....	4-1
Anexo 4: Extracción de memoria.....	4-2
Anexo 5: Selección de llaves a grabar .....	4-2
Anexo 6: Tiempo de programación.....	4-2
Anexo 7: Equipo lector con memoria extraída.....	4-3
Anexo 8: Menú de información de la llave. ....	4-3
Anexo 9: Tiempo de programación.....	4-3
Anexo 10: Guardado de información .....	4-4
Anexo 11: Selección de datos guardados.....	4-4
Anexo 12: Tiempo de programación.....	4-4
Anexo 13: Extracción de memoria.....	4-5
Anexo 14: Programación exitosa .....	4-5
Anexo 15: Tiempo de programación.....	4-5
Anexo 16: Colocación de memoria en el equipo .....	4-6
Anexo 17: Espacio para grabar las llaves.....	4-6
Anexo 18: Tiempo de programación.....	4-6
Anexo 19: Colocación de la memoria en el equipo.....	4-7
Anexo 20: Selección de archivo.....	4-7
Anexo 21: Tiempo de programación.....	4-7
Anexo 22: Modulo inmovilizador en el banco de pruebas.....	4-8

Anexo 23: Programación completa .....	4-8
Anexo 24: Tiempo de programación.....	4-8
Anexo 25: Modulo inmovilizador en el banco de pruebas.....	4-9
Anexo 26: Programación completa .....	4-9
Anexo 27: Tiempo de programación.....	4-9
Anexo 28: Modulo inmovilizador en el banco de pruebas.....	4-10
Anexo 29: Programación completa .....	4-10
Anexo 30: Tiempo de programación.....	4-10
Anexo 31: Modulo inmovilizador en el banco de pruebas.....	4-11
Anexo 32: Programación completa .....	4-11
Anexo 33: Tiempo de programación.....	4-11
Anexo 34: Modulo inmovilizador en el banco de pruebas.....	4-12
Anexo 35: Programación completa .....	4-12
Anexo 36: Tiempo de programación.....	4-12
Anexo 37: Selección de la marca del vehículo.....	4-13
Anexo 38: Programación Exitosa.....	4-13
Anexo 39: Tiempo de programación.....	4-13

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.2: Protocolos según la marca del vehículo.....	24
Tabla 2.2.1 (1): Pines del protocolo J1850 PWM .....	25
Tabla 2.2.1 (2): Características del protocolo J1850 PWM .....	26
Tabla 2.1.1 (3): Pines del protocolo J1580 VPW.....	26
Tabla 2.2.1 (4): Características del protocolo J1850 VPW .....	27
Tabla 2.2.2: Pines del protocolo ISO 9141-2 .....	27
Tabla 2.2.3: Características del protocolo ISO 14203-4 .....	28
Tabla 2.2.4: Pines del protocolo 1765-4 CAN .....	29
Tabla 2.2.4: Características del protocolo ISO 15765-4 CAN .....	29
Tabla 2.3: Protocolos de comunicación en equipos programadores .....	29
Tabla 3.1: Información vehicular para la programación de transponders.....	30
Tabla 3.2.1: Comparación de equipos por el método de programación .....	32
Tabla 3.2.2 (1): Comparación de equipos por el factor de tiempo .....	33
Tabla 3.2.2 (2): Comparación de equipos por el factor de tiempo .....	33
Tabla 3.2.2 (3): Comparación de equipos por el factor de costo.....	34
Tabla 3.2.2 (4): Ponderación de resultados .....	35
Tabla 3.2.2 (5): Comparación de equipos por el factor Interfaz .....	35
Tabla 3.2.2 (6): Comparación de equipos por el factor de Interfaz.....	36
Tabla 3.2.2 (7): Comparación de equipos por el factor de compatibilidad. ....	37

Tabla 3.2.2 (8): Comparación de equipos por el factor de compatibilidad .....	37
Tabla 3.2.3 (1): Soporte técnico y actualizaciones de los equipos de programación .....	38
Tabla 3.2.3 (2): Operaciones de diagnóstico de los equipos de programación. ....	39
Tabla 3.2.3 (3): Disponibilidad de recursos en los equipos de programación .....	39
Tabla 3.3: Ventajas y desventajas de los equipos de programación.....	40
Tabla 4.2: Información previa de los vehículos .....	44

## RESUMEN

Esta investigación se centra en un estudio comparativo de cuatro sistemas de programación de transponders aplicado a cinco modelos de vehículos de categoría M1. El objetivo es establecer una base de datos robusta que impulse el desarrollo y la eficiencia en el sector automotriz, con el fin de generar un manual instructivo destinado al personal técnico con propósitos educativos.

Se extrajeron los módulos inmovilizadores de cada vehículo, luego se utilizaron los equipos de programación mencionados anteriormente. Estas actividades se realizaron mediante dos métodos de programación: el primero utilizando el método de Archivo (escritura) y el segundo empleando el protocolo OBD II, para recopilar la información requerida.

Con la información recopilada, se desarrollaron criterios definidos para evaluar cada uno de los equipos de programación. Los factores considerados incluyen la compatibilidad con diferentes modelos de vehículos, la eficiencia en términos de tiempo, el costo asociado al equipo y la facilidad de uso.

En base a la información recopilada, se determina que los equipos presentan limitaciones en cuanto a la capacidad de realizar simultáneamente la lectura de memorias y la generación de llaves. Ninguno de los equipos dispone de ambas funciones integradas, por lo que se recomienda complementar los equipos entre sí para solventar esta limitación.

Finalmente, el último paso consistió en la elaboración de una guía práctica basada en las pruebas de campo realizadas junto a los resultados obtenidos. El propósito principal de esta guía es la de simplificar y optimizar los procesos de programación de transponders, con la finalidad de facilitar el aprendizaje al personal técnico dedicado a la implementación de seguridad vehicular.

Uno de los futuros proyectos a desarrollar es la investigación sobre técnicas avanzadas para la hermanación de módulos inmovilizadores. Esta investigación amplía el alcance del proyecto actual al proporcionar información complementaria sobre los sistemas de inmovilización, enriqueciendo así el valor educativo del manual y la formación técnica asociada.

**Palabras Claves:** transponders, programación, optimizar, hermanación, módulos, inmovilizadores.

## **ABSTRACT**

This research focuses on a comparative study of four transponder programming systems applied to five M1 vehicle models. The aim is to establish a robust database to drive development and efficiency in the automotive sector and to generate an instructional manual for technical personnel for educational purposes.

The immobilizer modules were extracted from each vehicle, and then the above-mentioned programming equipment was used. These activities were carried out using two programming methods: the first using the File (write) method and the second using the OBD II protocol to collect the required information.

With the gathered information, defined criteria were developed to evaluate each programming kit. Factors considered included compatibility with different vehicle models, time efficiency, cost associated with the equipment, and ease of use.

Based on the information gathered, it was determined that the equipment has limitations in terms of its capacity to simultaneously read memories and generate keys. None of the equipment has both functions integrated, so it is recommended to complement each other's equipment to solve this limitation.

Finally, the last step consisted of elaborating a practical guide based on the field tests carried out together with the results obtained. The main purpose of this guide is to simplify and optimize transponder programming processes to facilitate learning for technical staff involved in the implementation of vehicle security.

One of the future projects to be developed is research on advanced techniques for the twinning of immobilizer modules. This research broadens the scope of the current project by providing complementary information on immobilization systems, thus enriching the educational value of the manual and the associated technical training.

**Keywords:** transponders, programming, optimizing, twinning, modules, immobilizers.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el número de incidentes de hurto o robo de vehículos ha aumentado considerablemente. Ante esta problemática, la industria automotriz ha implementado sistemas electrónicos avanzados, con énfasis en el sistema inmovilizador, como parte de sus medidas de seguridad (Francisco & Moran, 2020).

Sin embargo, los profesionales y técnicos del sector automotriz, incluidos los cerrajeros especializados, enfrentan dificultades para mantenerse actualizados sobre estos avances. La obtención de información relevante resulta complicada y costosa, al igual que la adquisición de equipos especializados para la programación, debido a las diferencias entre los equipos y métodos utilizados (Markham, 2021). Esta situación representa un desafío determinante para los profesionales automotrices, dado a la falta de información.

El estudio comparativo, tiene como objetivo, orientar a profesionales y técnicos automotrices, en la programación de dicho sistema. Esto se realiza para ofrecer información que permita comprender qué equipo puede ser más beneficioso o adecuado para adquirir, teniendo en cuenta sus necesidades o requerimientos específicos (Jordan, 2024).

Para llevar a cabo el estudio, el trabajo se ha estructurado en cuatro capítulos. En el capítulo 1, se realiza especificaciones teóricas-conceptuales. Es decir, que en este apartado se abordaran los conceptos del sistema inmovilizador y se proporciona información de los equipos de programación más cotizados en el mercado de la cerrajería automotriz. Por otra parte, el capítulo 2, se enfoca en los conceptos generales y tipos de protocolos OBD existentes en la industria automotriz.

En el capítulo 3, se realiza un análisis comparativo de los equipos de programación y los vehículos seleccionados en este estudio, basándose en el método programación y selección de criterios, con el fin de determinar que dispositivos tienen el mejor desempeño a la hora de programar los transponders. Finalmente, en el capítulo 4, se elabora una guía de usuario que incluye los requisitos previos a la programación de transponders y detalla el proceso de programación con los vehículos seleccionados, utilizando diferentes métodos de programación.

## **PROBLEMA**

En los últimos años, el Distrito Metropolitano de Quito se ha ido enfrentado a un creciente problema de robos vehiculares, que se ha ido desarrollando con incidentes cada vez más frecuentes. La comunidad ha sido testigo de un aumento alarmante en la desaparición y desmantelamiento de automóviles, por eventos como el reciente robo masivo ocurrido en el mercado de Comité del Pueblo. Según datos de la Policía Nacional, los casos de robo de vehículos han aumentado drásticamente, con un incremento del 67% desde principios de año presente. Estos casos de robos vehiculares también se han visto relacionados con el robo de accesorios y piezas de vehículos (Salazar, 2024).

En respuesta a la creciente preocupación por la seguridad en el sector automotriz, se han implementado sistemas de seguridad avanzados, como los inmovilizadores con transponder, para promover un entorno de confianza y protección para los usuarios. (Castro, 2021) afirma que estos sistemas, diseñados para prevenir el robo de vehículos, han demostrado ser efectivos en la reducción de la delincuencia relacionada con automóviles.

El aumento de casos delictivos relacionados con la seguridad de los vehículos en el país ha generado una mayor conciencia sobre la importancia de contar con sistemas de seguridad confiables y efectivos. Los usuarios están buscando soluciones que no solo protejan sus vehículos contra el robo, sino que también brinden tranquilidad y confianza en su uso diario (Diario La Hora, 2023). Es así como los servicios de cerrajería automotriz cumplen un papel imprescindible al proporcionar acceso seguro y soluciones de seguridad para los propietarios de vehículos.

Sin embargo, para mantenerse al día con las demandas cambiantes del mercado y las tecnologías emergentes, los cerrajeros automotrices deben invertir tiempo y recursos significativos tanto en capacitación continua como en la adquisición de equipos especializados. Debido al avance tecnológico, la complejidad y sofisticación de los sistemas mencionados es que se requieren un nivel más alto de especialización por parte de los cerrajeros automotrices, así como la disponibilidad de las herramientas y equipos específicos para ser abordado de manera efectiva. Esta situación ha llevado a una creciente en la demanda de servicios de cerrajería automotriz que puedan afrontar con los nuevos desafíos tecnológicos (Delgado, 2020).

En Ecuador existen fuentes de información relacionadas con la programación de transponder para sistemas inmovilizadoras como libros, páginas web, cursos y capacitaciones. En donde se explica cierta información sobre los equipos a adquirir y como manipularlos. De acuerdo con (Euroinnova, 2024) y (Blue it, 2024), dichas fuentes de información se caracterizan por ser fuentes que presentan un costo elevado, lo que requiere un alto desembolso económico considerable para lograr su adquisición. Considerando la amplia variedad de equipos disponibles en el mercado, el cerrajero automotriz no cuenta con una base sólida para poder elegir el equipo adecuado. Por esta razón, se ha decidido proporcionar una fuente de información que permita a los usuarios comprender, a través de un análisis comparativo, que equipo puede resultar más beneficioso o adecuado para adquirir, según las necesidades e interés individuales del operador.

#### **Delimitación del problema. –**

El presente proyecto tiene un enfoque hacia el sector ecuatoriano, específicamente en la ciudad de Quito, donde se ha identificado una escasez significativa de información acerca de la programación de transponders, especialmente en lo que respecta a los equipos y herramientas para la programación de vehículos. Esta falta de información limita las opciones disponibles en el mercado local y la capacidad de los técnicos automotrices para realizar las programaciones de manera efectiva.

Para el desarrollo del estudio, se lleva a cabo una recopilación importante de información detallada sobre cada equipo disponible, con el propósito de desarrollar un manual práctico que sirva tanto a los profesionales del sector como a los estudiantes en formación, proporcionando así una herramienta educativa integral.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General.**

Realizar un estudio comparativo en diferentes equipos de programación de transponders para sistemas inmovilizadores de vehículos tipo M1, evaluando su eficiencia, costo y facilidad de uso.

### **Objetivos Específicos.**

- Recopilar información técnica sobre los procesos y procedimientos de programación de transponders de diferentes equipos del mercado automotriz.
- Seleccionar los equipos y componentes que se utilizarán para la programación de transponders en función de su eficiencia, costo y facilidad de uso.
- Ejecutar procedimientos de programación de diversos tipos de transponders en 5 vehículos M1 mediante los equipos seleccionados.
- Determinar las ventajas y desventajas de los equipos de programación de transponders acorde a cada vehículo tipo M1.

# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES Y GENERALIDADES**

### **1.1 Sistema de seguridad vehicular antirrobo**

El sistema de seguridad antirrobo de un automóvil consiste en diversos dispositivos y tecnologías diseñados para incrementar la seguridad del vehículo y prevenir robos de manera eficiente. Dichos dispositivos abarcan alarmas, inmovilizadores, rastreadores GPS y cerraduras avanzadas, los cuales se han visto beneficiados de los últimos avances tecnológicos. Estas innovaciones han permitido que robar un vehículo sea una tarea mucho más difícil, proporcionando así una protección superior y mayor tranquilidad a los dueños de los automóviles (Cárdenas Patiño & Villacrés Campoverde, 2021).

### **1.2 Evolución de los sistemas de seguridad vehicular antirrobo**

Con el avance de la tecnología y el aumento de la inseguridad vehicular, se han desarrollado diversos sistemas de seguridad con el objetivo de proteger los vehículos contra robos. Los primeros modelos de tecnología antirrobo surgieron a principios de los años ochenta por parte de General Motors, con un dispositivo llamado VATS (Vehicle Anti Theft System) (Automotive and Commercial Locksmith, 2012).

Dichos dispositivos consistían en un pequeño bloque de carbono adherido a la llave, con una resistencia eléctrica específica, lo que permitía que el sistema operara únicamente con esa llave. Con el transcurso del tiempo, otras empresas como Ford y Toyota adoptaron el sistema de transponder, el cual emplea un chip que es leído por un decodificador. Este decodificador no permite el encendido del automóvil hasta que detecta el dispositivo correcto.

Los transponders han continuado desarrollándose y siguen siendo la tecnología antirrobo preferida por la mayoría de los fabricantes de automóviles, utilizando la identificación por radiofrecuencia (RFID). Sin embargo, la desventaja es el alto costo de reemplazo en caso de pérdida de la llave.

### **1.2.1 Métodos de prevención de ataques**

Se han aplicado diversas estrategias con el fin de proteger los vehículos de posibles atentados de asaltos y robos. Por ejemplo, en situaciones donde se detectan dispositivos de interferencia como los Jammers, se cuenta con plataformas especializadas capaces de neutralizar el funcionamiento del automóvil afectado. Para garantizar una mayor seguridad, se han implementado sistemas de alarmas configurables que, ante la violación de ciertas medidas preestablecidas como límites de velocidad o la identificación del conductor, activan un protocolo de seguridad, el cual se encarga de inmovilizar el vehículo y activar señales de emergencia como sirenas y balizas.

En el caso específico de flotas de vehículos, se ha desarrollado una plataforma de control que regula la apertura de compartimentos, restringiendo su acceso únicamente a través de una aplicación autorizada. Esta medida asegura que ni siquiera los conductores puedan acceder a la mercancía en caso de robo. Realiza un monitoreo continuo de los automóviles, otorgando información en tiempo real sobre su ubicación y estado. También, proporciona acceso a detallados protocolos de seguridad que delinean las acciones y condiciones a seguir antes de iniciar cada viaje, con el objetivo de prevenir posibles incidentes delictivos (Ayestarán, 2022).

### **1.3 Sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID)**

La identificación por radiofrecuencia, conocida como RFID (Radio Frequency Identification), representa una tecnología inalámbrica de vanguardia que permite la identificación precisa y automatizada de objetos sin la necesidad de un contacto visual directo. Mediante el uso de etiquetas microelectrónicas adheridas a los objetos, facilita la transferencia de datos a través de ondas de radio desde la etiqueta hasta un lector especializado. Esta tecnología, permite un amplio alcance y versatilidad, no solo simplifica los procesos de identificación, sino que también desempeña un papel crucial en diversas aplicaciones, desde la gestión de inventarios hasta la localización de individuos en situaciones de emergencia, lo que la convierte en una herramienta indispensable para optimizar la eficiencia operativa en una variedad de entornos (Ajami & Rajabzadeh, 2013).

### 1.3.1 Componentes del sistema RFID

El sistema RFID se estructura mediante la integración de diversos componentes, los mismos que son fundamentales para que el sistema pueda identificar y llevar a cabo diversas operaciones sobre los objetos etiquetados, además son esenciales para su operatividad. La integración de estos elementos permite la implementación efectiva de una solución RFID completa (Ajami & Rajabzadeh, 2013). A continuación, se presenta los componentes del sistema RFID.

- **Etiqueta:** Se adhiere al objeto y proporciona una identificación única.
- **Antena:** Actúa como detector de etiquetas y genera un campo magnético.
- **Lector:** Su tarea consiste en recibir la información de las etiquetas y llevar a cabo las operaciones necesarias
- **Infraestructura de comunicación:** Habilita la comunicación entre el lector RFID y la infraestructura de tecnologías de la información (TI).
- **Software de aplicación:** Proporciona la interfaz de usuario y ejecuta las aplicaciones necesarias para el funcionamiento del sistema.

### 1.4 Sistema inmovilizador

El sistema inmovilizador anti-arranque es una tecnología diseñada para proteger los vehículos contra el robo al evitar que puedan ser encendidos sin autorización. Este sistema se comunica directamente con el procesador de inyección del motor, lo que le permite bloquear el proceso de arranque si no se proporciona un código de seguridad específico. Este código puede ser magnético, óptico o alfanumérico, brindando así una capa adicional de seguridad y adaptabilidad a diferentes tipos de vehículo (Cárdenas Patiño & Villacrés Campoverde, 2021).

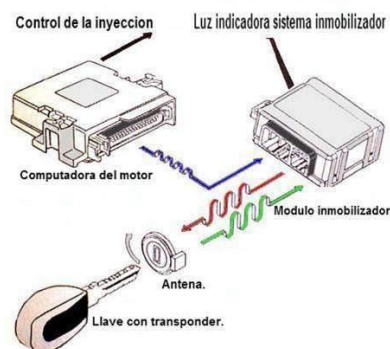
### **1.4.1 Principio de funcionamiento**

El funcionamiento del sistema se basa en una comunicación bidireccional entre el dispositivo inmovilizador y el procesador de inyección del motor del vehículo. Este diálogo constante se inicia cuando el usuario intenta encender el vehículo. En ese momento, el dispositivo inmovilizador solicita al procesador de inyección un código de seguridad específico para verificar la legitimidad del arranque. Este código puede ser transmitido de diversas formas, como señales magnéticas, ópticas o alfanuméricas, dependiendo del diseño del sistema (Calderón et al., 2014).

Una vez que se recibe la solicitud de arranque, el procesador de inyección del motor envía una respuesta al dispositivo inmovilizador con el código solicitado. El dispositivo inmovilizador procede a verificar la autenticidad de este código. Utilizando algoritmos de cifrado avanzados, el sistema verifica si el código recibido coincide con el código almacenado previamente en su base de datos interna. Si los códigos coinciden, el dispositivo inmovilizador autoriza el arranque del motor y desactiva cualquier medida de seguridad adicional. Sin embargo, si no se encuentra coincidencia entre los códigos, el dispositivo inmovilizador activa el bloqueo del sistema de arranque, impidiendo así el encendido del motor.

Este proceso de verificación y autorización se lleva a cabo en cuestión de milisegundos, lo que garantiza una respuesta rápida y efectiva ante cualquier intento de arranque no autorizado. Además, la comunicación constante entre el dispositivo inmovilizador y el procesador de inyección del motor asegura una protección continua del vehículo, incluso cuando está estacionado y sin supervisión.

**Figura 1.4.1:** Sistema inmovilizador de un vehículo



Componentes dentro del sistema inmovilizador de un vehículo, Fuente: Car key system.

(Recuperado de: <https://www.carkeyssystem.com/blog/sistema-inmovilizador-de-coche/>)

### 1.4.2 Componentes del sistema inmovilizador

- **Llave con transponder**

Se trata de un dispositivo avanzado de seguridad que incorpora un microchip electrónico, conocido como transponder. Dicho microchip se encuentra programado con un código exclusivo que se comunica de forma inalámbrica con el sistema de encendido del vehículo. Al insertar la llave en el cilindro de encendido, el sistema del automóvil envía una señal al transponder. Si la respuesta de la llave coincide con el código almacenado en la unidad de control del motor (ECU), el vehículo permitirá su acceso. De lo contrario, el sistema de seguridad bloqueará el automóvil.

- **Unidad lectora**

Se encarga de la comunicación entre la llave y el sistema de arranque del coche. Situada en la parte superior del cilindro de la cerradura de encendido. Cumple con la función de brindar la energía necesaria al transponder integrado en la llave, además de recibir y transmitir las señales de radiofrecuencia que contienen el código de identificación. Cuando se inserta y gira la llave en el encendido, la unidad lectora activa el transpondedor, lo que permite que el sistema verifique si el código de seguridad es el correcto.

- **Unidad del mando del inmovilizador**

Esta unidad se dedica a procesar las señales emitidas por la llave y actuar como un comparador de autenticidad. Ubicada generalmente bajo el tablero de instrumentos cerca del volante. Su función principal es recibir y analizar la

información del transponder presente en la llave del vehículo, posteriormente transmite dicha información al módulo de control del motor o en motores diésel al DDS (Figueroa, 2013).

- **Unidad de mando del motor**

Supervisa y controla distintas funciones del motor, asegurando un rendimiento óptimo y eficiente. La Unidad de Control Electrónica (ECU) contiene un integrado especializado en procesar información vital para el encendido del motor en su interior. Este integrado recibe y analiza datos de diversos sensores y del módulo inmovilizador. Si el módulo inmovilizador detecta una anomalía o recibe información incorrecta, se envía una señal a la ECU indicando que el intento de encendido no es válido, lo que resultará en el bloqueo de cualquier posibilidad de arrancar el motor (Figueroa, 2013).

El integrado dentro de la unidad de mando del motor puede desactivar la inyección de combustible, detener la operación de la bomba de combustible y anular el funcionamiento del motor de arranque. Dando como resultado que el vehículo no pueda ser encendido sin su autorización debida, incrementando así la seguridad contra robos y manipulaciones no autorizadas.

- **Testigo luminoso**

Se trata de un indicador visual situado en el tablero de instrumentos del vehículo, diseñado para alertar al conductor sobre condiciones y anomalías pertinentes al sistema inmovilizador. Este componente se activa tan pronto como la llave se inserta en el contacto, proporcionando una señal clara de su presencia. Una vez que se verifica que todo está en orden, este indicador desaparece en cuestión de segundos, asegurando una eficiente comunicación visual del estado del sistema inmovilizador (Figueroa, 2013).

## **1.5 Tipos de módulos de inmovilizadores**

### **1.5.1 Control Eléctrico de Carrocería (BCM)**

El control eléctrico de carrocería, conocido como BCM (Body Control Module). Se trata de un módulo con la tarea de gestionar diversas funciones con relación a la carrocería del vehículo. Este módulo no solo integra el sistema de alarma y controla los seguros de las puertas, sino que también maneja múltiples funciones como las luces, limpiaparabrisas,

elementos de seguridad y confort, incluyendo el inmovilizador del auto. La configuración del BCM puede variar de acuerdo con el fabricante, y en muchos vehículos actúa como un intermediario para la comunicación entre diferentes módulos. Por lo tanto, si el BCM presenta fallas, pueden surgir problemas de comunicación, y afectarse la activación o desactivación de diversas funciones del vehículo, lo que puede influir en la comodidad y la facilidad de conducción (Cervantes Loor & Sánchez Bonilla, 2021).

**Figura 1.5.1:** Control electrónico de la carrocería



Módulo BCM aislado del vehículo, Fuente: MOTORCLUB.

(Recuperado de: <https://motorclub.top/que-es-el-modulo-bcm-body-control-module/>)

### 1.5.2 Unidad de Control de Electrónica (ECU)

La unidad de control de motor, conocida como ECU (Engine Control Unit). Es una computadora integrada en el vehículo, encargada de supervisar y regular distintas funciones del motor, recibe constantemente señales de distintos sensores del vehículo, las cuales son evaluadas de manera constante con el fin de monitorear el estado y el rendimiento del motor, así como de otros sistemas del vehículo. En caso de que alguna señal falle o sea defectuosa, la ECU utiliza parámetros de emergencia preestablecidos para que el vehículo pueda seguir operando de manera segura hasta que los daños puedan ser reparados (Cando Chango, 2017).

Los componentes que conforman la unidad de control electrónico del motor incluyen una variedad de dispositivos electrónicos, tales como microprocesadores, microcontroladores, resistencias y transistores, todos montados en una placa impresa de cobre. Estos dispositivos, deben estar protegidos contra polvo, agua, aceite, vibraciones y altas temperaturas. Están diseñados para operar en un amplio rango de temperaturas, desde -40°C hasta +140°C, asegurando su correcto funcionamiento.



### 1.5.3 Módulo de la antena

Su propósito principal es manejar la transmisión y recepción de señales en los sistemas RFID, facilitando la comunicación entre el transpondedor y el módulo de radiofrecuencia. En los sistemas con etiquetas pasivas, la antena también suministra la energía necesaria para activar el sistema. El número de antenas necesarias varía de acuerdo a la cantidad de transpondedores que deben ser detectados y la rapidez con la que se deben transmitir los datos (Figueroa, 2013).

### 1.6 Transponders

Se trata de un pequeño chip integrado en las llaves de los vehículos. En el momento que se introduce la llave y se gira para encender el motor, el chip envía un código por radiofrecuencia. Este código es detectado por una antena, generalmente ubicada en el sistema de encendido y verifica si el código es el correcto antes de permitir que el motor arranque (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020).

#### 1.6.1 Tipo de transponders

- **Cerámica**

Se trata de un chip diminuto, sin baterías, integrado en la llave del vehículo, conocido por ser uno de los primeros en usar códigos fijos. Su encapsulación cerámica lo hace menos sensible a interferencias metálicas en comparación con los transponders de cristal. Además, su tamaño compacto permite que la llave conserve su aspecto original. (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020).

**Figura 1.6.1 (1):** Transponder de cerámica



Transponders cerámicos, Fuente: Autores.

- **Cristal**

Un transponder encapsulado cristal, se caracteriza por su tamaño de un grano de arroz, se inserta en la llave del encendido y es muy utilizado debido a que forma parte de la familia de los Crypto. Funciona sin baterías, siendo activado por una antena en el switch de encendido. Su construcción es hermética y duradera lo que facilita su integración en la llave, aunque su delicadeza requiere un manejo cuidadoso (Figuroa, 2013).

**Figura 1.6.1 (2):** Transponder de cristal



Diversos transponders de cristal, Fuente: Autores.

- **Cabezal electrónico**

Un transponder con cabezal electrónico es un dispositivo de mayor tamaño debido a su placa interna llena de microcomponentes. Este tipo de transponder es frecuentemente usado en vehículos Volkswagen, se destaca por su mayor alcance y rendimiento en la transmisión de datos gracias a su propia fuente de alimentación con el uso de una pequeña batería interna. Lo que diferencia este tipo de transponder de los demás, es que es regrabable, lo que permite actualizar su código. Sin embargo, su delicadeza lo hace más susceptible a daños y deja de funcionar cuando la batería se agota (Figuroa, 2013).

**Figura 1.6.1 (3):** Cabezal electrónico



Transponder de cabezal electrónico, Fuente: Autores.

### 1.6.2 Configuraciones de los transponders

- **Código fijo**

Son aquellos que reaccionan con un idéntico código cada vez que el sistema inmovilizador entre en operación. Este tipo de transponders se pueden duplicar sin mayor dificultad, ya sea con la llave a su disposición o a su vez se puede producir nuevas llaves al computador del vehículo. Son de la generación pionera de los sistemas inmovilizadores, incluso en sus primeras etapas el código del transponder se proporcionaba al usuario para su uso posterior (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020).

- **Código encriptado**

Este tipo de configuración de transponder ejecuta de la misma manera que el código fijo, sin embargo, en el momento que entre en operación el sistema inmovilizador, reacciona con el mismo código de siempre, pero con una cierta diferencia en su configuración. El código exhibe una codificación “oculta” por un programa.

Para esta generación, solo los equipos especializados se podrán descifrar esta codificación que presenta en los transponders. Estos chips, están completamente asegurados por el fabricante. A su vez, la información contenida en este transponder cambia cada vez que el vehículo se encuentre encendido, lo que los hace más seguros y complicados de duplicar (Top Llaves, 2017).

- **Código Variable (Rolling Code)**

Son aquellos transponders que reaccionan con un código diferente cada vez que el sistema inmovilizador entra en ejecución, esto es debido a que la base de este cambia con un algoritmo progresivo. La industria automotriz ha optado por esta opción actualmente, que permite una variedad ilimitada de combinaciones. Estos transponders tienen una estructura denominada “información por bloques”. De esta manera la información se secciona entre la llave y el computador del vehículo. Por ende, se puede lograr copiar la información contenida en la llave, pero en ninguna circunstancia la información almacenada en la computadora del vehículo (Augeri, 2011).

## **1.7 Memorias y microcontroladores en el vehículo**

En el vehículo hay varios módulos que comandan su funcionamiento, como Unidad de Control del motor (ECU), Control eléctrico de carrocería (BCM), entre otros. Así, las memorias están en los módulos, para captar las señales emitidas por los sensores, procesar la información y dar instrucciones a los actuadores correspondientes para que el vehículo funcione correctamente. Además, estas unidades están desarrolladas por dos elementos como la memoria y el procesador (Chalcán & Fuelgan, 2021).

### **1.7.1 Tipos de memorias**

- **Memoria RAM**

Es un tipo de memoria que realiza el trabajo de funcionamiento en los módulos de control. En esta función se reservan las directrices emitidas por los sensores y efectuadas por el procesador. Así, la memoria tiene acceso aleatorio, que permite escribir o leer en cualquier parte de la memoria, sin requerir un orden específico para obtener la información de forma más eficiente (GCF Global, 2017). Haga clic aquí para escribir texto.

- **Memoria ROM**

Este tipo de memoria solo permite la lectura de información, de esta manera los datos conservados no se podrían cambiar en ninguna circunstancia. Además, la memoria almacena datos y programas que no son indispensables sus actualizaciones, dando en operación el sistema (Chalcán & Fuelgan, 2021).

- **Memoria EEPROM**

La memoria EEPROM, permite la lectura y escritura de datos, además de almacenar, borrar y reescribir datos innumerables de veces, a diferencia de la memoria ROM. De esta manera los datos se almacenan permanentemente, incluso en ausencia de alimentación (Buitrón Mejía, 2021).

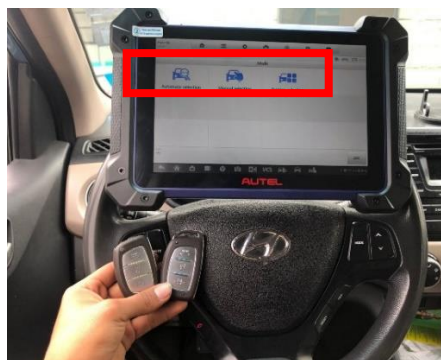
- **Microcontroladores**

Los microcontroladores son los responsables de desempeñar comandos grabados en la memoria, así lo desarrollan unidades, como la unidad central de procesamiento, memoria e interfaces, que realizan una función determinada. Para que el microcontrolador cumpla con los procesos, es esencial almacenar y generar datos dentro del mismo, gracias a que se compone de circuitos integrados, donde debe emplearse el lenguaje adecuado de programación para su correcto funcionamiento (Electrónica Estudio, 2024).

## 1.8 Métodos de programación de transponders

Para el proceso de programación, se desarrolla almacenando datos al transponder nuevo, donde se recopilan estos datos en el módulo inmovilizador del vehículo, así se realiza con un equipo especializado en la programación o un escáner automotriz con concordancia a la marca del vehículo, se observa en la figura 1.8, además se debe contar con un canal de comunicación del sistema inmovilizador hacia los puertos de diagnóstico abordo. Para esta etapa, se requieren ciertos requisitos como la batería del vehículo completamente cargada, ausencia de códigos DTC en el módulo inmovilizador y contar con el código secreto que corresponde del vehículo (Buitrón Mejía, 2021).

**Figura 1.8:** Equipo de programación de llaves



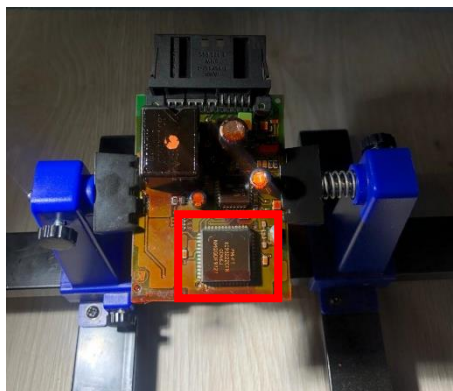
Selección de marca y modelo del vehículo, Fuente: Autores.

Para la programación de transponder se utilizan como referencia los manuales proporcionados por el fabricante de vehículo, a su vez con datos de terceros sobre el sistema inmovilizador. Con ello conseguir el aprendizaje del transponder nuevo con el vehículo. Hay que recalcar que ciertos vehículos permiten programar por diagnóstico abordo OBD II o en otros casos por archivo (Vía Dump), en la siguiente sección se detallaran los métodos mencionados:

### 1.8.1 Método por archivo (Vía Dump)

Para la programación del módulo inmovilizador, es importante tener en cuenta que cada vehículo tiene su propio método de programación. En algunos casos, existen vehículos que necesariamente se deben programar por el método de archivo, como los vehículos chinos, vehículos TOYOTA, vehículos CHEVROLET, modelos antiguos de la marca FIAT, entre otros. Para este método se realiza la extracción del módulo inmovilizador, esto se puede evidenciar en la figura 1.8.1, donde se utiliza un equipo de lectura y escritura de memorias, con ello se consigue leer la información del inmovilizador. Después, con la información obtenida y la ayuda de otro equipo programador, se realiza la filtración de datos para obtener el código de seguridad del vehículo y a su vez se graba la información en el transponder necesario para encender el vehículo, este proceso es conocido como KEY MAKER. No, obstante con la obtención del código de seguridad también es posible programar por el método de diagnóstico a bordo (OBD II).

**Figura 1.8.1:** Modulo inmovilizador del BMW EWS3



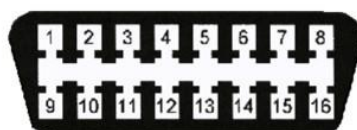
Extracción del código de seguridad, Fuente: Autores.

## 1.8.2 Método por diagnóstico abordo (OBD II)

Este método de programación de transponders, se debe contar con un equipo especializado de programación o escáner automotriz, la ejecución inicia con la conexión entre el equipo y el puerto OBD II de acuerdo con la marca y modelo del vehículo, de la misma manera se configura el dispositivo para la programación de llaves, cabe mencionar que es necesario disponer las especificaciones exactas del vehículo, además ciertos vehículos requieren del código de seguridad aplicado por la casa comercial, dicho código se puede comprar o a su vez, el mismo equipo puede suministrarla. Es importante destacar que la programación de transponders difiere de la marca del vehículo, con ello es recomendable realizar los procedimientos proporcionados por el fabricante y equipos compatibles con el sistema (Buitrón Mejía, 2021).

**Figura 1.8.2:** Puerto OBD II

### Terminales del Conector OBDII



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

Terminales del puerto OBD II, Fuente: FlexiHub.

(Recuperado de: <https://www.flexihub.com/es/oobd2-pinout/> )

## 1.9 Equipos de programación de inmovilizadores

En el mercado automotriz, existe una amplia variedad de equipos de programación de llaves, ya sea específicamente para una marca o multimarca. En la siguiente sección se explicarán diversos equipos y componentes utilizados para la programación de llaves.

### 1.9.1 Equipos o componentes de lectura y escritura de memorias

- **Programador de memorias y microcontroladores (UPA)**

El equipo programador UPA es uno de los más utilizados en el mercado de electrónica automotriz, dado que posibilita realizar funciones especiales como, el ajuste de kilometraje, reinicio de airbags, habilitación de módulos, emparejamientos de módulos, recolección del código de seguridad del inmovilizador y otras funciones, que garantiza un trabajo completo. De esta manera el equipo ejecuta con diferentes adaptadores que contribuyen al trabajo seguro y cómodo con los clips de soldadura. Para la configuración del dispositivo se efectúa mediante teclas especiales de ajuste que nos deslinda de toda forma manual (MCE, 2021).

**Figura 1.9.1 (1):** Programador de memorias y microcontroladores UPA



Equipo de lectura y escritura de memorias, Fuente: Autores.

- **Programador XP400**

El programador XP400 pertenece a la familia de AUTEL donde es compatible con los equipos programadores de llaves IM 508 y IM 608, cabe recalcar que el programador también es compatible con un ordenador. El equipo ejecuta funciones como, la programación de llaves de vehículos, lectura y escritura de datos EEPROM, así como la gestión de los transponders. El XP400 también tiene la funcionalidad de programar llaves de marcas de vehículos Premium como sería las llaves infrarrojas de Mercedes y entre otras marcas. De esta manera el equipo proporciona seguridad y facilidad, asegurando un rendimiento eficaz en el mercado laboral (Autel, 2020).



**Figura 1.9.1 (2):** Programador XP400 de AUTEL



Equipo de lectura y escritura de memorias, Fuente: Autores.

- **Componente programador P001**

El componente programador P001 pertenece al grupo OBDSTAR, donde es compatible con los equipos programadores de llaves X300 mini, X300 plus, MS80 y Key Master. El programador desempeña funciones como, escritura y lectura de memorias EEPROM, así como la detección RFID, aprendizaje de llaves y renovación de llaves, cabe destacar que las capacidades de memorias EEPROM son muy básicos, ya que tiene un base de datos limitada a comparación con otros equipos programadores, Sin embargo, a pesar de sus limitaciones, el equipo resulta indispensable en el proceso de programación de llaves (OBDSTAR, 2021).

**Figura 1.9.1 (3):** Programador P001 de OBDSTAR



Equipo de lectura y escritura de memorias, Fuente: Autores.

## 1.9.2 Equipos de programación por diagnóstico abordo (OBD II)

- **OBDSTAR X300 DP PLUS**

El equipo OBDSTAR X300 DP PLUS es un dispositivo de diagnóstico avanzado, que opera con un sistema operativo Android, que lo hace más versátil al programar llaves, abarca muchas marcas de vehículos. De esta manera ejecuta funciones especiales como, el diagnóstico del sistema electrónico de vehículos de diferentes procedencias, aprendizaje de llaves, aprendizaje de módulos, kilometraje y trabaja juntamente con el programador P001 para la lectura y escritura de memorias EEPROM. El equipo funciona con el diagnóstico a bordo (OBD) y varias terminales, aprovechando la conexión a internet para asegurar resultados precisos y seguros dentro del vehículo (OBDSTAR, 2021).

**Figura 1.9.2 (1):** Equipo programador OBDSTAR X300 DP PLUS



Opciones de operación del equipo, Fuente: Autores.

- **KEY TOOL MAX PRO**

El equipo KEY TOOL MAX PRO pertenece al grupo XHORSE, es un dispositivo de aprendizaje de llaves de vehículos y diagnóstico avanzado, cuenta con las propiedades del KEY TOOL MAX Y MINI OBD TOOL, adicionalmente incluye un módulo de diagnóstico abordo (OBD) y un módulo de velocidad de datos flexibles CAN (CAN-FD). De esta manera el dispositivo ejecuta funciones como programación del inmovilizador, identificación del transponder, clonación de transponders, rehabilitación de servicio y entre otras. El equipo funciona a través del diagnóstico abordo (OBD), que permite el aprendizaje de llaves de manera directa, sin requerir programadores adicionales, proporcionando seguridad y eficiencia en el momento de operar con el vehículo (ABKEYS, 2024).

**Figura 1.9.2 (2):** Equipo programador KEY TOOL MAX PRO



Opciones de operación del equipo, Fuente: Autores.

- **IM 608 PRO-2**

El equipo IM 608 PRO-2 es un dispositivo de diagnóstico de última generación, que opera con un sistema operativo Android, que permite que el interfaz sea más versátil y seguro al momento de ejecutar cualquier operación con el vehículo. De esta manera el dispositivo ejecuta funciones como el diagnóstico avanzado del vehículo, ya sea de forma general o individualmente del módulo inmovilizador, programación de llaves, hermanación de módulos, tareas de mantenimiento y trabaja juntamente con el programador XP400 para la lectura y escritura de memorias EEPROM. El equipo se destaca en la programación de llaves, ya que permite la apertura del 80% de vehículos, ya sea de modelos antiguos o de última generación, generando así una mayor versatilidad y satisfacción para el usuario al momento de utilizar el equipo (Autel, 2023).

**Figura 1.9.2 (3):** Equipo programador IM 608 PRO-2



Opciones de operación del equipo, Fuente: Autores.

## **CAPÍTULO 2**

### **GENERALIDADES DE LOS PROTOCOLOS OBD-II**

#### **2.1 Diagnóstico a bordo (OBD-II)**

La tecnología OBD se desarrolló para el diagnóstico de vehículos en los años 80 para ayudar a los usuarios a identificar y solucionar fallos. Su origen se remonta a 1988 en el estado de California, cuando la Junta de Recursos del Aire de California exigió que todos los vehículos a gasolina incluyeran un dispositivo OBD para monitorear las emisiones contaminantes vehiculares. El sistema controla las emisiones y alerta a los conductores sobre anomalías presentes en el vehículo a través de un display luminoso, lo que hoy en día se conoce como el escáner automotriz (DLA Latín América, 2019) (Molina-Campoverde et al., 2024).

En el año de 1996, se introdujo el protocolo de comunicación OBDII, un sistema más avanzado y riguroso en la medición de emisiones. Como resultado, se volvió un requisito obligatorio para todos los vehículos nuevos en los Estados Unidos. El OBDII verifica el estado de todos los sensores relacionados a los Parámetros de Identificación (PID's) o señales de los sensores del vehículo, además de las emisiones, como el sistema de inyección y la entrada de aire al motor, notificando al conductor mediante una luz de advertencia cuando existe algún inconveniente dentro del vehículo. También, proporciona un registro detallado del fallo y sus posibles causas, asignando un código específico a cada error. Gracias a ello los usuarios pueden ser capaces de entender y encontrar una solución adecuada para los problemas que pueden afectar al funcionamiento del vehículo. Además, empresas como Danlaw han evolucionado esta tecnología un paso más allá, permitiendo a los usuarios acceder a la información del OBDII desde sus oficinas o dispositivos móviles, facilitando el control y mantenimiento de flotas de vehículos en cualquier momento y lugar (Blasco, 2013).

Europa, se popularizó un protocolo similar al sistema OBDII, denominado Sistema EOBD European On Board Diagnostics (Diagnóstico de a Bordo Europeo). Este sistema utiliza plantillas de señales, las cuales son esperadas por los sensores, ajustándose a las condiciones operativas del motor, permitiendo que los componentes se adapten al sistema mediante calibración empírica. Como consecuencia, los repuestos deben cumplir con especificaciones exactas para el vehículo y su modelo específico. A pesar de sus mejoras, el EOBD utiliza el mismo conector y la misma norma que el OBD II, lo que agiliza la

estandarización de los códigos y la aplicación de los mismos instrumentos de diagnóstico. (Chaparro, 2007)

## 2.2 Protocolos de comunicación OBD-II

La tecnología OBDII ha facilitado el diagnóstico de los vehículos de última generación. Para tener un buen funcionamiento en este sistema es primordial tener en cuenta la presencia los protocolos de comunicación, los cuales están a cargo de establecer reglas y especificaciones para la transmisión de datos entre el vehículo y el equipo de diagnóstico. (García, 2024)

A continuación, se muestra la tabla 2.2, que presenta los protocolos OBD más destacados y utilizados por diferentes fabricantes de automóviles. Dichos protocolos son esenciales para el diagnóstico y monitoreo de los sistemas electrónicos de los vehículos, facilitando así a los técnicos y mecánicos el acceso a la información sobre el funcionamiento del motor y sus demás subsistemas del vehículo.

**Tabla 2.2:** Protocolos según la marca del vehículo.

<b>PROTOCOLO OBD</b>	<b>FABRICANTE</b>
ISO 9141-2 / KWP2000-4	Varios vehículos europeos y japoneses incluyendo Alfa Romeo, Audi, BMW, Citroën, Fiat, Honda, Jeep posterior al 2004, Kia, Land Rover, Mazda, Mercedes. Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault. Saab, Skoda, Subaru, Toyota, Vauxhall, Volkswagen posterior al 2001, Volvo hasta 2004
J1850 PWM	Ford hasta 2003, Jaguar hasta 2003 Mazda hasta 2004.
J1850 VPW	General Motors, Chrysler
ISO 15765-4 (CAN)	Ford, Mazda, Volvo desde 2004

Protocolos en diferentes marcas de vehículos, Fuente: Autores.

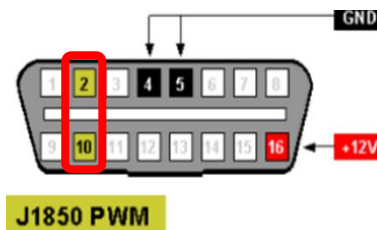
## 2.2.1 SAE J1850

El protocolo SAE J1850 es uno de los protocolos estandarizados en la comunicación por diagnóstico abordo OBD, esto se debe a que presenta un costo accesible para su aplicación, como es el caso para vehículos de carretera y todo terreno. De esta manera el protocolo ostenta dos tipos de clases, como la modulación de pulso variable (VPM) y la modulación de ancho de pulso (PWM), hay que recalcar que posee dos capas como la capa física, que se encarga de transmitir físicamente la tasa de bits no procesados y la capa de enlace, que se ocupa de identificar y corregir errores existentes en la capa física (Villén, 2016).

- SAE J1850 PWM (Pulse Width Modulation)

Este protocolo aplica una técnica de modulación de ancho de pulso, lo que permite cambios en el periodo de trabajo para transferir datos por un canal de comunicación (Villén, 2016). De esta manera en la figura 2.2.1 (1), se observa los pines de alimentación para el protocolo.

**Figura: 2.2.1 (1):** Protocolo J1850 PWM



Pines de alimentación, Fuente: Autodiagnosis

(Recuperado de: <http://autodiagnosiscanastell1718.blogspot.com/p/obd.html>)

**Pines de alimentación:**

**Tabla 2.2.1 (1):** Pines del protocolo J1850 PWM

PINES DEL PROTOCOLO	
DESCRIPCIÓN	PIN
Transmisión de datos	2
	10
Tierra	4
	5
Voltaje de la batería	16

Identificación de pines en el protocolo, Fuente: Autores

**Características del protocolo:**

**Tabla 2.2.1 (2):** Características del protocolo J1850 PWM

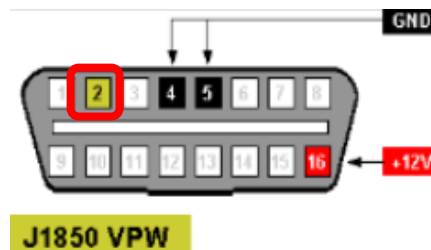
PWM	
CARACTERÍSTICAS	VALORES
Voltaje máximo	5v
Velocidad	41,6 kbit/s
Número de bytes	12 bytes

Valores permitidos en el protocolo, Fuente: Autores

- SAE J1850 VPW (Variable Pulse Width)

El protocolo J1850 VPW (Ancho de Pulso Variable), se caracteriza por utilizar una señal de pulso variable. Este tipo de protocolo permite un canal de comunicación de un solo cable, a diferencia del J1850 PWM que se comunica a través de dos cables, de esta manera posibilita la comunicación con numerosos dispositivos en el vehículo (Villén, 2016), esto se puede observar en la figura 2.1.1 (2), que determina los pines de alimentación para el protocolo.

**Figura 2.1.1 (2):** Protocolo J1850 VPW



Pines de alimentación, Fuente: Autodiagnosic.

(Recuperado de: <http://autodiagnosiccanastell1718.blogspot.com/p/obd.html>)

**Pines de alimentación:**

**Tabla 2.1.1 (3):** Pines del protocolo J1580 VPW

PINES DEL PROTOCOLO	
DESCRIPCIÓN	PIN
Transmisión de datos	2
Tierra	4
	5
Voltaje de la batería	16

Valores permitidos en el protocolo, Fuente: Autores

## Características del protocolo:

**Tabla 2.2.1 (4):** Características del protocolo J1850 VPW

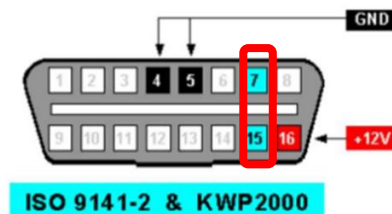
VPW	
CARACTERÍSTICAS	VALORES
Voltaje Máximo	7V
Velocidad	10,4 kbit/s
Número de bytes	12 bytes

Valores permitidos en el protocolo, Fuente: Autores

## 2.2.2 ISO 9141-2

El protocolo ISO 9141-2 fue creado en el año 1989 y es considerado el protocolo más antiguo, la transferencia de datos se lo realiza byte por byte. La comunicación se ejecuta de manera asíncrona, con ello brinda una capacidad de velocidad de 10400 baudios, además el protocolo cuenta con dos líneas de comunicación como K-line (bidireccional) y L- line (unidireccional) (Villén, 2016), esto se puede observar en la figura 2.2.2, que determina los pines de alimentación para el protocolo.

**Figura 2.2.2:** Protocolo ISO 9141-2



Pines de alimentación, Fuente: Autodiagnosis.

(Recuperado de: <http://autodiagnosiscanastell1718.blogspot.com/p/obd.html>)

## Pines de alimentación:

**Tabla 2.2.2:** Pines del protocolo ISO 9141-2

PINES DEL PROTOCOLO	
DESCRIPCIÓN	PIN
K-Line	7
L-Line	15
Tierra	4
	5
Voltaje de la batería	16

Valores permitidos en el protocolo, Fuente: Autores



### 2.2.3 ISO 14230-4 (KWP)

Este tipo de protocolo posee la funcionalidad de comunicar distintos módulos de control que integran la red. El protocolo ISO 14230-4, también mencionado como KWP2000, cuenta con líneas de comunicación como K-line y L-line, esto se puede observar en la figura 2.2.2, que determina los pines de alimentación. De esta manera el protocolo incorpora la capa física del protocolo ISO 9141-2 y a su vez, utiliza tramas de datos que se fundamentan en la norma SAE J1850 (Villén, 2016).

#### Características del protocolo:

**Tabla 2.2.3:** Características del protocolo ISO 14203-4

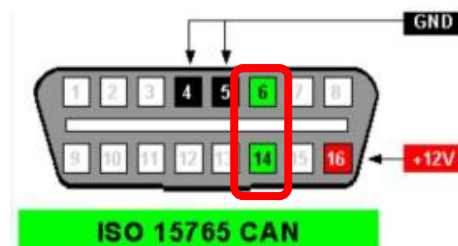
KWP2000	
CARACTERÍSTICAS	VALORES
Voltaje máximo de señal	12 V
Velocidad	10400 baudios
Número de bytes	255 bytes

Valores permitidos en el protocolo, Fuente: Autores

### 2.2.4 ISO 15765-4 (CAN-Controller Area Network)

El protocolo ISO 15765-4, fue creado a principios de los años 1980 por Bosch. En poco tiempo, este protocolo se convirtió en el principal estándar en el área automotriz, debido a su velocidad de transmisión de datos, logrando una velocidad de 1000000 baudios. Además, cuenta con cuatro capas que atribuyen a su velocidad de transmisión como la capa física, capa de aplicación, capa de enlace y capa de supervisor. De esta manera, el protocolo ISO15765-4 se estableció como una referencia general para otros protocolos (Villén, 2016).

**Figura 2.2.4:** Pines del protocolo ISO 15765-4 CAN



Pines de alimentación, Fuente: Autodiagnosis.

(Recuperado de: <http://autodiagnosiscanastell1718.blogspot.com/p/obd.html>)

### Pines de alimentación:

**Tabla 2.2.4:** Pines del protocolo 1765-4 CAN

<b>PINES DEL PROTOCOLO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PIN</b>
CAN-H	6
CAN-L	14
Tierra	4
	5
Voltaje de la batería	16

Valores permitidos en el protocolo, Fuente: Autores

### Características del protocolo:

**Tabla 2.2.4:** Características del protocolo ISO 15765-4 CAN

<b>ISO 15765 CAN</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VALORES</b>
CAN H Voltaje de señal	3,5V
CAN L Voltaje de señal	1,5V
Velocidad	1000000 baudios

Valores permitidos en el protocolo, Fuente: Autores

## 2.3 Protocolos de comunicación presentes en equipos de programación designados.

Los protocolos de comunicación permiten la transmisión de datos desde el vehículo hacia el equipo de diagnóstico. Sin embargo, para la programación de inmovilizadores, es necesario contar con estos protocolos. En este estudio, se seleccionaron equipos especializados en la programación de inmovilizadores, los más comercializados en la industria automotriz y con los protocolos mencionados. Esto se puede observar en la tabla 2.3. En los capítulos siguientes, se explicará con mayor detalle la comparación de estos equipos.

**Tabla 2.3:** Protocolos de comunicación en equipos programadores

<b>PROTOCOLOS</b>	<b>EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN</b>			
	<b>UPA</b>	<b>IM 608 PRO-2</b>	<b>KEY TOOL MAX PRO</b>	<b>OBDSTAR X300 DP PLUS</b>
SAE J1850 PWM	X	✓	✓	✓
SAE J1850 VPW	X	✓	✓	✓
ISO 9141-2	X	✓	✓	✓
ISO 14230-4	X	✓	✓	✓
ISO 15765 CAN	X	✓	✓	✓

Comparación de equipos con diferentes protocolos de comunicación, Fuente: Autores.

### CAPÍTULO 3

## EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE CRITERIOS PARA LA COMPARATIVA DE EQUIPOS.

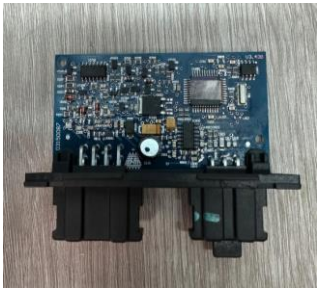


### 3.1 Selección de vehículos para la programación de transponders.

Las pruebas prácticas están destinadas a realizarse en vehículos de categoría M1. La selección de dicha categoría vehicular genera un aporte significativo al campo automotor debido su amplia disponibilidad en el mercado. Los vehículos M1 son reconocidos por su diseño, tecnología y su tarea principal es el transporte de personas (hasta 9 plazas). (INEN, 2016)

Para realizar la programación del transponder de los vehículos seleccionados, se extrajo el módulo inmovilizador de cada uno de ellos, para programarlos mediante los métodos: Vía Dump (Por archivo) y OBD II. Es importante considerar características constructivas como marca, modelo y año de fabricación, ya que con esa información se puede distinguir el tipo de transponder que usa la llave de arranque y aplicar el procedimiento apropiado. A continuación, se muestra la tabla 3.1 con información acerca de los vehículos utilizados en el estudio, incluyendo las características mencionadas anteriormente junto a su respectivo módulo inmovilizador:

**Tabla 3.1:** Información vehicular para la programación de transponders.

INFORMACIÓN DE VEHÍCULOS SELECCIONADOS				
OPCIÓN	MARCA	MODELO	AÑO	MÓDULO INMOVILIZADOR
A	Fiat	Uno Fire 1.0	2009	
B	Toyota	Yaris 5p 1.3 VVT-i	2003	

C	Chery	A3	2014	
D	Opel Corsa	Corsa Línea Blu 1.3 CDTI	2005	
E	Great Wall	H3	2015	

Información requerida para la programación de transponders vehiculares, Fuente: Autores.

### 3.2 Análisis comparativo en los equipos de programación de transponders

#### 3.2.1 Comparación de equipos por métodos de programación

Para comparar los equipos seleccionados por los métodos de programación, es necesario considerar sus limitaciones. De este modo, en la tabla 3.2 se muestra cómo los diferentes equipos enfrentan dificultades tanto en el método de diagnósticas a bordo (OBD) como en el método por archivo (vía Dump).

**Tabla 3.2.1:** Comparación de equipos por el método de programación

<b>PROGRAMACIÓN POR MÉTODOS</b>			
<b>EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>MÉTODO POR OBD II</b>	<b>MÉTODO POR ARCHIVO (ARCHIVO - VÍA DUMP)</b>	
		<b>FUNCIÓN DE LECTURA Y ESCRITURA DE MEMORIAS</b>	<b>FUNCIÓN KEY MAKER</b>
OBDSTAR X300 DP PLUS \ P001	✓	✓	X
IM 608 PRO-2 \ XP400	✓	✓	✓
KEY TOOL MAX PRO	✓	X	✓
UPA	X	✓	X

Limitaciones existentes en los equipos de programación, Fuente: Autores.

Como resultado, se determina que los equipos IM 608 PRO-2 y XP400 pertenecientes a la familia de Autel son la mejor opción para la programación de llaves, independientemente del método seleccionado. Esto se debe a que estos equipos, de última generación, cuentan con todas las funciones de programación integradas en un solo dispositivo. De esta manera, se logra tener una eficiencia operativa, evitando los tiempos muertos asociados con el cambio de equipo.

Para continuar con el estudio comparativo basado en la selección de criterios, es necesario abordar las limitaciones presentes en los equipos de programación. En consecuencia, se complementan con los equipos seleccionados en este estudio. Tanto el UPA como el P001 de OBDSTAR se asocian con el equipo KEY TOOL MAX PRO para mitigar sus limitaciones, y viceversa. El propósito es realizar pruebas prácticas de manera eficiente, generando resultados precisos al llevar a cabo la comparación de equipos por selección de criterios.

### **3.2.2 Comparación de equipos por selección de criterios**

Para identificar cual equipo es el más adecuado, es necesario compararlos entre sí. Para este proceso es fundamental establecer criterios según las necesidades del ocupante, lo que permite evaluar de manera equitativa las características de cada equipo. Estos incluyen factores como tiempo de programación, costo, interfaz y compatibilidad. Además de que ciertos equipos tienen funciones de apoyo, que se tendrán en cuenta para la selección del equipo más destacado.

- **Factor Tiempo de Programación**

Este criterio evalúa la eficiencia que tiene el proceso de programación en relación con el tiempo. Este proceso se mide desde que comienza la programación del transponder hasta su culminación.

A continuación, se presentan dos tablas comparativas de los equipos de programación en los diferentes vehículos seleccionados según el método aplicado. Se mide el tiempo en segundos para cada vehículo programado, se calcula el tiempo total de programación y se realiza un promedio para cada máquina. Esto es necesario dado que algunas máquinas no permiten la programación en todos los vehículos.

**Tabla 3.2.2 (1):** Comparación de equipos por el factor de tiempo

<b>FACTOR (TIEMPO DE PROGRAMACIÓN)</b>			
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>MÉTODO ARCHIVO (VÍA DUMP) (S)</b>		
	<b>KEY TOOL MAX PRO (UPA)</b>	<b>IM 608 PRO-2 (XP400)</b>	<b>KEY TOOL MAX PRO (OBSTAR P001)</b>
A	292 S	N/A	N/A
B	405 S	128 S	479 S
C	242 S	181 S	355S
<b>TOTAL</b>	939 S	309 S	834 S
<b>PROMEDIO</b>	313 S	154S	417 S

Evaluación comparativa de los equipos de programación, Fuente: Autores

**Tabla 3.2.2 (2):** Comparación de equipos por el factor de tiempo

<b>FACTOR (TIEMPO DE PROGRAMACIÓN)</b>			
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>MÉTODO POR OBD II (S)</b>		
	<b>IM 608 PRO-2</b>	<b>KEY TOOL MAX PRO</b>	<b>OBDSTAR X300 DP PLUS</b>
D	359 S	243 S	289 S
E	237 S	177 S	212 S
<b>TOTAL</b>	596 S	420 S	501 S
<b>PROMEDIO</b>	298 S	210 S	250 S

Evaluación comparativa de los equipos de programación, Fuente: Autores

Los datos obtenidos demuestran que los equipos IM 608 PRO-2 y XP400 se destacan de manera más rápida por el método de archivo, ya que no se muestra afectada por tiempos muertos con la transferencia de archivos, a comparación de los

demás dispositivos, que si lo requieren. Sin embargo, el vehículo (A) presenta una limitación en su programación debido a que no se dispone el componente adicional.

Por otro lado, el equipo Key Tool Max Pro, se destaca en la programación por OBD II. Esto debido a que no tiene operaciones adicionales durante el proceso de programación. Además, de que este con equipo se puede programar en todos los vehículos y obtiene tiempos considerablemente ligeramente reducidos en el método de archivo. Por lo tanto, el Key Tool Max Pro destaca como el mejor dispositivo en lo que compete al factor de tiempo, al brindar tiempos de programación más rápidos y consistentes.

- **Factor Costo**

Este factor tiene gran relevancia en la comparación de equipos, debido a que permite ajustarse al presupuesto del consumidor y asegurar su inversión inicial. De esta manera se puede seleccionar un equipo que ofrezca un mayor beneficio por un menor precio de compra.

A continuación, se muestran la tabla 3.2.2 que muestra una comparativa sobre los precios de los equipos de programación en los diferentes vehículos seleccionados. Esta tabla se ha realizado utilizando los precios de un único comercio como referencia.

**Tabla 3.2.2 (3):** Comparación de equipos por el factor de costo

<b>FACTOR COSTO</b>	
<b>EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>VALOR DEL EQUIPO</b>
OBDSTAR X300 DP PLUS /P001	\$ 2,109.10
IM 608 PRO-2/XP400	\$ 4,474.65
KEY TOOL MAX PRO	\$ 826.85
UPA	\$90.85

Evaluación comparativa de los equipos de programación, Fuente: UBUY.  
(<https://www.ubuy.ec/es/>)

Entre los equipos presentados, se muestra que el IM 608 PRO-2 y XP400 es el equipo más costoso, se tiene en cuenta que este equipo es adecuado para programar vehículos de alta gama lo que permite una gran rentabilidad en cuestión de ingresos. No obstante, su alto costo lo hace menos recomendable para una persona que apenas

se encuentra empezando en el mundo de la programación de llaves. Dado que un técnico principiante aún no tiene una base de clientes establecida y podría dificultar la recuperación de su inversión inicial.

Por otro lado, los equipos KEY TOOL MAX PRO y UPA conforman una inversión ideal, ya que para un técnico que está comenzando en el área, puede ofrecer servicios de programación con una inversión menor. Esta opción proporciona una forma más accesible de ingresar al mercado, permitiendo al técnico darse a conocer y atraer clientes sin la necesidad de un desembolso inicial tan alto.

- **Factor Interfaz**

Este criterio permite evaluar si el equipo posee una interfaz intuitiva, fácil de usar, clara y lógica, lo cual es importante para lograr una eficiencia operativa al momento de programar los transponders.

**Tabla 3.2.2 (4):** Ponderación de resultados

PONDERACIÓN	ESTADO
10 a 9	EXCELENTE
8 a 7	BUENO
6 a 5	MEDIO
4 a 3	REGULAR
2 a 1	DEFICIENTE

Evaluación de resultados, Fuente: Autores.

A continuación, se presentan dos tablas comparativas de los equipos de programación en los diferentes vehículos seleccionados según el método aplicado. Se asigna una ponderación del 1 al 10, siendo el valor de 1 como deficiente y 10 como excelente. Esta evaluación nos permite determinar la mejor opción disponible.

**Tabla 3.2.2 (5):** Comparación de equipos por el factor Interfaz

FACTOR INTERFAZ-FACILIDAD DE USO			
VEHÍCULOS	MÉTODO ARCHIVO (VÍA DUMP)		
	KEY TOOL MAX PRO (UPA)	IM 608 PRO-2 (XP400)	KEY TOOL MAX PRO (OBSTAR P001)
A	8	8	1
B	9	10	9
C	9	10	9
<b>TOTAL</b>	8,67	9,33	6,33

Evaluación comparativa de los equipos de programación, Fuente: Autores



**Tabla 3.2.2 (6):** Comparación de equipos por el factor de Interfaz

<b>FACTOR INTERFAZ-FACILIDAD DE USO</b>			
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>MÉTODO POR OBD II</b>		
	<b>IM 608 PRO-2</b>	<b>KEY TOOL MAX PRO</b>	<b>OBDSTAR X300 DP PLUS</b>
D	10	10	10
E	9	10	10
<b>TOTAL</b>	9.5	10	10

Evaluación comparativa de los equipos de programación, Fuente: Autores

Como resultado, se determina que los equipos IM 608 PRO-2 y XP400 ofrecen una mayor facilidad de operación por el método de archivo, esto se debe por sus procedimientos guiados. En comparación con los otros dispositivos presentan dificultades en este método de programación, debido que sus interfaces son menos intuitivas. Como el equipo UPA, requiere una configuración adicional, esto depende del inmovilizador a trabajar y el componente P001 de OBDSTAR tiene capacidades limitadas, lo que complica su comprensión durante su uso, esto se evidenció en el vehículo A.

Mientras que por el método por OBD II, la mayoría de los equipos no presentan inconvenientes en sus interfaces, a excepción del equipo IM 608 PRO-2, ya que en el vehículo E, no se encontró el modelo específico por lo que se optó por seleccionar un modelo alternativo.

Como resultado se aprecia que los equipos de programación por el método OBD II presentan una interfaz fácil de operar, a pesar del inconveniente mencionado. Mientras que, por el método de archivo, la mejor opción de programación son los equipos IM 608 PRO-2 y XP400.

- **Factor Compatibilidad**

Este criterio permite evaluar si los equipos de programación son compatibles con la mayoría de los vehículos en el mercado automotriz, eliminando así la necesidad de utilizar múltiples dispositivos para diferentes marcas y modelos.

A continuación, se presentan dos tablas comparativas de los equipos de programación en los diferentes vehículos seleccionados según el método aplicado. Se asignará una ponderación del 1 al 10, siendo como 1 como deficiente y 10 como excelente, esto se puede observar en la tabla 3.2.2 (4). Esta evaluación nos permitirá determinar la mejor opción disponible.

**Tabla 3.2.2 (7):** Comparación de equipos por el factor de compatibilidad.

<b>FACTOR COMPATIBILIDAD</b>			
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>MÉTODO ARCHIVO (VÍA DUMP)</b>		
	<b>KEY TOOL MAX PRO (UPA)</b>	<b>IM 608 PRO-2 (XP400)</b>	<b>KEY TOOL MAX PRO (OBDSTAR P001)</b>
A	9	6	1
B	9	10	9
C	9	10	9
<b>TOTAL</b>	9	8,67	6,33

Evaluación comparativa de los equipos de programación, Fuente: Autores

**Tabla 3.2.2 (8):** Comparación de equipos por el factor de compatibilidad

<b>FACTOR COMPATIBILIDAD</b>			
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>MÉTODO POR OBD II</b>		
	<b>IM 608 PRO-2</b>	<b>KEY TOOL MAX PRO</b>	<b>OBDSTAR X300 DP PLUS</b>
D	10	10	10
E	10	10	10
<b>TOTAL</b>	10	10	10

Evaluación comparativa de los equipos de programación, Fuente: Autores

Como resultado, se determina que los equipos KEY TOOL MAX PRO y UPA ofrecen mayor compatibilidad con los vehículos seleccionados por el método de archivo, esto se debe a que el equipo UPA tiene una amplia base de datos para leer y escribir memorias, pese a su interfaz poco comprensible. Además, el equipo KEY TOOL MAX PRO cuenta con la función KEY MAKER habilitada para una variedad de vehículos.

En comparación con los otros dispositivos, presentan dificultades con este método de programación, como es el equipo XP400, dependiendo del vehículo se necesitan adaptadores adicionales para leer la memoria del inmovilizador, hay que recalcar que, en algunos casos, incluso con el adaptador adecuado, no es posible leer

la memoria. Además, el componente P001 de OBDSTAR tiene capacidades limitadas para leer memorias, lo que impide su compatibilidad con la mayoría de los vehículos, esto se evidenció en vehículo A.

En conclusión, todos los equipos de programación por el método OBD II son compatibles con los vehículos seleccionados. Por otro lado, para el método de programación por archivo, la mejor opción solo los equipos KEY TOOL MAX PRO y UPA.

### 3.2.3 Información complementaria para la selección de equipos

Con base en el estudio comparativo realizado anteriormente, se puede determinar el equipo de programación más adecuado. Sin embargo, es importante considerar las siguientes variables para evaluar con mayor precisión:

- **Soporte y Actualizaciones**

**Tabla 3.2.3 (1):** Soporte técnico y actualizaciones de los equipos de programación

<b>SOPORTE Y ACTUALIZACIONES</b>			
<b>EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>SOPORTE TÉCNICO</b>	<b>ACTUALIZACIONES</b>	<b>ACTUALIZACIONES GRATUITAS</b>
OBDSTAR X300 DP PLUS	SI	SI	NO
IM 608 PRO-2	SI	SI	NO
KEY TOOL MAX PRO	SI	SI	SI
UPA	NO	NO	NO

Información adicional de los equipos de programación, Fuente: Autores

En la tabla 3.2.3 (1) se observa que la mayoría de los equipos de programación cuentan con soporte técnico y actualizaciones, excepto el equipo UPA, que no dispone de estos servicios. El equipo que mayor sobresale es el KEY TOOL MAX PRO, ya que ofrece soporte y actualizaciones gratuitas, a diferencia del resto de los equipos, cuyas actualizaciones anuales tienen un costo adicional.

Es importante contar con estos servicios ya que garantizan al usuario, asistencia técnica, resolución de problemas, parches de errores y actualización de vehículos en el futuro.

- **Operaciones de diagnóstico**

**Tabla 3.2.3 (2):** Operaciones de diagnóstico de los equipos de programación.

<b>OPERACIONES DE DIAGNÓSTICO</b>			
<b>EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>DIAGNÓSTICO GENERAL DEL VEHÍCULO</b>	<b>DIAGNÓSTICO AL MÓDULO INMOVILIZADOR</b>	<b>OPERACIONES DE SERVICIO</b>
OBDSTAR X300 DP PLUS	SI	NO	SI
IM 608 PRO-2	SI	SI	SI
KEY TOOL MAX PRO	NO	NO	NO

Información adicional de los equipos de programación, Fuente: Autores

En la tabla 3.2.3 (2) se observa que el equipo IM 608 PRO-2 cuenta con diferentes operaciones de diagnóstico tanto para el módulo inmovilizador como para el diagnóstico general del vehículo. En comparación, los otros equipos no disponen estas operaciones en su totalidad. El equipo IM 608 PRO-2 incluye las operaciones de servicio, lo cual es importante para recalibrar el sistema del vehículo. De esta manera el equipo no solo se dedica a la programación de llaves, sino que también actúa como un escáner automotriz. Esto permite al equipo proporcionar un servicio más integral, eficaz y competitivo en el mundo laboral.

- **Disponibilidad de recursos en línea**

En la programación de llaves es importante contar con la disponibilidad de recursos en línea como: manuales, guías, diagramas de conexión, tutoriales, testimonios y entre otros. Estos recursos permiten a los usuarios resolver dudas y aprender de forma autodidacta, tanto con el equipo de programación como en la programación en el vehículo. De esta manera mejora la eficiencia y efectividad en la hora de programar las llaves.

**Tabla 3.2.3 (3):** Disponibilidad de recursos en los equipos de programación

<b>DISPONIBILIDAD DE RECURSOS EN LÍNEA</b>	
<b>EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>RECURSOS DE APOYO (%)</b>
OBDSTAR X300 DP PLUS	50
IM 608 PRO-2	80
KEY TOOL MAX PRO	20
UPA	10

Información adicional de los equipos de programación, Fuente: Autores

En la tabla 3.2.3 (3) se observa una clara diferencia en la disponibilidad de recursos en línea siendo el equipo IM 608 PRO-2 el que tiene el mayor porcentaje. Esto se debe a la alta demanda del mercado de programación de llaves, ya que tiene excelentes prestaciones. Es importante contar con estos recursos, ya que proporcionan información detallada sobre procedimientos y técnicas de programación. Por ejemplo, en las redes Sociales, donde se pueden discutir problemas y compartir soluciones con otros profesionales.

### 3.3 Ventajas y desventajas de los equipos programadores de inmovilizadores

**Tabla 3.3:** Ventajas y desventajas de los equipos de programación

<b>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>OBDSTAR X300 DP PLUS y P001</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.-El equipo implementa la función de leer y escribir memorias con el componente P001 de la misma marca.</li> <li>.-Dispone de operaciones de diagnóstico y servicios de mantenimiento del vehículo.</li> <li>.-Cuenta con soporte técnico y actualizaciones anuales.</li> <li>.-Este equipo es capaz de programar llaves tipo navaja y llaves inteligentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.-El componente P001 es muy limitado para leer y escribir memorias.</li> <li>.-No dispone la función de diagnóstico del módulo inmovilizador.</li> <li>.- Carece de operaciones guiadas de programación, tanto para añadir como pérdida total de llaves.</li> <li>.-Necesita componentes adicionales para que el equipo este completamente equipado.</li> </ul>
<b>IM 608 PRO-2 y XP400</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.-Posee todas las funciones de programación de llaves en un solo dispositivo.</li> <li>.-Incluye operaciones guiadas de programación, tanto para añadir como pérdida total de llaves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.-Se debe adquirir adaptadores adicionales para leer y escribir memorias con el XP400.</li> <li>.-Es necesario adquirir componentes adicionales para poder programar llaves de vehículos de gama alta.</li> </ul>

	<p>.-El equipo XP400 dispone de una base datos amplios y diagramas de conexión.</p> <p>.- Proporciona operaciones de diagnóstico y servicios de mantenimiento del vehículo.</p>	<p>.-Las actualizaciones del equipo son sumamente costosas.</p> <p>.-Resulta ser un equipo costoso donde no es rentable para personas que estén recién iniciado en el mundo de programación de llaves.</p>
KEYEY TOOL MAX PRO	<p>.-Cuenta con la función key maker para hacer programaciones de llaves por el método de archivo.</p> <p>.-El costo del equipo es accesible para cuyas personas que estén iniciando en esta área.</p> <p>.-Se benefician de soporte técnico y actualizaciones gratuitas.</p> <p>.-El equipo es compatible con la mayoría de los dispositivos de programación.</p>	<p>.-No es compatible con vehículos de alta gama.</p> <p>.-Carece de funciones de leer y escribir memorias.</p> <p>.-Falta de operaciones de diagnóstico tanto para el inmovilizador como para el diagnóstico general del vehículo.</p> <p>.-Se necesita cables adicionales para poder programar vehículos como Ford y Toyota.</p>
UPA	<p>.-Posee una base de datos extensa para leer y escribir memorias.</p> <p>.-El precio del equipo es accesible para aquellos que están empezando en este campo.</p> <p>.-Los adaptadores adicionales para leer y escribir memorias están incluidos con la adquisición del equipo.</p> <p>.-La conectividad del equipo con el ordenador es muy versátil, ya que se realiza atreves del puerto USB.</p>	<p>.-En ciertos módulos de inmovilizador, es necesario realizar una configuración adicional para leer la memoria correctamente.</p> <p>.-No dispone de soporte técnico ni actualizaciones, lo cual representa una desventaja para el usuario.</p> <p>.-Los recursos de apoyo para este equipo se encuentra muy limitada.</p> <p>.-Carece de diagramas de conexión para leer la memoria del inmovilizador</p>

Tabla comparativa con los equipos de programación, Fuente: Autores

### **3.4 Selección de equipos más destacados**

En base a los criterios evaluados, la información complementaria y considerando las ventajas y desventajas de cada equipo, se ha conseguido identificar cuáles son los equipos más destacados para la programación de llaves. Este análisis comparativo abarca una evaluación detallada del tiempo de programación, costo, facilidad de uso, compatibilidad, entre otros. Cada uno de estos factores fue cuidadosamente analizado y ponderado distintivamente para ofrecer una recomendación que sea útil para técnicos tanto principiantes como avanzados, asegurando que se elijan las herramientas más adecuadas y eficientes para las necesidades específicas de cada profesional en el campo de la programación de llaves.

#### **3.4.1 Equipos más adecuados para la programación de llaves**

Para la selección de un equipo adecuado, es importante considerar que esta decisión depende en gran medida de las necesidades específicas de cada usuario y del nivel de funcionalidad que buscan obtener. Por ello, se han clasificado las necesidades de los usuarios según el equipo ideal que se adapte a ellas.

En talleres especializados de reparación y mantenimiento automotriz se requiere de equipos de programación versátiles capaces de manejar una amplia gama de marcas y modelos de vehículos. Esto asegura que se pueda ofrecer un servicio completo a todos sus clientes, sin importar la marca o la complejidad del vehículo que llegue al taller. Es indispensable que el personal esté altamente capacitado en el manejo de estos equipos para garantizar una programación rápida y segura, reduciendo los tiempos de espera y aumentando la satisfacción del cliente.

Es importante contar con un equipo que disponga de una base de datos extensa y la capacidad de programar vehículos actuales. Esto facilita el trabajo diario como también fortalece la reputación del taller como un lugar confiable y eficiente, lo cual es clave para monetizar rápidamente la inversión gracias a la fidelidad y la recomendación de una clientela diversa. El equipo que se ajusta más a las necesidades de este caso es el IM 608 PRO-2/XP400, reconocido por sus características avanzadas de programación que lo convierten en el equipo más apto para satisfacer las exigencias de un taller automotriz.

En el caso de un usuario que está iniciando en el campo de la cerrajería automotriz y realiza trabajos de manera esporádica, se debe considerar que la adquisición de equipos de alta gama puede representar una inversión significativa con una devolución lenta de ingresos, ante la falta de una base de clientes establecida. Para este tipo de personas que están dando sus primeros pasos en el negocio, es más aconsejable optar por equipos que se adapten a sus necesidades iniciales y que permitan un crecimiento gradual en sus servicios. Se ha determinado que la máquina ideal sería la KEY TOOL MAX PRO, junto con el UPA, ya que ofrecen una amplia cobertura de vehículos y su inversión inicial es más accesible para el usuario principiante.

Para el caso de un usuario con experiencia en cerrajería automotriz en busca de mejorar sus capacidades, el OBDSTAR X300 DP Plus junto con el P001 es su opción ideal. Este equipo considerado intermedio ofrece una amplia gama de funciones avanzadas, como diagnóstico, programación de llaves y ajustes del sistema, lo que permite abordar una mayor variedad de vehículos y problemas técnicos.

El precio del OBDSTAR X300 DP Plus y el P001 es moderado, representando una inversión razonable para quienes están listos para llevar su negocio al siguiente nivel. Esta inversión permite acceder a herramientas innovadoras que pueden acelerar el retorno a medida que se amplía la base de clientes y servicios ofrecidos.



## CAPÍTULO 4 ELABORACIÓN DE GUÍA DE USUARIO.

### 4.1 Introducción

Esta guía se ha elaborado para profundizar el proceso de programación de transponders, con el propósito de brindar una comprensión detallada y práctica sobre los vehículos y maquinas seleccionadas en el estudio.

La guía contiene distintos métodos y casos de programación de transponders. Cada uno de estos incluye ejemplos específicos que solventarán diversos casos, asegurando que los lectores puedan entender y aplicar las técnicas utilizadas en diferentes escenarios.

A lo largo de la guía, se explica paso a paso, de cómo llevar a cabo la programación hasta su finalización. Se utiliza material fotográfico para ilustrar ciertos pasos, con el fin de ofrecer una explicación clara y comprensible. De esta manera, la guía se convierte en un recurso valioso tanto para profesionales como para principiantes en el campo de la cerrajería automotriz.

### 4.2 Requisitos previos

Antes de comenzar con la programación de las llaves, es necesario obtener información previa del vehículo, como:

- Marca, modelo y año del vehículo
- Tipo de sistema del inmovilizador
- Tipo de transponder adecuado para el vehículo

En la siguiente tabla se detalla la información de los vehículos seleccionados en este estudio, seguido con la programación de llaves de cada uno:

**Tabla 4.2:** Información previa de los vehículos

INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO					
Nº	MARCA	MODELO	AÑO	TIPO DE INMOVILIZADOR	TIPO DE TRANSPONDER
1	FIAT	UNO	2009	IMM001-68HC08	ID11
2	TOYOTA	YARIS	2003	IMMOBOX-93C66	4D67
3	CHERY	A3	2014	IMMOBOX-24C02	ID46
4	OPEL	CORSA	2005	ANTENA-68HC08	ID40
5	GREAT WALL	H3	2015	IMMOBOX-93C66	TP08

Identificación de información previa a la programación, Fuente: Autores.

### 4.3 Procesos de programación de llaves en diferentes vehículos

#### 4.3.1 Programación por método de archivo

- **PROGRMACION FIAT UNO**

1. Identificar la información del vehículo.
2. Retirar el módulo inmovilizador del vehículo.
3. Identificar la memoria del inmovilizador.

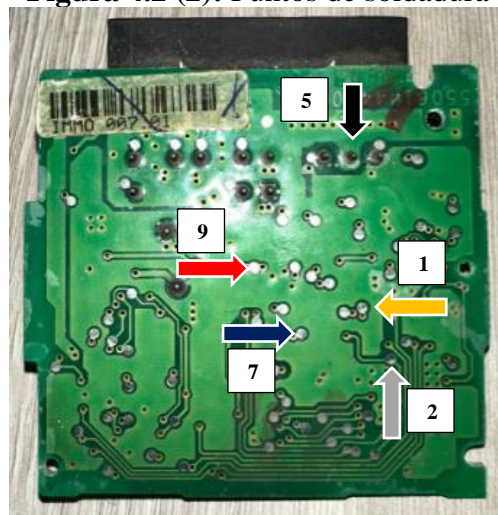
**Figura 4.2 (1):** Memoria 68HC08



Identificación de memoria, fuente: autores

4. Soldar los cables del adaptador de manera ordenada y en los puntos indicados en la siguiente figura.

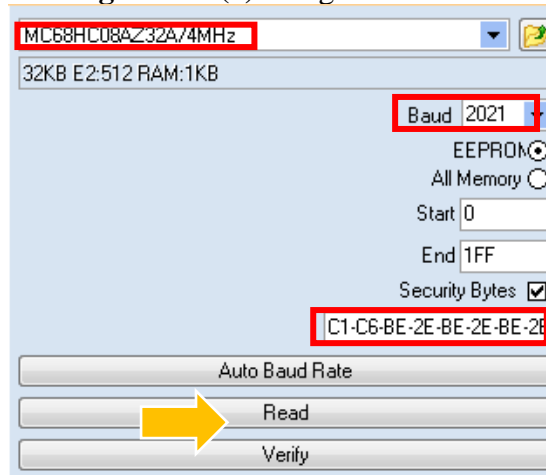
**Figura 4.2 (2):** Puntos de soldadura



Identificación de puntos. Fuente: Autores

5. Conectar el adaptador al equipo y seguido al ordenador.
6. Configurar el programa y luego hacer clic en “Read”.

**Figura 4.2 (3): Programa UPA**



Configuración del programa, Fuente: Autores

7. Guardar el archivo y transferirlo a otro equipo programador para realizar la filtración de datos del inmovilizador.
8. Se ingresa en la opción “herramientas datos immo”.

**Figura 4.2 (4): Programación con el equipo KEY TOOL MAX PRO**

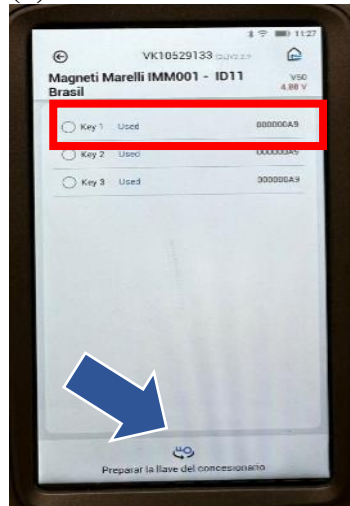


Se selecciona la opción a utilizar, Fuente: Autores

9. Seleccionar la procedencia del vehículo.
10. Seleccionar marca y modelo del vehículo.
11. Escoger el tipo de sistema del inmovilizador.
12. Seleccionar la función Empezar Ejecución.
13. Escoger el archivo anteriormente transferido.

14. Seleccionar el casillero donde se desea guardar la información en el transponder, preparar el transponder y seleccionar la opción “Preparar las llaves de concesionario”.

**Figura 4.2 (5):** Ubicación de llaves a programar



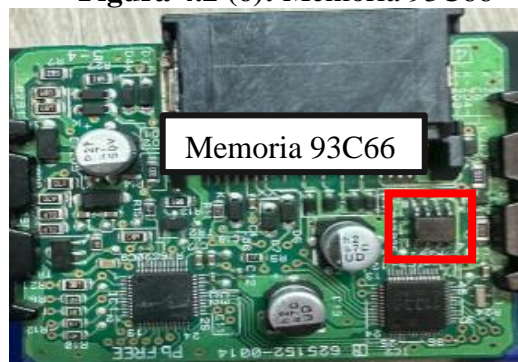
Se selecciona la ubicación de las llaves, Fuente: Autores

15. Seleccionar el tipo de transponder a utilizar

Una vez culminado estos pasos se obtiene la llave programada del vehículo. Para este proceso se utiliza el KEY TOOL MAS PRO y UPA.

- **PROGRAMACIÓN TOYOTA YARIS**
  1. Identificar la información del vehículo.
  2. Retirar el módulo inmovilizador del vehículo.
  3. Identificar la memoria del inmovilizador.

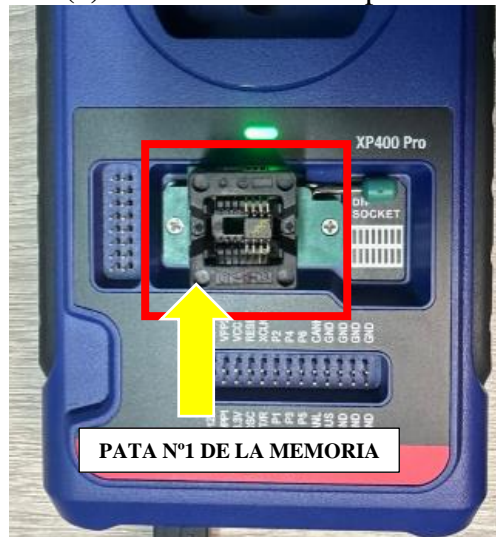
**Figura 4.2 (6):** Memoria 93C66



Identificación de memoria, Fuente: Autores

- Desoldar la memoria y colocarla en el adaptador, seguido al equipo programador.

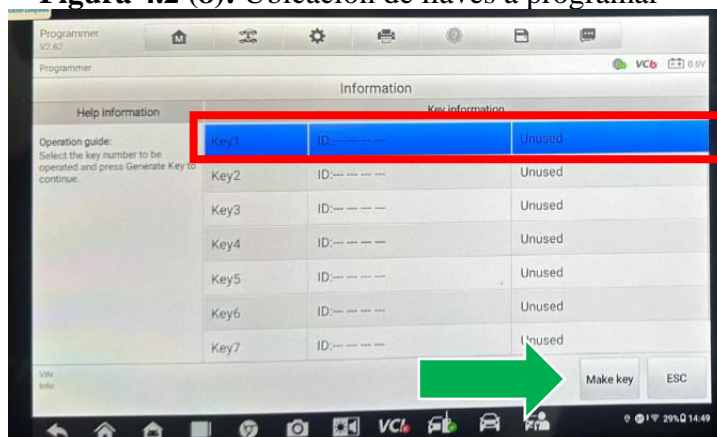
**Figura 4.2 (7):** Colocación del adaptador al equipo



Inicio del proceso de lectura, Fuente: Autores

- Seleccionar la procedencia del vehículo.
- Seleccionar marca y modelo del vehículo.
- Escoger el tipo de sistema del inmovilizador.
- Entrar por la opción “One-touch processing”.
- Guardar el archivo.
- Seleccionar el casillero donde se desea guardar la información en el transponder, preparar el transponder y seleccionar la opción “Make key”.

**Figura 4.2 (8):** Ubicación de llaves a programar



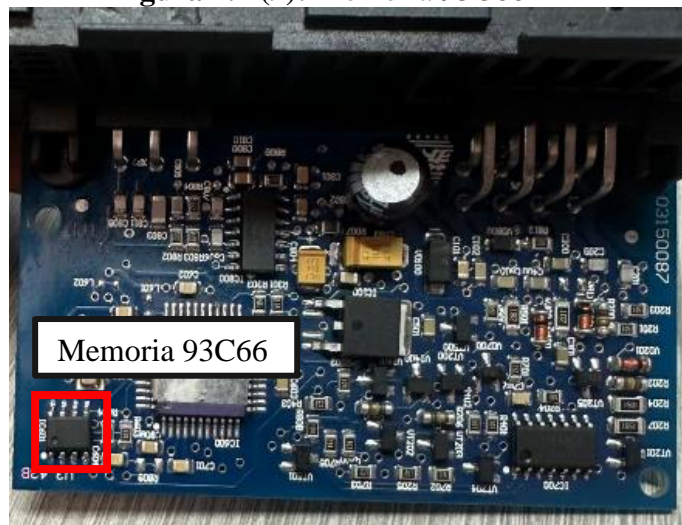
Se selecciona la ubicación de las llaves, Fuente: Autores

Una vez culminado estos pasos se obtendrá la llave programada del vehículo, para este proceso se utilizó el IM608 PRO-2 y XP400.

- **PROGRAMACIÓN CHERY A3**

1. Identificar la información del vehículo.
2. Retirar el módulo inmovilizador del vehículo.
3. Identificar la memoria del inmovilizador.

**Figura 4.2 (9): Memoria 93C66**



Identificación de memoria, Fuente: Autores

4. Desoldar la memoria y colocarla en el adaptador, seguido al equipo programador.
5. Seleccionar la procedencia del vehículo.
6. Seleccionar marca y modelo del vehículo.
7. Escoger el tipo de sistema del inmovilizador.
8. Entrar por la opción “One-touch processing”.
9. Guardar el archivo.
10. Seleccionar el casillero donde se desea guardar la información en el transponder, preparar el transponder y seleccionar la opción “Make key”.

Una vez culminado estos pasos se obtendrá la llave programada del vehículo, para este proceso se utilizó el IM608 PRO-2 y XP400.

- **PROGRAMACIÓN OPEL CORSA (METODO OBD II)**

1. Identificar la información del vehículo
2. Elegir el transponder necesario para la programación del vehículo.
3. Se entra a la opción de programación “inmo”.
4. Se selecciona marca del vehículo.
5. Entrar a la opción para leer código de seguridad del vehículo.
6. Seleccionar modelo del vehículo.
7. Seleccionar Programación “inmo”.
8. Entrar a la opción de añadir llaves.
9. Colocar código de seguridad del vehículo, previamente obtenido.
10. Continuar con las instrucciones proporcionadas por el equipo programador.

Una vez culminado estos pasos se obtiene la llave programada del vehículo, para este proceso se utilizó el Key Tool Max Pro.

- **PROGRAMACIÓN GREAT WALL**

1. Identificar la información del vehículo.
2. Elegir el transponder necesario para la programación del vehículo.
3. Se entra a la opción de programación “Car inmo”.
4. Se selecciona marca del vehículo.
5. Se selecciona la opción “Manual select model”
6. Entrar a la opción para leer código de seguridad del vehículo.
7. Entrar por Haval H3.
8. Entrar a la opción para leer código de seguridad del vehículo.
9. Seleccionar la opción “Blade”.
10. Seleccionar la opción “Delphi petrol immobiliser”.
11. Entrar a la opción de programar llaves.
12. Colocar código de seguridad del vehículo, previamente obtenido.
13. Continuar con las instrucciones proporcionadas por el equipo programador.

Una vez culminado estos pasos se obtienen la llave programada del vehículo, para este proceso se utilizó el OBDSTAR X300 DP PLUS.

## CONCLUSIONES

Durante las pruebas prácticas se destaca que no todos los equipos son compatibles con todos los modelos de vehículos, y que cada uno de ellos tiene distintos procedimientos y requisitos técnicos. Por lo que se debe considerar que cada equipo dispone una base de datos enfocada hacia cierto tipo de gamas vehiculares. Por esta razón, se debe evaluar las necesidades del usuario y que vehículos se desea programar.

Se ha determinado que los equipos que disponen de una interfaz más intuitiva y un proceso de programación automatizado son más eficientes y fáciles de utilizar. Destacando que los equipos de gama alta consiguen realizar la programación en un tiempo promedio de 3 a 5 minutos por vehículo, mientras que los equipos de gama media y gama baja se tardaron entre 15 y 20 minutos debido a los tiempos muertos y los procesos adicionales que requieren. Estos datos enfatizan la superioridad de los equipos de alta gama en relación con el tiempo.

Cada equipo demuestra ventajas y desventajas significativas que afectan su utilidad en función de aplicación. Como en el caso del equipo IM 608 PRO-2 con XP400, el cual destaca por su versatilidad y capacidad para realizar operaciones guiadas de programación, mientras que el Key Tool Max Pro y el UPA se perfilan como opciones accesibles para principiantes en el campo de la cerrajería automotriz, aunque con limitaciones en funcionalidades avanzadas como diagnóstico y compatibilidad con vehículos de alta gama.

Con la adquisición de información se pudo determinar las principales limitantes de las máquinas, ya que cada uno tiene habilidades específicas, pero también carencias significativas. El P001 es esencial para el OBDSTAR, debido a que permite la lectura de memorias, pero no puede generar nuevas llaves por sí solo. El UPA puede leer memorias, pero no puede usar la conexión OBD ni programar llaves nuevas. Por otro lado, la Key Tool Max Pro puede programar llaves usando OBD y tiene la función Key Maker, pero no tiene la posibilidad de leer memorias. Para solventar dicha limitante es necesario contar con equipos que puedan cumplir tanto la lectura de memorias como la programación de llaves.

La investigación proporciona una guía dirigida hacia para profesionales, técnicos automotrices, estudiantes y personas involucradas en el campo de la cerrajería automotriz. Presenta una base de criterios e información que facilita lograr un buen rendimiento y una inversión inteligente en equipos de programación de transponders.



## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda capacitaciones constantes tanto para los profesionales y cerrajeros automotrices como para los usuarios de vehículos, con el fin que estén al día con las últimas tecnologías de inmovilizadores y técnicas de programación. Esto permitirá ser más competentes en el mercado laboral.

Se recomienda a las personas que inician en el mundo de programación de llaves comenzar con equipos de menor inversión. Esto permite familiarizarse con el equipo, ganar experiencia y establecerse en el mercado laboral. Así, en el futuro pueden adquirir equipos con mayores capacidades dependiendo de sus necesidades, lo que permite mayor rentabilidad en cuanto a la inversión.

En el momento de adquirir equipos de programación de llaves, es importante considerar las prestaciones de servicio del equipo como las actualizaciones y servicio al cliente, ya que estos factores influyen directamente en la eficiencia y eficacia a largo plazo de los equipos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ABKEYS. (2024). *Xhorse Vvdi Keytool Max Pro-Programador Clave ABK-5091* /ABKEYS. Consultado el 6 de junio de 2024. Recuperado de. <https://abkeys.com/es/products/xhorse-vvdi-key-tool-max-pro-key-programmer-xdkmp0en-5091>

Ajami, S., & Rajabzadeh, A. (2013). Radio Frequency Identification (RFID) technology and patient safety. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 18(9), 809. /pmc/articles/PMC3872592/

Augeri, F. (2011). *CISE electrónica | Inmovilizadores Electrónicos*. Consultado el 20 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/398-inmovilizadores-electr%C3%B3nicos.html>

Autel. (2020). *XP400 PRO* / Autel. Consultado el 26 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://www.autel.com/immotool1/3588.jhtml>

Autel. (2023). *Autel MaxiIM IM608ProII* | Autel. Consultado el 6 de junio de 2024. Recuperado de. [https://www.autelonline.com/products/maxiim-im608pro-ii?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwvIWzBhAIEiwAHHWgvQ\\_zoC-Do7a\\_BIZ6puHKvqm0hzbSp5EIWZRlmbCLOIx578\\_guKFEahoCQxEQAvD\\_BwE](https://www.autelonline.com/products/maxiim-im608pro-ii?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwvIWzBhAIEiwAHHWgvQ_zoC-Do7a_BIZ6puHKvqm0hzbSp5EIWZRlmbCLOIx578_guKFEahoCQxEQAvD_BwE)

Automotive and Commercial Locksmith. (2012, May 12). *VATS / PASSKEY SYSTEM*. <https://lock2000.wordpress.com/2012/05/12/vats-passkey-system-2/>

Ayestarán, J. (2022, febrero 7). *5 formas simples de combatir los robos hoy* | LinkedIn. Consultado el 18 de junio de 2024. Recuperado de. <https://www.linkedin.com/pulse/5-formas-simples-de-combatir-los-robos-hoy-ayestar%C3%A1n-irarr%C3%A1zaval/>

Blasco, V. (2013). *Sistema de diagnóstico a bordo OBD*.

Blue it. (2024). *CURSO: PROGRAMACIÓN DE LLAVES CON CHIP E INMOVILIZADORES*. Consultado el 23 de junio de 2024. Recuperado de. <https://www.blueit.com.ec/curso-programacion-de-llaves-con-chip-e-inmovilizadores/>

Buitrón Mejía, S. E. (2021). Desarrollo de metodología para decodificación, programación y hermanación de módulos inmovilizadores automotrices. [Tesis de Grado, Universidad Técnica Del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11228>

Calderón, C., Francisco, L., Arteaga, F., & Daniel, J. (2014). Construcción e implementación de un banco didáctico de un sistema de inmovilizador con trasponder para la Escuela de Ingeniería Automotriz. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/3370>

Cando Chango, A. R. (2017). Diseño e implementación de un simulador para el diagnóstico de la unidad de control electrónico de motor (ecu) en un vehículo marca Hyundai Accent. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/8958>

Cárdenas Patiño, C. G., & Villacrés Campoverde, D. F. (2021). Diseño e implementación de un sistema de seguridad antirrobo por inmovilización del motor mediante corte de combustible y señal de alerta por llamada de voz a dispositivo móvil, complementado con señal de ubicación del vehículo por GPS. [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21189>

Castro, T. (2021, enero 27). *Sistemas Inmovilizadores Automotrices - Blog Técnico Automotriz*. Consultado el 9 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/25-sistemas-inmovilizadores/>

Cervantes Loor, F. I., & Sánchez Bonilla, D. A. (2021). Diseño y elaboración de un módulo que simule la BCM de un vehículo de gama media. [Tesis de Grado, Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20631>

Chalcán, E., & Fuelgan, J. (2021). Procesos de programación en banco de sistemas inmovilizadores mediante modificación de archivos en módulos de vehículos de procedencia china. [Tesis de Grado, Universidad Técnica Del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11872/2/04%20MAUT%20160%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Chaparro, P. (2007). *SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE UN MOTOR VEHICULAR A GASOLINA CON CONTROL ELECTRÓNICO PARA SU USO COMO ENTRENADOR ACADÉMICO*. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=ing\\_automatizacion](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=ing_automatizacion)

Delgado, M. (2020, octubre 14). *Razones por la que podrías necesitar un cerrajero automotriz - H-oda*. Consultado el 23 de junio de 2024. Recuperado de. <https://www.h-oda.com/razones-por-la-que-podrias-necesitar-un-cerrajero-automotriz/>

Diario La Hora. (2023, abril 19). *La inseguridad y la delincuencia ha disparado hasta 300% la demanda por blindaje de vehículos desde 2021 – Diario La Hora*. <https://www.lahora.com.ec/pais/inseguridad-delincuencia-blindaje-vehiculos-demanda-economia/>

DLA Latin America. (2019, agosto 6). *La historia del sistema OBDII. Un aliado increíble - DLA OBDII*. Consultado el 18 de junio de 2024. Recuperado de. <https://dlalatam.com/la-historia-del-sistema-obdii-un-aliado-increible/>

Electronica Estudio. (2024). *¿Qué es un microcontrolador?* Consultado el 25 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://www.estudioelectronica.com/que-es-un-microcontrolador/>

Euroinnova. (2024). *CURSO CERRAJERÍA DEL AUTOMOTOR - Curso Online*. Consultado el 19 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://www.euroinnova.ec/cerrajeria-automotor#seccion-plan-de-estudios>

Figuerola, D. (2013). Programación de Transponder en sistemas inmovilizadores automotrices de última generación. [Tesis de Grado, Universidad Del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3271>

Francisco, E., & Moran, Q. (2020). Programación del transponder en sistemas inmovilizadores para automóviles tipo M1. [Tesis de Grado, Universidad Internacional Del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4234>

García, J. (2024, abril 12). *Sistema de diagnóstico abordado OBD2: ¿Qué es y cómo funciona el protocolo y conector OBD2?* Consultado el 18 de junio de 2024. Recuperado de. <https://gpstotal.org/es/que-es-obdii#Protocolo-OBD2-y-su-Proposito-en-la-Industria-Automotriz>

GCF Global. (2017). *Informática Básica: Memoria RAM y disco duro*. Consultado el 21 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://edu.gcfglobal.org/es/informatica-basica/memoria-ram-y-disco-duro/1/>

INEN. (2016). Normativa Vigente de la Clasificación vehicular en Ecuador (NTE INEN 2656 revision 1). *NORMATECNICAECUATORIANA*.

Ingeniería y Mecánica Automotriz. (2020). *¿Qué es un Chip Transponder, cómo funcionan y cómo se clasifican?* Consultado el 19 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-un-chip-transponder-como-funcionan-y-como-se-clasifican/>

Jordan, J. (2024). *Car Key Programming Services: The Secret to Accessing Security and Convenience*. Consultado el 25 de junio de 2024. Recuperado de. <https://www.linkedin.com/pulse/car-key-programming-services-secret-accessing-security-jason-jordan-fyzjf>

Markham, E. (2021). *Unlock the potential of key programming Being equipped to program keys offers shops the ability to bring in more revenue*. Consultado el 25 de junio de 2024. Recuperado de. <https://www.vehicleservicepros.com/distribution/tool-distributor/article/21217239/unlock-the-potential-of-key-programming>

MCE. (2021). *mcecursosautomotrices | UPA Programador de Memorias y Microcontroladores*. Consultado el 26 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://mcecursosautomotrices.jimdo.com/venta-de-equipos/upa/>

Molina-Campoverde, J. J., Rivera-Campoverde, N., Molina Campoverde, P. A., & Bermeo Naula, A. K. (2024). Urban Mobility Pattern Detection: Development of a Classification Algorithm Based on Machine Learning and GPS. *Sensors 2024, Vol. 24, Page 3884, 24(12)*, 3884. <https://doi.org/10.3390/S24123884>

OBDSTAR. (2021). *OBDSTAR P001 Programmer EEPROM & Renew Key & RFID Functions 3 in 1*. Consultado el 26 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://www.obdstarstore.com/wholesale/obdstar-p001-programmer-for-x300-dp.html>

Salazar, A. (2024, abril 15). *En Quito el robo de carros durante el 2024 se incrementó casi el doble en comparación con el año anterior | Ecuador | Noticias | El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/quito-aumento-robo-a-carros-autopartes-doble-2024-policia-seguridad-nota/>

Top Llaves. (2017). *Tipos de transponder para llaves de coche*. Consultado el 19 de mayo de 2024. Recuperado de. <https://www.topllaves.com/blog/tipos-de-transponder/>

Villén, M. (2016). Simulador de la ECU de un vehículo con protocolo ISO 9141-2. [Tesis de Grado de la Universidad de Sevilla]. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/90766/fichero/Simulador+de+la+ECU+de+un+veh%EDculo+sobre+OBDII+con+protocolo+ISO+9141-2.pdf>

## ANEXOS

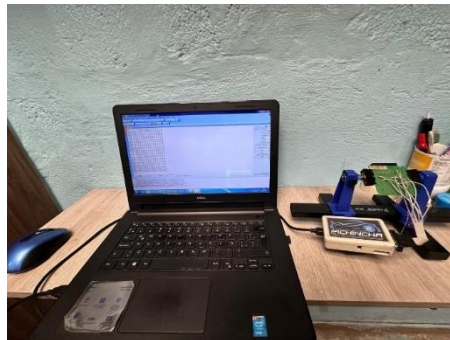
Programación en vehículo Fiat 1 con KEY TOOL MAX PRO y UPA

**Anexo 1:** Acceso a información de memoria 68HC08



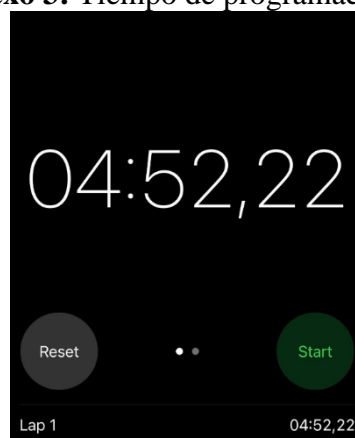
Proceso de soldadura para acceder a la información, fuente: autores

**Anexo 2:** Procesamiento de información.



Traspaso de información de memoria a computadora portátil, fuente: autores

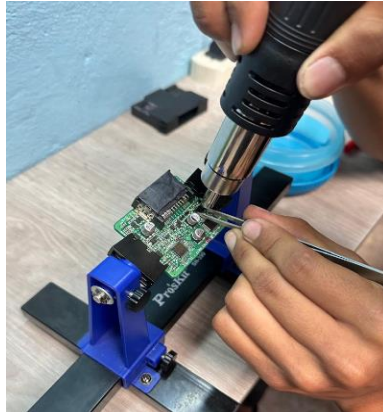
**Anexo 3:** Tiempo de programación



Tiempo empleado en la programación, Fuente: Autores

## Programación en vehículo Toyota con KEY TOOL MAX PRO y UPA

### Anexo 4: Extracción de memoria



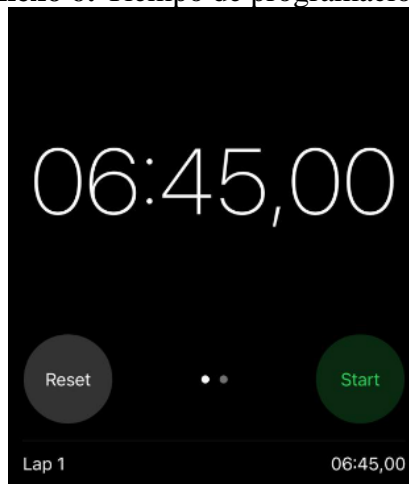
Proceso de desmontaje de la memoria, Fuente: Autores

### Anexo 5: Selección de llaves a grabar



Guardado de información en las llaves, Fuente: Autores

### Anexo 6: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores





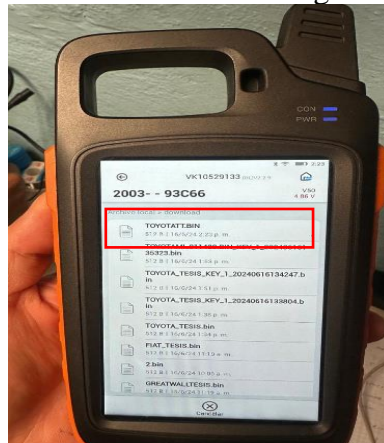
## Programación en vehículo Toyota con KEY TOOL MAX PRO y P001

### Anexo 10: Guardado de información



Guardado de información para su traslado, Fuente: Autores

### Anexo 11: Selección de datos guardados.



Selección de información desde equipo programador, Fuente: Autores

### Anexo 12: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores

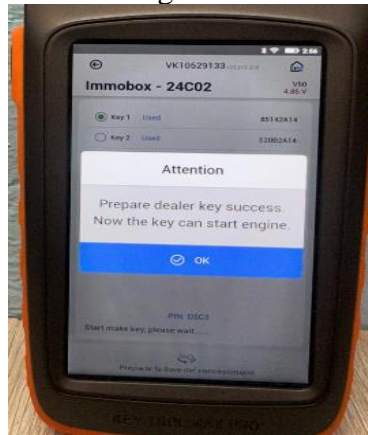
## Programación en vehículo Chery con KEY TOOL MAX PRO y UPA

### Anexo 13: Extracción de memoria.



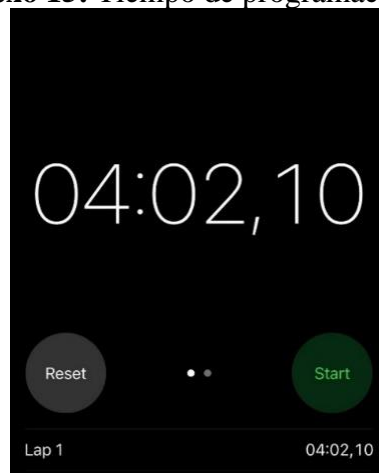
Proceso de desmontaje de la memoria, Fuente: Autores

### Anexo 14: Programación exitosa



Aviso de que la programación ha sido exitosa, Fuente: Autores

### Anexo 15: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores

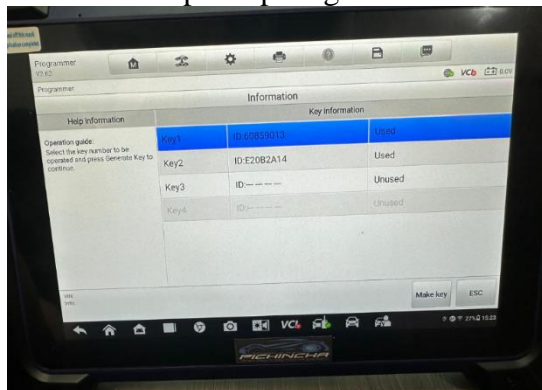
## Programación en vehículo Chery con IM 608 PRO-2 y XP400

### Anexo 16: Colocación de memoria en el equipo



Lectura de memoria, Fuentes: Autores

### Anexo 17: Espacio para grabar las llaves



Selección de lugar para programar las llaves, Fuente: Autores

### Anexo 18: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores

## Programación en vehículo Chery con KEY TOOL MAX PRO (OBSTAR P001)

### Anexo 19: Colocación de la memoria en el equipo



Colocación del adaptador en el equipo, Fuentes: Autores

### Anexo 20: Selección de archivo



Archivos guardados en el equipo, Fuente: Autores

### Anexo 21: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores

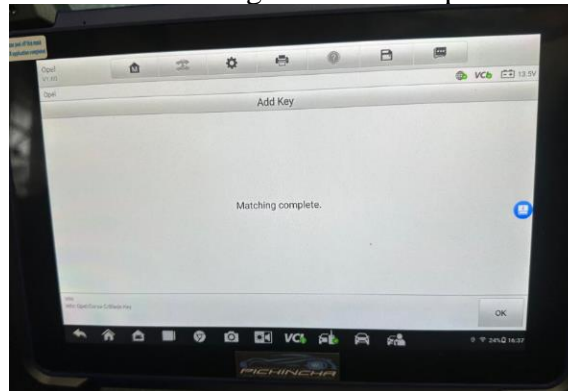
## Programación en vehículo Opel con IM 608 PRO-2

### Anexo 22: Modulo inmovilizador en el banco de pruebas



Inicio de la programación, Fuentes: Autores

### Anexo 23: Programación completa



Proceso de programación culminada, Fuente: Autores

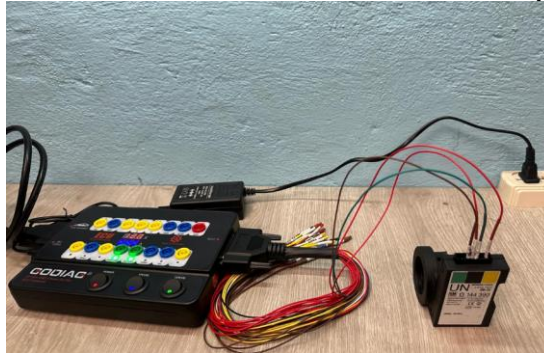
### Anexo 24: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores

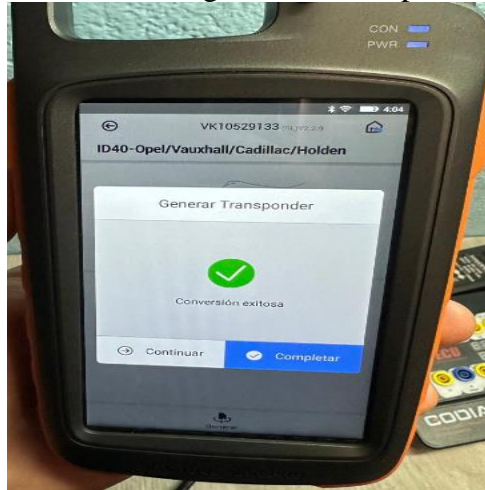
## Programación en vehículo Opel con KEY TOOL MAX PRO

### Anexo 25: Modulo immobilizador en el banco de pruebas



Proceso para el inicio de la programación, Fuente: Autores

### Anexo 26: Programación completa



Proceso de programación culminado, Fuente: Autores

### Anexo 27: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores

## Programación en vehículo Opel con OBDSTAR X300 DP PLUS

### Anexo 28: Modulo immobilizador en el banco de pruebas



Inicio de programación con el equipo, Fuente: Autores

### Anexo 29: Programación completa



Proceso de programación culminado, Fuente: Autores

### Anexo 30: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores

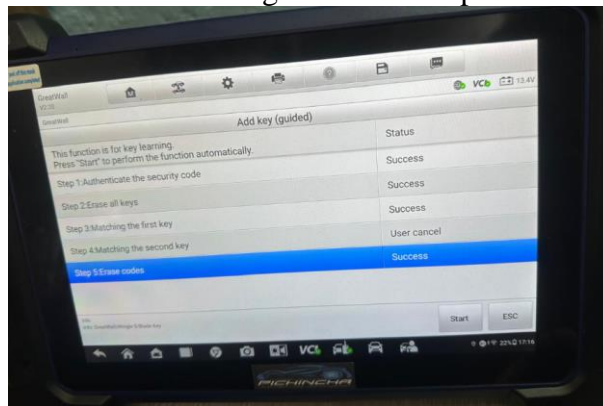
## Programación en vehículo Great Wall con IM 608 PRO-2

### Anexo 31: Modulo inmovilizador en el banco de pruebas



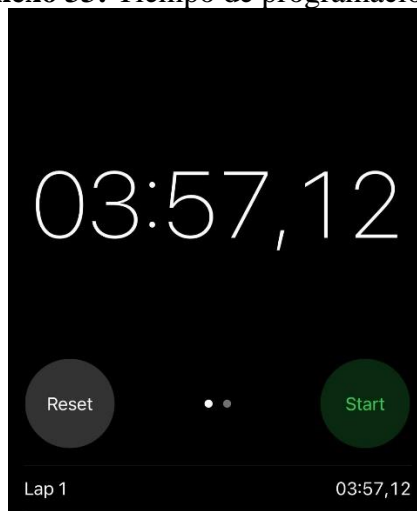
Inicio de la programación, Fuente: Autores

### Anexo 32: Programación completa



Proceso de programación culminado, Fuente: Autores

### Anexo 33: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores



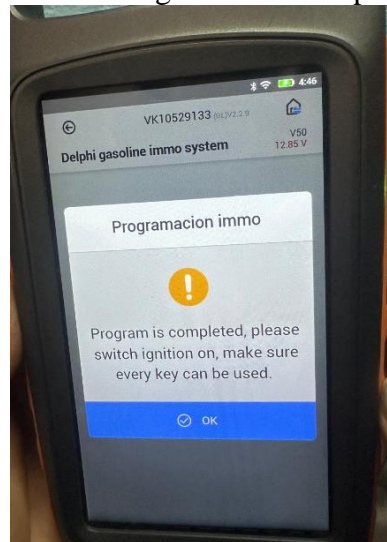
## Programación en vehículo Great Wall con KEY TOOL MAX PRO

### Anexo 34: Modulo inmovilizador en el banco de pruebas



Inicio de la programación de llaves, Fuente: Autores

### Anexo 35: Programación completa



Programación de llaves culminado, Fuente: Autores

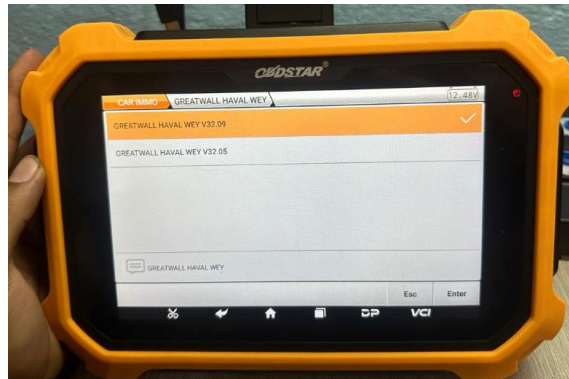
### Anexo 36: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores

## Programación en vehículo Great Wall con OBDSTAR X300 DP PLUS

### Anexo 37: Selección de la marca del vehículo



Selección de versión actual o antiguo, Fuente: Autores

### Anexo 38: Programación Exitosa



Aviso de que la programación ha sido exitosa, Fuente: Autores

### Anexo 39: Tiempo de programación



Tiempo empleado para la programación, Fuente: Autores