

Universidad Internacional del Ecuador

Escuela de Ingeniería Automotriz



**Implementación de un Proceso de Programación Mediante un
Equipo Electrónico para Llaves y Sistema Inmovilizador de
Vehículos Livianos.**

Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz

Autor:

Luis David Peñaherreta López

Director:

Ing. Alex Fernando Llerena Mena, MSc.

Guayaquil-Ecuador

Junio, 2021

Universidad Internacional del Ecuador
Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

Certificado:

Ing. Alex Fernando Llerena Mena, MSc.

CERTIFICA

Que el trabajo de “Implementación de un Proceso de Programación Mediante un Equipo Electrónico para Llaves y Sistema Inmovilizador de Vehículos Livianos” realizado por el estudiante: Luis David Peñaherreta López ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza el señor: Luis David Peñaherreta López, que lo entregue a biblioteca de la Escuela, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Junio del 2021

Ing. Alex Fernando Llerena Mena, MSc.
Director del Proyecto

Universidad Internacional del Ecuador
Escuela de Ingeniería Automotriz
Certificación y Acuerdo de Confidencialidad

Yo, Luis David Peñaherreta López, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Luis David Peñaherreta López
C.I: 0705589182

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de manera muy especial a mis sobrinos: Linda Emilia, María Soledad y David Enrique; quienes llegaron para convertirse en la fuente más grande de amor e inspiración para mí, y con ello hacer posible el cumplimiento de cada objetivo propuesto.

Luis David Peñaherreta López

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía, bendecirme y permitirme cumplir cada logro propuesto a lo largo de mi vida.

A mis padres, Tito Washintong Peñaherreta y Rosita Paulina López, por ser la fuente principal de apoyo en el cumplimiento de esta meta, estar siempre conmigo y confiar en mí; a mi hermano Tito Peñaherreta por estar a mi lado y ser mi amigo en todo momento.

Agradecer de manera muy especial a mi abuelita Mercedes Espinosa, quien sin importar la distancia estuvo siempre presente con sus demostraciones de afecto y cariño, durante todo este proceso.

Gratitud especial para el grupo de la Universidad “Los Tigres”, quienes hicieron más ameno el trayecto del cumplimiento de esta anhelada meta.

A todos ellos, gracias por ser parte de este gran paso en mi vida

Luis David Peñaherreta López

Resumen

El presente proyecto tiene por objetivo determinar el equipo apropiado que garantice la programación de llaves en vehículos livianos, permitiendo su encendido mientras garantizan los estándares de seguridad durante el proceso. Esta investigación se llevó a cabo mediante la descripción del funcionamiento de cada uno de los sistemas, sus características y la función de cada uno de los elementos que lo conforma. Se pormenoriza la revisión de información relacionada a proveedores de equipos para la programación de llaves e inmovilizador. Se revisó las características de cada equipo, las distintas funciones del dispositivo y sus aplicaciones en las diferentes marcas de vehículos, estableciendo las variantes entre cada uno de ellos, para determinar el equipo con mejores prestaciones para el desarrollo del proyecto. Además, se realizó la programación de llaves con el equipo X100 PAD, para los vehículos: Volkswagen modelo Fox, Nissan modelo Tiida y Toyota modelo Corolla. Los resultados permitieron obtener una guía detallada del proceso de programación de llaves de las marcas de vehículos mencionadas. Finalmente, se presenta una serie de observaciones que se debe tener presente al momento de realizar la programación de llaves e inmovilizador.

Palabras Clave: sistema inmovilizador, programación de llaves, equipo electrónico, software automotriz, seguridad del vehículo

Abstract

This project has the objective of establishing the appropriate equipment that fulfils the task of key programming in lightweight vehicles allowing ignition while also guaranteeing the safety standards throughout the process. This research was performed throughout the description of the functioning of each system, its characteristics and the function of each of the elements they consist of. It also focuses on the review of related information to the suppliers of key programming and immobilizer equipment. The characteristics of the equipment were analyzed, as well as the various functionalities of the device and its applications on different vehicle brands, which allowed establishing the specifications on each of them to determine the equipment that offered the best benefits for the development of this research study. Additionally, the key programming was performed using the X100 PAD device in the Volkswagen Fox, Nissan Tiida and the Toyota Corolla models. The results allowed obtaining a detailed guide for the process of key programming process in the vehicle brands. Finally, a series of observations that must be taken into consideration when programming keys and the immobilizer are shown.

Keywords: immobilization system, key programming, electronic equipment, automotive software, vehicle safety

Índice de Contenido

Universidad Internacional del Ecuador	iii
Escuela de Ingeniería Automotriz	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Abstract.....	vii
Índice de Contenido	viii
Índice de Figuras	xiv
Índice de Tablas.....	xviii
Capítulo I Antecedentes	1
1.1. Planteamiento, formulación y sistematización del problema	1
1.2. Objetivos de la investigación.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3. Justificación y delimitación de la investigación.....	2
1.3.1 Justificación teórica.....	2
1.3.2 Justificación metodológica	3
1.3.3 Justificación práctica.....	3
1.3.4 Delimitación temporal	3
1.3.5 Delimitación geográfica.....	3

1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Variables de hipótesis	4
1.5.1 Variables dependientes.....	4
1.5.2 Variables independientes.	4
Capitulo II Marco Contextual de la Investigación	5
2.1. Sistemas inmovilizadores.....	5
2.1.1 Introducción	5
2.2. Sistemas de inmovilización.....	5
2.3. Características de los sistemas inmovilizadores.....	6
2.3.1 Antirrobo de fábrica.....	6
2.3.2 Seguridad de fábrica.	6
2.3.3 Seguridad especialista.	6
2.3.4 Seguimiento post-robo.....	7
2.4. Tipos de sistema inmovilizador.....	7
2.5. Inmovilizador con Transponder	7
2.6. Componentes del sistema	8
2.6.1 Llaves con chip.....	8
2.6.2 Unidad lectora	8
2.6.3 Unidad del mando del inmovilizador	9
2.7. Unidad de mando del motor.....	10
2.7.1 Testigo Luminoso.....	10

2.8. Funcionamiento del sistema	11
2.9. Funcionamiento del inmovilizador	12
2.10. Los transponder en sistemas inmovilizadores	17
2.11. Bobina	18
2.11.1 Capacitor	18
2.11.2 Resistencia	18
2.11.3 Microcontrolador.....	19
2.12. Tipos de transponder	19
2.12.1 Transponder de Código Fijo.....	19
2.12.2 Transponder de código evolutivo	20
2.12.3 Transponder Crypto.....	20
2.12.4 Transponder Rolling Code	21
2.13. Familia de transponders por identificación.....	24
2.14. Transponders Clonables.....	24
2.15. Transponders para casos especiales	25
2.16. Inmovilizador con comando remoto infrarrojo	25
2.17. Inmovilizador con teclado numérico	26
2.18. Sistemas de inmovilización basados en sistemas biométricos	27
2.19. Principio de funcionamiento del sistema	28
2.20. Algoritmo Biométrico	31

2.21. Fase de registro	32
2.21.1 Captura de imagen.....	32
2.21.2 Extracción de firma	32
2.21.3 Almacenamiento	33
2.22. Fase de reconocimiento.....	33
2.22.1 Captura de imagen.....	33
2.22.2 Extracción de firma	34
2.22.3 Pareo	34
2.22.4 La llave es la huella digital.....	34
Capitulo III Metodología para la Selección del Programador de Llaves e Inmovilizadores	36
3.1. Equipos necesarios para inmovilizadores.....	36
3.2. Equipos de primera generación.....	37
3.2.1 Equipo programador de llaves T 300	37
3.2.2 Funciones del Programador de llaves T300	38
3.3. Equipo programador de llaves CK - 100.....	39
3.3.1 Funciones del Programador de llaves CK - 100.....	39
3.4. Equipo programador de llaves MVP (Programador Múltiple de Vehículos)	40
3.4.1 Funciones del Programador de llaves MVP	40
3.5. Equipo Programador de Llaves Universal SBB.....	41
3.5.1 Funciones del Programador de llaves SSB	42

3.6. Equipos de segunda generación.....	43
3.7. Equipo programador de llaves X 100 PAD	43
3.7.1 Funciones del Programador de llaves X 100 PAD	43
3.7.2 Características Principales para la Programación de Llaves - Inmovilizadores - PIN - NIP - ECM	44
3.8. Equipo programador de llaves X 300 DP Plus.....	45
3.8.1 Funciones del Programador de llaves X 300 DP Plus	46
3.9. Equipo programador de llaves X 100.....	47
3.9.1 Funciones del Programador de llaves X 100	47
3.10. Equipo programador de llaves Lonsdor	48
3.10.1 Funciones del Programador de llaves Lonsdor	49
3.11. Equipo programador de llaves Autek IKey820.....	50
3.11.1 Funciones del Programador de llaves Autek IKey820	50
3.12. Equipo programador de llaves AutoProPad	51
3.12.1 Funciones del Programador de llaves AutoProPad.....	51
3.13. Equipo programador de llaves SKP 900.....	52
3.14. Selección de equipo para la programación de llaves y sistema inmovilizador	52
3.14.1 Variables para la selección del equipo programador	52
3.15. Software INSTACODE 2014	53
3.15.1 Características:	53
3.16. Silca Transponder Program.....	54

3.16.1 Características.....	54
3.17. Selección de Software para la Programación de Llaves y Sistema Inmovilizador ..	54
Capitulo IV Guía de Secuencia para la Programación de Llaves de las Marcas Volkswagen, Nissan y Toyota.....	56
4.1. Programación de llaves.....	56
4.2. Programación de la llave Volkswagen Fox.	56
4.2.1 Programación de una llave de encendido adicional.	57
4.3. Programación de la llave Nissan Tiida.....	65
4.3.1 Programación de una llave de encendido adicional.	66
4.4. Programación de la llave Toyota Corolla.	76
4.4.1 Programación de una llave de encendido adicional para Toyota	77
Conclusiones	86
Recomendaciones	88
Bibliografía	89

Índice de Figuras

Figura 1 Universidad Internacional del Ecuador	4
Figura 2 Sistema Inmovilizador con Transponder	7
Figura 3 Llave con Chip Transponder	8
Figura 4 Unidad Lectora	9
Figura 5 Unidad de Mando	9
Figura 6 ECU.....	10
Figura 7 Luz Testigo	11
Figura 8 Llave de Contacto	12
Figura 9 Alimentación a la Llave.....	13
Figura 10 Código Fijo	13
Figura 11 Verificación del Código	14
Figura 12 Código Variable	14
Figura 13 Generación del Código	15
Figura 14 Verificación del Nuevo Código	15
Figura 15 Resultado a Partir del Código Variable	16
Figura 16 Elemento del Bloqueo del Motor	16
Figura 17 Arranque del Motor	17
Figura 18 Partes Internas del Transponder	18
Figura 19 Transponder Código Fijo.....	20
Figura 20 Transponder Texas Crypto CRISTAL 4D.....	21
Figura 21 Transponder Rolling Code	22
Figura 22 Cabezal Electrónico.....	23

Figura 23 Inmovilizador con Comando Infrarrojo	26
Figura 24 Inmovilizador con Teclado Numérico.....	26
Figura 25 Sistema de Huella Dactilar.....	28
Figura 26 Componentes.....	29
Figura 27 Arquitectura del Sistema	30
Figura 28 Tipos de Minutia.....	33
Figura 29 Extracción del Minutiae a Partir de la Huella Dactilar	34
Figura 30 Equipo Programador T 300.....	37
Figura 31 CK – 100	39
Figura 32 Programador de Llaves MVP.....	40
Figura 33 <i>Programador de Llaves SBB</i>	42
Figura 34 Programador X 100 PAD.....	43
Figura 35 X 300 DP Plus.....	46
Figura 36 Programador de Llaves X 100.....	47
Figura 37 Equipo Lonsdor	49
Figura 38 Autek IKey820	50
Figura 39 AutoProPad.....	51
Figura 40 Equipo de Segunda Generación X 100 PAD	53
Figura 41 Volkswagen Fox.....	57
Figura 42 Conector OBD II Conectado al Equipo.....	57
Figura 43 Programador Conectado en el Puerto de Diagnóstico	58
Figura 44 Luces Testigo del Vehículo.....	58
Figura 45 Encendido y la Función Inmovilizador.....	59

Figura 46 Cable de Voltaje.....	59
Figura 47 Marca Volkswagen	60
Figura 48 Lectura del Código de Seguridad.....	60
Figura 49 Lectura del Código Pin.....	61
Figura 50 Código del Inmovilizador	61
Figura 51 Programar Llave.....	62
Figura 52 Posiciones de la Llave	63
Figura 53 Mensaje de Confirmación	63
Figura 54 Número de Llave.....	64
Figura 55 Llave Programada	65
Figura 56 Nissan Tiida.....	66
Figura 57 Conector del Programador	66
Figura 58 Programador Conectado en el Puerto de Diagnóstico	67
Figura 59 Luces testigo del Vehículo.....	67
Figura 60 Encendido y la Función Inmovilizador.....	68
Figura 61 Cable de Voltaje del Equipo Programador	68
Figura 62 Selección de la Marca del Vehículo.....	69
Figura 63 Lectura del Código de la BCM.....	69
Figura 64 Código Pin	70
Figura 65 Selección Tipo	71
Figura 66 Selección de la Opción Código PIN 4.....	72
Figura 67 Selección Tipo 2 (CAN)	73
Figura 68 Programar Llave.....	74

Figura 69 Ingreso del PIN Code	74
Figura 70 Programación de la Llave	75
Figura 71 Toyota Corolla	76
Figura 72 Conector OBDII para el Programador	77
Figura 73 Conexión en el Puerto de Diagnóstico.....	77
Figura 74 Luces Testigo del Vehículo.....	78
Figura 75 Encendido y la Función Inmovilización.....	78
Figura 76 Selección de la Marca del vehículo.....	79
Figura 77 Inmovilizador	79
Figura 78 Selección Tipo 2 ("4D" 67/68)	81
Figura 79 Prueba de la Llave	82
Figura 80 Agregar una Llave	83
Figura 81 Nueva Llave.....	84
Figura 82 Llave Programada	85

Índice de Tablas

Tabla 1 Familia de los transponders	23
Tabla 2 Transponder para duplicar	24
Tabla 3 Equipos necesarios para inmovilizadores	37
Tabla 4 Cobertura del Vehículo de Programación de Llaves	45
Tabla 5 Marcas de vehículos para el reseteo de servicios.....	45
Tabla 6 Equipos que Sobresalen para la Programación de Llaves e Inmovilizador	52
Tabla 7 Características del Vehículo I	56
Tabla 8 Características del Vehículo II.....	65
Tabla 9 Características del Vehículo III	76
Tabla 10 Variantes de Transponders para Toyota	80

Capítulo I

Antecedentes

1.1. Planteamiento, formulación y sistematización del problema

Los nuevos avances tecnológicos que existen cada vez en la rama automotriz generan un sinnúmero de aplicaciones relacionadas con la seguridad del vehículo ya que la delincuencia y la inseguridad que existe en nuestro país genera un problema ya que con los pasar de los años los índices siguen creciendo, el robo y hurto de vehículos es uno de los mayores delitos, en los actuales momentos, por lo cual han generado varios sistemas de seguridad.

Anualmente uno de los delitos que más se lleva a cabo en las calles de Ecuador es el robo de vehículos. Las cifras no mienten:

- En 2017 se hicieron 4.541 denuncias por robo de vehículos.
- En 2018 la cifra aumentó a 4.714
- En 2019 aumentó a 5.653. Con 939 vehículos más que en el año anterior.
- En 2020 hubo 4.578 robos. Tan solo 7 robos menos que en 2017 (carsync, 2021).

En la Región Oriente ocurrieron tan solo 46 robos, a diferencia de la Sierra, que tuvo 1.628 y la Costa 2.904 robos de vehículos. El incremento de la delincuencia se refleja en todo el país. Por lo que es importante mantenernos alerta y tomar las medidas de seguridad necesarias para proteger nuestros vehículos y no hacer parte de estas estadísticas (carsync, 2021).

Aunque la tecnología nos beneficia como sociedad, también debe reconocerse que estos avances pueden ser usados de forma negativa y ayudan a que la delincuencia sea efectuada de manera más rápida y efectiva (carsync, 2021).

Hoy en día el sector productivo de las diferentes marcas de vehículos, cuenta con varias opciones para mantener seguro el vehículo: dispositivos visibles antirrobo, sistemas inmovilizadores de autos, sistemas de rastreo, con lo cual se brinda una mayor seguridad del vehículo (carsync, 2021).

Por lo que se da la necesidad de investigar sobre estos sistemas, con el fin de brindar una solución eficiente en el caso de ser necesario programar una llave y sistema inmovilizador del vehículo.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar la implementación de un equipo electrónico para la programación de llaves y sistema inmovilizador de vehículos livianos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar la recopilación de la información bibliográfica de soporte para el proyecto de investigación.
- Seleccionar equipos, elementos, para realizar la programación de llaves e inmovilizadores de vehículos livianos.
- Establecer el software relacionado con la programación de llaves de vehículos e inmovilizadores.
- Elaborar una guía de secuencia para la programación de llaves de las marcas Volkswagen, Nissan y Toyota.

1.3. Justificación y delimitación de la investigación

1.3.1 Justificación teórica

La implementación de los sistemas de seguridad buscan disminuir los hurtos y robos de vehículos la razón por la cual han llevado a la realización de varios sistemas de seguridad del

vehículo en el cual se encuentran los sistemas inmovilizadores para una mayor tranquilidad y seguridad para el nuevo vehículo, también puede existir que por el descuido del dueño puede sufrir la pérdida de la llave del vehículo, por el cual se debería cambiar todo el sistema de encendido, el proyecto que desarrollaremos nos permitiría ofrecer una rápida y precisa solución sin hacer que el cliente no tenga inseguridad tanto para el vehículo o para su integridad.

1.3.2 Justificación metodológica

Para lograr los objetivos de estudio del análisis técnico para la implementación de un equipo de programación de llaves e inmovilizador de vehículos, se acude a un proceso lógico y ordenado que se indaga mediante métodos prácticos, que han sido comprobado por algunas investigaciones relacionadas con el tema de investigación, que han demostrado su validez y confiabilidad, para poder ser usados en lo referente a la programación de llaves y sistema inmovilizador.

1.3.3 Justificación práctica

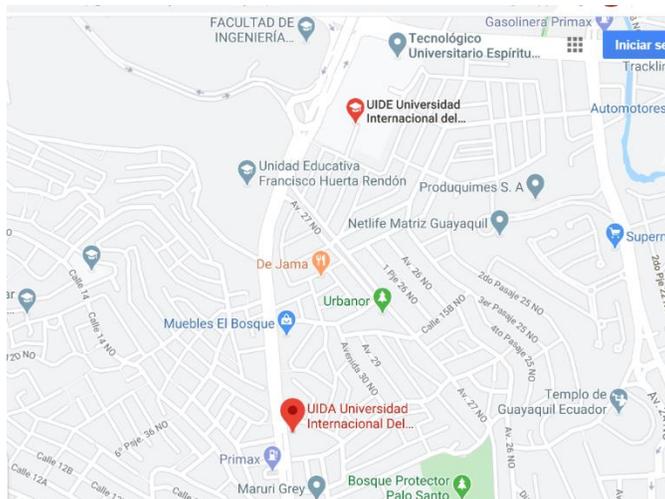
La implementación de un equipo electrónico para la programación de llaves se realiza para mejorar el nivel de seguridad del vehículo e integridad del propietario, al tener un manual de guía secuencial del proceso.

1.3.4 Delimitación temporal

El trabajo se desarrollará a partir del mes de abril de 2020, hasta abril de 2021, lapso que permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

1.3.5 Delimitación geográfica

El trabajo se desarrollará, en la Escuela de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, como se muestra en la figura 1.

Figura 1*Universidad Internacional del Ecuador*

Fuente: (Google maps, 2020)

1.4. Hipótesis

La implementación de un equipo electrónico permitirá crear una guía de secuencia para la programación de llaves de vehículos livianos.

1.5. Variables de hipótesis

1.5.1 Variables dependientes.

- Seguridad de los vehículos automotrices.

1.5.2 Variables independientes.

- Softwares automotrices
- Equipo electrónico
- Sistema inmovilizador

Capítulo II

Marco Contextual de la Investigación

2.1. Sistemas inmovilizadores

2.1.1 Introducción

La sociedad exige vehículos cada vez más seguros, vista desde la seguridad activa como de la pasiva, pero también preocupa la seguridad de los bienes que se encuentran en el interior y la dificultad que opone para ser sustraído. Por estas razones los fabricantes de vehículos incorporan sistemas que garanticen que solo el usuario autorizado pueda hacer uso del vehículo.

Los inmovilizadores le impiden al duplicado de una llave encender el motor, a menos que la llave cuente con los códigos de identificación electrónicos incrustados que corresponden al código de la unidad de control del vehículo. También se utilizan sistemas avanzados que generan periódicamente códigos de identificación encriptados, mientras que algunos sistemas, a modo de alarma, encienden las luces delanteras o emiten un fuerte sonido cuando se emplea una llave incorrecta. Además, existen sistemas que funcionan con vías de entrada sin llave.

2.2. Sistemas de inmovilización

Dentro del apartado de seguridad, son varias las soluciones técnicas adoptadas que persiguen restringir el acceso al vehículo a únicamente aquellas personas autorizadas, los llamados sistemas antirrobo: Sistemas de alarma, Entrada remota sin llave (RKE), Inmovilizador son algunas de estas soluciones habilitadas actualmente. El Inmovilizador es un sistema electrónico antirrobo basado en la inhabilitación del sistema de ignición del vehículo en caso de que éste se intente accionar por medio de una llave no autorizada de acuerdo a su código de identificación. La Unidades de Control Electrónico de los vehículos modernos que controlan el encendido y la inyección, en el vehículo gasolina, o la inyección en el caso del vehículo diésel, necesitan recibir

la autorización del sistema inmovilizador para que el vehículo funcione adecuadamente (Sistemas de inmovilización, 2011)

2.3. Características de los sistemas inmovilizadores

Las características varían para cada sistema inmovilizador dependiendo de la categoría de protección las cuales se mencionan a continuación.

2.3.1 Antirrobo de fábrica.

En la actualidad, varios vehículos de fábrica vienen instalados con un sistema antirrobo que consiste en un inhibidor de encendido el cual se basa en un Transponder.

En este tipo existe un chip llamado Transponder en su llave de encendido, el vehículo reconoce el chip y permite el encendido. Sin la llave correcta el sistema se bloquea, interrumpiendo el encendido de modo que no se podrá encender ni cortando o haciendo puente los cables.

2.3.2 Seguridad de fábrica.

Los vehículos pueden tener también un sistema de seguridad de fábrica, el cual se asocia con el bloqueo de puertas, de tal manera que cuando el sistema se activa se encenderá una bocina la cual indica que al vehículo se lo está intentando abrir o encender.

2.3.3 Seguridad especialista.

Es un sistema diseñado por un especialista de seguridad, para obtener un mayor grado de protección, debido a que la ubicación de los componentes y cableado serán únicos y en caso de intento de robo no se va a tener un procedimiento exacto de cómo actuar en los diferentes componentes.

En este tipo de sistemas pueden tener incorporados sensores de golpe o de movimiento además se puede completar con la adaptación de otros como sensores de proximidad, audio, etc.

2.3.4 Seguimiento post-robo.

Consiste en un sistema que mediante un rastreo satelital se puede ubicar la posición exacta de un vehículo que ha sido sustraído (Guerrero, 2014).

2.4. Tipos de sistema inmovilizador

La mayoría de los vehículos actuales, son equipados con un sistema de seguridad antirrobo, que bloquea por lo general el arranque del motor. Existen los principales tipos:

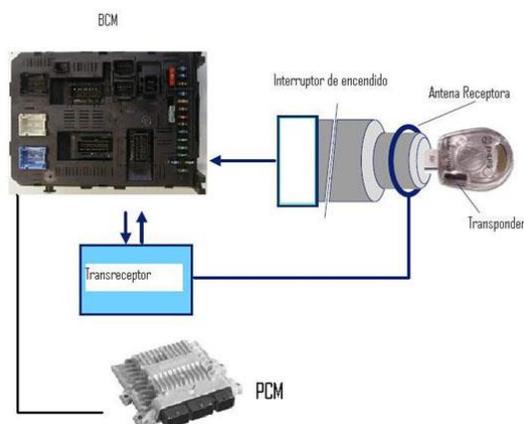
- Llave Transponder
- Comando remoto Infrarrojo
- Teclado numérico

2.5. Inmovilizador con Transponder

El inmovilizador con transponder es un sistema que solo permite el arranque del vehículo con las llaves autorizadas. Al intentar arrancar con cualquier otra llave implica que el motor arranca, pero solo funciona durante algunos segundos en la mayoría de los vehículos. En la figura 2 se muestra los componentes del sistema inmovilizador con transponder.

Figura 2

Sistema Inmovilizador con Transponder



Fuente: (Castro, 2012).

2.6. Componentes del sistema

El sistema inmovilizador con transponder está compuesto de los siguientes componentes:

2.6.1 Llaves con chip

El tipo de llaves son de RFID (identificación por radiofrecuencia) pasivo, esto significa que su única función es el permitir la lectura de los datos que llevan en su memoria. Insertado en el mango de la misma, y que no presentan ninguna diferencia con otro tipo de llaves. En algunas marcas se emplea además una llave maestra o llave de programación que por lo general es de distinto color (Guerrero, 2014). Ninguna de estas llaves necesita pilas para su funcionamiento, como se observa en la figura 3.

Figura 3

Llave con Chip Transponder



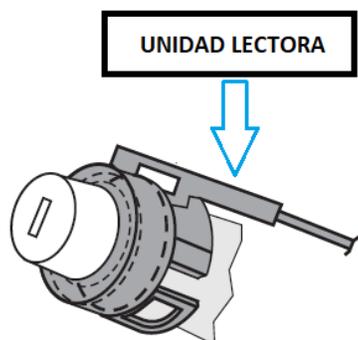
Fuente: (Llave con inmovilizador, 2020)

2.6.2 Unidad lectora

Actúa como fuente de alimentación y como antena. Tiene forma de anillo y está colocada en la parte superior del contactor de la llave de contacto, como se observa en la figura 4.

Figura 4

Unidad Lectora



Fuente: (Componentes, 2020)

2.6.3 Unidad del mando del inmovilizador

Situada usualmente cerca de la columna de dirección, bajo el tablero. Existe la tendencia a incluirla dentro de otros componentes, como por ejemplo el cuadro de instrumentos o junto con la misma antena (Guerrero, 2014). Como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Unidad de Mando



Fuente: (Modulo inmovilizador, 2020)

2.7. Unidad de mando del motor

Que no presentan diferencias exteriores con respecto a las unidades que no incorporan inmovilizador.

En los casos en que el motor no tenga unidad de mando como ocurre en algunos vehículos a diésel, se incorpora el elemento DDS (Servicio de distribución de datos).

Este componente se instala en la bomba de inyección, sobre la válvula de pare de la bomba de gasoil y cumple las mismas funciones que la ECU (Unidad electrónica de control), como se muestra en la figura 6.

Figura 6

ECU



Fuente: (Unidad electrónica de control, 2020)

2.7.1 Testigo Luminoso

En algunos modelos de vehículos el testigo es una luz que está en el tablero el cual sirve para el reconocimiento de la llave mediante una señal de la unidad lectora, esta es alimentada por la unidad de mando e informa al usuario de estado del sistema inmovilizador. Esta luz testigo se enciende cuando accionamos el motor y se apaga luego de unos segundos junto con las demás señales del tablero en el caso de que esté funcionando todo correctamente (Guerrero, 2014). Como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Luz Testigo



Fuente: (Guerrero, 2014)

2.8. Funcionamiento del sistema

El sistema de inmovilizador con transponder, incorpora en la llave un chip insertado en el mango de la misma y que emite un código por radiofrecuencia en el momento en que se acciona el contacto. Este código es captado por una unidad lectora, normalmente ubicada en el conmutador de arranque.

El código captado por la unidad lectora es enviado a la unidad de mando del inmovilizador, que compara con el que tiene en la memoria. Simultáneamente la unidad de mando del motor envía a su vez a dicha unidad el código que le corresponde, y que también es comparado con el de la memoria. La unidad de mando del inmovilizador autoriza el arranque a la unidad de mando del motor cuando los códigos emitidos por la llave y por la unidad de mando del motor coinciden con los almacenados en su memoria durante el proceso de grabación. En el caso de que uno de los dos códigos no coincida, la unidad de mando del motor pierde la autorización de arranque y el motor se para aproximadamente a los dos segundos de haberse iniciado el arranque. Estos dos segundos en los que el motor arranca son necesarios porque la autorización y el código circulan por un único cable entre las unidades de mando del inmovilizador y del motor. Este sistema permite la adaptación de varias llaves y la sustitución de algún componente averiado aplicando los

procedimientos correspondientes. En algunos casos será necesario la utilización de equipos especiales y en otros bastará con el empleo de una llave maestra (Ruiz, 2017)

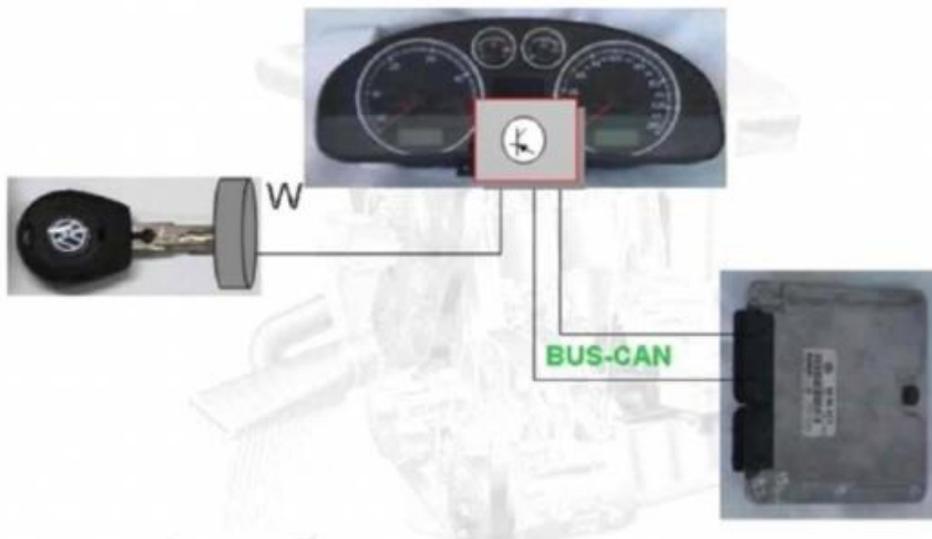
2.9. Funcionamiento del inmovilizador

En las siguientes figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 se muestra un ejemplo indicando paso a paso de cómo funciona un inmovilizador.

El propietario introduce la llave de contacto

Figura 8

Llave de Contacto

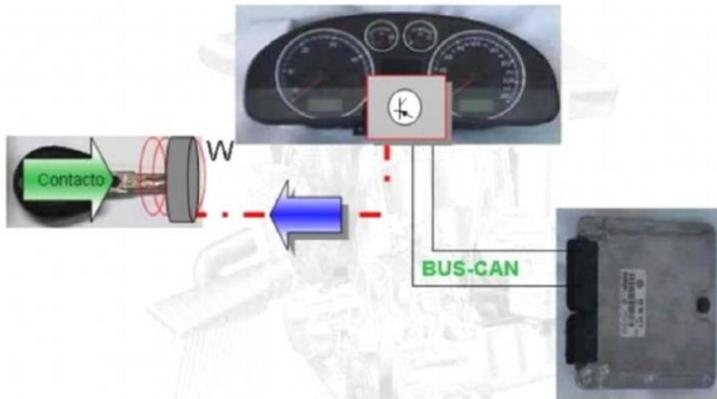


Fuente: (Hoyos, 2020)

La centralita del inmovilizador envía alimentación a la llave de contacto

Figura 9

Alimentación a la Llave

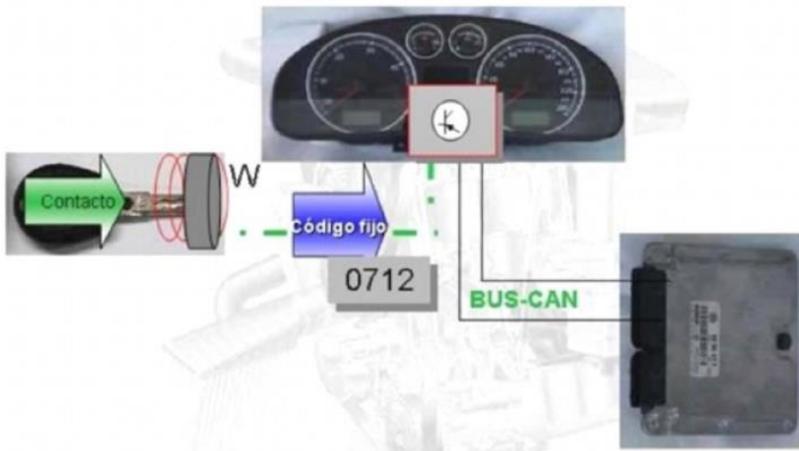


Fuente: (Hoyos, 2020)

La llave de contacto envía un código fijo a la centralita del inmovilizador

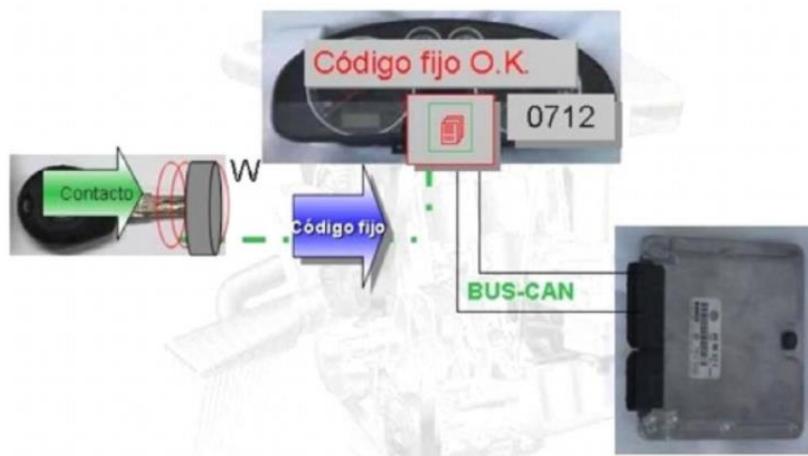
Figura 10

Código Fijo



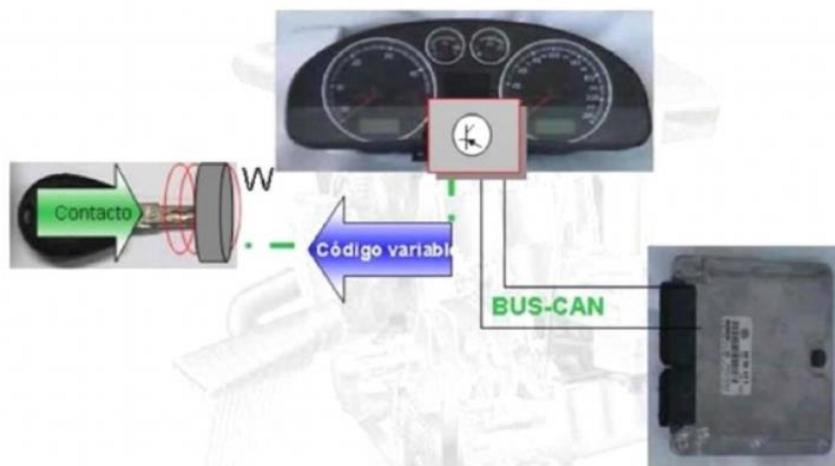
Fuente: (Hoyos, 2020)

La centralita del inmovilizador verifica que el código emitido por la llave es valido

Figura 11*Verificación del Código*

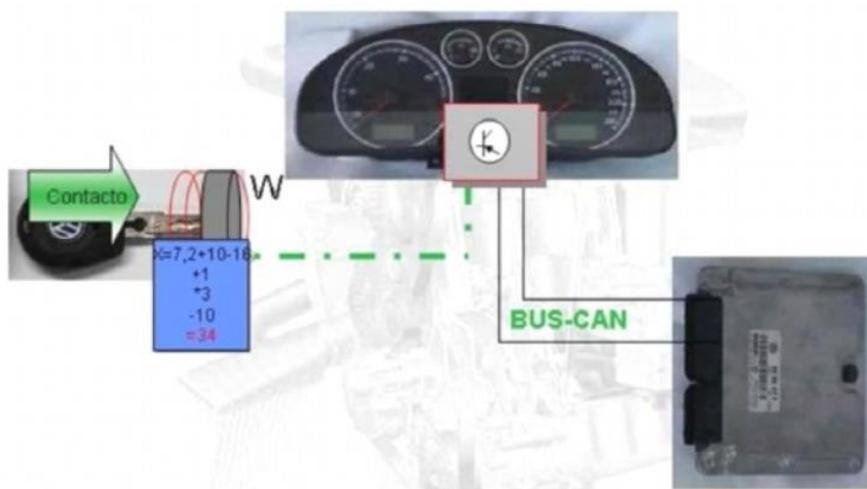
Fuente: (Hoyos, 2020)

La centralita del inmovilizador envía un código variable a la llave

Figura 12*Código Variable*

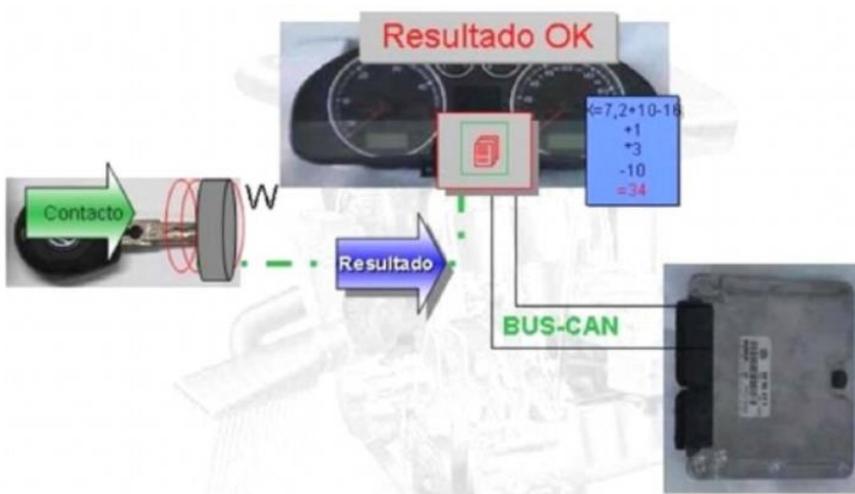
Fuente:(Hoyos, 2020)

La llave genera un código basado en el código variable recibido de la centralita del inmovilizador

Figura 13*Generación del Código*

Fuente: (Hoyos, 2020)

La centralita del inmovilizador verifica que el nuevo código generado por la llave es correcto

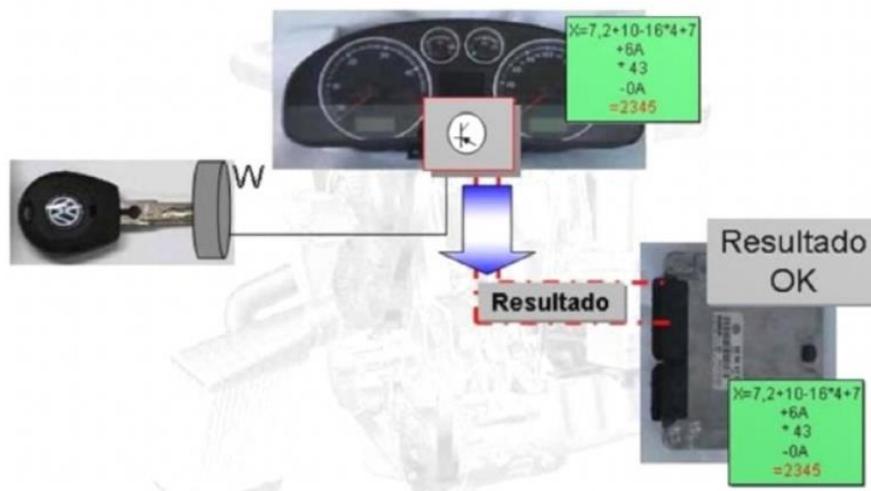
Figura 14*Verificación del Nuevo Código*

Fuente: (Hoyos, 2020)

La centralita del inmovilizador genera un resultado a partir del código variable recibido

Figura 15

Resultado a Partir del Código Variable

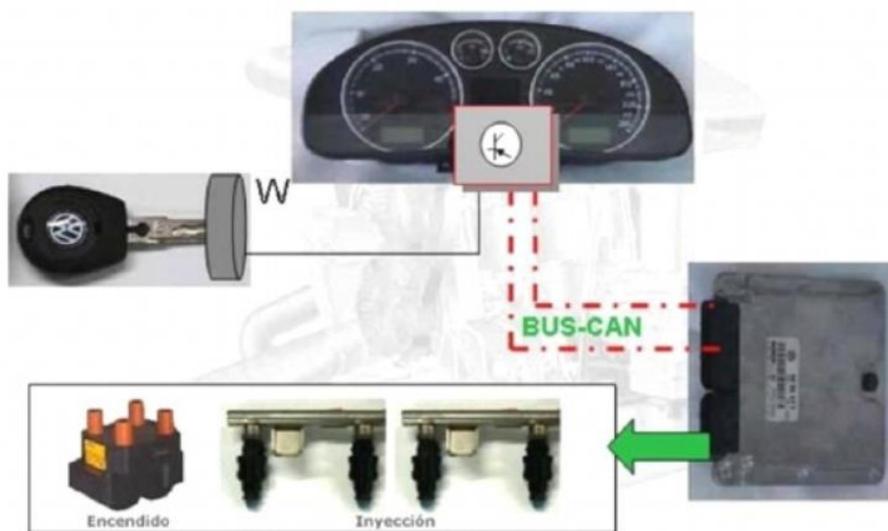


Fuente: (Hoyos, 2020)

La centralita del inmovilizador habilita el elemento de bloqueo del motor

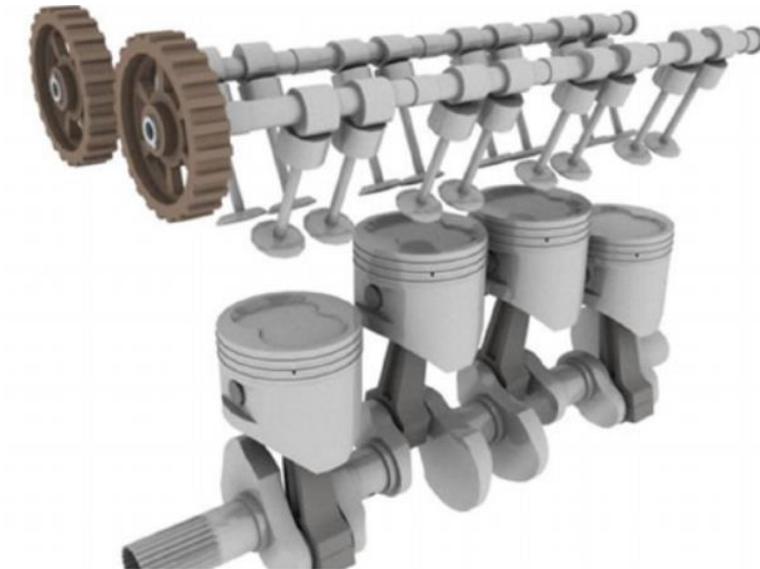
Figura 16

Elemento del Bloqueo del Motor



Fuente: (Hoyos, 2020)

Ahora se puede realizar el arranque del motor

Figura 17*Arranque del Motor*

Fuente: (Hoyos, 2020)

2.10. Los transponder en sistemas inmovilizadores

El transponder es un dispositivo que permite ser identificado mediante señales de radio frecuencia. Se designa con este término (o con alguna de las abreviaturas XPDR, XPNDR, TPDR o TP) a equipos que realizan la función de:

- Recepción, amplificación y reemisión en una banda distinta de una señal (estos transponders se utilizan en comunicaciones espaciales para adaptar la señal satélite entrante/saliente a la frecuencia de los equipos en banda base).
- Respuesta automática de un mensaje (predeterminado o no) a la recepción de una señal concreta de interrogación y está conformado por un circuito RLC (Bobina, capacitor, resistencia) conectado a un microcontrolador (Chinga, 2013).

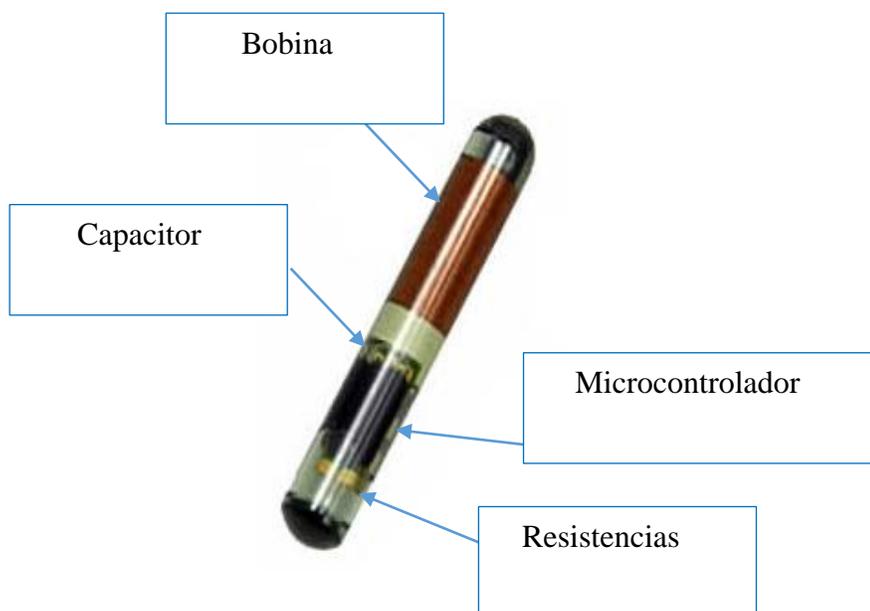
Los componentes internos de un transponder son los siguientes:

- Bobina
- Capacitor
- Resistencias

En la figura 18 se muestra como está conformado un transponder.

Figura 18

Partes Internas del Transponder



Fuente: (Conferencias para la vida, 2020)

2.11. Bobina

La bobina del transponder induce el campo electromagnético y lo convierte en corriente

2.11.1 Capacitor

El capacitor almacena la corriente inducida por la bobina y la convierte en voltaje

2.11.2 Resistencia

La resistencia forma una carga regulando el voltaje y corriente en ciertas zonas del circuito

2.11.3 Microcontrolador

El microcontrolador es un dispositivo de procesamiento el cual internamente contiene un archivo donde se encuentra un programa y una serie de datos específicos con formato, número ID (número de identificación), password.

El que se utiliza en las llaves es muy pequeño, es una pastilla electrónica miniaturizada que contiene una memoria no volátil (no requiere de energía constante para la retención de la información), a lo largo de la cual hay un juego de bobinados. Este transponder puede estar alojado en cualquier llave de automóvil, tenga ésta o no telemando de apertura de puertas. Estos Transmisores operan en diferentes rangos de frecuencias. Como no cuentan con su propia fuente de poder, están muy limitados en comunicación y generalmente operan a una distancia de 1 cm. a 15 cm (Augeri, 2011).

2.12. Tipos de transponder

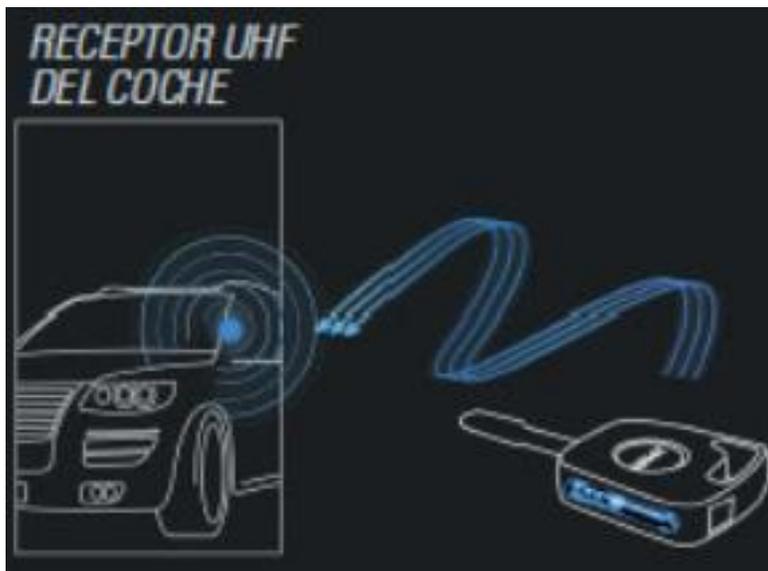
En el área automotriz existen varios tipos de transponder.

- Transponder de Código Fijo.
- Transponder Crypto.
- Transponder Rolling Code.

2.12.1 Transponder de Código Fijo.

Son aquellos transponder que en cada ocasión donde son “interrogados” por el Sistema de Seguridad (el inmovilizador) del vehículo, estos responden siempre con el mismo código.

Su duplicación es viable tanto a partir de la misma llave como si no se dispone de una copia funcional, sin embargo, para esto último será necesario la presencia del propio vehículo para poder generar nuevas llaves (Transponder, 2020). Como se observa en la figura 19.

Figura 19*Transponder Código Fijo*

Fuente: (Altuna, 2020)

2.12.2 Transponder de código evolutivo

Son aquellos transponders que en cada ocasión que son “interrogados” por el Sistema de seguridad (Inmovilizador) del Vehículo, responden con un código diferente que evoluciona en base a un algoritmo de evolución. A día de hoy este tipo de sistemas son incopiables y tampoco pueden ser activados en el vehículo. Estos sistemas son usados por varias marcas de vehículos actuales (Transponder, 2020)

2.12.3 Transponder Crypto

Este tipo de transponder realiza las mismas funciones que el fijo, pero en el momento en el que es interrogado por el sistema de seguridad (inmovilizador) del vehículo, responden con el mismo código siempre, pero este código se presenta “tapado” o enmascarado por un programa.

Para esta versión, solo se podrán activar o programar transponder iguales a los de la llave original, mediante equipos especiales. Estos chips, están totalmente protegidos por el fabricante.

Además, la información de seguridad que contiene este transponder crypto varía cada vez que el vehículo es encendido, de este modo los hace más seguros y difíciles de clonar.

Para realizar un duplicado de estas llaves, estos permiten su clonación a partir de un ordenador especial y siempre se debe tener presente el vehículo en el momento del duplicado al igual que su código de seguridad dependiendo de la marca (Top Llaves, 2017). Como se muestra en la figura 20.

Figura 20

Transponder Texas Crypto CRISTAL 4D



Fuente: (Llave mania, 2020)

2.12.4 Transponder Rolling Code

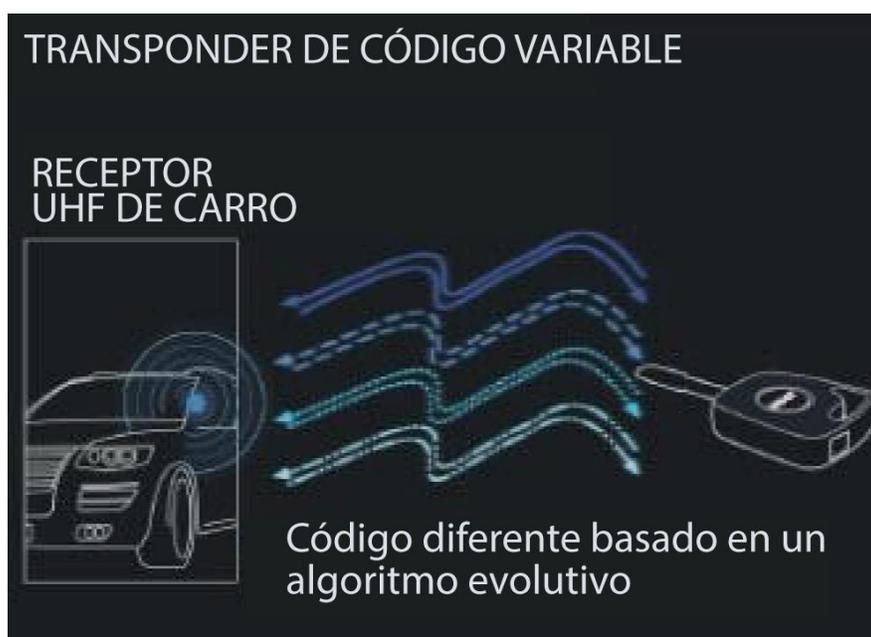
Este tipo de transponder en cada ocasión que son "interrogados" por el Sistema de seguridad (Inmovilizador) del vehículo, responden con un código diferente que cambia en base a un algoritmo de evolución. Estos sistemas son usados por varias marcas de vehículos en la actualidad. Es un sistema seguro que admite hasta 18 millones de billones de combinaciones. Este sistema hace que los códigos cambien cada vez que se utiliza la llave. Lo complicado es que la

llave guarda una parte de la información y el computador del vehículo guarda la otra, denominado "información por bloques". De esta manera, podemos duplicar la información de la llave, pero por ningún motivo podemos duplicar la información del computador del vehículo.

Esta información solo la puede saber el fabricante. Hoy en día este tipo de sistemas son imposibles de copiar y tampoco pueden ser activados en el vehículo (Augeri, 2011). Como se observa en la figura 21

Figura 21

Transponder Rolling Code



Fuente: (Altuna, 2020)

Para este tipo de tecnología encontramos dos tipos de chip y un tipo de cabezal.

- Chip en cerámica
- Chip en cristal
- Cabezal Electrónico (ver en la figura 22)

Figura 22*Cabecal Electrónico*

Fuente: (Tecnología en Transponders, 2020)

Hay una gran variedad de transponders según el área automotriz y el modelo del vehículo. Los fabricantes de transponders son: Texas, Megamos, Phillips, Motorola, Nova. En la tabla 1 se muestra una lista de los transponder más usuales.

Tabla 1*Familia de los transponders*

TEXAS	4C Texas Fijo Cerámica	4D Texas Crypto Cristal
NOVA, SILCA, SODIMAC	T5 (20) Nova, Silca, Sodimac Fijo Cerámica	8C Temic Encryptado
TEMIC	11, 12 Temic Fijo Cerámica	8C Temic Encryptado
PHILLIPS	42 Phillips Crypto Segunda Generación Cerámica	33 Phillips Fijo Cerámica
MEGAMOS	13 Megamos Fijo Cristal	48 Megamos Crypto Cristal

Fuente: (Hoyos, 2020)

En la tabla 2 se muestra una lista de transponder de los diferentes fabricantes que sirve para duplicar.

Tabla 2*Transponder para duplicar*

FABRICANTE	FIJOS		ENCRIPTADOS	
	IDENTIFICA	ESCRIBE	IDENTIFICA	ESCRIBE
TEMIC	11 Y 12	T5	8C	N/A
PHILLIPS	33 Y 73	T5	40, 41, 42, 44, 45	Z4C
MEGAMOS	13	T5	48	N/A
TEXAS	4C	TPX1	4D	Desbloq EH2 y/o TPX2
NOVA, SILCA, SODIMAC	T5	T5	N/A	N/A

Fuente: (Hoyos, 2020)

2.13. Familia de transponders por identificación

- Transponder códigos fijo: TP ID 11, 12, 33, 40, 4C
- Transponder Crypto (1ra generación): TP ID 4D, 4D60 al 70
- Transponder Crypto (2da generación): TP ID 46
- Transponder Crypto Megamos (Línea VAG -VW-Audi-Seat-Skoda): TP ID 48, 22 al 25
- Transponder Rolling Code: BMW – MB – MINI – Land Rover (ID Rolling code)

2.14. Transponders Clonables

Son transponders en blanco que sirven para grabar la información de un transponder original.

- Para clonar TP de código FIJO: TPX1
- Para clonar TP Crypto 1ra. generación: TPX2
- Para clonar Crypto 2da. generación: TPX3 y TPX4
- Los Rolling code no se pueden clonar al igual que los Crypo Megamos (Augeri, 2011)

2.15. Transponders para casos especiales

En algunos casos es necesario utilizar transponders especiales para poder realizar nuevas llaves.

Estos transponders son ID T5 – ID PCF7930 al PCF7946. Por ejemplo: Si se desea realizar una llave con transponders ID 33, al efectuar la lectura y querer programar, el equipo programador solicitará utilizar un transponder ID PCF7930, 31 o 35 (Augeri, 2011)

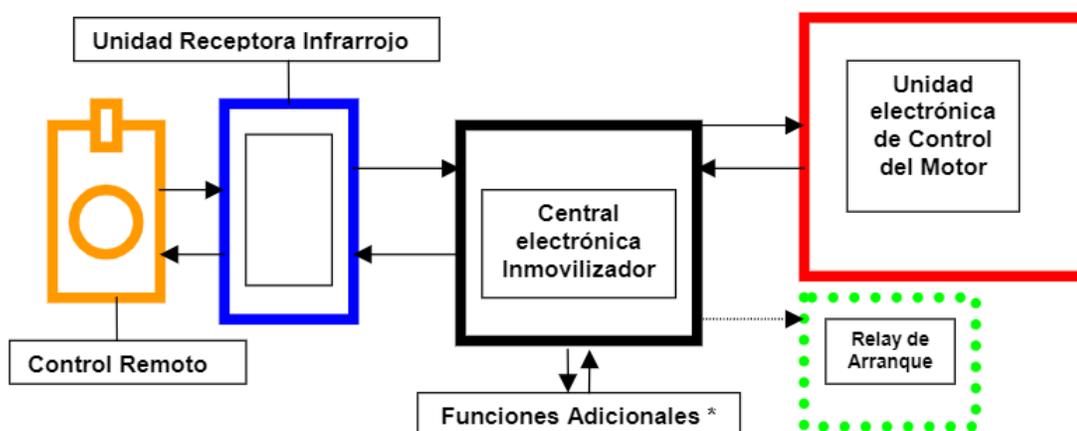
2.16. Inmovilizador con comando remoto infrarrojo

Ciertos modelos de vehículos utilizan un control remoto que emite una señal para habilitar el arranque del motor, además de abrir y cerrar las puertas, estos controles remotos no deben confundirse con los que solo sirven para abrir y cerrar las puertas (cierres centralizados). El control remoto puede estar incorporado en el mango de la misma llave o puede ser un control separado, en este inmovilizador no existe antena, la unidad lectora es un receptor del código infrarrojo a veces ubicado en el interior del espejo retrovisor. El sistema se completa con la unidad electrónica del inmovilizador que puede manejar o no el cierre centralizado a distancia de las puertas, el sistema inmovilizador puede actuar sobre el bloque electrónico de la unidad de control o solamente sobre el relay principal que inhibe al motor de arranque (Villca , 2020)

En la figura 23 se observa los componentes de un inmovilizador con comando remoto infrarrojo.

Figura 23

Inmovilizador con Comando Infrarrojo



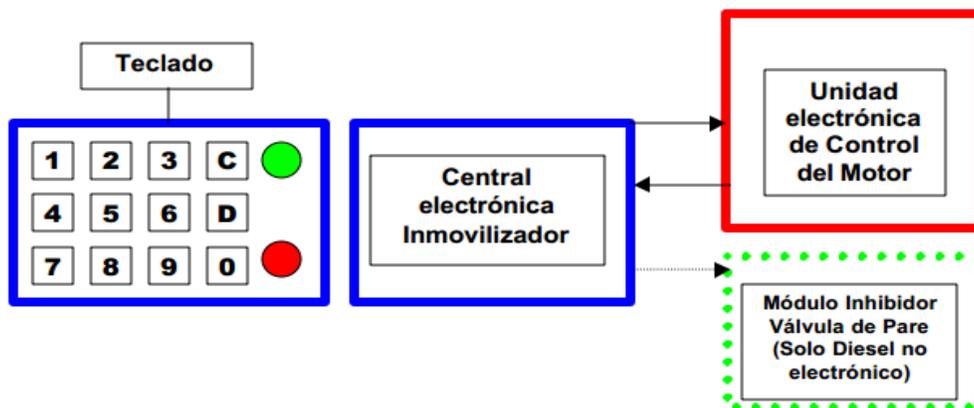
Fuente: (Manual técnico de inmovilizadores, 2020)

2.17. Inmovilizador con teclado numérico

Este sistema consiste en que el teclado numérico del inmovilizador y la ECU tienen que recibir un número correcto de cuatro o más dígitos que son ingresados a través de un teclado dentro del vehículo antes de que el motor se encienda. Este número es seleccionado por el propietario del vehículo, cuando lo compra, pero pueden existir tanto inmovilizadores con código fijo y variable. En la figura 24 se muestra un esquema del sistema inmovilizador con teclado numérico.

Figura 24

Inmovilizador con Teclado Numérico



Fuente: (Manual técnico de Inmovilizadores, 2020)

La comunicación entre el inmovilizador y la unidad de control se realiza por la línea CAN-Bus. En estos sistemas tenemos que en la llave se encuentra el emisor donde va grabado un código secreto y un código fijo de cada llave. En la bobina de lectura está integrada el conmutador de encendido. En el módulo están grabados los códigos fijos de la llave, el VIN y el código secreto de las llaves. Y en la ECU del vehículo va grabado el código VIN, el número secreto de identificación, y el código secreto.

Para el funcionamiento de este sistema el trabajo del inmovilizador se divide en dos partes, que son:

- El reconocimiento de la llave
- El reconocimiento mutuo con la ECU y el módulo inmovilizador.

El reconocimiento de la llave se efectúa de la misma manera como en el sistema con Transponder, pero el reconocimiento mutuo entre la ECU y el módulo se efectúa mediante el intercambio de códigos variables, siendo necesario que en las dos unidades se conozca el código secreto y el VIN (Guerrero, 2014)

2.18. Sistemas de inmovilización basados en sistemas biométricos

En la actualidad se está haciendo pruebas con la biometría para desarrollar una nueva generación de sistemas inmovilizadores. Se trata por tanto de un proyecto innovador que está en fase de desarrollo y aplicación.

Esta arquitectura nace con la finalidad de aportar mayor seguridad al sistema actual de los vehículos como se muestra en la figura 25.

Figura 25*Sistema de Huella Dactilar*

Fuente: (Kuchen, 2019)

Para ello, el sistema de autenticación del conductor del vehículo no se focaliza en la simple posesión de la llave del mismo sino en el reconocimiento del usuario a través de su huella dactilar.

Disponer de la llave no asegura, en este caso, poder arrancar o hurtar el vehículo puesto que la puesta en marcha del mismo queda sujeta a la previa identificación del conductor.

De esta manera, al contar con un dispositivo de alta calidad, posibilita al propietario y a quién éste le confiera autorización, el uso compartido del vehículo (Sistemas de Inmovilización, 2020).

2.19. Principio de funcionamiento del sistema

El principal objetivo sigue siendo la inmovilización electrónica del vehículo en caso de intento de robo de este.

Ello implica un planteamiento seguro y la solución óptima, según los autores, es un diseño de todo el sistema inmovilizador integrado en un único dispositivo microelectrónico.

Este nuevo sistema lo constituyen únicamente dos componentes, como se muestra en la figura 26

Figura 26*Componentes*

Fuente: (Sistemas de Inmovilización, 2020)

En el cual tenemos el sensor biométrico de huella dactilar. Existen en el mercado automotriz sensores de huellas digitales basados en silicio que, mediante distintas técnicas como métodos térmicos, capacitivos o de presión, permiten capturar una imagen digital de la huella dactilar por simple contacto de ésta con la superficie del sensor.

La resolución óptima conseguida con estos sensores es de 500 dpi (puntos por pulgada). El sistema cuenta con un controlador compactado en formato SoC (sistema en chip). El sistema en chip es el dispositivo electrónico flexible de mayor nivel de integración. Comprende todo un sistema microcontrolador (CPU + memoria de programa y de datos + periféricos) adherido a un dispositivo lógico programable FPGA de gran tamaño (entendiendo por tamaño el número de puertas lógicas) y con capacidad de reconfiguración dinámica.

La arquitectura SoC es la que mejor se adapta a la implementación de soluciones seguras al permitir integrar en un único chip todo el sistema, evitando así la salida al exterior de información comprometida para la seguridad del mismo mediante canales de comunicación franqueables.

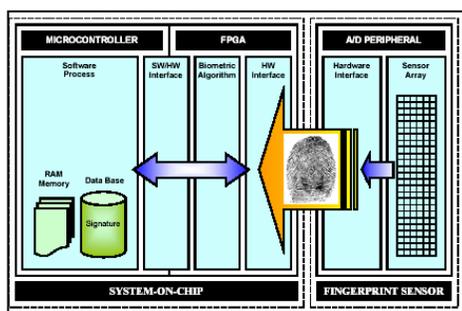
El sistema se convierte en un mecanismo seguro para el exterior, evitando la interceptación de mensajes o cualquier ataque externo. La arquitectura combinada de SoC y sensor biométrico

no es nueva: esta es la filosofía que persigue la nueva generación de tarjetas inteligentes, las que podríamos denominar a futuro tarjetas inteligentes confiables, habilitadas para operaciones seguras (Sistemas de Inmovilización, 2020).

Las soluciones biométricas tienden a sustituir a aquellas otras estrategias basadas en técnicas más vulnerables como la memorización de un código personal o PIN (número de identificación personal), altamente extendido en un sin número de aplicaciones como cajeros automáticos o telefonía móvil, son algunos ejemplos que se presentan en nuestro medio, en la figura 27 se muestra la arquitectura del sistema.

Figura 27

Arquitectura del Sistema



Fuente: (Sistemas de Inmovilización, 2020)

Este dispositivo SoC se acompaña de la técnica de codiseño hardware-software: la implementación algorítmica de la funcionalidad puede ser particionada en tareas desarrolladas por software y en tareas sintetizadas en hardware (algoritmos implementados en la FPGA) obedeciendo a criterios de decisión como el tiempo de ejecución de la tarea en cuestión, y la cantidad de memoria o área de silicio necesarias.

La inserción de hardware configurable como medio de implementación algorítmico aporta ventajas considerables al sistema inmovilizador, como por ejemplo la ejecución en

paralelo de varios algoritmos y el consiguiente ahorro de tiempo frente al procesamiento secuencial del software sobre plataforma monoprocesador (Sistemas de Inmovilización, 2020).

La flexibilidad aportada por la FPGA recae en la posibilidad de diseñar coprocesadores específicos que aceleren aquellas tareas más críticas, además del diseño de interfaces a medida no disponibles mediante los dispositivos periféricos estándar. Los dispositivos SoC actuales incorporan también la capacidad de reconfiguración dinámica, con lo cual, desde la CPU, es posible reconfigurar el hardware en tiempo de ejecución, lo que significa que una misma área de silicio puede ser multiplexada en tiempo, implementando en cada fase una funcionalidad distinta (particionamiento temporal del algoritmo), lo que da lugar a que un dispositivo de capacidad menor pueda sustituir a uno mayor, con el consecuente ahorro en costo de producción.

2.20. Algoritmo Biométrico

Las fases implicadas en un sistema de autenticación personal basado en técnicas biométricas sobre huella dactilar son dos: fase de registro y la fase de reconocimiento.

En la fase de inscripción el sistema mide las características biométricas del usuario. Y a partir de esta medida se extrae un código que se asocia a la identidad del usuario. El tamaño del código no suele ser mayor a 1 Kbyte, y se almacena en una base de datos como código identificador o ID del usuario.

Durante la fase de reconocimiento, el sistema vuelve a medir mediante un escáner las características biométricas del usuario, y se repite el proceso de extracción del código de identidad. El código es comparado con el código de identidad previamente almacenado en la fase de registro, a fin y efecto de determinar la identidad del usuario.

En caso de que la identificación del usuario resulte positiva, el sistema inmovilizador habilitará el circuito de ignición permitiendo así arrancar el vehículo.

Por lo contrario, si el resultado de la identificación no es satisfactorio, el sistema bloqueará el circuito de ignición impidiendo el arranque del motor (Sistemas de Inmovilización, 2020)

2.21. Fase de registro

La fase de registro se organiza en una secuencia de tres pasos:

2.21.1 Captura de imagen

Se obtiene la imagen de la huella dactilar en formato electrónico. Posteriormente, es posible una fase de tratamiento o filtrado de la imagen con objeto de facilitar los siguientes pasos del algoritmo.

2.21.2 Extracción de firma

Con el objetivo de reducir el tamaño de la memoria de almacenamiento de la huella, existen técnicas biométricas contrastadas que extraen de toda la imagen aquella información realmente identificativa, filtrando aquella otra información de la huella que resulta ser redundante o simplemente no aporta valor.

Una de las técnicas más desarrollada consiste en la extracción del denominado minutiae (conjunto de puntos característicos o minutias de la huella; considerando la huella como una secuencia de crestas y valles de la piel conformando un dibujo único y diferenciador de cada individuo, una minutia es un punto singular de esa imagen que representa o bien un final de cresta, o bien una bifurcación de la cresta), como se muestra en la figura 28.

Figura 28*Tipos de Minutia*

Fuente: (Sistemas de Inmovilización, 2020)

2.21.3 Almacenamiento

La fase final del proceso de inscripción consiste en grabar en la base de datos la firma o código de identidad del usuario.

En este momento, la persona queda totalmente identificado por medio de las características biométricas de su huella dactilar, quedando registrado en la base de datos y habilitado el sistema para su autenticación.

Esta fase de registro, por analogía, se corresponde con la fase de codificación de la llave del vehículo en el sistema inmovilizador actual (Sistemas de Inmovilización, 2020).

2.22. Fase de reconocimiento

Esta fase se estructura en los siguientes pasos:

2.22.1 Captura de imagen

En esta etapa, el usuario, con la intención de identificarse en el sistema, facilita su huella a través del sensor de entrada.

2.22.2 Extracción de firma

El sistema, siguiendo el mismo procedimiento que en la fase de inscripción, extrae la firma o código identificador del usuario, como se muestra en la figura 29.

Figura 29

Extracción del Minutiae a Partir de la Huella Dactilar



Fuente: (Sistemas de Inmovilización, 2020)

2.22.3 Pareo

Este proceso consiste en comparar la firma de referencia extraído con el modelo del archivo que está en la base de datos.

En función del nivel de similitud entre ambas muestras, el sistema identifica si la persona es o no quien dice ser, pasando a habilitar o no el arranque del vehículo.

2.22.4 La llave es la huella digital

Los avances tecnológicos en concepto de biometría permiten disponer de nuevos recursos a nuestro alcance, los cuales nos permite mejorar de forma continuada aquellos problemas hasta ahora no resueltos de forma óptima.

Con los nuevos medios a nuestra disposición es conveniente revisar los sistemas para ofrecer mejores soluciones y dar mayores prestaciones.

El fuerte impacto que dará la inclusión de la biometría en la electrónica del automóvil, los ingenieros en el área automotriz afrontan el reto del desarrollo de este prototipo, convencidos de que esta nueva alternativa planteada acabará imponiéndose en las diferentes marcas de vehículos a un costo competitivo (Sistemas de Inmovilización, 2020).

Una gran ventaja que se obtiene con este sistema no se necesita una llave portátil, ya sea presencial o de accionamiento manual, permite una mayor versatilidad e independencia en la transferencia temporal y traslado o portación de ésta. Por consiguiente, disminuye a cero la posibilidad de su extravío

Capítulo III

Metodología para la Selección del Programador de Llaves e Inmovilizadores

Para la selección del equipo, se desarrolla a través de una investigación de campo mediante la revisión de información relacionada a proveedores de equipos para la programación de llaves e inmovilizador. Se revisó las características de cada equipo, las distintas funciones del dispositivo, los costos y sus aplicaciones en las diferentes marcas de vehículos, estableciendo las variantes entre cada uno de ellos, para determinar el equipo con mejores prestaciones para el desarrollo del proyecto.

La investigación de campo permitió obtener los parámetros y opciones de funcionamiento de los diferentes equipos que existen en la actualidad para la programación de llaves e inmovilizador dejando así debidamente documentado, en pruebas de funcionamiento fundamentando el uso del equipo programador para solucionar problemas inherentes a los sistemas inmovilizadores de vehículos.

3.1. Equipos necesarios para inmovilizadores

En la actualidad existe una gran variedad de equipos para la programación de llaves automotrices, cada equipo cuenta con funciones específicas para ciertos vehículos, los de primera generación para modelos (1998 - 2010) y los de nueva generación para modelos (2006 - 2020) como se observa en la tabla 3.

Tabla 3*Equipos necesarios para inmobilizadores*

Equipos de 1era generación	Equipos de nueva generación	Equipos clonadores	Equipos opcionales	Equipos complementarios
T 300 CK 100 MVP SBB	X 100 PAD X 300 DP PLUS X 100 LONSDOR AUTEK AUTOPROPAD SKP 900	VVDI KEY TOOL VVDI KEY MINI HANDY BABY 2 KEYDLY HANDY BABY MINI ZED BULL	Extractor de códigos Probador de antenas Frecuencímetro	Multímetro Punta lógica diagramas

Fuente: (MCE Cursos Automotrices, 2020)

3.2. Equipos de primera generación

3.2.1 Equipo programador de llaves T 300

El programador de llaves T 300 es un dispositivo profesional para codificaciones, extracciones de códigos y para la programación de llaves para una amplia gama de modelos de vehículos. Este dispositivo es versátil a la hora de utilizarlo, ya que se puede conectar directamente al vehículo sin necesitar un equipo mediador como un pc, como se muestra en la en la figura 30.

Figura 30

Equipo Programador T 300



Fuente: (AutoExacto, 2020)

El programador se acopla directamente al conector OBD II del vehículo, ya sea a los pines o a través de los distintos cables y adaptadores (Programador de llaves T 300, 2020)

3.2.2 Funciones del Programador de llaves T300

El programador de llaves T 300 tiene las siguientes funciones:

- El programador de llaves T 300 es capaz de leer los distintos códigos de avería que presente el vehículo
- Adicionalmente tiene la opción de poder eliminar los códigos de avería una vez detectados
- Tiene la capacidad de leer el flujo del sistema como, por ejemplo: IMMO, ECU ID.
- El programador también puede recuperar el código de la llave
- También puede limpiar la memoria de la llave
- Puede incluso leer las claves de acceso
- Puede diferenciar los diferentes tipos de ECUS

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves T 300 están los siguientes: Acura, Audi, Alfa, BMW, Chevrolet, Chrysler (Dodge, Jeep), Daewoo, Fiat, Ford (Japón - USA), Ford USA, Fiat, Honda, Hyundai, Isuzu, Infiniti, Jaguar, Kia, Land Rover, Lancia, Lexus, Lincoln, Mazda (Japón - USA), Mercury, Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault, Skoda, Subaru, Suzuki, Toyota (Japón - USA) (Programador de llaves T 300, 2020).

El equipo CK-100 Programador de Llaves con Inmovilizadores Versión actualizada 46.02: esta es la nueva versión del equipo SBB de Silca siendo uno de los equipos más profesionales para la codificación y extracción de códigos de inmovilizadores y programar llaves.

3.3. Equipo programador de llaves CK - 100

El CK-100 es utilizado como una unidad portable para programar llaves y control remotos en vehículos inmovilizados o para nuevas llaves o control remotos. Su integrado equipo y programación no necesita más que un solo conector de OBDII y lógico incluido, como se observa en la figura 31.

Figura 31

CK - 100



Fuente: (AutoExacto, 2020)

3.3.1 Funciones del Programador de llaves CK - 100

El programador de llaves CK - 100 tiene las siguientes funciones:

- Programación de nuevas llaves
- Lectura de llaves directamente de la memoria de la unidad de inmovilizador
- Desactivación de llaves en caso de que las mismas han sido extraviadas.
- Fácil de usar, todo en español y dirigido paso a paso
- En varios idiomas (también en inglés, portugués y alemán)
- Programación de nuevo control remoto.
- Programación completa de la mayoría de vehículos más comerciales e importantes.

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves CK - 100 están los siguientes: Acura, Audi, Alfa Romero, BMW, Chevrolet, Chrysler, Daewoo, Fiat, Ford (Japón - USA), Fiat, Honda, Hyundai, Isuzu, Infiniti, Jaguar, Kia, Land Rover, Lancia, Lexus, Lincoln, Mazda (Japón - USA), Mercury, Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault, Skoda, Subaru, Suzuki, Toyota (Japón - USA), Volkswagen, Skoda, Pontiac, Dodge.

3.4. Equipo programador de llaves MVP (Programador Múltiple de Vehículos)

Se conecta al vehículo sin necesidad de pc a través del conector OBD2 de 16 pines o a través de los distintos cables y adaptadores OBD1, el equipo programador cubre las funciones del T 300, AUTOMAM, K1, 2005, 2008, DECODER, para una gran variedad de modelos de vehículos como se muestra en la figura 32.

Figura 32

Programador de Llaves MVP



Fuente: (MVP, 2020)

3.4.1 Funciones del Programador de llaves MVP

- Lee código de fallas
- Borra códigos de fallas
- Lectura de información del sistema
- Lectura del código IMMO/ECU ID
- Lectura del código de la llave en método mecánico
- Limpia la memoria de las previas llaves

- Programación de nuevas llaves
- Lectura del código de la llave
- Identificación de la ECU
- Programa ECU-IMMOBILISER
- Lectura del código EKA
- Programa Nuevo código EKA
- Programación de dispositivos remotos
- Emparejamiento a llave y control remoto inteligente

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves MVP están los siguientes:

Acura (Japan), AUDI (Germany), Alfa (Italy), Chevrolet, Citroen (France), Chrysler, Dodge, Dacia (USA), Daewoo (Korea), Ford, Ferrari, Fiat (Italy), General Motors (USA), GM Holden (USA), Honda, Hyundai, Isuzu, Iveco (Japan), Infiniti (Japan), Jaguar (England), Jeep, Kia, Land Rover (England), Lancia (Italy) Lexus (Japan), Mazda (USA Japan), Mercury (USA), Volkswagen, Mitsubishi (Japan), Nissan (Japan), Peugeot, Renault (France) Pontiac Subaru (England) SEAT (Spain), Suzuki (Japan), Toyota, VW (Germany)

3.5. Equipo Programador de Llaves Universal SBB

El equipo SBB es uno de los equipos más profesionales para la codificación y extracción de códigos de inmovilizadores y programar llaves.

El SBB es un equipo utilizado como una unidad de mano o portable para programar llaves, controles remotos en vehículos inmovilizados, su integrado equipo y programación no necesita más que un solo conector de OBDII, como se observa en la figura 33 (AutoExacto, 2020).

Figura 33*Programador de Llaves SBB*

Fuente: (Amazon, 2020)

3.5.1 Funciones del Programador de llaves SSB

- Programación de nuevas llaves
- Lectura de llaves directamente de la memoria de la unidad de inmovilizador
- Desactivación de llaves en la cual ya no las tiene el dueño (en caso de que las llaves han sido extraviadas).
- Fácil de usar, todo en español y dirigido paso a paso
- Manual completamente en español
- Programación de nuevos controles remotos.
- Programación con una completa base de datos de la mayoría de vehículos más comerciales y más importantes.
- En una gran variedad de vehículos no se necesita número de inmovilizador o pins.

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves SBB están los siguientes:

Chevrolet, Daewoo, Chrysler, Dodge, Ford, Honda, Jaguar, Nissan, Renault, Toyota.

3.6. Equipos de segunda generación

3.7. Equipo programador de llaves X 100 PAD

Este equipo no sólo proporciona Servicio y Programación Profesional de Llaves, Inmovilizadores, Odómetro, Reseteo de servicios, Diagnóstico Automotriz, sino también las funciones especiales más necesarios para un taller automotriz. El X100 PAD es una TABLETA con sistema operativo Android con las últimas tecnologías, como se observa en la figura 34 (AutoExacto, 2020).

Figura 34

Programador X 100 PAD



Fuente: (Automediag, 2020)

3.7.1 Funciones del Programador de llaves X 100 PAD

- Programación de llaves
- Ajuste de kilometraje
- Reinicio de servicio de aceite
- Servicio de cinturón de seguridad
- Reseteo de presión de los neumáticos
- Reinicio EPB (Freno de estacionamiento eléctrico)

- Reinicio cuerpo de aceleración
- Reinicio DPF (Filtro de partículas)
- Restablecimiento de la batería
- Calibración de ángulo de dirección
- Diagnóstico de motor OBDII

3.7.2 Características Principales para la Programación de Llaves - Inmovilizadores - PIN - NIP - ECM

- Programación de Nuevas Llaves
- Lectura de Código PIN con EEPROM
- Editor hexadecimal (Win Hex)
- Lee llaves de la memoria del inmovilizador
- Nueva Programación de Inmovilizador
- Programación para el Número de Identificación del Vehículo o VIN
- Resetea ECM e inmovilizador
- Programa Controles Remotos Nuevos.
- Cuenta con la base de datos completa y actualizadas para las marcas de vehículos más importantes.

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves X 100 PAD están los siguientes, como se observa en la tabla 4 y 5

Tabla 4*Cobertura del Vehículo de Programación de Llaves*

Asiáticos	Europeos	Americanos
Toyota	Audi	GM
Lexus	VW	Cadillac
Honda	Skoda	Buick
Acura	Seat	Chrysler
Mazda	Porsche	Ford
Nissan	Opel	
Infiniti	Citroen	
Mitsubishi	Peugeot	
Subaru	Jaguar	
Suzuki	Land Rover	
Kia	Lincoln	
Hyundai	Renault	
Daewoo		
SSANGYONG		
Proton		

Tabla 5*Marcas de vehículos para el reseteo de servicios*

Asiáticos	Europeos	Americanos
Toyota/Lexus	Audi	Buick
Nissan/Infiniti	VW	Cadillac
Honda	BMW	Chevrolet
Acura	Mercedes Benz	Chrysler
Isuzu	Porsche	Chevrolet/GMC
Chery	Volvo	Ford/Mercury/Lincoln
Ford Transit	Citroen	Oldsmobile
Roewe	Peugeot	Pontiac
MG	SAAB	Saturn
	Land Rover	GM
	Seat	Jeep
	Skoda	

3.8. Equipo programador de llaves X 300 DP Plus

El dispositivo X300 DP Plus es un equipo de diagnóstico de vehículos basado en Android, desarrollado para aplicaciones de Internet. Se hereda toda la tecnología de diagnóstico avanzado

OBDSTAR y se caracteriza por cubrir una amplia gama de vehículos, con una función potente y un resultado preciso como se muestra en la figura 35.

Figura 35

X 300 DP Plus



Fuente: (KEY CODE, 2020)

El equipo trabaja vía puerto de diagnóstico OBD 2, cubriendo una amplia gama de modelos en todas sus funciones, (Inmovilizador, Diagnostico-Corrector de Odometro). Aprovechando el Internet móvil, este dispositivo integra más aplicaciones y servicios, como la base de datos de mantenimiento, el asistente remoto, la actualización de modo simple y sencillo (KEY CODE, 2020).

3.8.1 Funciones del Programador de llaves X 300 DP Plus

- Lectura de Código PIN con EEPROM
- Renovación de llave
- Programación de llaves y telemenados
- Programación remota

El equipo a más de las funciones del inmovilizador, realiza el diagnostico de todos los sistemas del vehículo.

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves X 300 DP Plus están los siguientes: Isuzu, Land Rover, Toyota, Jaguar, Opel, Ford, Renault, Dacia, Peugeot, Citroen, Changan, VW, Audi, Skoda, Seat, Maserati, BMW, Land Rover, Chery, GM, Zotye, Geely, BYD, Cadillac, Chevrolet, Volvo, Ford, Hyundai, Nissan

3.9. Equipo programador de llaves X 100

X-100 es un dispositivo a mano para la programación de llaves en unidades inmovilizadoras en vehículos. Esta herramienta de escaneo tiene un diseño simple y robusto, para hacer que la experiencia del usuario de servicio del vehículo sea mucho más fácil, como se muestra en la figura 36 (Infomecánica, 2020).

Figura 36

Programador de Llaves X 100



Fuente: (Scan Tools, 2020)

3.9.1 Funciones del Programador de llaves X 100

- Programación de llaves – inmovilizadores

- Programación de tableros digitales
- Lectura de PINCODE
- Programación reset de ECU
- Cobertura de todos los protocolos OBD2 (Motor)
- Actualización a través de Internet
- Adición de nuevas llaves
- Lectura de llaves en memoria
- Programación de nuevo módulo INMO
- Programación de remotos
- Programación de VIN
- Programación de tableros digitales (Scan Tools, 2020)

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves X 100 están los siguientes:

GM, Ford, Honda, Hyundai, Infinity, Isuzu, Jaguar, Jeep, Kia, Lancia, Land Rover, Acura, Fiat, Dodge, Daewoo, Dacia, Chrysler, Chevrolet, Citroen, BMW, Audi, Alfa Romeo, Lexus, Mazda, Mercedes Benz, Mitsubishi, Nissan, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Saab, Seat, Skoda, Subaru, Suzuki, Toyota, Volkswagen, Volvo

3.10. Equipo programador de llaves Lonsdor

Es un programador de llaves universal para todas las marcas de Europa, América, Asia y China, también puede realizar el ajuste del odómetro para algunas marcas. Equipo de diagnóstico de vehículos basada en Android con la red WIFI garantiza una actualización del software más conveniente, para su actualización no es necesario enchufar la tarjeta de memoria o conectar la computadora con un cable de datos, la activación se realiza en línea. Cuenta con conector estándar

USB – B2.0, cable de prueba OBD – II integrado con la función de conector de diagnóstico, como se muestra en la figura 37.

Figura 37

Equipo Lonsdor



Fuente: (Programador Lonsdor, 2020)

3.10.1 Funciones del Programador de llaves Lonsdor

- Programación clave de inmovilización
- Odómetro de ajuste
- Adaptador integrado para Volkswagen 4th y 5th
- Chip integrado y módulo de detección remota.
- Programación de llaves BMW

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves Lonsdor están los siguientes: Audi, BMW, Mercedes Benz, VW, Volvo, Citroen, Ferrari, Maserati, Fiat, Lamborghini, Jaguar, Land Rover, Bentley, Lancia, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Alfa Romeo, Cadillac, Chevrolet, Dodge, GMC, Hummer, Ford, JEEP, Lincoln, Mercury, Honda, Hyundai, Isuzu, KIA, Lexus, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Ssangyong, Subaru, Suzuki, Toyota, Iveco, Trumpchi, BYD, Geely, Chery, Great Wall, Young Lotus (Infomecánica, 2020).

3.11. Equipo programador de llaves Autek IKey820

El programador Autek IKey820 tiene una amplia cobertura para todos los vehículos europeos, asiáticos y americanos. Programa llaves automotrices de diferentes marcas de vehículos superiores al año 2017, fácil de operar con la programación de menú guiada, lectura de código y actualización en línea, como se observa en la figura 38.

Figura 38

Autek IKey820



Fuente: (Amazon, 2020)

3.11.1 Funciones del Programador de llaves Autek IKey820

- Modelos arriba del 2017
- Lee y limpia error de códigos
- Limpia las llaves en la memoria
- Programa llaves de Proximidad
- Programa llaves inteligentes
- Lee pincode del inmovilizador desde el ECU
- Lee pre-código desde el cuerpo del modulo

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves Autek IKey820 están los siguientes: Alfa-Romeo, Audi, Bentley, Citroen, Fiat, Jaguar, Land Rover, Maserati, MG, Peugeot, Porsche, Renault, Ford, Opel, Volkswagen, Acura, Honda, Hyundai, Kia, Infiniti, Isuzu,

Lexus, Mazda, Mitsubishi, Mitsuoka, Nissan, Subaru, Suzuki, Toyota, Cadillac, Chevrolet, Chrysler, Jeep, Ford, GMC, Hummer, Lincoln, Mercury, Pontiac, Dodge (Ficha Técnica, 2020)

3.12. Equipo programador de llaves AutoProPad

El equipo de programación AutoProPAD es un programador de llaves de vehículo vía OBD2 y programador de controles remotos, para la mayoría de las marcas de vehículos en todo el mundo. Es el complemento perfecto o incluso el reemplazo de otros equipo más caros o menos capaces, para uso ilimitado no hay tokens de los que preocuparse, funcionará por siempre. Con actualizaciones directamente a través de Internet mediante Wifi incorporado, como se muestra en la figura 39.

Figura 39

AutoProPad



Fuente: (Programador de llaves AutoProPad, 2020)

3.12.1 Funciones del Programador de llaves AutoProPad

- Nuevo sistema PIN Lectura y programación
- Restablecimiento de parámetros
- Lectura del código del teclado de entrada sin llave
- Programación del sistema de proximidad
- Códigos PIN antiguos, convierte VIN a PIN
- Conversión de BCM a PIN

- Programación de motocicletas con transpondedor (Programador de llaves AutoProPad, 2020)

Entre las marcas de vehículos que abarca el programador de llaves AutoProPad están los siguientes: Audi, Fiat, Ford, GM, Honda, Hyundai, Infiniti, Isuzu, Jaguar, Kia, Lamborghini, Land Rover, Lexus, Mazda, Mercedes, Mitsubishi, Nissan, Porsche, Saab, Scion, Subaru, Toyota y Volkswagen.

3.13. Equipo programador de llaves SKP 900

Este equipo programador de llaves se encuentra descontinuado por más de dos años.

3.14. Selección de equipo para la programación de llaves y sistema inmovilizador

3.14.1 Variables para la selección del equipo programador

Para la selección del equipo programador se consideró las siguientes variables:

- Costo del equipo
- Año de fabricación del vehículo
- Cobertura de vehículos para la programación de llaves e inmovilizador (Asiáticos, Europeos y Americanos)
- Funciones especiales

En la tabla 6, se muestran los equipos que sobresalen de acuerdo a las variables mencionadas y que nos permite optar por el equipo de mejores características.

Tabla 6

Equipos que Sobresalen para la Programación de Llaves e Inmovilizador

Equipos de 1era generación	Equipos de nueva generación
Modelos (1998-2010) T 300	Modelos (2004-2020) X 100 PAD X 300 DP PLUS

De acuerdo a las variables presentadas, se adquirió un equipo de nueva generación el X 100 PAD. Con sistema operativo Android y con una cobertura de la mayoría de marcas de vehículos desde el año 2006 - 2020 y su fácil manejo a la hora de programar las diferentes marcas de vehículos, además cuenta con funciones adicionales de taller para diagnóstico vía OBD II, como se muestra en la figura 40.

Figura 40

Equipo de Segunda Generación X 100 PAD



Fuente: (Automediag, 2020)

3.15. Software INSTACODE 2014

3.15.1 Características:

- Software líder y una herramienta importante para cualquier profesional.
- Le proporciona la información exacta sobre:
 - Códigos.
 - Mapas de claves de los vehículos.
 - Visualización gráfica e información completa para el corte de las llaves del coche
 - Código de transponders de diferentes marcas de vehículos

3.16. Silca Transponder Program

3.16.1 Características

- Generación de código electrónico.
- Introducción manual de un código electrónico.
- La inicialización de los mandos en blanco no precodificados.
- Personalización de la lista a través de la selección de columnas.
- Actualizaciones de software y documentos, descargables a través de Internet por Silca Remote Service.
- Guardar el código electrónico en el archivo histórico del cliente.

Software diseñado específicamente para máquinas duplicadoras y dispositivos para transponders. Utiliza sus muchas funciones para explotar plenamente el potencial de las máquinas duplicadoras electrónicas y dispositivos Silca, facilitar el proceso de duplicado de llaves y asegurar la visibilidad de todas las opciones desarrolladas por Silca, tales como herramientas de corte, mordazas y adaptadores opcionales (Silca, 2021)

3.17. Selección de Software para la Programación de Llaves y Sistema Inmovilizador

De acuerdo a las características que se presenta, se establece el software automotriz INSTACODE 2014 relacionado a los sistemas inmovilizadores, se realiza las pruebas de funcionamiento y demás opciones de diagnóstico.

En comparación con los libros de códigos o cualquier otro paquete de códigos, Instacode es un programa rápido y fácil de usar. A medida que la tecnología de los sistemas inmovilizadores cambia constantemente, InstaCode también evoluciona constantemente para brindar la información más reciente y precisa sobre; Códigos, tarjetas, transponders, bolsas de aire, técnicas

de apertura de automóviles, para la mayoría de los modelos con imágenes en color y componentes de servicio.

InstaCode está diseñado para llevar fácilmente al usuario a través de páginas basadas en ventanas. Un motor de búsqueda integral lo lleva directamente a la información que se necesita. Incluso si solo se tiene detalles limitados, el programa es lo suficientemente inteligente como para encontrar todas las claves relacionadas que se ajusten a los criterios de búsqueda (AutoExacto, 2020).

Capítulo IV

Guía de Secuencia para la Programación de Llaves de las Marcas Volkswagen, Nissan y Toyota

4.1. Programación de llaves.

A continuación, se detalla el procedimiento para desarrollar la programación de llaves de las marcas Volkswagen modelo Fox, Nissan modelo Tiida y Toyota modelo Corolla, estableciendo un punto de partida que puede luego ser expandido y replicado con otras marcas de vehículos.

4.2. Programación de la llave Volkswagen Fox.

Para realizar esta programación se debe identificar la marca y modelo del vehículo. Luego, es necesario seleccionar el conector correcto y conectarlo al mismo, para demostrar el funcionamiento del equipo programador. En esta ocasión, se ha seleccionado un vehículo Volkswagen Fox, como se muestra en la tabla 7 de las siguientes características:

Tabla 7

Características del Vehículo I

Datos del Vehículo	
Marca:	Volkswagen
Año fabricación:	2005
Modelo:	Fox
Tipo:	Sedan
Clase:	Automóvil
Motor:	BAH195337
Chasis:	9BWKB05Z454020090

En la figura 41 se muestra el modelo del vehículo seleccionado para la programación.

Figura 41

Volkswagen Fox



Se verifican los datos del vehículo con lo cual se identifica el conector, para extraer el código de la llave y del sistema inmovilizador. Con esto, se obtiene como resultado un conector OBD II y se procede a conectarlo al equipo de forma correcta y bien ajustado para evitar un falso contacto, como se observa en la figura 42.

Figura 42

Conector OBD II Conectado al Equipo



4.2.1 Programación de una llave de encendido adicional.

Para realizar este proceso, escoger el conector OBD II de acuerdo a la marca del vehículo,

buscar el conector de diagnóstico del mismo; para este vehículo se encuentra ubicado en la parte inferior del volante, como se observa en la figura 43.

Figura 43

Programador Conectado en el Puerto de Diagnóstico



Colocar el switch de encendido en la posición abierta; es decir, observando que las luces testigo del tablero estén encendidas, como se muestra en la figura 44.

Figura 44

Luces Testigo del Vehículo



Una vez que se encuentra conectado el equipo programador, encender el mismo y presionar el botón de la función diagnóstico, luego se presenta una ventana con las funciones del equipo. Seleccionar la función de inmovilización como se muestra en la figura 45

Figura 45

Encendido y la Función Inmovilizador



Notar que el cable de corriente no se conecta en ningún lado como se muestra en la figura 46.

Figura 46

Cable de Voltaje



Al ingresar a la función inmovilización del equipo programador, presionar la marca del vehículo, en este caso Volkswagen, seleccionar ENTER e ingresar a la opción indicada como se muestra en la figura 47.

Figura 47

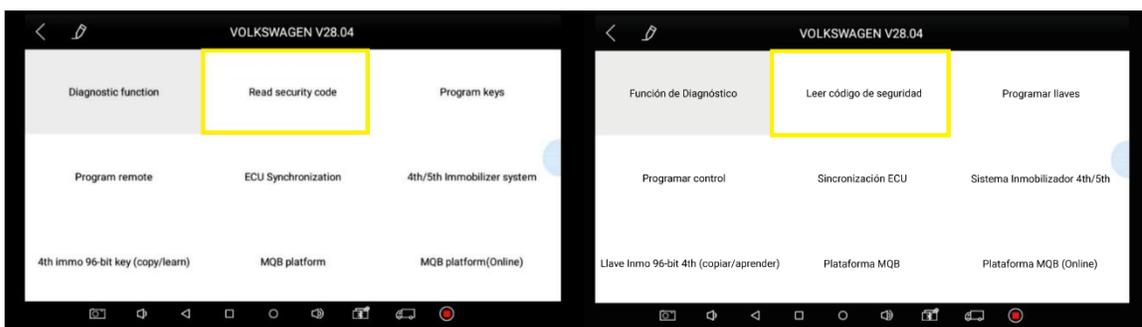
Marca Volkswagen



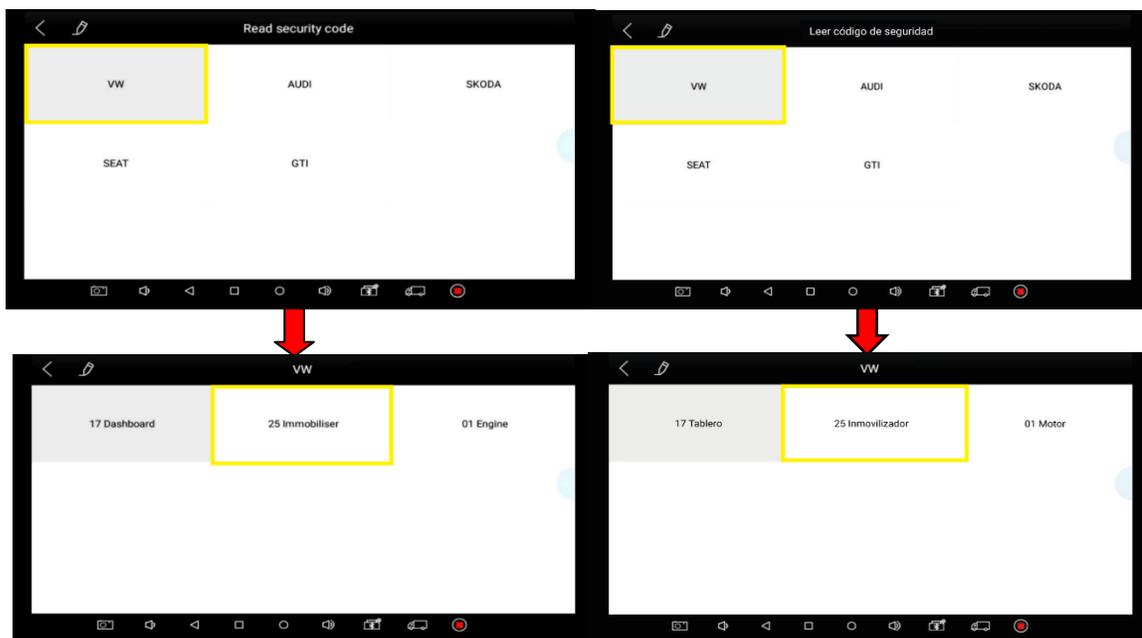
Después de haber ingresado en la marca del vehículo, se presenta una ventana con nueve opciones. Seleccionar la opción leer código de seguridad, como indica la figura 48.

Figura 48

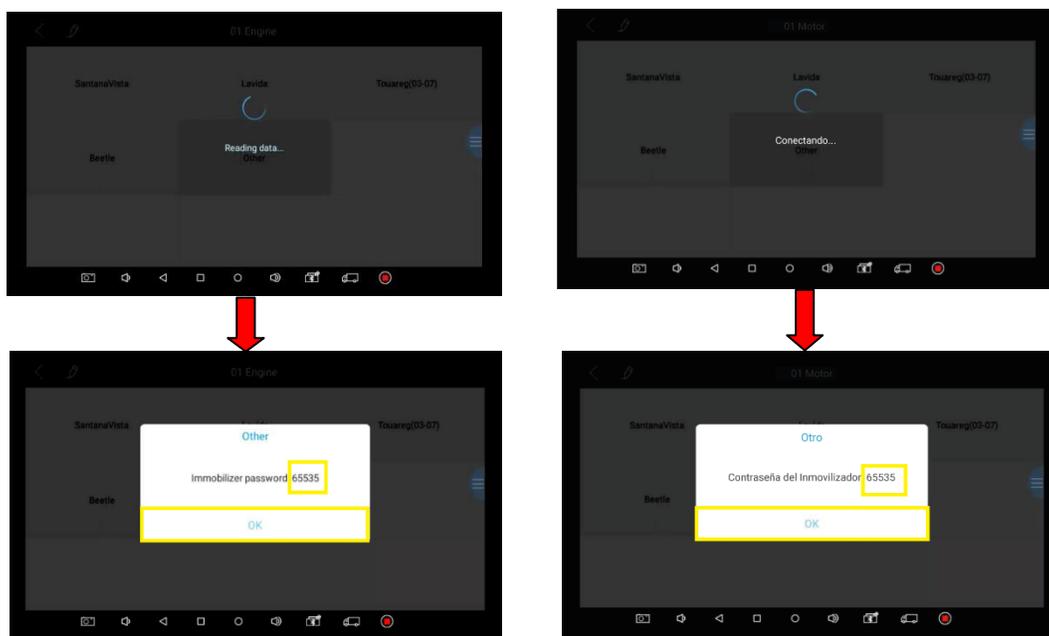
Lectura del Código de Seguridad



Al continuar con la opción de leer código de seguridad, se observa 2 ventanas en la figura 49, presionar en VW y luego inmovilizador para proceder a leer el código Pin del inmovilizador.

Figura 49*Lectura del Código Pin*

Una vez obtenido el código del inmovilizador, presionar OK y continuar con el proceso de programación, como se muestra en la figura 50.

Figura 50*Código del Inmovilizador*

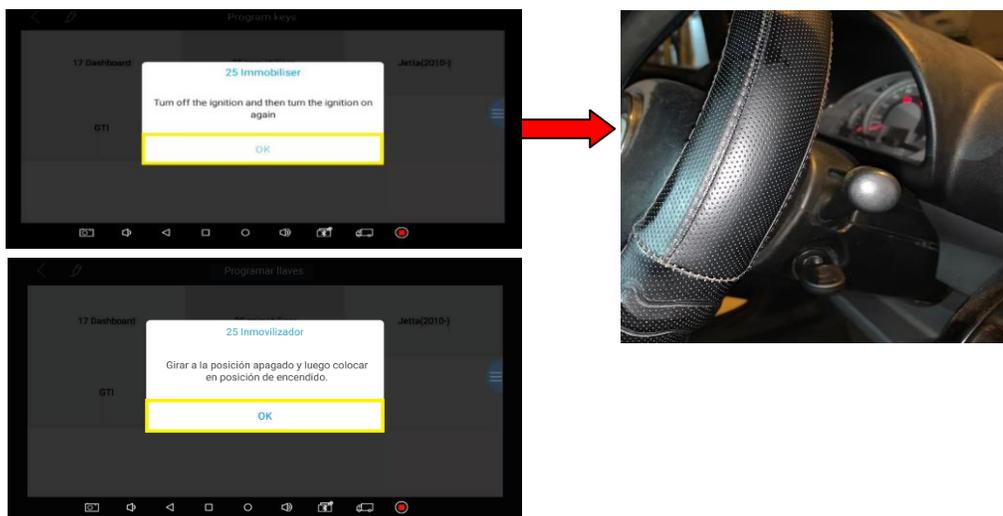
Siguiendo con el proceso, se observa la ventana donde se muestra la opción programar llave. A continuación, aparecerá una nueva ventana donde se debe escoger la opción inmovilizador, como se muestra en la figura 51.

Figura 51

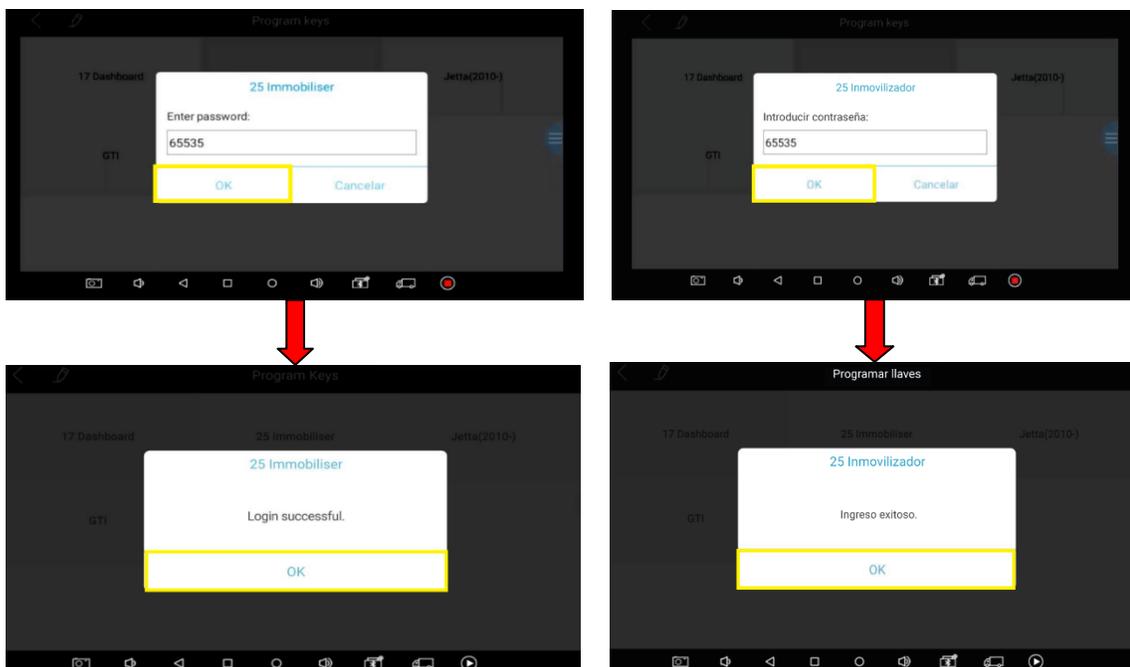
Programar Llave



Una vez realizada la selección del inmovilizador, aparece el mensaje que indica que se debe girar la llave a la posición apagado y luego volver a colocar la llave en la posición de ignición. Seleccionar OK para continuar, como se muestra en la figura 52.

Figura 52*Posiciones de la Llave*

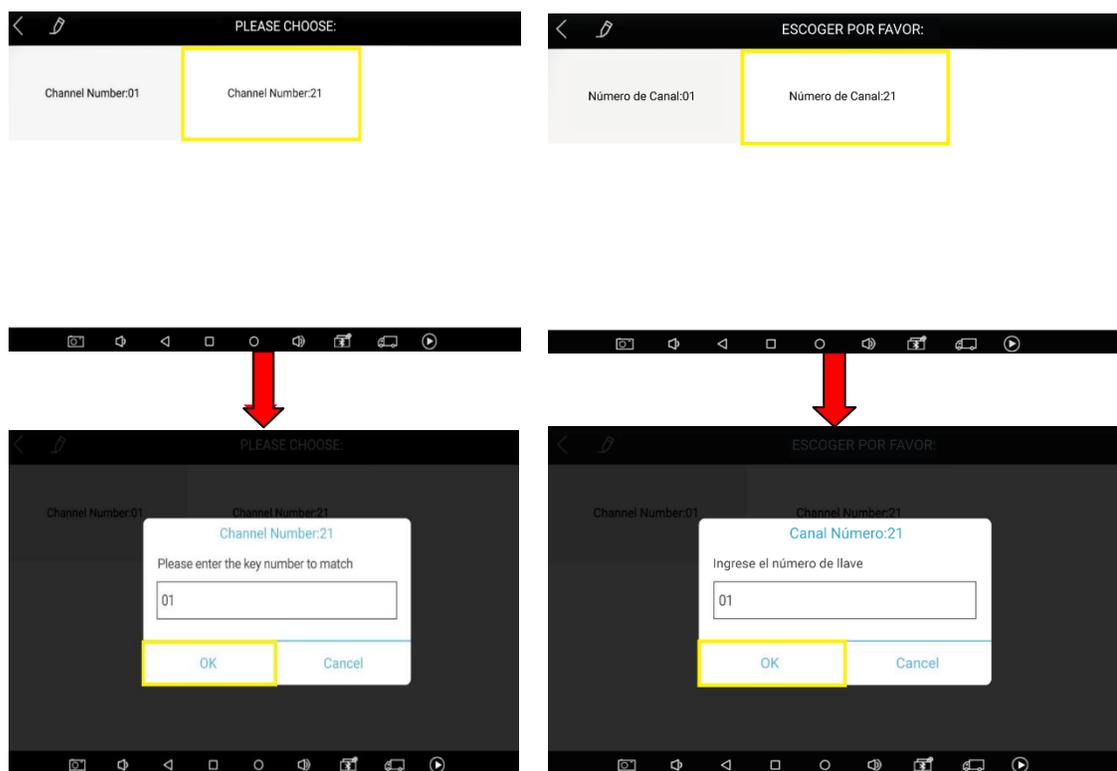
El código PIN obtenido con el proceso anterior se visualiza en la ventana final. Seleccionar OK para continuar. Se abrirá una ventana con un mensaje de confirmación del código correcto donde se debe presionar OK, como se muestra en la figura 53

Figura 53*Mensaje de Confirmación*

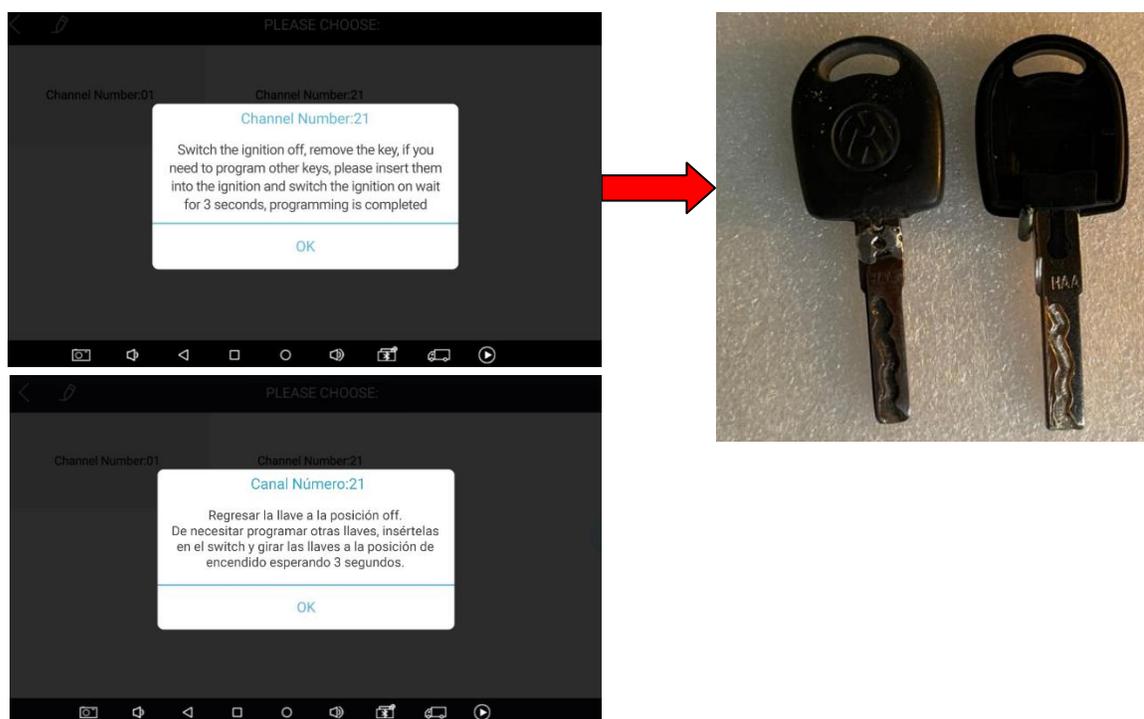
A continuación, se presenta una ventana con dos opciones: canal 01 y el canal 21 que facilita un intercambio de datos más rápido, ya que los datos se pueden enviar por más de un canal, ingresamos por el canal 21 donde se puede acceder a la ventana que permite ingresar el número de llave, como se muestra en la figura 54.

Figura 54

Número de Llave



Al ingresar el número de llave, presionar Ok para continuar y se puede observar el mensaje: “regresar la llave del switch a la posición off.” De necesitar programar otras llaves, insértelas en el switch y girar las llaves a la posición de ignición esperando 3 segundos. En este momento, la programación de la llave para el Volkswagen está completa. Presionar OK para finalizar el proceso, como se muestra en la figura 55.

Figura 55*Llave Programada*

4.3. Programación de la llave Nissan Tiida.

Identificar la marca y modelo del vehículo, seleccionar el conector correcto y conectarlo al mismo, para demostrar el funcionamiento del equipo programador; se ha seleccionado un vehículo Nissan Tiida, como se muestra en la tabla 8 de las siguientes características:

Tabla 8*Características del Vehículo II*

Datos del Vehículo	
Marca:	Nissan
Año fabricación:	2013
Modelo:	TIIDA
Tipo:	Sedan
Clase:	Automóvil
Motor:	HR16832032G
Chasis:	3N1CC1AC5DK227513

En la figura 56 se muestra el modelo del vehículo seleccionado para la programación.

Figura 56*Nissan Tiida*

Verificar los datos del vehículo e identificar el conector, para extraer el código de la llave y del sistema inmovilizador, obteniendo como resultado un conector OBD II. Se procede a conectarlo al equipo de forma correcta y ajustada para evitar un falso contacto, como se observa en la figura 57.

Figura 57*Conector del Programador*

4.3.1 Programación de una llave de encendido adicional.

Para realizar este proceso, escoger el conector OBD II de acuerdo a la marca del vehículo, buscar el conector de diagnóstico del mismo que para este vehículo se encuentra ubicado en la parte inferior del volante, como se observa en la figura 58.

Figura 58

Programador Conectado en el Puerto de Diagnóstico



Colocar el switch de encendido en la posición abierta, es decir con las luces testigo del tablero encendidas, como se muestra en la figura 59.

Figura 59

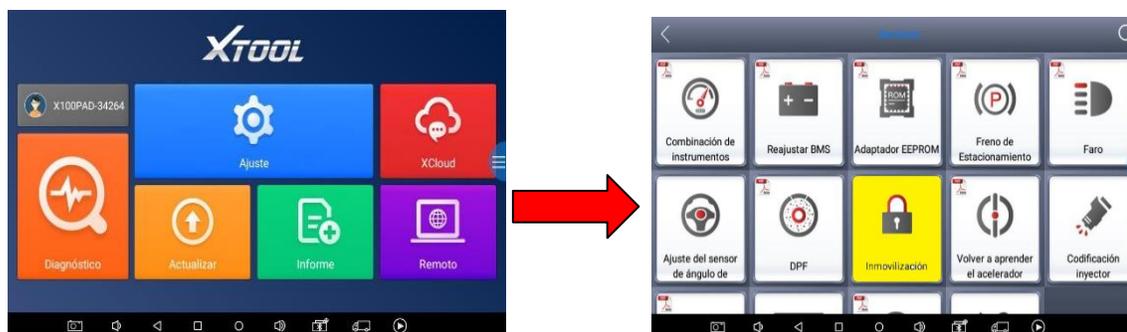
Luces testigo del Vehículo



Una vez que se encuentra conectado el equipo programador, encender el mismo y presionar el botón de la función diagnóstico, luego se presenta una ventana con las funciones del equipo. Seleccionar la función de inmovilización como se muestra en la figura 60.

Figura 60

Encendido y la Función Inmovilizador



Para este vehículo el cable de corriente no se conecta, quedando la conexión como se muestra en la figura 61.

Figura 61

Cable de Voltaje del Equipo Programador



Al ingresar a la función inmovilización del equipo programador, la primera opción que muestra es la de seleccionar de la marca del vehículo, que en este caso es Nissan. Seleccionar ENTER e ingresar a esa opción como se muestra en la figura 62.

Figura 62

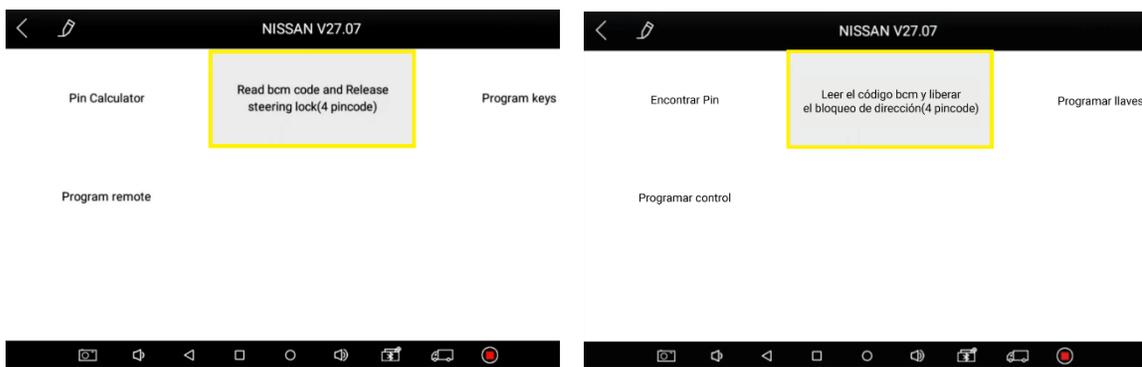
Selección de la Marca del Vehículo



Después de ingresar la marca del vehículo, se observan cuatro opciones: Calculadora de pin, Leer código de la BCM y liberar bloqueo del volante (Pin de 4 números), Programar llaves y Programar el control remoto. Seleccionar ENTER en la opción leer código de la BCM y liberar bloqueo del volante, como se muestra en la figura 63.

Figura 63

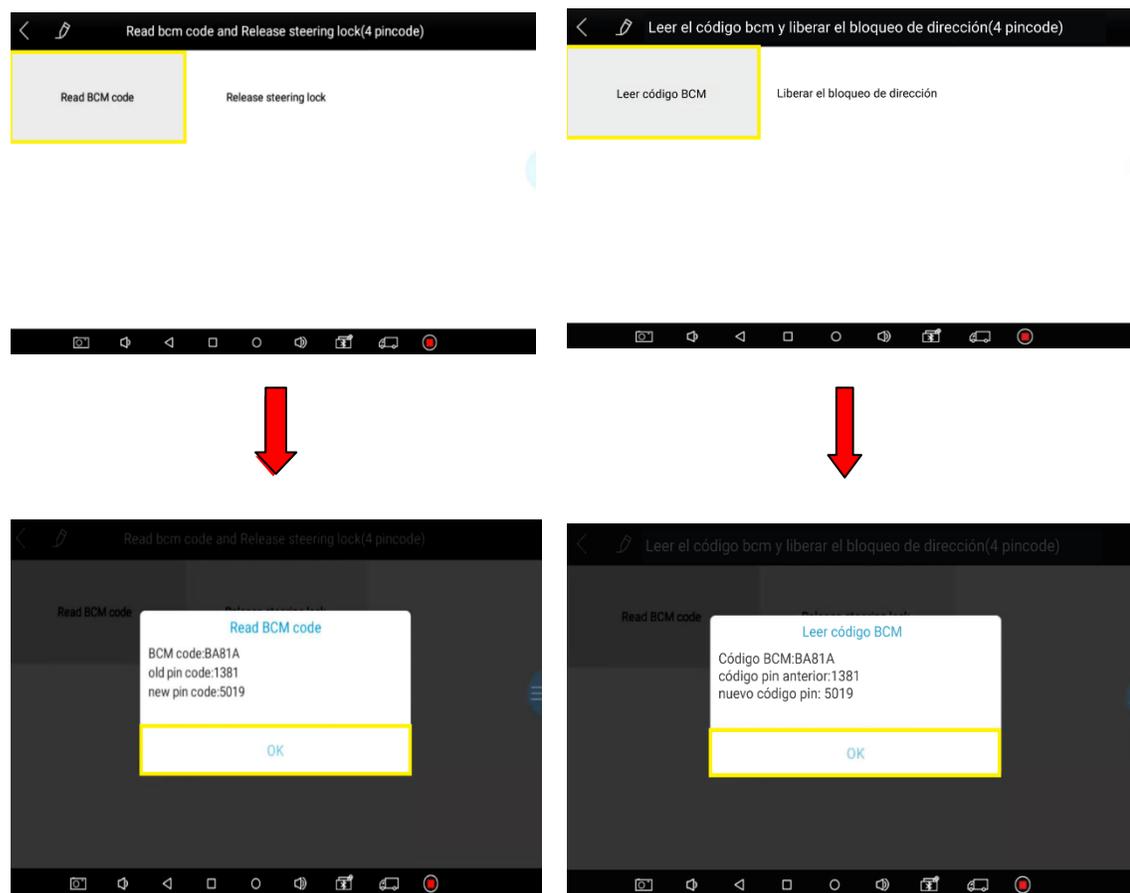
Lectura del Código de la BCM



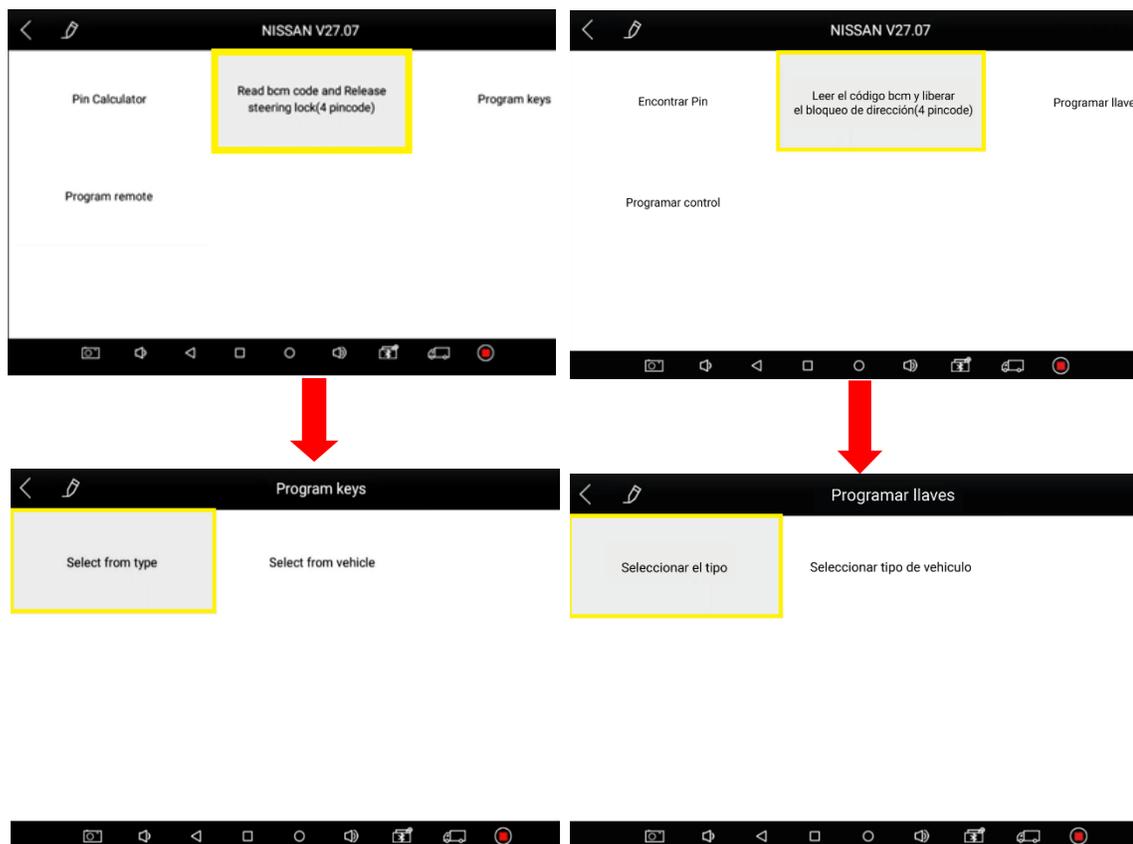
Continuar con la opción leer código de la BCM, se obtiene un nuevo código 5019 para la programación de la llave, como se muestra en la figura 64.

Figura 64

Código Pin



Una vez obtenido el nuevo código PIN, seleccionar la opción leer código de la BCM y liberar bloqueo del volante. Elegir el botón para seleccionar el tipo, como se muestra en la figura 65.

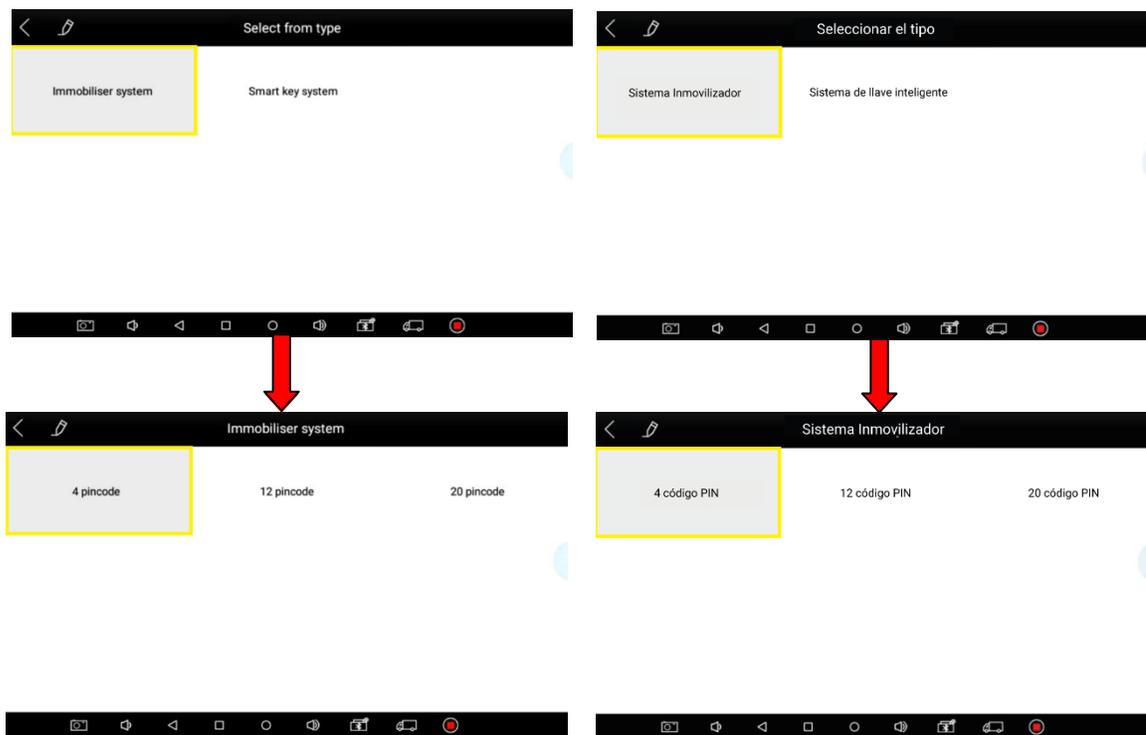
Figura 65*Selección Tipo*

Luego de seleccionar el tipo, proceder a seleccionar la opción sistema inmovilizador. Aquí se obtiene las siguientes opciones: código PIN 4, código PIN 12 y código PIN 20.

En la lectura anterior de la BCM, se obtuvo el nuevo código de cuatro dígitos, elegir la opción uno código PIN 4, como se muestra en la figura 66.

Figura 66

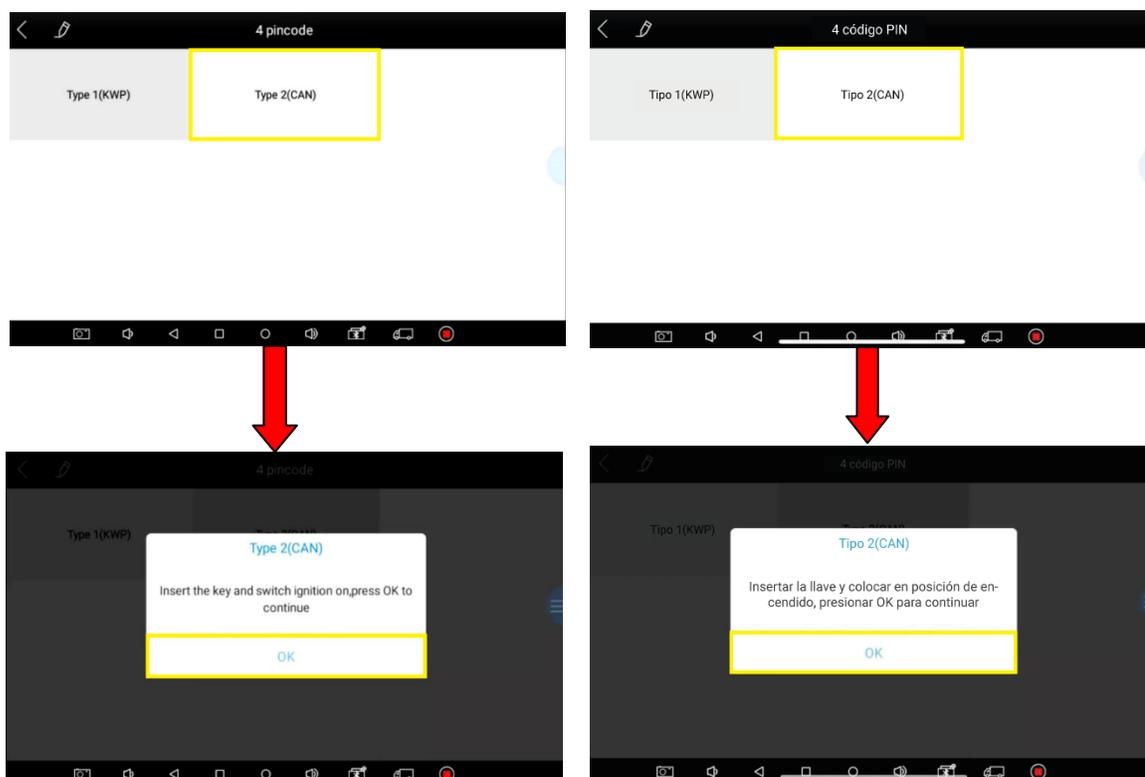
Selección de la Opción Código PIN 4



Al seleccionar la opción código de 4 dígitos, avanzar a la siguiente ventana donde se observan dos opciones: Tipo 1 y Tipo 2.

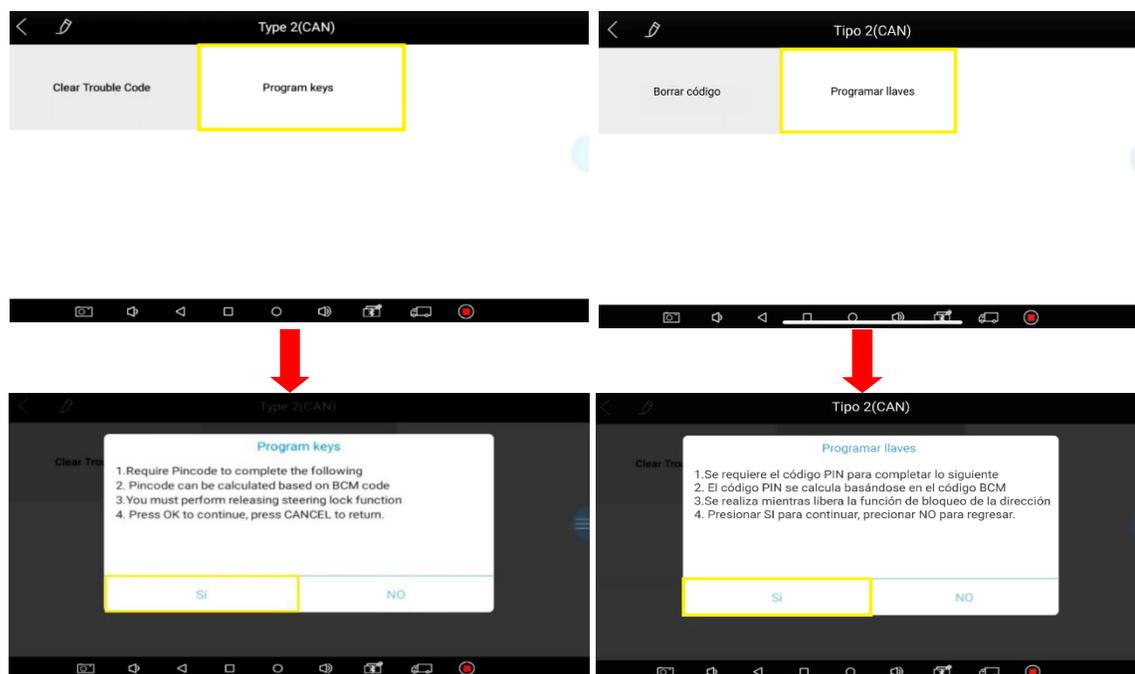
- Tipo 1 se utiliza para la programación, cuando el equipo no está conectado a una conexión de internet.
- Tipo 2 se utiliza cuando el equipo dispone de una conexión de internet.

Seleccionar la segunda opción (Tipo 2) y se visualiza el siguiente mensaje “inserte la llave y coloque en la posición de encendido, presione Ok para continuar,” como muestra la figura 67.

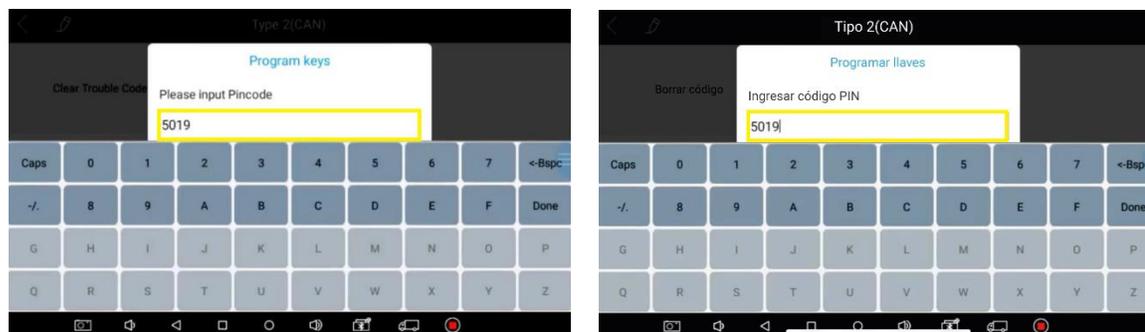
Figura 67*Selección Tipo 2 (CAN)*

Una vez realizada la operación, se visualiza una ventana con las siguientes opciones: Borrar código con problemas y programar llave. Se debe realizar la verificación de Códigos de Error para evitar datos fallidos durante la programación. El proceso no presentaba códigos de error, por lo que se selecciona opción program keys, como se muestra en la figura 68 que muestra el siguiente mensaje.

1. Se requiere el código PIN para completar lo siguiente
2. El código PIN debe ser calculado basándose en el código BCM
3. Debe realizarse mientras se libera la función de bloqueo de la Dirección.
4. Presionar OK para continuar, presionar CANCEL para regresar

Figura 68*Programar Llave*

Seleccionamos OK para continuar con el proceso y se observa la siguiente ventana que indica ingresar el código PIN obtenido anteriormente (5019), presionar ENTER y el procedimiento se ha completado con éxito, como se muestra en la figura 69.

Figura 69*Ingreso del PIN Code*

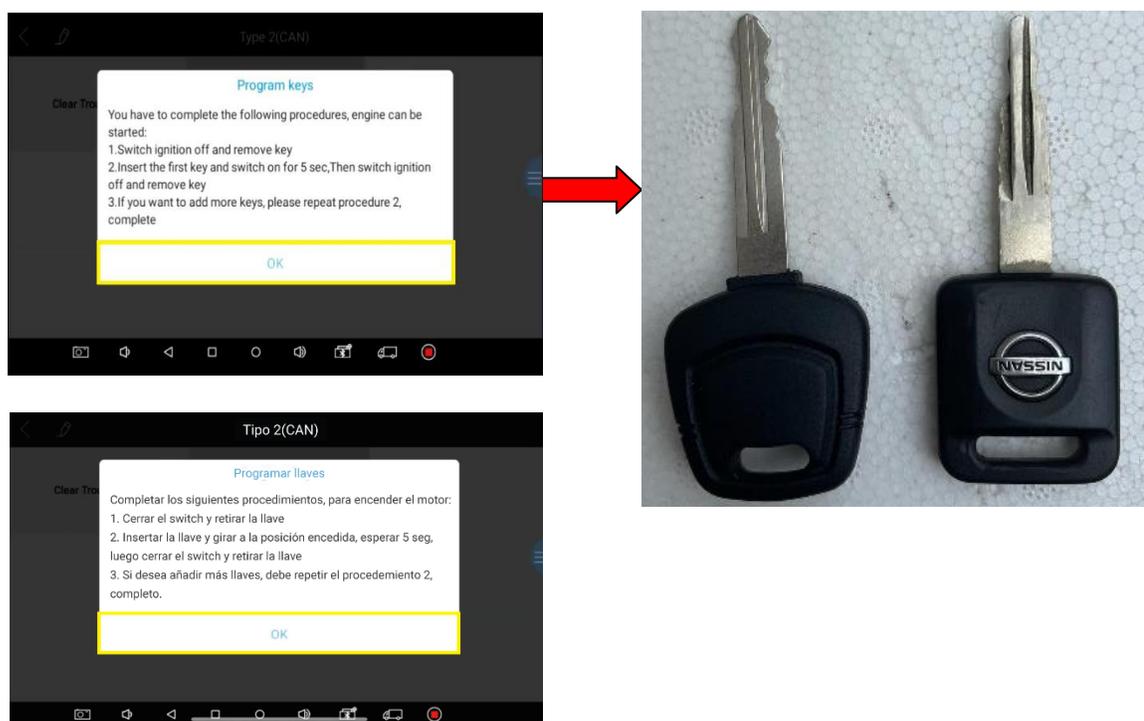
Luego de ingresar el código PIN, presionar Done y luego OK. Se obtiene la siguiente ventana donde se debe completar el siguiente procedimiento:

1. Cerrar el switch y retirar la llave.
2. Insertar la primera llave y girar a la posición de ignición esperando por 5 segundos, luego cerrar el switch y retirar la llave.
3. Si desea añadir más llaves, debe repetir el procedimiento 2 completo.

Para este vehículo se programó una llave por lo que el proceso finaliza como se muestra en la figura 70.

Figura 70

Programación de la Llave



Para completar el proceso, salir del sistema. En este punto, si la operación se realizó con éxito se procede a seleccionar OK. Si por algún motivo, se desconectó el equipo durante el proceso de codificación de la nueva llave, es posible que se pierda la misma. Se recomienda especial cuidado al momento de realizar cualquier programación, trabajar sin equipos que produzcan interferencia como teléfonos celulares, radio, etc.

4.4. Programación de la llave Toyota Corolla.

Para demostrar el funcionamiento del equipo programador en un Toyota Corolla, se utilizó un modelo con las siguientes especificaciones como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Características del Vehículo III

Datos del Vehículo	
Marca:	Toyota
Año fabricación:	2010
Modelo:	Corolla
Tipo:	Sedan
Clase:	Automóvil
Motor:	3ZZ3283781
Chasis:	JTDBZ43E8AJ045664

En la figura 71 se muestra el modelo del vehículo seleccionado para la programación.

Figura 71

Toyota Corolla



Verificar los datos del vehículo para identificar el conector que permita extraer el código de la llave y del sistema inmovilizador, obteniendo como resultado un conector OBD II. Conectar al equipo de forma correcta y bien ajustado para evitar un falso contacto, como se observa en la figura 72.

Figura 72

Conector OBDII para el Programador



4.4.1 Programación de una llave de encendido adicional para Toyota

Al realizar este proceso, se escoge el conector OBD II de acuerdo a la marca del vehículo, buscar el conector de diagnóstico del mismo que para este vehículo está ubicado cerca de la puerta del conductor en la parte inferior, como se observa en la figura 73.

Figura 73

Conexión en el Puerto de Diagnóstico



Colocar el switch de encendido en la posición abierta; es decir con las luces testigo del tablero encendidas, como indica la figura 74.

Figura 74

Luces Testigo del Vehículo



Una vez que se encuentra conectado el equipo programador, encender el mismo y presionar el botón de la función diagnóstico, luego se presenta una ventana con las funciones del equipo. Seleccionar la función de inmovilización, como indica la figura 75.

Figura 75

Encendido y la Función Inmovilización



Al ingresar a la función inmovilización del equipo programador, la primera opción que genera es la de selección de la marca del vehículo que en este caso es TOYOTA. Seleccionar ENTER e ingresar a en la opción como se muestra en la figura 76.

Figura 76

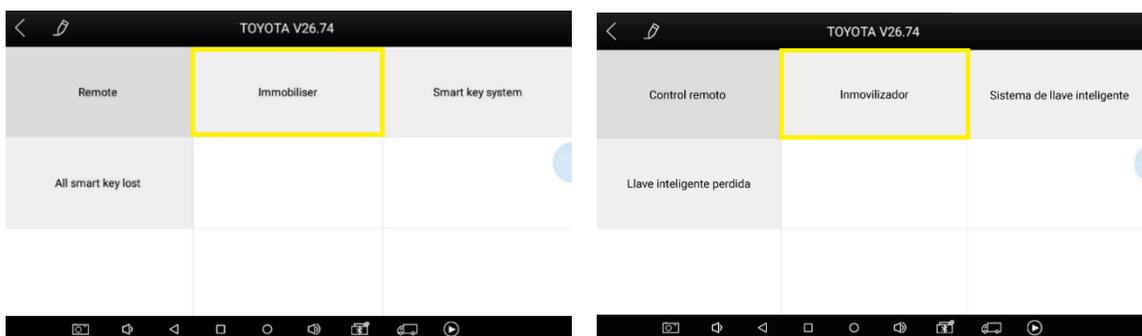
Selección de la Marca del vehículo



Después de haber ingresado en la marca del vehículo, el siguiente paso presenta cuatro opciones: control remoto, inmovilizador, sistema de llave inteligente y llave inteligente perdida. Para este proceso, presionar ENTER en la opción inmovilizador, como se muestra en la figura 77.

Figura 77

Inmovilizador



La siguiente ventana muestra 8 tipos de variantes de transponder para los diferentes modelos de Toyota, en la tabla 10 se describe cada uno de acuerdo con el modelo y el menú de funciones.

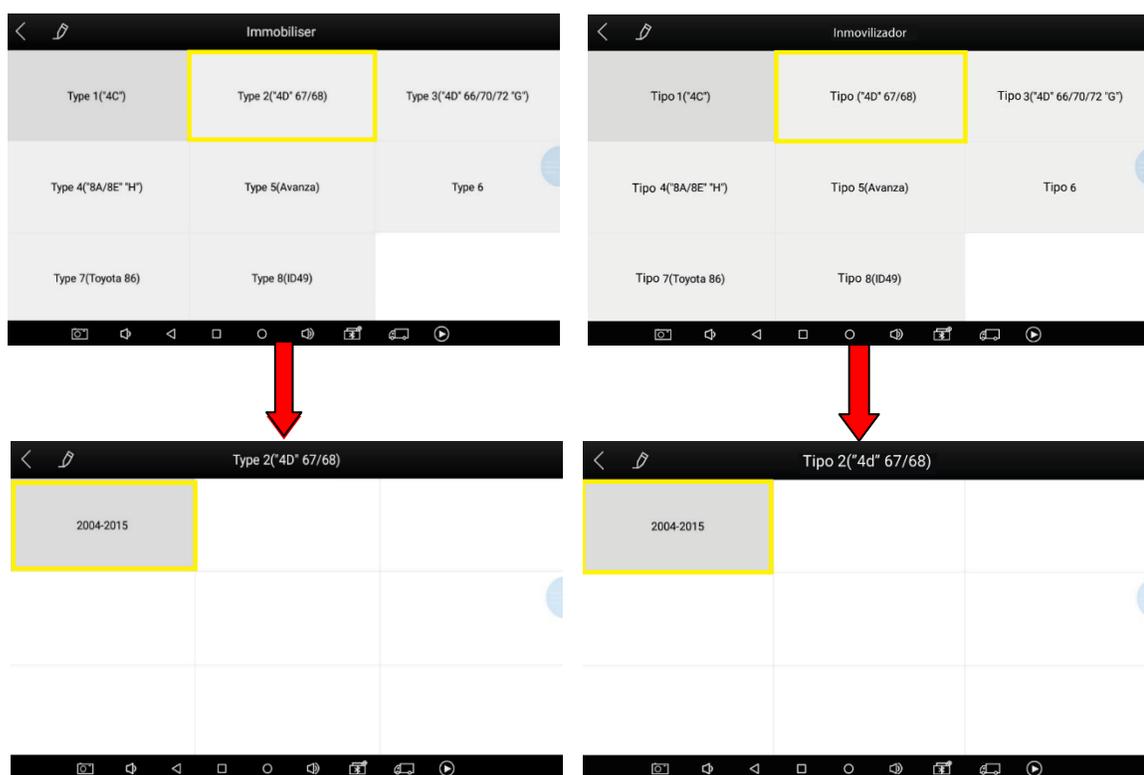
Tabla 10*Variantes de Transponders para Toyota*

Marca de vehículo	Tipo de sistema	Año	Modelo	Menú de funciones
Toyota	Inmovilizador	1997 - 2003	Tipo 1("4C")	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir una llave maestra secundaria • Añadir una llave alterna • Borrar teclas • Borrar DTC
		2004-2015	Tipo 2("4D" 67/68)	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir una llave • Borrar llaves • Todas las llaves perdidas • Restablecer el inmovilizador • Reemplazar la ECU del motor
		2011-2015	Tipo 3("4D" 66/70/72 "G")	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir una llave • Borrar llaves • Reemplazar la ECU del inmovilizador • Reemplazar la ECU del motor • Reestablecer inmovilizador
		2015 - adelante	Tipo 4("8A/8E" "H")	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir una llave • Borrar llaves • Reemplazar la ECU del inmovilizador • Reemplazar la ECU del motor
			Tipo 5(Avanza)	<ul style="list-style-type: none"> • Agregar claves
			Tipo 6	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir llave maestra secundaria • Añadir llave de valet • Borrar llaves
			Tipo 7(Toyota 86)	<ul style="list-style-type: none"> • Leer el número de llaves • Llave de programa • Borrar Llaves • Programar control remoto • Borrar controles remotos
			Tipo 8(ID49)	<ul style="list-style-type: none"> • Restablecer inmovilizador

Para el modelo de vehículo seleccionado se debe escoger el tipo 2 con un transponder (“4D” 67/68) y en la siguiente ventana la aplicación se muestra según el año, como se observa en la figura 78.

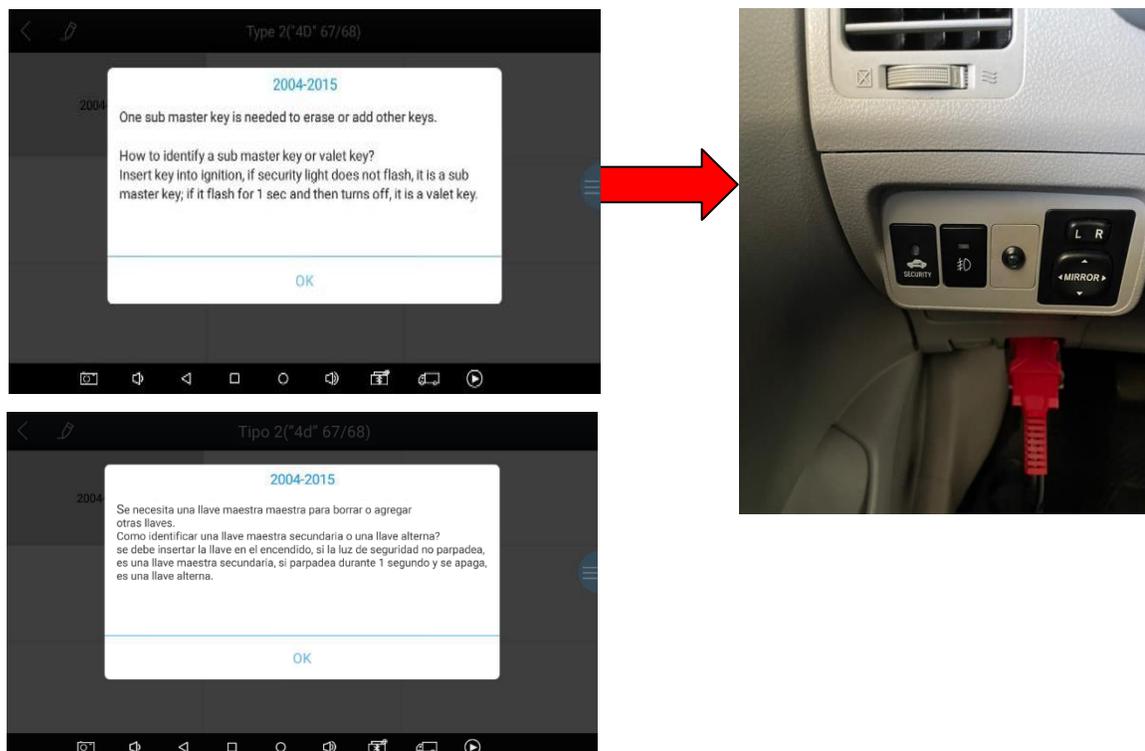
Figura 78

Selección Tipo 2 (“4D” 67/68)



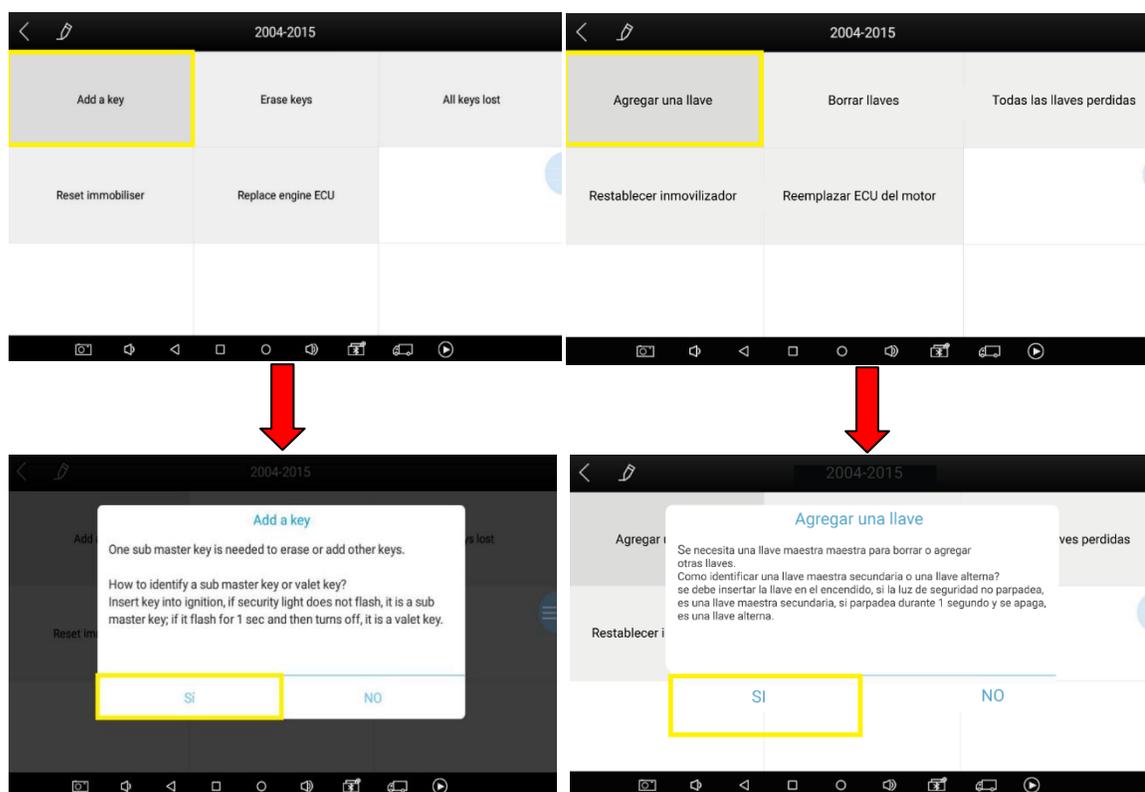
Al seleccionar en la opción (2004 – 2015), se observa el siguiente mensaje: “se necesita una llave maestra secundaria para borrar o agregar otras llaves”.

Para identificar una llave maestra secundaria o una llave alterna, se debe insertar la llave en el encendido, si la luz de seguridad no parpadea, es una llave maestra secundaria; si parpadea durante 1 segundo y se apaga, es una llave alterna. Presionar OK para continuar, como se muestra en la figura 79.

Figura 79*Prueba de la Llave*

Una vez realizada la comprobación de la llave, se observa una ventana con las siguientes opciones: Agregar una llave, borrar llaves, todas las llaves perdidas, restablecer inmovilizador y reemplazar la ECU del motor.

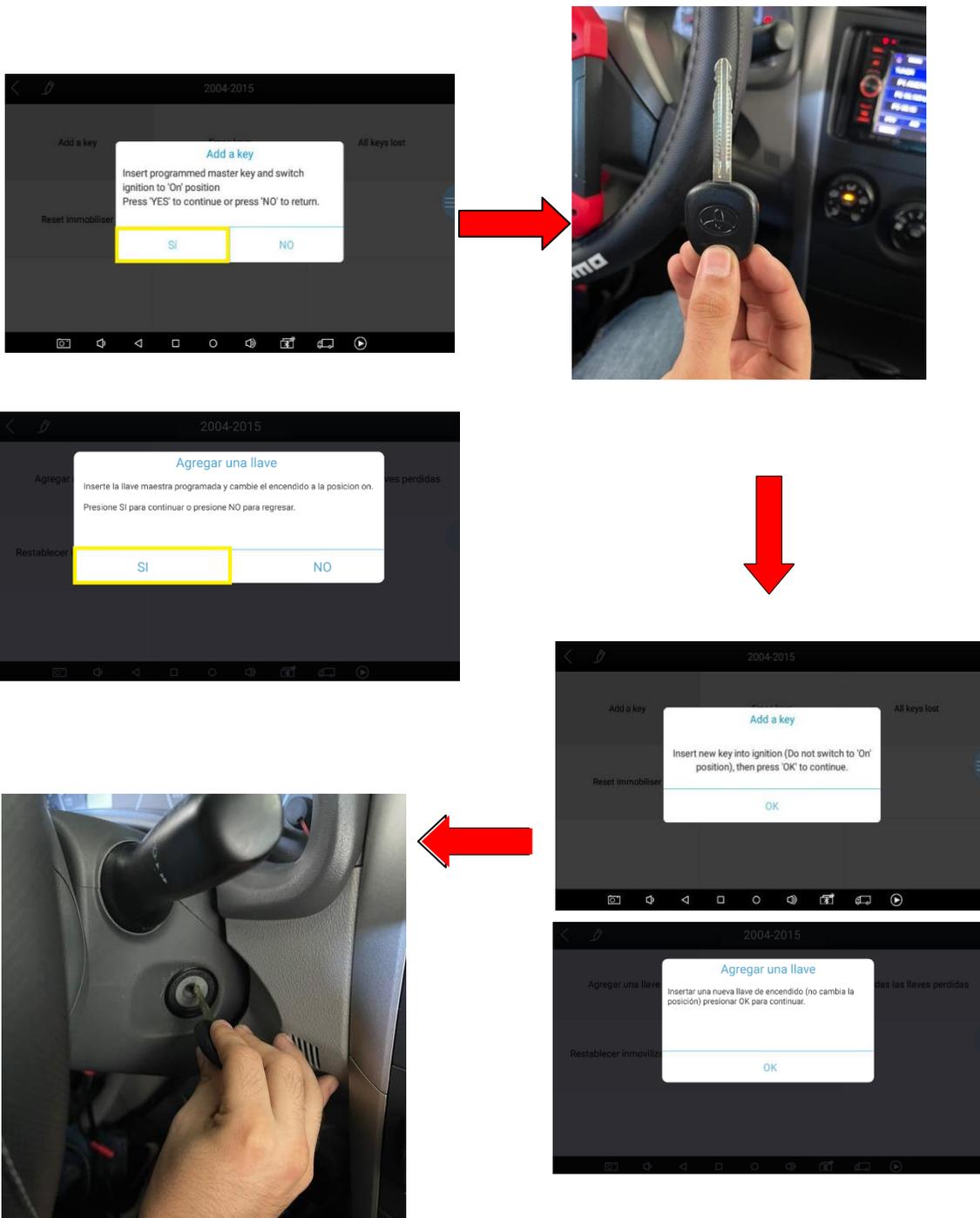
Presionar la primera opción agregar una llave y se observa un mensaje mostrado anteriormente, presionar ENTER en SÍ para continuar, como se muestra en la figura 80.

Figura 80*Agregar una Llave*

En la ventana posterior obtenemos el siguiente mensaje: “inserte la llave maestra programada y cambie el encendido a la posición ON, presione SI para continuar o presione NO para regresar”. Realizar esta parte del proceso y presionar ENTER para continuar. Luego se abrirá otra ventana donde solicita colocar una nueva llave en el switch en la posición ignición y seleccionar OK para continuar, como se muestra en la figura 81.

Figura 81

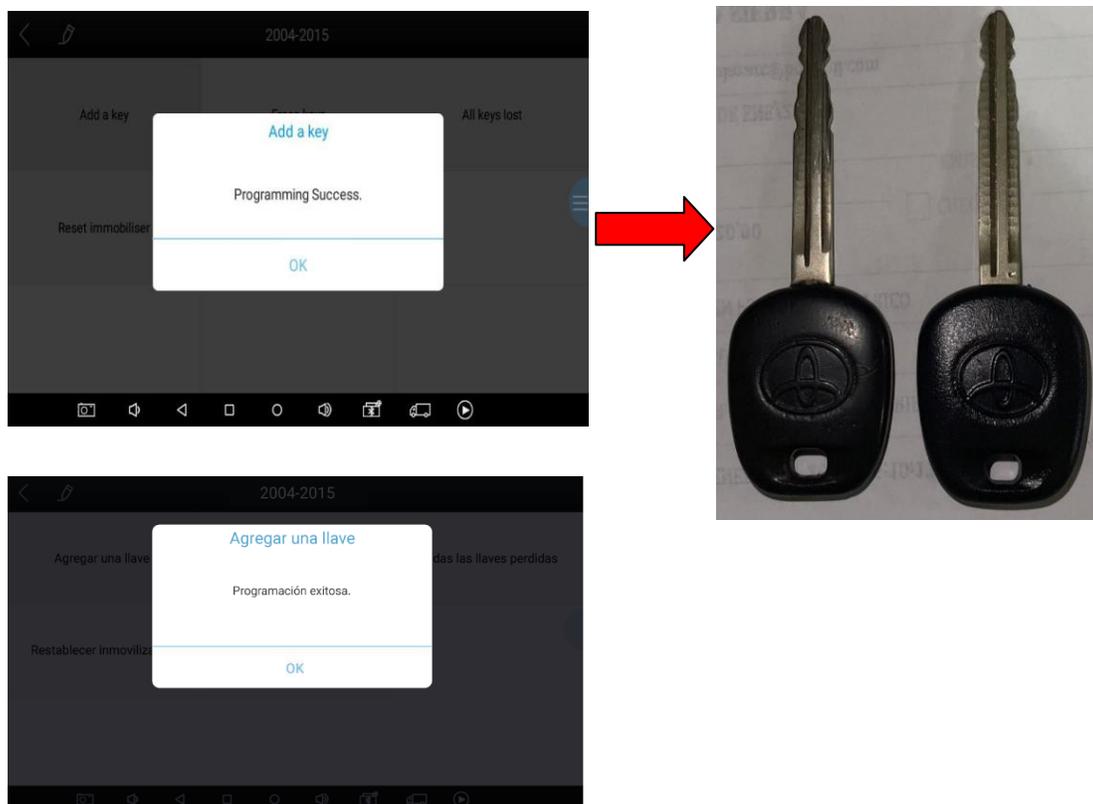
Nueva Llave



La siguiente ventana muestra que la programación de la nueva llave se realizó correctamente. Esta es la parte final del proceso y como resultado se obtiene la llave programada lista para ser utilizada en el vehículo, como se muestra en la figura 82.

Figura 82

Llave Programada



Completado el proceso, seleccionar salir del sistema. En éste punto si la operación está realizada con éxito, presionar ENTER.

Conclusiones

En el desarrollo del trabajo de investigación que ha dado a lugar al proyecto de titulación se ha logrado inferir lo siguiente:

- Se recopiló la información bibliográfica que apoya el uso de sistemas inmovilizadores para vehículos livianos lo que permitió comprender en forma general el funcionamiento de dicho sistema, estableciendo las funcionalidades de cada uno de sus componentes y las diferencias relevantes de acuerdo al desarrollo tecnológico en esa área.
- Se identificó el equipo de nueva generación X100 PAD, que cumple entre sus funciones con el servicio para la programación de llaves, inmovilizadores, odómetro, reseteo de servicios, diagnóstico automotriz, sino también las funciones especiales más esenciales para un taller automotriz. Este será implementado en el laboratorio de sistemas automotrices de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil.
- Se estableció que el software automotriz INSTACODE 2014 como programa versátil y de interface amigable con el usuario, el cual contiene información y una vasta base de datos actualizada pertinente a códigos, tarjetas, transponders, bolsas de aire, técnicas de apertura de vehículos, que permite realizar los procesos necesarios para la mayoría de los modelos de vehículos livianos a través de sus módulos de servicio.
- Se pormenorizó el proceso de programación de llaves automotrices de manera secuencial, para los vehículos de las marcas Volkswagen modelo Fox, Nissan modelo Tiida y Toyota modelo Corolla, lo que permitió conocer de forma detallada el correcto uso de la tecnología empleada y determinar las especificaciones necesarias para utilizar apropiadamente el equipo con distintas marcas de vehículos livianos.

- El desarrollo de pruebas del sistema usando múltiples modelos de vehículos livianos propuestos permitió conocer los pasos necesarios para realizar procesos exitosos de uso del sistema de llaves e inmovilizador, las mismas que permitirán al usuario conocer una variedad de variantes que se pueden presentar durante la programación de llaves automotrices y facilitar la repetición del proceso en modelos distintos.

Recomendaciones

- Al momento de realizar una programación, no se debe realizar con elementos que produzcan interferencia como radio, teléfonos celulares y evitar la desconexión del equipo durante el proceso de programación de la nueva llave, pues se corre el riesgo de perder la misma o inutilizar el avance en el proceso.
- Existen variedad de equipos de programación de llaves e inmovilizados por lo que los procesos variarán dependiendo del equipo seleccionado. Por ello, se debe tener presente las siguientes variables: costo del equipo, año de fabricación del vehículo, cobertura de vehículos para la programación de llaves e inmovilizador (Asiáticos, Europeos y Americanos) y la facilidad de manejo del equipo al optar por el mejor equipo para el proceso de programación.
- Se debe utilizar equipos de programación originales que respeten las consideraciones técnicas y de seguridad del área automotriz para evitar posibles daños en las unidades electrónicas del vehículo que vulneren la seguridad del vehículo o usuario.
- Para diversas marcas de vehículos livianos de alta gama que circulan en las carreteras, por ejemplo: BMW, Mercedes Benz, Volvo. Existen equipos de programación especializados los cuales mantienen un grado de seguridad y se requieren para la programación de llaves.

Bibliografía

- Alcalde, P. (2003). *PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA ELECTRONICA*. Thomson - Paraninfo.
- Altuna, A. (27 de 05 de 2020). *Tecnología Transponder*. Obtenido de <https://www.jma.es/productosdetalletrans.aspx?idcategoria=5&IdSubcategoria=31>
- Amazon. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/SBB-Programador-llaves-para-coche/dp/B07VD9GJL6>
- Amazon. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Autek-IKey820-Programador-autom%C3%A1tico-programador/dp/B0811KQJ2W>
- Augeri, F. (2011). *Folleto Teórico de Inmovilizadores*. CISE Electronics.
- Augeri, F. (07 de 06 de 2011). *Inmovilizadores Electrónicos*. Obtenido de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/398-inmovilizadores-electr%C3%B3nicos.html>
- AutoExacto. (04 de 09 de 2020). Obtenido de <https://m.diagnostico-automotriz.com/programador-de-llaves-t300.html>
- AutoExacto. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://m.diagnostico-automotriz.com/sbb-silca%20programador-de-llaves-autos.html#:~:text=El%20SBB%20es%20un%20equipo,control%20remotos%20en%20veh%C3%ADculos%20inmovilizados.&text=Su%20gran%20variaci%C3%B3n%20de%20funciones,de%20la%20unidad%20de%20inmovil>
- Automeddiag. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://orebroildiagnos.visualdin.com/es/product/x-100-pad-tableta-programador-de-llaves-con-adaptadores-eprom/>

Belove, C. (2010). *Enciclopedia de la Electrónica*;. Barcelona: Grupo OCEANO.

carsync. (25 de 03 de 2021). Obtenido de <https://www.carsync.com/blog/el-robo-a-vehiculos-es-uno-de-los-delitos-mas-frecuentes-en-ecuador/>

Castro, T. (02 de 05 de 2012). *Sistemas Inmovilizadores*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/25-sistemas-inmovilizadores/>

Chinga, A. (01 de 07 de 2013). *Elaboración de un banco de pruebas para inmovilizador de Chevrolet corsa evolution mediante elementos electrónicos*. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4798/1/53657_1.pdf

Componentes. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <https://docplayer.es/9823447-Programacion-de-llaves-e-inmovilizadores-ford.html>

Conferencias para la vida. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <https://www.leclife.com/index.php?alec=search&qlec=Tabla%20de%20equivalencias%20de%20Transponder>

Ficha Técnica. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://www.lockdepot.com.mx/products/autek-ikey820-programadora-llaves-transponder>

Google maps. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/UIDA+Universidad+Internacional+Del+Ecuador/@-2.1530577,-79.9164153,16z/data=!4m8!1m2!2m1!1suniversidad+internacional+del+ecuador+extension+guayaquil!3m4!1s0x902d6d841587d083:0x45f6d34d9493e84c!8m2!3d-2.1565929!4d-79.91274>

Guerrero, J. (01 de 12 de 2014). *Análisis de la programación del sistema inmovilizador mediante el protocolo J2534 para vehículos Hyundai Accent*. Obtenido de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/4250/1/10809.pdf>

Herrera , L., Medina, A., & Naranjo, G. (2009). *Tutoría de la Investigación Científica*.

Hoyos, D. (27 de 05 de 2020). *Inmovilizadores*. Obtenido de <https://pdfslide.net/documents/code-keypdf.html>

Infomecánica. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://infomecanica.com.ar/productos/programador-de-llaves-xtool-x100-pro>

KEY CODE. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://keycodekeycode.mercadoshops.com.ar/obdstar-x300-dp-plus-703218438xJM>

Kuchen, A. (02 de 01 de 2019). *Sistema de huella dactilar*. Obtenido de <http://insideautosperu.com/hyundai-desarrolla-sistema-huella-dactilar-autos/>

Llave con inmovilizador. (2020 de 05 de 2020). Obtenido de <https://agcode.es/llaves>

Llave mania. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <https://llavemania.com/ford-/1106-transponder-texas-crypto-cristal-4d60.html>

Manual técnico de inmovilizadores. (27 de 05 de 2020). Obtenido de file:///C:/Users/MSI/Downloads/Manual_tecnico_informacion_de_sistema_inmovilizador%202.pdf

Manual técnico de Inmovilizadores. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <http://www.electroeducar.com.ar/electroeducar.htm>

Martínez, H. G. (2002). *Manual del Automóvil*. CULTURAL S. A, Madrid.

MCE Cursos Automotrices. (12 de 01 de 2020). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=hbrO1S4qE1c>

Modulo inmovilizador. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <http://inmo18119.blogspot.com/2009/11/principio-de-funcionamiento.html>

Molina, L. (12 de 02 de 2014). *IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE VERIFICACIÓN PARA PROGRAMACIÓN DE LLAVES Y SISTEMAS INMOVILIZADORES DE VEHÍCULOS.* Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7563/1/T-ESPEL-MAI-0449.pdf>

MVP. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/super-high-quality-mvp-key-decoder-auto-key-programmer-mvp-transponder-key-programmer-60713487217.html>

Programador de llaves AutoProPad. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <http://www.tecnofuelsoporte.com.mx/pro-pad.html>

Programador de llaves T 300. (04 de 09 de 2020). Obtenido de <https://soloparamecanicos.com/programador-llaves-t300/>

Programador Lonsdor. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <https://es.aliexpress.com/i/32991458296.html>

Ruiz, J. (13 de 11 de 2017). *NITRO. PE.* Obtenido de <https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/que-es-un-inmovilizador-con-transponder.html>

Ruiz, J. (13 de 11 de 2017). *Sistema Inmovilizador Transponder.* Obtenido de <https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/que-es-un-inmovilizador-con-transponder.html>

SAVANT. (2005). Circuitos y Sistema, 2a ed., Addison-Wesley

Scan Tools. (07 de 09 de 2020). Obtenido de <http://www.fenixobd2.com/x100-pro>

Silca. (13 de 04 de 2021). Obtenido de <https://www.silca-automotive.com/silca-automotive-es/productos/software>

Sistemas de inmovilización. (01 de 09 de 2011). Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4157/T-ESPEL-0225.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Sistemas de Inmovilización. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <file:///C:/Users/MSI/Desktop/TESIS%20DAVID%20PE/sistemas%20biometricos.pdf>

Sistemas de Inmovilización. (02 de 03 de 2020). Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4157/T-ESPEL-0225.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Tecnología en Transponders. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <https://pdfslide.net/documents/code-keypdf.html>

Tipos de Transponder para llaves del vehículo. (05 de 12 de 2017). Obtenido de <https://www.topllaves.com/blog/tipos-de-transponder/>

Top Llaves. (05 de 12 de 2017). Obtenido de <https://www.topllaves.com/blog/tipos-de-transponder/>

Transponder. (10 de 03 de 2020). Obtenido de <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-un-chip-transponder-como-funcionan-y-como-se-clasifican/>

Unidad electrónica de control. (27 de 05 de 2020). Obtenido de <https://talleresyrepuestos.com/documentacion-tecnica/mantenimiento-del-motor/614-unidad-electronica-de-control-ecu>

Villca , Y. (27 de 05 de 2020). *Diseño de un sistema de seguridad y alarma con control automatizado en vehículos.* Obtenido de

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/21569/PG-2202.pdf?sequence=1>