



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

**PROGRAMACIÓN DE TRANSPONDER EN SISTEMAS
INMOVILIZADORES AUTOMOTRICES DE ÚLTIMA
GENERACIÓN**

Trabajo de graduación previo a la obtención del Título de
Ingeniero Mecánico Automotriz

Autor:

Danilo Santiago Dávalos Figueroa

Director:

Efrén Esteban Fernández Palomeque

Cuenca, Ecuador

2013

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación lo dedico a toda mi familia, en especial a mis padres Danilo y Nancy, como a mi hermana Andrea quienes han sido un pilar fundamental a lo largo de toda mi carrera y que sin ellos, estoy seguro, no hubiese podido alcanzar este gran objetivo de culminar mis estudios universitarios.

Danilo Dávalos F.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme culminar la carrera universitaria y poder alcanzar una meta más en mi vida.

A mi amigo y Director de Tesis: Ing. Efrén Fernández, quien con su gran talento, experiencia y conocimientos me ha guiado a lo largo de este proceso.

También quiero manifestar mi reconocimiento a la Universidad del Azuay, en especial al personal docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz, por compartir sus conocimientos, otorgándome así las herramientas necesarias para poder enfrentar todas las adversidades en la vida profesional.

Danilo Dávalos F.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: SISTEMAS DE IDENTIFICACION POR RADIOFRECUENCIA	
1.1. RFID (sistema de identificación por radiofrecuencia)	2
1.2. Componentes del sistema RFID	2
1.2.1. Transponder	3
1.2.1.1. Transponders activos.....	3
1.2.1.2. Transponders pasivos	4
1.2.2. Antena.....	4
1.2.3. Módulo de radiofrecuencia	4
1.2.4. Lector.....	5
1.3. Inmovilizador con transponder.....	5
1.4. Principio de funcionamiento	6
1.5. Componentes del sistema inmovilizador	7
1.5.1. Llave con chip transponder	8
1.5.2. Unidad lectora.....	8
1.5.3. Unidad de mando del inmovilizador	9
1.5.4. Unidad de mando del motor	9
1.5.5. DDS (Protección antirrobo diesel)	10
1.5.6. Testigo luminoso	10
1.6. Tipos de módulos inmovilizadores según su ubicación	10
1.6.1. Inmovilizadores en las computadoras de carrocería (BCM)	11
1.6.2. Inmovilizadores en la ECU o PCM.....	11
1.6.3. Inmovilizador en la antena	12
1.7. Familias de transponders	13
1.7.1. Código fijo	13

1.7.2.	Crypto.....	14
1.7.3.	Rolling code	14
1.8.	Tipos de transponders.....	15
1.8.1.	Transponder en cerámica.....	15
1.8.2.	Transponder en cristal.....	16
1.8.3.	Trasnponder con cabezal electrónico	16

CAPÍTULO II: PROGRAMACIÓN DE LLAVES CON TRANSPONDER DE LAS MARCAS VOLKSWAGEN, CHEVROLET Y FORD

2.1.	Procedimientos y técnicas de programación	17
2.1.2.	Tipos de procedimientos para la programación de transponder	17
2.2.	Programación de las diferentes marcas	18
2.2.1.	Programación de transponder en un vehículo para la marca Volkswagen.....	19
2.2.2.	Programación de transponder en un vehículo para la marca Chevrolet.....	21
2.2.3.	Programación de transponder en un vehículo para la marca Ford.....	24
2.3.	Equipos para programar transponders.....	28
2.3.1.	Clonadores y programadores de llaves profesionales	28
2.4.	Programación de una llave con transponder en un Toyota Corolla	34

CAPÍTULO III: DUPLICACIÓN DE LLAVES Y OBTENCIÓN DEL PIN CODE

3.1.	Procedimientos para duplicar las llaves con transponders	41
3.1.1.	Copia de transponder mediante equipo de clonación	42
3.1.2.	Copia de transponder mediante software computarizado	44
3.2.	Estrategias para obtener el PIN CODE	45
3.2.1.	Obtención del PIN CODE mediante escáner.....	45
3.2.3.	Proceso de comunicación para leer el PIN CODE.....	46
3.2.4.	VAG 7-4 PIN converter.....	46
3.2.5.	PIN 7.....	47
3.2.6.	Dealer.....	47
3.2.7.	Importador	47
3.2.8.	PIN 4.....	48
3.2.9.	Obtención del PIN CODE para Hyundai y Kia	49

CAPITULO IV: AVERÍAS DEL SISTEMA INMOVILIZADOR

4.1. Reconocimiento de fallas en el sistema inmovilizador	51
4.2.1. Sistema de diagnostico de fallas a bordo OBD.....	55
4.3. Códigos de avería del sistema inmovilizador	56
4.4. Solución de las fallas más comunes del sistema	60
4.4.1. Autodiagnóstico para vehículos Ford, destello de la luz testigo.....	60
4.4.2. Detección de fallas con el osciloscopio	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
LISTA DE ACRÓNIMOS	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67

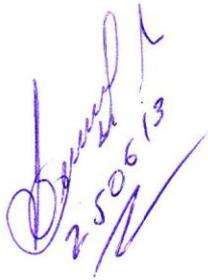
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Componentes del sistema RFID	3
Figura 1. 2 Principio funcionamiento del sistema inmovilizador	7
Figura 1. 3 Componentes del sistema inmovilizador	8
Figura 1. 4 Módulo UCH Renault	11
Figura 1. 5 Módulo inmovilizador PATS Ford	12
Figura 1. 6 Módulo/antena Chrysler	13
Figura 1. 7 Familias de transponder.....	14
Figura 1. 8 Transponder cerámico	15
Figura 1. 9 Transponder en cristal	16
Figura 1. 10 Transponder con cabezal electrónico	16
Figura 2. 1 Módulo inmovilizador del VW Gol.....	19
Figura 2. 2 Sistemas de inmovilizadores y transponders Ford.....	24
Figura 2. 3 Programador Tango.....	28
Figura 2. 4 Lector y programador de memorias Orange 5.....	29
Figura 2. 5 Scanner y programador ADVI	30
Figura 2. 6 Programador y extractor de códigos T300.....	30
Figura 2. 7 Programador y extractor de códigos SBB.....	31
Figura 2. 8 Programador Gambit	32
Figura 2. 9 Programador SKT 100.....	32
Figura 2. 10 Clonador y programador Zed Bull	33
Figura 2. 11 Lectores y programadores Xprog M5.0 y UPA-USB	34
Figura 2. 12 Toyota Corolla	34
Figura 2. 13 Mensaje en la pantalla del clonador LEYENDO.....	37
Figura 2. 14 Transponder TPX2.....	38
Figura 2. 15 Menú del programa del clonador AD900 Pro	39
Figura 2. 16 Llave genérica para clonar	39
Figura 2. 17 Menú del programa de clonación, copiado exitoso.....	40
Figura 2. 18 Llaves con el mismo código luego de la clonación.....	40
Figura 3. 1 Software MEGA COPY.....	44

Figura 4. 1 Señal valida del transponder	62
Figura 4. 2 Señal no valida del transponder	63
Figura 4. 3 Señal de identificación de la llave	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Equivalencias de los transponders para duplicar	42
Tabla 3. 2 Códigos del importador	48
Tabla 4. 1 Patrón de señales de la luz testigo provenientes del DTC	56
Tabla 4. 3 Códigos de avería VAG 1551	56
Tabla 4. 4 Códigos de avería del PATS 2 CAN	58



RESUMEN

PROGRAMACIÓN DE TRANSPONDER EN SISTEMAS INMOVILIZADORES AUTOMOTRICES DE ÚLTIMA GENERACIÓN

Con el propósito de programar los *transponders* en las marcas: *Volkswagen*, *Chevrolet*, *Ford* y determinar los procesos para duplicar las llaves con chip y códigos de acceso “*pin code*”. Se consideró los aspectos de constitución y funcionamiento del sistema inmovilizador con el objeto de establecer los parámetros y elementos que intervienen cuando trabaja el conjunto, para esto se analizaron los parámetros más relevantes en cuanto a la utilización de los equipos de diagnóstico automotriz que permiten ejecutar la programación, a fin de diagnosticar las fallas más comunes que se presentan en el sistema y la solución de las respectivas averías. Como resultado final se obtuvo una guía para la consulta en el tema de los inmovilizadores y *transponders* automotrices.

Palabras Claves: Programación de *transponder*, radiofrecuencia, *pin code*, sistema inmovilizador, códigos de falla.



Ing. Mauricio Barros

Director de Escuela



Ing. Efrén Fernández

Director de Tesis



Danilo Dávalos Figueroa

Autor

Handwritten signature and number 250613

ABSTRACT

PROGRAMMING TRANSPONDER IN LAST GENERATION AUTOMOBILE IMMOBILIZERS

With the purpose of programming *transponders* in the following brands: *Volkswagen*, *Chevrolet*, and *Ford*, and of determining the process to duplicate ignition keys with chips and "pin code" access codes, we took into account the constitution and operation of the immobilizer system in order to establish the parameters and the components that are involved in its operation. We analyzed the most relevant parameters related to the use of the automobile diagnostic equipment that allows programming so as to detect the most common flaws in the system and the solutions for each fault. As a final result, we produced a consultation guide regarding immobilizers and automobile *transponders*.

Key Words: programming *transponders*, radiofrequency, *pin code*, immobilizer system, fault codes.



Ing. Mauricio Barros

School Director



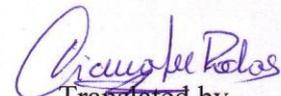
Ing. Efrén Fernández

Thesis Director



Danilo Dávalos Figueroa

Author



Translated by,
Diana Lee Rodas

Danilo Santiago Dávalos Figueroa

Trabajo de Grado

Ing. Efrén Esteban Fernández Palomeque

Junio, 2013

PROGRAMACIÓN DE TRANSPONDER EN SISTEMAS INMOVILIZADORES AUTOMOTRICES DE ÚLTIMA GENERACIÓN

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de seguridad para inmovilizar el vehículo ya se implementaban en la década de los noventas en los vehículos de alta gama de Mercedes y Fiat, la idea fue simple consiste en inutilizar los sistemas de encendido e inyección del vehículo cortando la comunicación entre la computadora y los actuadores, requiere de un transponder aparato que transmite un código al módulo inmovilizador el cual al validarlo permite la ignición. El objetivo de la presente indagación, es realizar un estudio para llevar a cabo la programación de llaves con transponder, con el fin de profundizar en el tema de inmovilizadores y sistemas de seguridad antirrobo. Se obtendrán los conocimientos necesarios para aplicar los diagnósticos de averías y códigos de falla.

El transponder utiliza la radiofrecuencia mediante ondas electromagnéticas para transmitir una señal la cual filtrada se aplica en forma de código. La evolución del transponder está basada en la complejidad de visualizar el código para hacerlo más seguro y confiable. Por éstas razones y otras de carácter legal en determinados países, los fabricantes de automóviles incorporan a los mismos sistemas que garanticen que solo el usuario autorizado pueda hacer uso del vehículo. Uno de los sistemas más utilizados es el inmovilizador de tipo transponder, debido a su alto grado de inviolabilidad y el que no requiere por parte del usuario, otra manipulación en su funcionamiento que no sea la del simple hecho de accionar la llave de arranque.

CAPÍTULO I

SISTEMAS DE IDENTIFICACION POR RADIOFRECUENCIA

1.1. RFID (sistema de identificación por radiofrecuencia)

La tecnología RFID (sistema de identificación por radiofrecuencia), está compuesta básicamente por un lector y una tarjeta especial, la cual no es necesaria que esté dentro de la línea visual del lector, debido a que las señales de radio se propagan de forma sencilla a través de materiales no metálicos. Por eso la tarjeta de RFID no tiene que estar en contacto directo con el lector. El sistema sustenta su funcionamiento en la señal emitida por la tarjeta y la recepción captada por el lector comunicando el sistema e intercambiando información comúnmente usada para identificar objetos y personas.¹

1.2. Componentes del sistema RFID

El sistema RFID, está compuesto por unidades esenciales como se indica en la figura 1.1 para su funcionamiento, el transponder se complementa con la antena y a su vez con el módulo transceptor para filtrar la información en un colector de datos o lector, que cumplen una secuencia de trabajo específico para que el sistema pueda efectuar con la función asignada correctamente, contiene los siguientes componentes:

- Transponder
- Antena
- Módulo de radiofrecuencia o transceptor
- Lector o módulo digital

¹ KIFER S.L. Introducción a los sistemas RFID. Pag. 3. [En línea]: <<http://www.kifer.es/Recursos/Pdf/RFID.pdf>>. [Consulta]: 6 de febrero de 2013.

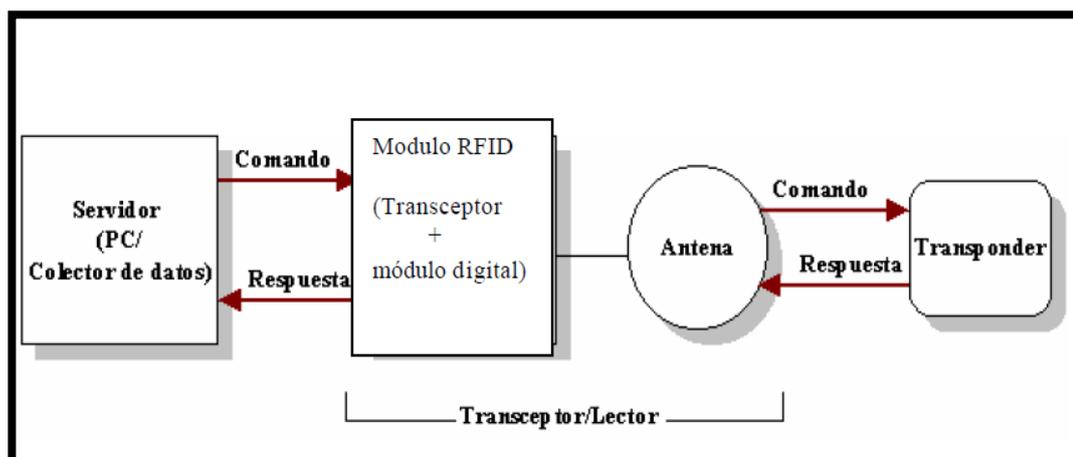


Figura 1. 1 Componentes del sistema RFID

(KIFER S.L. Introducción a los sistemas RFID) [Ref. 26 de febrero de 2013]

Fuente: <http://www.kifer.es/Recursos/Pdf/RFID.pdf>

1.2.1 Transponder

Es un dispositivo electrónico que utiliza tecnología de radiofrecuencia para cumplir la función de recibir y emitir señales codificadas cuyo nombre viene de la fusión de las palabras inglesas Transmitter (transmisor) y Responder (respondedor), es un transmisor de tamaño reducido muy útil para diversas aplicaciones. Según Iván Bernal, Ph. D. autor de Active and Passive RFID podemos clasificar los transponders por el tipo de etiqueta.

1.2.1.1. Transponders activos

Tienen alimentación externa con batería, esto sirve para proporcionar corriente a los circuitos integrados y permite tener mayor cobertura de lectura, también una larga duración de la batería, mayor exactitud y funcionamiento en distintos ambientes como agua y metal. Los transponders activos al tener una fuente de alimentación tienen un mayor tamaño pero mayor eficacia en sus funcionalidades.

1.2.1.2. Transponders pasivos

No necesitan de una fuente de alimentación externa, la corriente eléctrica necesaria para su funcionamiento es inducida en la antena proveniente de la señal de radiofrecuencia del módulo RFID. En comparación con los transponders activos trabajan a una menor distancia de lectura. Los transponders pasivos son utilizados en los sistemas inmovilizadores para los vehículos nuevos, siendo suficiente su capacidad para cumplir con los requerimientos del sistema.

1.2.2. Antena

Todos los sistemas de identificación por radio frecuencia poseen una antena para transmitir y recibir las señales, el número de antenas depende de la cantidad de transponders a detectar y la velocidad de paso o transmisión de datos. En el sistema RFID la antena es de vital importancia, comunica al transponder con el módulo de radiofrecuencia y en las etiquetas pasivas sirve como fuente de corriente para activar el sistema.²

1.2.3. Módulo de radiofrecuencia

El módulo de radiofrecuencia es una pieza de hardware que recibe información de una fuente externa y la envía hacia un dispositivo receptor de lectura. También se lo conoce como transceptor es la fuente de energía que se encarga de alimentar y activar los transponders RFID pasivos, también controla y modula las señales de radiofrecuencia que trasmite y recibe la antena. Presenta la particularidad de ser el componente más delicado por los circuitos integrados que contiene.

² SERVICIOS INFORMATICOS KIFER, S.L. Introducción a los sistemas RFID. [En línea]: <<http://www.kifer.es/Recursos/Pdf/RFID.pdf>>. [Consulta]: 27 de febrero de 2013.

1.2.4. Lector

El lector es un dispositivo electrónico que se encuentra después del módulo de radiofrecuencia. Conocido también como módulo digital es el encargado de direccionar al transceptor para transmitir señales de radiofrecuencia, consiguiendo transformar en códigos las señales emitidas por el transponder. El lector tiene que trabajar a gran velocidad para poder decodificar las señales transmitidas por el módulo de radiofrecuencia.

1.3. Inmovilizador con transponder ³

El sistema inmovilizador con transponder, surge a mediados de los años 90 como solución a la solicitud de las compañías aseguradoras para evitar el robo de vehículos. En 1995 aparecen en Europa los primeros vehículos con sistema inmovilizador como los Mercedes Benz, Fiat y Volkswagen, por otro lado en el sector de la cerrajería a comienzos de 1997 empiezan a aparecer los primeros equipos para clonar llaves.

Es un sistema de bloqueo de arranque codificado, donde en la llave de ignición se almacena un código electrónico, por medio del dispositivo transponder, el cual le permite al conductor arrancar el vehículo. Luego de enviar el código al módulo del inmovilizador es sometido a un testeo del mismo, si es incorrecto realiza un bloqueo directamente en la unidad de mando del motor, imposibilitando el encendido, caso contrario da paso al arranque del vehículo.

³ JETRO. Sistemas para prevención de robo de vehículos. [En línea]: <http://www.jetro.go.jp/chile/revista_electro/revista200411.pdf>. [Consulta]:30 de febrero de 2013.

1.4. Principio de funcionamiento

En el artículo de sistemas inmovilizadores del Ing. Tilso Castro, de Autoavance.co, sobre: Principio de funcionamiento del sistema inmovilizador, menciona el trabajo del sistema y las partes que intervienen cuando está activado. Una de las partes más importantes del sistema inmovilizador, es el transponder, que es un circuito integrado y se encuentra en el interior de la llave de encendido. Este elemento trabaja con radiofrecuencia y como parte de su funcionamiento al estar programado, en su interior posee un código, que debe ser leído por la antena ubicada alrededor del interruptor de encendido.

Existen una gran variedad de marcas y modelos de transponder, pero es deber del técnico, conocer cuál es el adecuado para el tipo de vehículo. Mediante la manipulación de la unidad de control del inmovilizador, se puede programar las llaves para ser usadas en el vehículo correspondiente. Luego de que la información es leída por la antena es enviada hacia un transreceptor, en algunos casos junto con la antena pueden conformar un solo conjunto transreceptor, es el encargado de convertir la señal alterna en código digital.

En la figura 1.2 se muestra el funcionamiento del sistema, el módulo se encarga de validar la información, verifica que el código del transponder es correcto y se encarga de transmitirlo hacia el módulo de control del motor o PCM (Powertrain Control Module). Caso contrario si la información no es la correcta el módulo del inmovilizador comunica al PCM que el código no es válido, bloqueando internamente la computadora del motor, anulando las funciones básicas de encendido. En el caso de bloqueo del motor se indica una luz en el tablero parpadeante o fija según el modelo que nos indica que el motor esta inmovilizado y no se podrá dar arranque.⁴

⁴ CASTRO Tilso. Sistemas inmovilizadores. [En línea]: <<http://autoavance.co/blog-tecnico/25-sistemas-inmovilizadores-vehiculos.html>>. [Consulta]: 23 de enero de 2013].

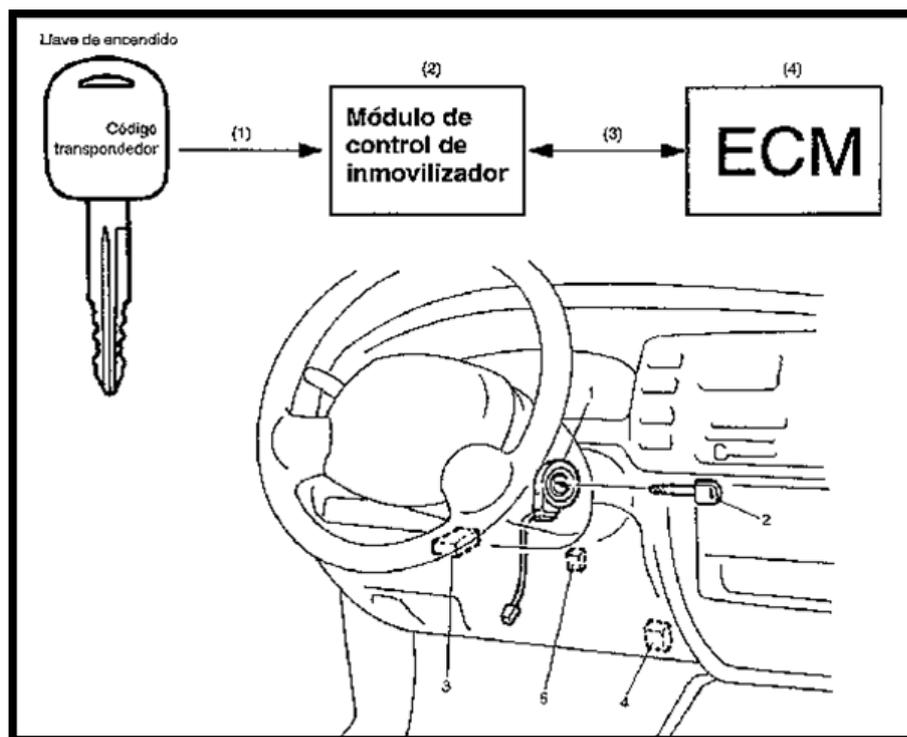


Figura 1. 2 Principio funcionamiento del sistema inmovilizador

(SISTEMAS DE BLOQUEO PEUGEOT. Inmovilizador de bloqueo). [Ref. 6 de marzo de 2013].

Fuente: <http://sistemasdebloqueopeugeotbb1.blogspot.com/2010/06/inmovilizador-de-bloqueo-la-mision-del.html>.

1.5. Componentes del sistema inmovilizador ⁵

El sistema inmovilizador que es el encargado de verificar los puntos de acceso al vehículo para permitir el encendido, cuenta con varios componentes esenciales para su funcionamiento como se puede observar en la figura 1.3 la llave con transponder actúa con el interruptor de encendido que envía el código hacia la unidad de mando del inmovilizador, la misma que se encarga de desactivar el sistema para el encendido.

⁵ DACARSA S.L. Inmovilizador. [En línea]: <<http://www.dacarsa.net/formacionindice.php?idg=79>> [Consulta]: 6 de marzo de 2013.

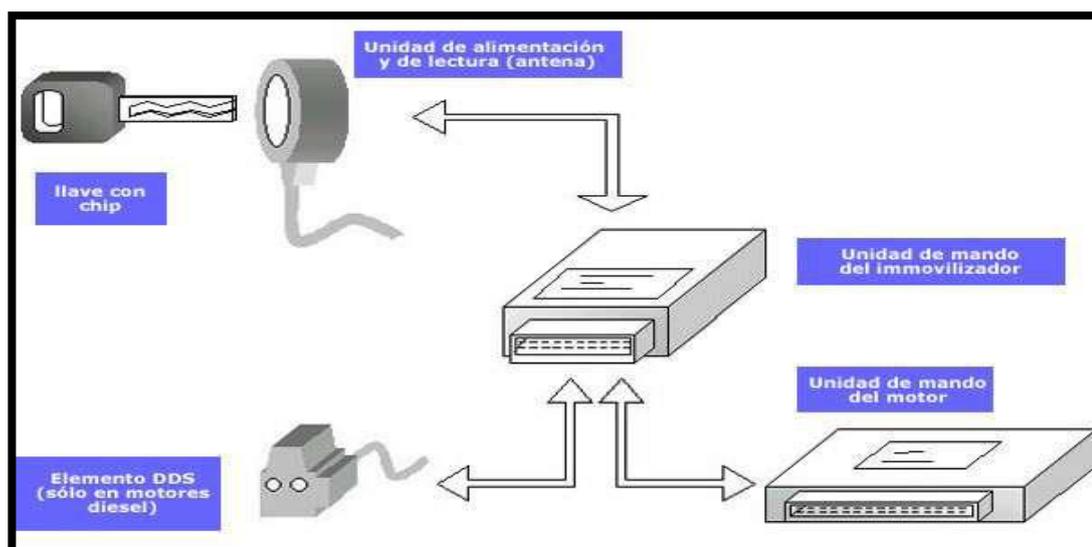


Figura 1. 3 Componentes del sistema inmovilizador

(Dacarsa S.L. Elementos que intervienen en el inmovilizador). [Ref. 9 de marzo de 2013].

Fuente <http://www.dacarsa.net/Imgs/ImgDesc/inmovilizador.jpg> Acceso [09/03/2013].

1.5.1. Llave con chip transponder

El transponder, un dispositivo usado en las telecomunicaciones para enviar señales de radiofrecuencia se adaptó a las llaves de encendido que a más de tener el labrado para girar el tambor del switch, tienen en su interior un chip insertado, no necesitan baterías para su funcionamiento. En algunas marcas se utiliza una llave maestra o llave de programación. Existen varios tipos de llaves para cada modelo de vehículo, igualmente varios tipos de transponder específicos para las llaves seleccionadas.

1.5.2. Unidad lectora

La unidad lectora es la fuente de alimentación y actúa como antena al recibir las señales emitidas por el transponder cuando se activa el sistema inmovilizador. Se encuentra ubicada en la parte superior del bombín de la llave de contacto, tiene la forma de un anillo. Es la encargada de alimentar al transponder de la llave de encendido y de transmitir las señales con el código requerido para validar el encendido.

1.5.3. Unidad de mando del inmovilizador

La unidad de mando del inmovilizador que se encarga de procesar las señales emitidas por la llave y tiene la función de comparador, se sitúa usualmente bajo el tablero de instrumentos cerca del volante, puede estar también incluida en otros componentes como en el cuadro de instrumentos o junto con la antena. Es el encargado de validar la información emitida por el transponder y pasar esa información al módulo de control del motor o en caso de los motores diesel al elemento DDS.⁶

1.5.4. Unidad de mando del motor

Es un integrado que se coloca en el interior de la ECM o PCM y ayuda en el procesamiento de la información para el encendido del motor. Si la información transmitida por el módulo inmovilizador no es la adecuada el modulo enviará una información al ECM o PCM, indicando que no es válido el intento de encendido bloqueando toda posibilidad de mantener el encendido en el motor, con la ayuda del integrado la unidad de mando del motor, anula la función de inyección, bomba de combustible y motor de arranque.

⁶ BOSCH. Inmovilizador. http://www.boschkraftfahrzeugtechnik.de/en/de/component/CO_PC_ES_Body-Electronics_CO_PC_Electronic-Systems_2194.html. [3 de febrero del 2013]

1.5.5. DDS (Protección antirrobo diesel)

La protección antirrobo en los casos de los motores diesel, se incorpora el elemento DDS. Que es un componente que se encuentra instalado en la bomba de inyección, sobre la válvula de paro del motor, cumple la misma función que la unidad de mando del motor, permitir el encendido del vehículo, con la diferencia que actúa directamente en la bomba de inyección cesando la corriente para la activación de la bomba y del proceso de inyección.

1.5.6. Testigo luminoso

El testigo luminoso es una luz de tipo led colocada en el tablero de instrumentos que da aviso a la computadora del vehículo que se encuentra parcialmente inmovilizado en caso de robo o de avería. El testigo, alimentado por la unidad de mando, informa al usuario del estado operativo del sistema inmovilizador. Se enciende al accionar la llave de contacto y se apaga transcurrido algunos segundos en el caso de que todo esté en orden.⁷

1.6. Tipos de módulos inmovilizadores según su ubicación

El módulo inmovilizador puede tener diferentes ubicaciones dentro vehículo. Se lo puede encontrar en un cajetín de inmovilizador de forma independiente o en varios de los casos se localiza dentro de un módulo multifunción en el tablero, en las mismas antenas o en las computadoras del vehículo. La localización del módulo depende de los requerimientos del vehículo y por la marca o casa que los fabrica identificándolos en cada caso.⁸

⁷ DACARSA S.L. Testigo luminoso. [En línea]: <<http://www.dacarsa.net/formacionindice.php?idg=7>> [Consulta]: 6 de marzo de 2013.

⁸ INGENIERÍA-AUTOAVANCE. Sistema de redes y multiplexado. [En línea]: <http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/22-sistema-de-redes-y-multiplexado>. [Consulta]: 28 de marzo de 2013.

1.6.1. Inmovilizadores en las computadoras de carrocería (BCM)

El control eléctrico de carrocería es conocido como BCM - Body Control Module y según la ensambladora: BSI en Peugeot, UCH en Renault (figura 1.4), BC en Fiat y Alfa Romeo. La computadora de carrocería es el componente principal de la arquitectura eléctrica del vehículo, tiene integrado un microprocesador que gestiona los sistemas de seguridad y confort, tales como: la iluminación, el air bag, eleva vidrios, la alarma, el sistema inmovilizador antirrobo, etc.⁹



Figura 1. 4 Módulo UCH Renault

(Dacarsa S.L. UCH Renault). [Ref. 28 de marzo de 2013].

Fuente: http://repettoservice.com.ar/images/modulos_tmpro/44.jpg

1.6.2. Inmovilizadores en la ECU o PCM

Los módulos del inmovilizador pueden estar ubicados en la ECU o PCM, en otras marcas como Ford, el sistema inmovilizador es conocido como PATS (Passive Anti Theft System) mostrado en la figura 1.5, se encuentra integrada en el PCM, la razón por la que se ubica en la ECU es porque gestiona directamente la inmovilización del vehículo sin pasar por otro componente adicional como el caso del BCM.¹⁰

⁹ CLUB PEUGEOT. BSI caja de servicio inteligente.

[En línea]: <<http://www.clubpeugeot.es/bricos/tecnologia/933-la-bsi-oqcaja-de-servicio-inteligenteq.html>>

[Consulta]: 28 de marzo de 2013.

¹⁰ INGENIERÍA-AUTOAVANCE. Sistema de redes y multiplexado. [En línea]: <<http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/22-sistema-de-redes-y-multiplexado>>. [Consulta]: 28 de marzo de 2013.



Figura 1. 5 Módulo inmovilizador PATS Ford

(Dacarsa S.L. Modulo inmovilizador para Ford Explorer). [Ref. 28 de marzo de 2013].

Fuente: http://bing2.mlstatic.com/modulo-inmovilizador-for-para-explorer-expedition_MLM-F-3305836601_102012.jpg [28/03/2013]

1.6.3. Inmovilizador en la antena

El módulo del inmovilizador puede estar ubicado en la antena, en otros sistemas como Chevrolet/Opel y en Chrysler (figura 1.6) el módulo está adaptado en la antena de la cerradura de encendido conformando un solo cuerpo. Estos cajetines de inmovilizador antena se conectan directamente con la ECU del motor mediante cable de datos CAN bus. La programación de las llaves se gestiona directamente en la antena ya que tiene incorporado el modulo inmovilizador.¹¹

¹¹ INGENIERÍA-AUTOAVANCE. Sistema de redes y multiplexado. [En línea]: <http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/22-sistema-de-redes-y-multiplexado>. [Consulta]: 28 de marzo de 2013.



Figura 1. 6 Módulo/antena Chrysler

(Dacarsa S.L. Inmovilizador reprogramable para Dodge Ram). [Ref. 28 de marzo de 2013].

Fuente: http://img2.mlstatic.com/antenamodulo-inmovilizador-reprogramable-para-dodge-ram2008_MLM-O-77317349_7079.jpg

1.7. Familias de transponders

Las familias de transponders se dividen en tres clases según el fabricante y el tipo de tecnología que utilizan: los de Código fijo, el tipo Crypto y Rolling Code. La clasificación según el tipo de familia se refiere al nivel de tecnología que utiliza el chip para encriptar la información del módulo inmovilizador. El chip tiene que cumplir una función muy importante como la de transmitir el código encriptado. En la figura 1.7 se observan las familias y los fabricantes principales.

1.7.1. Código fijo

Son transponder que responden con un mismo código cada vez que son puestos en funcionamiento. Son fáciles de duplicar tanto si se tiene una llave para copiar o bien si no la tiene se puede generar nuevas llaves al computador. Son de la primera generación de los sistemas inmovilizadores, inclusive en sus inicios el código del transponder se entregaba al usuario para eventualmente ser utilizado si requería dicha información.¹²

¹² CISE Electronics. Transponders. [En línea]: <<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/398-inmovilizadoreselectr%C3%B3nicos.html>>. [Consulta]: 21 de enero de 2013.

1.7.2. Crypto

Son aquellos que responden con el mismo código, pero en este caso el código se encuentra encriptado, de esta manera los hace más seguros y resultan difíciles de clonar. Pueden ser clonados con un equipo especial, con el vehículo presente y el código del fabricante. Actualmente los equipos modernos para duplicar llaves logran decodificar el código del fabricante mediante las especificaciones del código VIN del vehículo.

1.7.3. Rolling code

Son aquellos que responden con un código diferente que cambia en base a un algoritmo evolutivo. Admite 18 billones de combinaciones, siendo al momento los más difíciles para duplicar. Usa un sistema de seguridad en donde guarda la información por bloques una parte en el transponder y otra en el computador del vehículo. Actualmente ya se tiene los equipos para la decodificación de este transponder con equipos que decodifican a gran velocidad.

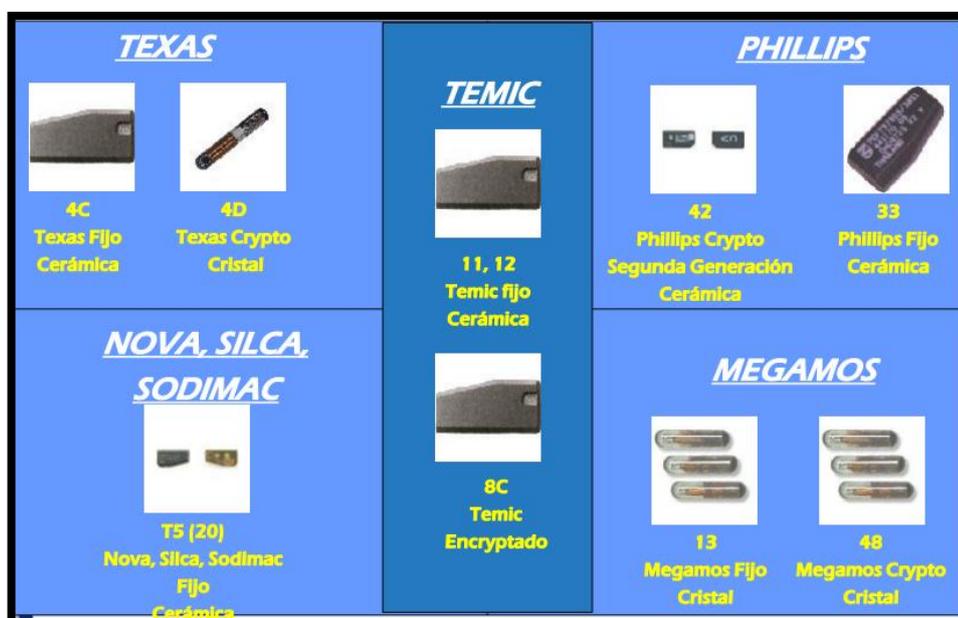


Figura 1. 7 Familias de transponder

(GRUPO TKD. Transponder). [Ref. 2 de marzo de 2013].

Fuente: [http: Grupo TKD //www.grupotkd.com/admin/archivos/Foro1_v1.pdf](http://www.grupotkd.com/admin/archivos/Foro1_v1.pdf)

1.8. Tipos de transponders

Los transponders también se clasifican según su tipo es decir por su estructura, debido a los requerimientos del sistema poseen las características físicas para ser de tamaño reducido y caber en la llave de encendido. Gracias a los adelantos tecnológicos cada vez son más pequeños y con mayor tecnología. Se dividen en transponders: cerámicos, de cristal y con cabezal electrónico, cada uno físicamente diferente pero de similar funcionamiento.

1.8.1. Transponder en cerámica

Los de tipo cerámico son muy pequeños, similares a un chip de celular, figura (1.8), tienen la particularidad de funcionar sin baterías y ayudan a mantener el aspecto de la llave al ser insertados en las mismas. Los transponders de tipo cerámico son los primeros que salieron al mercado, característicamente pertenecen a la familia de los de código fijo. Son conocidos en el mercado como los T5, 4C o 33, según la casa que los fabrica. ¹³



Figura 1. 8 Transponder cerámico

(CISE Electronics. Transponders). [Ref. 28 de marzo de 2013].

Fuente: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/398-inmovilizadorselectr%C3%B3nicos.html>

¹³ CISE Electronics. Transponders en cerámica. [En línea]: < <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/398-inmovilizadorselectr%C3%B3nicos.html>>. [Consulta]: 21 de enero de 2013

1.8.2. Transponder en cristal

Los chips en cristal figura (1.9), son los más pequeños tienen el tamaño de un arroz y se colocan dentro de la llave de encendido, son los más utilizados y pertenecen a la familia de los Crypto. Tampoco necesitan batería sino que son polarizados por una antena ubicada en el switch de encendido. Son herméticos y durables, su tamaño reducido permite su fácil acoplamiento en la llave de encendido. Son delicados por su construcción y requiere delicada manipulación.

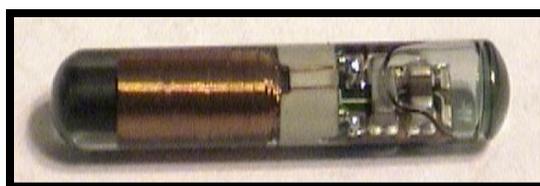


Figura 1. 9 Transponder en cristal

(CISE Electronics. Transponders). [Ref. 28 de marzo de 2013].

Fuente: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/398-inmovilizadorelectr%C3%B3nicos.html>

1.8.3. Transponder con cabezal electrónico

Las llaves con cabezal electrónico figura (1.10), tienen un mayor tamaño debido a que poseen una placa con todos los microcomponentes, pero su ventaja es que tienen mayor alcance, son delicados y susceptibles a daños. Este tipo de llave tiene en su interior un transponder con su propia fuente de alimentación con una pequeña batería, teniendo un mayor rendimiento en cuanto a la transmisión de datos. Los vehículos Volkswagen son los que más usan este tipo de chip.



Figura 1. 10 Transponder con cabezal electrónico

(CISE Electronics. Transponders). [Ref. 28 de marzo de 2013]. Fuente: <http://>

http://www.ecutool.com/proimg/OEM-Smart-Key-for-Mercedes-Benz_3524133_b.jpg

CAPÍTULO II

PROGRAMACIÓN DE LLAVES CON TRANSPONDER DE LAS MARCAS VOLKSWAGEN, CHEVROLET Y FORD

2.1. Procedimientos y técnicas de programación

La programación de un transponder consiste en decodificar y trasladar la información contenida en el sistema inmovilizador del vehículo a una llave con chip en blanco, mediante un equipo de programación, codificación o activación del transponder. Se necesita un vínculo directo del equipo al sistema inmovilizador a través del conector OBD. El vehículo debe prestar algunos requisitos para dar paso al procedimiento de programación de la llave con transponder.

- Tener como mínimo 12,5 Volts en la batería del vehículo.
- No debe presentar códigos de averías en la unidad de control.
- En algunos casos es necesario el pin CODE.

2.1.2. Tipos de procedimientos para la programación de transponder

Los procedimientos para la programación de los transponders provienen de los manuales de los vehículos y de los fabricantes de los sistemas de inmovilización, se realizan siguiendo una serie de pasos específicos para ligar la llave con el modulo inmovilizador del vehículo y que permita encender sin ningún inconveniente los tipos de procesos pueden ser cuando se cuenta con una llave programada o cuando no se tiene ninguna.

2.1.2.1. Con la llave maestra o de programación

La programación con la llave maestra es la que permite el proceso de programación de las nuevas llaves, viene con una tarjeta en la cual el fabricante detalla el código de seguridad para la programación que en caso de no contar con escáner se puede introducir con el pedal del acelerador siguiendo un método específico en cada modelo de vehículo. Los procedimientos vienen dados por los fabricantes en cada caso por el modelo o año del vehículo.

2.1.2.2. Con equipo de programación escáner

La programación mediante escáner es la más sencilla y práctica de realizar. Consiste en conectar el equipo al puerto OBD, seleccionar la marca, el modelo y programar la llave, con este método se programa el número de llaves permitidas por el fabricante. En algunos casos es necesario el código Pin de seguridad del fabricante, este código se obtiene de varias maneras: decodificando el código mediante el número VIN del vehículo o comprando el código a las personas certificadas que tienen acceso a dicha información.

2.2. Programación de las diferentes marcas

La programación de las llaves con chip transponder, se diferencian entre sí por las pequeñas secuencias a seguir para cada marca de vehículo, en este caso para Volkswagen, Chevrolet y Ford. En los vehículos de última generación existen sistemas inmovilizadores que trabajan con llaves inteligentes, son modernos y tienen códigos encriptados por el fabricante, los cuales pueden variar cada vez que se inserta la llave de ignición.

2.2.1. Programación de transponder en un vehículo para la marca Volkswagen

La programación en los vehículos de la línea Volkswagen tienen la particularidad que pertenecen al grupo VAG es decir Volkswagen Sociedad Anónima, junto con varias marcas como SEAT, Skoda, Audi, etc. La programación en estos vehículos es similar, con la particularidad que varía en los modelos de automóviles y en las llaves con transponder a utilizar. En la figura 2.1 se muestra el módulo inmovilizador de un Volkswagen Gol.¹⁴

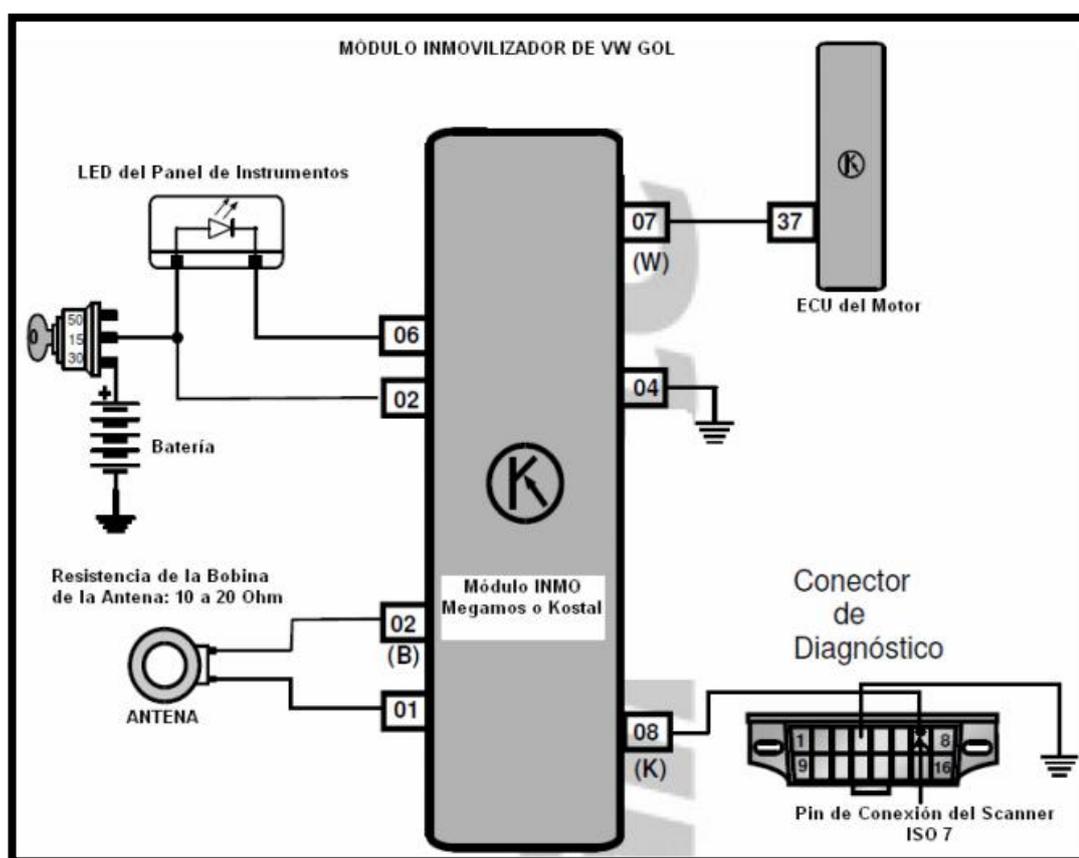


Figura 2. 1 Módulo inmovilizador del VW Gol

(MONTEROS, Pablo. Técnicas de inmovilizadores). [Ref. 2 de abril de 2013].

Fuente: 1. En línea <http://www.codekey.com.ar/public/manuales/Codekey%20Inmovilizadores%201.pdf>

¹⁴ MONTEROS, Pablo. Técnicas de inmovilizadores 1.

[En línea]: <<http://www.codekey.com.ar/public/manuales/Codekey%20Inmovilizadores%201.pdf>>

[Consulta]: 02 de abril de 2013.

2.2.1.1. Programación con scanner

La programación en los vehículos Volkswagen mediante el uso del scanner debe realizarse siguiendo los pasos definidos por el equipo programador. Con la ayuda del equipo la programación es más sencilla y requiere de pocos minutos. Cuando una llave está en funcionamiento y quiere adicionar una nueva, se deberá programar ambas llaves. Los procedimientos fueron editados desde el manual de aplicaciones del escáner AD100 en la sección de VAG IMMOBILISER.¹⁵

- Conectar el scanner al puerto OBD del vehículo.
- Oprimir el botón ajustes.
- Insertar el código secreto de 4 dígitos en PROCEDIMIENTO DE ACCESO. En caso de no verificarlo, agregar un cero adelante.

Nota: Con el equipo T-CODE PRO se puede levantar el PIN CODE del inmovilizador por el terminal de diagnóstico.

- Una vez insertado el código oprimir el botón ACCEDER. Para ingresar el código secreto se dispone de dos intentos, al tercero error no se podrá ingresar hasta después de transcurridos 35 minutos con el swich en modo encendido.
- Colocar el número 21 en el casillero del canal en adaptación.
- Oprimir el botón COMENZAR ADAPTACIÓN, verificar el casillero de VALOR ACTUAL para observar la cantidad de llaves que se encuentran adaptadas en el vehículo.

¹⁵ TAPIA CABEZAS, Santiago. Diseño de circuitos inmovilizadores en vehículos con inyección electrónica de gasolina. [En línea]. <<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4157/2/T-ESPEL-0225.pdf>> [Consulta]: 06 de abril de 2013.

- Colocar en el casillero NUEVO VALOR el número de la cantidad de llaves que se desea programar con un máximo de 8 llaves que acepta el sistema.
- Oprimir el botón ACTUALIZAR y luego GRABAR. Con este paso la llave que se encuentra en el cilindro de encendido se encuentra ya programada.
- Retirar la llave del contacto.
- Colocar una nueva llave próxima a programar.
- Seguido de que se apague el testigo del inmovilizador en el tablero, retire la llave.
- Repetir los pasos 10 y 11 hasta programar todas las llaves.

Nota: el tiempo de adaptación de todas las llaves no puede superar los 30 segundos. El tiempo solo se tomará en el momento en el que la llave se encuentra en la posición de encendido, por lo tanto apenas se apague el testigo del inmovilizador se debe cortar el contacto y retirar la llave para continuar con el procedimiento. Si en el momento de adaptación de las llaves se excede el tiempo o se coloca una llave ya programada se interrumpirá el proceso y quedarán programadas las llaves ya ingresadas hasta el momento.

2.2.2. Programación de transponder en un vehículo para la marca Chevrolet

La programación de las llaves en la marca Chevrolet que pertenece a la casa de General Motors, tiene un sistema de inmovilización conocido como IMO (Immobiliser Signal Code), que sirve como control antirrobo pasivo y donde la llave con transponder programado es la única opción para habilitar el encendido del vehículo. El sistema inmovilizador es autónomo y puede ser diagnosticado de forma independiente.

La unidad de control solo puede ser reprogramada con el código de seguridad que se encuentra en la tarjeta de información del vehículo (CAR PASS). La información que contiene la unidad de control incluye el Pin Code y el código del transponder. El código de seguridad no puede ser borrado o reescrito usando un escáner. Tiene la ventaja de ser lo bastante seguro en cuanto a encriptación del código para exclusividad del usuario que porte la llave.

2.2.2.1. Programación de las llaves

La programación en los vehículos de Chevrolet consiste en verificar los estados del sistema tales como: el voltaje de la batería, los códigos de falla existentes si reuniendo esos requisitos el sistema no presenta ninguna anomalía se procede a la programación con el escáner. Los procedimientos fueron editados desde el manual de aplicaciones del escáner AD100 en la sección de GM IMMOBILISER.

- Verificar el voltaje de la batería que sea por lo menos de 12V.
- Mediante el escáner AD100, seleccionar la opción de programación de llaves.
- Si la función de borrado de llaves está completa presionar ENTER KEY.
- Seguir las instrucciones que se indican en la pantalla del programador.
- Ingresar el código de seguridad que se encuentra en la tarjeta Security Pass.
- Si el código es correcto presionar ENTER KEY.
- Si el código ingresado es incorrecto presionar BACK para reingresar el código.
- Al ingresar correctamente el programador mostrará un mensaje ACCESS GAINED.
- Seguir las instrucciones del programador.
- Se indicara que la programación se realizó con éxito y cuantas llaves están programadas hasta el momento.
- Se puede programar hasta 5 llaves, repitiendo el proceso de programación.

2.2.2.2. Programación del transponder de una Trailblazer/EXT 2002/2003 ¹⁶

La programación del vehículo Trailblazer versión americana, cuenta con la programación manual de las llaves, la ejecución del trabajo se lleva a cabo con la manipulación de los contactos, intentando arrancar varias veces el vehículo y esperando un tiempo justo para accionar el interruptor de encendido, con ello se conseguirá grabar los códigos en el sistema. Este tipo de adaptación es posible por los parámetros previamente guardados en los elementos de conducción.

- Poner el contacto ON.
- Encender el motor, el motor no arrancará.
- El led del sistema se iluminará.
- Después de aproximadamente diez minutos el led se apagará.
- Poner el contacto en OFF.
- Esperar 5 segundos.
- Poner el contacto ON.
- Intentar arrancar el motor, el motor no arrancará.
- El led del sistema se iluminará.
- Después de aproximadamente de 10 minutos el led se apagará.
- Poner el contacto en OFF.
- Esperar 5 segundos.
- Poner el contacto en ON.
- Intentar arrancar el motor, el motor no arrancará.
- El led del sistema se iluminará.
- Después de aproximadamente de 10 minutos el led se apagará.
- Poner el contacto en OFF.
- Espere 5 segundos.
- Arrancar el motor.
- Poner el contacto en OFF.
- Borrar los códigos de error con una máquina de diagnóstico.
- Las llaves de repuesto también se pueden grabar con un equipo de diagnóstico.

¹⁶ ELME TOOLSS.L 2.006 54. Programación manual de los transponders y telemandos. [En línea]. www.codekey.com.ar/public/manuales/programaciones_manuales.pdf [Consulta]: 15 de abril de 2013.

2.2.3. Programación de transponder en un vehículo para la marca Ford

En los vehículos Ford, el sistema utilizado para el inmovilizador es conocido como PATS (Passive Anti Theft System). Es un sistema antirrobo pasivo es decir el usuario del vehículo no está habilitado para activar o desactivar el inmovilizador. Funciona con un transponder ubicado en la llave de encendido. Ejecuta su trabajo cuando se introduce la llave en el contacto de encendido y se comunica con una antena, al girar la llave en la posición de encendido se envía el código y el motor arranca de manera normal si reconoce y confirma dicho código. En caso contrario el sistema PATS no desactiva la inmovilización del vehículo y no da paso al encendido del motor.

En el sistema PATS el modulo inmovilizador puede estar en diferentes lugares según el modelo del vehículo, como indica la figura 2.2, cuando se encuentra en un módulo individual pueden ser programadas un máximo de 16 llaves, y con una llave se programada es suficiente para que el auto funcione.

Ford								
Model	Year	Module	PATS	Min	Max	S/I	Key	
Contour (option V6)	97-2/1/98	PATS	I	1	16	Y	692055	
	2/2/98-00	PCM	II	2	8	Y	692055	
Crown Victoria	1998-02	PATS	II	2	8	N	598333	
	2003-04	PCM	II	2	8	Y	599114	
	2005-09	PCM CAN	II	2	8	Y	599114	
E series trucks	2008-09	ICM CAN	II	2	8	Y	599114	
Edge	2007-09	ICM CAN	II	2	8	Y	599114	
Escape	2001-04	PCM	II	2	8	Y	691643	
	(not Hybrid)	2005-07	PCM CAN	II	2	8	Y	691643
	(not Hybrid)	2008	ICM CAN	II	2	8	Y	599114
	Hybrid	2006-07	PCM CAN	II	2	8	N	599114
Hybrid	2008-09	ICM CAN	II	2	8	N	599114	
Excursion	2000-05	PATS	II	2	8	N	598333	
Expedition (optional) all mdls.	1997-98	PATS	I	1	16	N	598333	
	1999-02	HEC	II	2	8	N	598333	
	2003-04	PCM	II	2	8	Y	599114	
	2005-06	PCM CAN	II	2	8	Y	599114	
Explorer (4 door)	2007-09	ICM CAN	II	2	8	Y	599114	
	1998-01	PATS	II	2	8	Y	598333	
	2002-03	PCM	II	2	8	Y	599114	
	2004-05	PCM CAN	II	2	8	Y	599114	
Explorer Sport (2 dr)	2006-09	ICM CAN	II	2	8	Y	599114	
	98-7/23/00	PATS	II	2	8	N	598333	
	7/24/00-03	PCM	II	2	8	N	598333	
Explorer Sport Trac	to 7/23/00	PATS	II	2	8	N	598333	
	7/24/00-05	PCM	II	2	8	Y	599114	
	2007-09	ICM CAN	II	2	8	Y	599114	
F-150 heritage	1999-04	HEC	II	2	8	N	598333	

Figura 2. 2 Sistemas de inmovilizadores y transponders Ford

(SISTE SECONS, FoCOM service guide – PATS functions). [Ref. 13 de abril de 2013].

Fuente: <http://auto-diagnostics.info/pdf/focom-pats-info-en.pdf>

En otra operación con el módulo inmovilizador individual, es necesario programar dos llaves como mínimo y un máximo de 8 llaves especificación obligatoria por el fabricante para permitir que funcione el vehículo. Cuando el modulo inmovilizador está integrado en el tablero de instrumentos se necesitan programar dos llaves como mínimo y 8 como máximo para que el vehículo funcione. En el caso de que el modulo inmovilizador se encuentre en el módulo SCIL (Steering Column Ignition Lighting Module), requiere programar dos llaves como mínimo y un máximo de 16 llaves para que el auto funcione. Si el modulo inmovilizador se encuentra dentro de la PCM, requiere programar dos llaves como mínimo y 8 como máximo.

2.2.3.1. Programación de las llaves en el sistema PATS¹⁷

Las exigencias del sistema para una correcta adaptación de las llaves son: 12.2 Voltios en la batería como mínimo y una llave ya programada. Para adicionar una llave extra, para los sistemas con el modulo inmovilizador independiente y en el módulo SCIL, requieren que el parámetro PID (Identificador de Parámetros) sea <16>. Razón por la cual el equipo de programación debe tener una calibración en los parámetros de adaptación de llaves.

- Insertar la llave programada en el contacto de encendido y girar hasta llegar a la posición ON.
- Quitar la llave original y en los próximos 5 segundos insertar la llave a programar, girar la llave hasta la posición ON.
- La luz testigo del inmovilizador prenderá por dos segundos, nueva llave estará programada y podrá dar arranque al vehículo.

¹⁷ Sistemas PATS. [En línea]: <www.diagnosiscoches.espana-foro.es/t379-sistemas-pats>. [Consulta]: 14 de abril de 2013.

En los sistemas donde el modulo inmovilizador está ubicado en el tablero de instrumentos y en la PCM es importante verificar que el identificador de parámetros PID indique <8, SPARE_KEY must be = ENABLE>, porque requiere de un parámetro de adaptación diferente que nos ubica el tipo de sistema en el programador. En el siguiente proceso se describe la programación para este caso en particular.

- En el caso de que el mensaje en el PID salga DISABLE, se requiere el equipo de diagnóstico de agencia (NGS).
- Seleccionar SERVICE BAY FUNCTIONS.
- Seleccionar el modulo donde se encuentra ubicado el modulo inmovilizador.
- Acceso de seguridad.
- Luego de 10 minutos se cambiara el mensaje en el PID a ENABLE.
- Apagar el contacto de encendido y retirar el conector de diagnóstico.
- Abrir el contacto de encendido con la llave programada en la posición ON y luego OFF.
- Al cabo de 5 segundos quitar la llave valida 1, insertar la llave valida 2 y abrir a la posición ON.
- En un tiempo de 10 segundos cerrar la llave 2 en la posición de OFF.
- Dentro de los 10 segundos quitar la llave 2, para insertar la nueva llave y colocar en posición ON.
- La luz testigo se prenderá por 3 segundos, se permitirá encender el vehículo.
- Apagar y verificar el proceso.
- Esperar 30 segundos para la programación de las llaves adicionales.

2.2.3.2. Programación con escáner AD100

- Colocar la llave en el contacto en la posición ON.
- Presionar ENTER KEY.
- Verificar el tipo de sistema, según el modelo del vehículo.
- Seguir las instrucciones del equipo.

- La identificación del sistema de la ECU aparecerá en la pantalla y presionar ENTER KEY.
- Se muestra la identificación de la ECU, los códigos de falla que se debe borrar, y las funciones especiales que muestran la programación de las llaves, elegir la última opción.
- El equipo muestra las opciones de borrado de llaves, chequeo de llaves programadas y programación de llave. Tomar la decisión y presionar ENTER.

Nota: programación de llave no es posible en los sistemas HEC, VIC e ICM.

- Seguir las instrucciones de la pantalla del equipo.
- Retirar la llave del contacto y colocar otra llave en la posición ON durante 5 segundos y retirarla. Reinsertar la primera llave y poner en posición ON durante 5 segundos y retirar la llave.
- Esperar unos segundos y probar las llaves.
- Para adicionar una llave, se necesita solamente una llave para la programación. El tiempo de espera para la programación es de 10 minutos.
- Ignorar el mensaje que dice: se requiere mínimo 2 llaves para la programación.
- Es importante verificar el tiempo de espera que requieren los vehículos Ford para programar las llaves.
- Seguir las instrucciones del equipo.
- Retirar la llave del contacto después de que el tiempo de espera haya terminado, con éxito la llave estará adicionada.
- Esperar algunos segundos y probar la llave.
- Comprobar que no existan errores de códigos.
- Si se borraron los errores correctamente, en la pantalla se indicará que el procedimiento está completo.

2.3. Equipos para programar transponders

En la programación de transponder es ideal tener un conocimiento de los diferentes equipos que se utilizan para cada caso en especial, existen varias marcas y modelos, se distinguen por su interfaz de manejo y por la función específica que cumplen. Los equipos de alta gama tienen incluidas funciones de programación, clonado de llaves, desinmovilización del vehículo y decodificación del PIN CODE. También existen equipos que tienen la particularidad de leer una memoria físicamente extraída del vehículo en forma de microcontrolador.

2.3.1. Clonadores y programadores de llaves profesionales ¹⁸

Programador de llaves profesional Tango

El programador Tango figura 2.3 es un producto de fabricación europea, trabaja con 601 módulos de inmovilizadores. Actualiza mensualmente otros modelos, es compatible con los clonadores como: MEGA COPY, ZED BULL, etc. La interconexión con dos productos diferentes facilita la clonación y programación de las llaves. Tango es un equipo muy utilizado en la cerrajería automotriz brinda una ayuda para la programación de los transponders.



Figura 2. 3 Programador Tango

(AUTOMOTRIZ EN VIDEO. Equipos de programación de llaves, inmovilizadores y lectores de memorias).
[Ref. 23 de abril de 2013].

Fuente: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2013/01/tango-key-programmer-300x267.jpg>

Lector y programador de memorias profesional Orange 5

El lector de memorias Orange que se observa en la figura 2.4 es un equipo de programación profesional para memorias EEPROM y microcontroladores. Es una herramienta muy eficiente para el cerrajero automotriz, puede leer y escribir en macrolenguajes de distintos protocolos, se adapta fácilmente para cumplir los requisitos de lectura y escritura de los algoritmos de diferentes sistemas de inmovilizadores. Además permite la conexión con las líneas K y CAN en los automóviles de última generación.



Figura 2. 4 Lector y programador de memorias Orange 5

(AUTOMOTRIZ EN VIDEO. Equipos de programación de llaves, inmovilizadores y lectores de memorias).
[Ref. 23 de abril de 2013].

Fuente: http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2013/01/Orange-5_base_kit-300x179.jpg

Scanner profesional enfocado en programación ADVI

El scanner profesional ADVI que se observa en la figura 2.5 tiene una base de datos muy amplia que permite abarcar un determinado número de marcas y transponder para programar. Este equipo sirve para el diagnóstico de vehículos se conecta a un computador. Es una de las herramientas más completas porque permite programar llaves, ECUs, paneles de instrumentos, etc. Puede leer el código PIN, también trabaja con los sistemas CANBUS y KESSY.

¹⁸ AUTO EXACTO. Equipos para La programación de llaves. [En línea]. < http://www.diagnostico-automotriz.com/?gclid=CLeD7YiR0LYCFRRfnAodZUKA_Q>. [Consulta]: 14 de abril de 2013.



Figura 2. 5 Scanner y programador ADVI

(AUTOMOTRIZ EN VIDEO. Equipos de programación de llaves, inmovilizadores y lectores de memorias).
[Ref. 23 de abril de 2013].

Fuente: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2013/01/avdi-300x207.jpg>

Programador de llaves y extractor de códigos T300

El programador de llaves T300 que se indica en la figura 2.6 es una herramienta que sirve para la extracción de códigos de inmovilizadores, programa llaves, trabaja con una gran variedad de marcas, incluye cables y adaptadores para conectar en el ODB. Sirve como complemento de los programadores para descifrar el código PIN necesario para ingresar al sistema. Se actualiza mediante internet con nuevos software para la programación de llaves.



Figura 2. 6 Programador y extractor de codigos T300

(AUTOMOTRIZ EN VIDEO. Equipos de programación de llaves, inmovilizadores y lectores de memorias).
[Ref. 23 de abril de 2013].

Fuente: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2013/01/t300-programador-de-llaves-300x230.jpg>

Programador de llaves y extractor de códigos SBB

El programador de llaves y extractor de códigos SBB que se indica en la figura 2.7 es una máquina que permite la programación de llaves de manera muy sencilla en muchos modelos de automóviles. Puede leer los códigos del inmovilizador añadir llaves, leer el número de llaves programadas. Está protegido con una clave de seguridad para evitar el uso sin autorización. Realiza lecturas del PIN CODE, también memoriza las funciones efectuadas.¹⁹



Figura 2. 7 Programador y extractor de códigos SBB

(AUTOMOTRIZ EN VIDEO. Equipos de programación de llaves, inmovilizadores y lectores de memorias).
[Ref. 23 de abril de 2013].

Fuente: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2013/01/sbb-300x225.jpg>

Programador de llaves Gambit

El equipo de programación Gambit que se indica en la figura 2.8 es un programador de llaves y generador de códigos desde el inmovilizador para poder arrancar el vehículo. Trabaja con transponders que no están pre-codificados sino en blanco. Viene con un software para realizar la programación con ayuda de un ordenador. Tiene la particularidad que es portátil y de fácil acceso para su utilización puede realizar programaciones de las llaves con código Crypto.

¹⁹ MERCOKEY. Programadores de llaves. [En línea]: <<http://www.mercokey.com>> [Consulta]: 15 de abril de 2013.



Figura 2. 8 Programador Gambit

(MANINITECH. GAMBIT CAR KEY MASTER II). [Ref. 23 de abril de 2013].

Fuente: <http://www.maninitech.com/objetos/GAMBIT.jpg>

Programador de llaves SKT 100

El SuperKey Tool SKT-100 que se indica en la figura 2.9 es un programador de transponder, que realiza funciones de lectura y escritura de llaves, necesita de un ordenador o computadora para cargar el software y ejecutar la programación de las llaves. Es fácil de utilizar no requiere de complicados procesos, para poder acceder a la información del vehículo, gracias a su lector de diámetro agrandado consigue la lectura inmediata de los transponders.



Figura 2. 9 Programador SKT 100

(AUTOMOTRIZ EN VIDEO. Equipos de programación de llaves, inmovilizadores y lectores de memorias). [Ref. 23 de abril de 2013].

Fuente: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2013/01/SKT-100-300x285.jpg>

Clonador y programador de llaves Zed Bull

El clonador y programador Zed Bull que se indica en la figura 2.10 es un dispositivo que tiene la función de clonación de llaves. Es muy útil para trabajar con el sistema inmovilizador, tiene las características de extraer el PIN CODE y programar los transponders de la EEPROM en el vehículo. Se actualiza automáticamente con ayuda de la conexión a internet, es muy útil para trabajar con varias marcas de vehículos.



Figura 2. 10 Clonador y programador Zed Bull

(AUTOMOTRIZ EN VIDEO. Equipos de programación de llaves, inmovilizadores y lectores de memorias).
[Ref. 23 de abril de 2013].

Fuente: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2013/01/Zed-Bull-300x285.jpg>

2.3.2. Lectores y programadores de memorias

Los lectores de memorias Xprog M5.0 y UPA-USB que se indican en la figura 2.11 son necesarios en el caso de que la codificación de llave no admita el ingreso al inmovilizador. El procedimiento empieza con extraer físicamente la memoria EEPROM del módulo o la ECU, luego la memoria es colocada en la placa para su lectura. Son de mucha ayuda porque la principal condición para la programación de un transponder es obtener el código pin del vehículo.

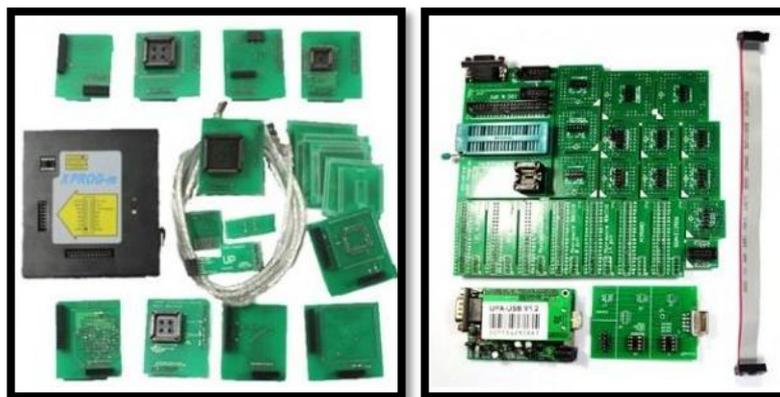


Figura 2. 11 Lectores y programadores Xprog M5.0 y UPA-USB

(AUTOMOTRIZ EN VIDEO. Equipos de programación de llaves, inmovilizadores y lectores de memorias).

Fuente: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2013/01/UPA-USB-300x285.jpg>

2.4. Programación de una llave con transponder en un Toyota Corolla

En el siguiente proceso se clonará una llave ya programada de un vehículo de la marca Toyota que se indica en la figura 2.12 en otra llave con un transponder en blanco, la programación se realizó con ayuda del equipo MEGA COPY, solo se necesitan la llave del vehículo y de las características como marca, modelo y año de fabricación. Estos datos nos ayudan a identificar el tipo de transponder que utiliza la llave de encendido para poder aplicar el procedimiento adecuado.

- Marca: Toyota
- Modelo: Corolla
- Año: 2009



Figura 2. 12 Toyota Corolla

Con los datos del vehículo se procede a realizar la lectura de la llave para realizar la clonación. En la figura 2.13 se observa el clonador AD900 con que cual se realizará el proceso para transferir los datos de la llave original a una genérica. Será necesario utilizar un ordenador con el software del programador y acceso a internet. El requerimiento para la ejecución del software es tener la versión de Windows XP, ya que el programa funciona con dicha versión del sistema operativo del ordenador.



Figura 2. 13 Clonador AD900

En la clonación es necesario un procedimiento que se lleva a cabo con la correcta utilización del equipo para lograr con éxito la copia de la llave original en una llave genérica, en la figura 2.14 se indican el equipo y la llave del vehículo. En las diferentes marcas de vehículos los procedimientos son similares solo cambia el tipo de transponder que se debe utilizar. A continuación se describen los siguientes pasos para clonar la llave:

- Insertar la llave en la ranura de la clonadora verificando que el transponder esté ubicado a la altura del lector del equipo. La llave tiene una protección sintética y en su interior tiene el transponder el cual no es posible removerlo manualmente, pero basta con insertar en la ranura de lectura para que se realice la verificación del chip y el procedimiento de clonación de las llaves para el vehículo Toyota.



Figura 2. 14 Llave con transponder original

- En el menú del equipo se aparecerán las funciones de: identificación, copiar, escribir código, funciones especiales, test y configuración, el clonador permite las opciones mencionadas que sirven para trabajar con llaves codificadas, se debe seleccionar la opción de identificación figura 2.15, para ver el tipo de transponder que tiene la llave.

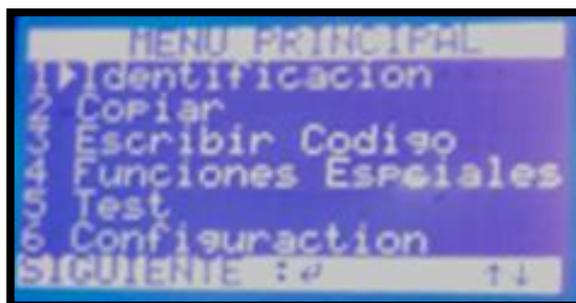


Figura 2. 15 Opción de identificación de la llave

- En la pantalla del equipo aparecerá un mensaje de LEYENDO por favor, aguarde. Se observa en la figura 2.16 el aviso de lectura el cual tarda alrededor de seis segundos, no se debe remover la llave del equipo para evitar algún tipo de avería. En el momento de realizar la lectura de la llave es importante colocar de manera correcta para que capte la señal del chip.

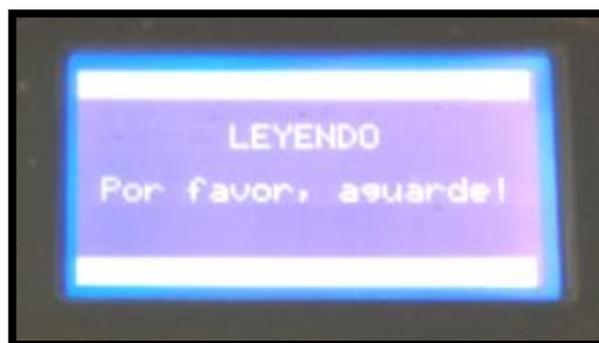


Figura 2. 13 Mensaje en la pantalla del clonador LEYENDO

- En la pantalla se puede observar que la llave tiene un transponder TEXAS Crypto 4D que se indica en la figura 2.17, con la identificación del tipo de transponder, se busca uno genérico en este caso es un TPX2 Crypto, el chip tiene la forma de un arroz su construcción es con in integrado y un arrollamiento interno con una protección exterior de cristal.

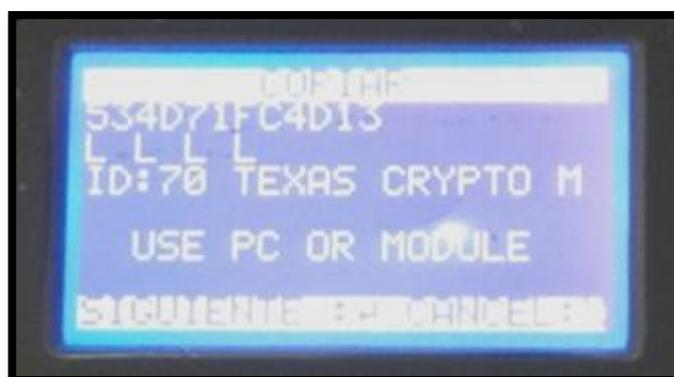


Figura 2. 17 Código de identificación de la llave

- El transponder solo podrá ser clonado con ayuda de un ordenador y conexión a internet, estos requerimientos son necesarios debido a que el programa necesita de una fuente de datos que se encuentran en línea para ejecutar la clonación. Los códigos encriptados se pueden decodificar únicamente con el equipo de lectura gracias a las funciones especiales que le permiten filtrar la información.

- Ejecutar el programa de clonación en el ordenador. Para iniciar el programa se debe tener conectados el equipo de clonación AD900 con el ordenador. Se elige la opción de COPIAR en el menú del clonador. Luego seleccionar la opción READ en el ordenador. Seleccionar la opción de calcular “TPX2/EH2” Supercomputer. El transponder utilizado es un TPX2 Crypto de cristal, se lo puede observar en la figura 2.18, tiene la particularidad de ser muy pequeño y entran en un tipo de llave especial que tiene la ranura para colocar el chip transponder.



Figura 2. 14 Transponder TPX2

- Elegir el tipo de transponder a usar, marcar en la casilla TPX2. Al seleccionar la opción, se le informa al programa que está listo para ejecutar la operación de clonación sobre la llave genérica figura 2.19, para conseguir un duplicado exitoso es importante no remover la llave del equipo. La importancia de no retirar la llave en el proceso de duplicado es valiosa ya que resguarda la integridad del transponder original y evita un borrado accidental en la clonación.

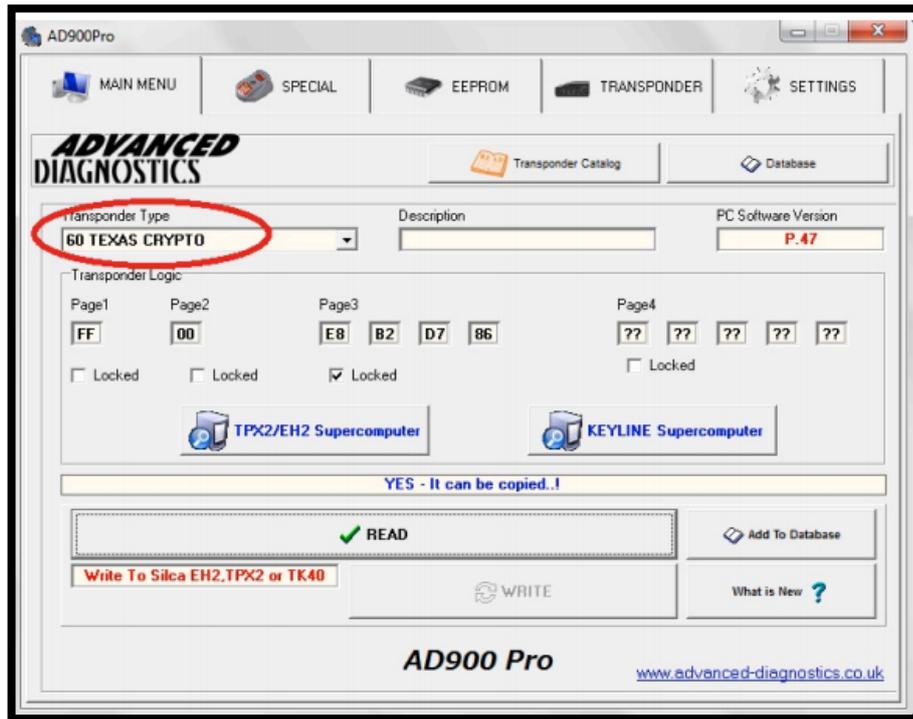


Figura 2. 15 Menú del programa del clonador AD900 Pro

- Colocar la llave con el transponder genérico para copiar la información de la llave original como se indica en la figura 2.20. Una vez colocada en el equipo no se debe remover hasta terminar el proceso de clonación, si se llega a interrumpir el proceso se deberá esperar unos minutos para ingresar la llave nuevamente. El equipo se encarga de verificar la información, filtrar los códigos programar el proceso de duplicado.



Figura 2. 16 Llave genérica para clonar

- Seleccionar la opción de escritura WRITE, que permite escribir sobre la llave con el chip en blanco. En el ordenador se mostrará un mensaje verificando que el código fue copiado como se indica en la figura 2.21. al escribir sobre el tranponder en blanco se copia la información de un chip a otro. Con el control del software de programación se logra el duplicado de las llaves de encendido.

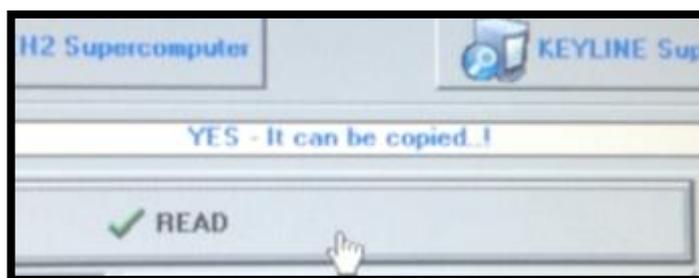


Figura 2. 17 Menú del programa de clonación, copiado exitoso

- Finalmente se verifica que el código de la copia de la llave coincida con el código de la llave original como se observa en los equipos de la figura 2.22. Luego finalmente se procede a encender el vehículo con la llave clonada, siendo lógico el arranque del vehículo al tener el mismo código en el tranponder. La nueva llave duplicada servirá de reemplazo de la original para ser usada en cualquier ocasión.



Figura 2. 18 Llaves con el mismo código luego de la clonación

CAPÍTULO III

DUPLICACIÓN DE LLAVES Y OBTENCIÓN DEL PIN CODE

3.1. Procedimientos para duplicar las llaves con transponders

Duplicar un transponder consiste en transferir la información contenida en una llave programada hacia otra llave en blanco, mediante una herramienta que pueda identificar, leer y escribir la información contenida en el chip de la llave. Otro medio para duplicar llaves es de forma manual y varía según la marca y modelo del vehículo. La clonación, significa realizar una copia exacta de la llave original con el mismo código. Para duplicar las llaves existen equipos como: Zed Bull, Mega Copy, RW4 Plus, etc. Una copia es posible cuando se dispone de una llave programada en uso.²⁰

En la tabla 3.1 se indican las equivalencias de los transponders que tiene un reemplazo en específico para realizar duplicados, también la casa o fabricante y a que tipo pertenece, si es de código fijo o encriptado. La información sirve para saber el correspondiente chip integrado que equivale al original del fabricante, se puede conseguir la descripción de cada chip integrado por internet o donde un distribuidor de cerrajería.

²⁰ HOYOS, David. Introducción a los sistemas inmovilizadores. [En línea]: <http://www.grupotkd.com/admin/archivos/Foro1_v1.pdf> [Consulta]: 16 de abril de 2013.

TIPOS DE TRANSPONDERS				
FABICANTE	FIJOS		ENCRIPTADOS	
	Descripción	Transponder sobre el que se escribe	Descripción	Transponder sobre el que se 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	EH1-4C	4D	EH2, TPX2
NOVA, SILCA, SODIMAC	T5	T5	N/A	N/A

Tabla 3. 1 Equivalencias de los transponders para duplicar

Fuente: HOYOS, David. Introducción a los sistemas inmovilizadores. [En línea]:
 <http://www.grupotkd.com/admin/archivos/Foro1_v1.pdf> [Consulta]: 16 de abril de 2013.

3.1.1. Copia de transponder mediante equipo de clonación

Copiar un transponder es un procedimiento que requiere de la llave original o una ya programada y de un equipo para transferir los códigos encriptados hacia una llave que no tenga ninguna programación. El siguiente procedimiento para duplicar transponders se obtuvo del manual de instrucciones del programador MEGA COPY, los pasos son exclusivamente para el programador mencionado, pero aplicables a otras marcas de equipos.

3.1.1.1. Procedimiento para copiar transponders con código fijo

- Seleccionar copia en el menú del programador.
- Introducir la llave en la antena lectora.
- Presionar “ENTER”.
- Se realizará la lectura del transponder.
- Retirar la llave.
- Presionar “ENTER”.
- En la pantalla se indicará que transponder se debe utilizar.
- Introducir la nueva llave con el transponder indicado y presionar “ENTER”.
- Finalmente aparecerá un mensaje “SUCCESSFUL” copia exitosa.

3.1.1.2. Procedimiento para copiar un transponder mediante escritura de código

La función escribir código permite copiar un transponder fijo sobre un transponder virgen. El procedimiento es simple y requiere de un equipo de clonación que tenga habilitado esta función, es importante no retirar la llave del equipo mientras se digita el código extraído en la llave en blanco. Los siguientes procedimientos aplicables únicamente en caso de que el chip permita un acceso a los códigos encriptados.

- Seleccionar la opción “ESCRIBIR CÓDIGO”.
- Presionar “ENTER”.
- Utilizar las flechas para realizar la selección del transponder.
- Presionar “ENTER”.
- Introducir los dígitos con el teclado.

Nota: según el tipo de transponder puede tener 8, 16 o 32 dígitos, en la pantalla del programador aparecerá la cantidad de códigos para ingresar.

- Escribir el código y presionamos “ENTER”.
- Colocar el transponder T5 en la antena.
- Seleccionar copiar, empezará en proceso de escritura sobre el T5.

- Finalmente aparecerá un mensaje “SUCCESSFUL” copia exitosa.

3.1.2. Copia de transponder mediante software computarizado

El procedimiento para copiar el transponder mediante un software, consiste en seguir los las instrucciones del programa correctamente, tiene la ventaja de usar recursos de internet para decodificar la información y realizar la copia de las llaves. Las siguientes instrucciones son para la copia del transponder TEXAS CRYPTO del manual de instrucciones de MEGA COPY figura 3.1.



Figura 3. 1 Software MEGA COPY

(AUTOMOTRIZ ELME TOOLS. Manual de instrucciones MEGA COPY). [Ref. 12 de mayo de 2013].

Fuente: http://www.codekey.com.ar/public/megacopy/megacopy_manual_es.pdf

- Seleccionar “MENU PRINCIPAL”.
- Introducir llave original en la antena.
- Presionar “LEER”.
- La información del transponder aparecerá en la pantalla.
- Seleccionar el icono de acceso “WEB”.
- Presionar confirmar conexión a internet y aceptar.
- Cuando los cálculos hayan concluido aceptar y retirar la llave.

- Introducir el cabezal EH2 o TPX2 en la antena y seleccionar el tipo de transponder utilizado en el programa.
- Seleccionar la opción de escribir.
- Finalmente aparecerá un mensaje “SUCCESSFUL” copia exitosa.

3.2. Estrategias para obtener el PIN CODE ²¹

El código pin se encuentra encriptado en los sistemas de inmovilización del vehículo y es uno de los puntos más importantes al momento de programar porque permite el acceso a los programadores de llaves, las estrategias o maneras de obtener el código que permite al técnico tener una mayor visión del trabajo que requiere la falla. Existen varios métodos para obtener siendo lo más sencillo usar el equipo específico para dicho trabajo.

3.2.1. Obtención del PIN CODE mediante escáner

Los equipos de obtención de códigos, tienen la función de obtener el PIN CODE sin la necesidad de ir al concesionario, los procedimientos necesarios para encontrar el código fueron obtenidos del manual de instrucciones del programador SBB de la compañía europea SILCA. El manual cuenta con un procedimiento para el equipo de programación el cual es recomendado para el trabajo.

- Con el programador conectado seleccionar la función PIN CODE SERVICE.
- Presionar ENTER.
- En la pantalla se muestra las marcas de vehículos, con las flechas elegir el modelo específico y presionar ENTER.
- Seleccionar el modelo y año del vehículo.
- Finalmente presionar ENTER.
- En la pantalla aparecerá en código de dígitos conocido como PIN CODE.

²¹ SILCA S.p.A. Manual de instrucciones del programador SBB. Editorial Vittorio Veneto. 2007 [Consulta]: 24 de abril de 2013.

3.2.2. VAG PIN CODE

Las siglas VAG se refieren al grupo de Volkswagen, habilita a algunos modelos de vehículos para leer el código de manera directa desde la toma de OBD-II. Luego de seleccionar PIN CODE SERVICE elegimos la opción VAG PIN CODE. Si el auto está disponible saldrá el mensaje de “Encender el cuadro”, caso contrario indicará en un mensaje: “Dispositivo no habilitado para funcionar en este vehículo”. Seguidamente girar la llave en el encendido a la posición ON.²²

3.2.3. Proceso de comunicación para leer el PIN CODE

El proceso de comunicación es complejo empezando por leer el pin code el que genera el mensaje de esperar conexión, que aparecerá en la pantalla. Se recomienda seguir con los pasos del equipo programador para mantener un lineamiento de las acciones que ejecuta el programador y aceptar los requerimientos del equipo para obtener con éxito el pin code. Los siguientes pasos se los encontrara a medida que se requiera extraer el código.

3.2.4. VAG 7-4 PIN converter

El VAG 7-4 PIN converter, es una función del programador que permite convertir el código de 7 cifras que viene dado por el concesionario, en el código pin de 4 cifras para utilizar en la programación de los transponders en las marcas VOLKSWAGEN, AUDI, SEAT Y SKODA. La conversión del código simplifica la manera de encontrar el Pin Code evitando pasar por otros procedimientos como el desmontaje del tablero de instrumentos y la extracción de la memoria del inmovilizador.

²² SILCA S.p.A. Manual de instrucciones del programador SBB. Editorial Vittorio Veneto. 2007. [En línea]: <http://www.qq8o.cn/lingsui/SSB_Spanish.pdf> [Consulta]: 24 de abril de 2013.

3.2.5. PIN 7

Es el código que entrega el concesionario para realizar un pedido de llave con transponder originales a la matriz, para obtener el código es necesario cierta información que requiere de los datos del cliente y del vehículo para autenticar el pedido. Esto es un requisito porque se debe asegurar a quien se le entrega la llave y los motivos por la que realiza el pedido todo como medida de seguridad.

- El número de serie de la centralita del inmovilizador.
- Número de chasis del vehículo.
- Copia y permiso de circulación.
- Documento del solicitante.

3.2.6. Dealer

Es el sello que el concesionario utiliza para validar las intervenciones que se realizan en el vehículo. En el caso de realizar un mantenimiento en el sistema la casa matriz concede al distribuidor autorizado un ingreso para realizar el procedimiento de decodificación. Se encuentra en el manual de mantenimiento del automóvil, seguido en el programador, activar la función DEALER y presionar ENTER, permite tener acceso a los datos de importación.

3.2.7. Importador

El importador está encargado de habilitar el proceso para decodificación con el código de identificación del país donde se solicita el PIN 7 varía de un país a otro. El código se encuentra en el sello que el concesionario que sirve para certificar los trabajos que se han realizado en el vehículo. En la tabla 3.2 se encuentran los códigos del importador de varios países la aplicación de los códigos es importante para que el equipo funcione correctamente.

PAÍS	CODIGO DE IMPORTACIÓN
ITALIA	264
INGLATERRA	210
USA	444
CANADA	999
ESPAÑA	572
PORTUGAL	261

Tabla 3. 2 Códigos del importador

3.2.8. PIN 4

Es el código de 4 cifras, conocido propiamente como PIN CODE. Sirve para la programación de las llaves. Se encuentra encriptado en el sistema inmovilizador del vehículo y se puede decodificar con los equipos de búsqueda como el programador SBB, puede calcular el código PIN siempre y cuando conozca: código 7, código del concesionario, código de importador y fecha de entrega.

3.2.8.1. Decodificación PIN 4

La decodificación del Pin 4 o PIN CODE, es el procedimiento mediante el cual se extrae el código de 4 números mediante el ingreso de los datos recopilados por el técnico, las instrucciones anteriores se complementan para ingresar los datos previos en el equipo y generar el código pin. Para calcular en código es necesario seguir los siguientes pasos:

- Colocar el día, mes y año de emisión del código 7.
- Para activar la función, seleccionar DATE y presionar ENTER.
- Insertar el PIN7, el DEALER y el CÓDIGO IMPORTADOR.
- Seleccionar cada dato, ingresar en orden y presionar ENTER.
- Al colocar un dato se confirmará el ingreso con un asterisco.

- Finalmente el PIN CODE de 4 dígitos, aparecerá automáticamente luego de haber insertado todos los datos.

3.2.9. Obtención del PIN CODE para Hyundai y Kia ²³

Para las marcas coreanas, el PIN CODE se obtiene con el cálculo de los números del vehículo, al ingresar el número de 6 cifras conocido como VIN (Vehicle Identification Number). El programador se encarga de verificar los códigos de fabricación y año del automóvil, lo que permite al técnico programar los vehículos sin necesidad de dirigirse al DEALER para obtener el código.

Nota: esta función se puede utilizar para obtener de manera única el PIN CODE de las marcas Hyundai y Kia para los inmovilizadores SYSTEM 2.

- Seleccionar la función PIN CODE SERVICE seguido de HYUNDAI PIN CODE o KIA PIN CODE.
- Presionar ENTER y el dispositivo muestra el mensaje: Introducir los últimos 6 números del VIN.
- Insertar los 6 últimos números del VIN y presionar ENTER.
El VIN es el número del chasis del vehículo. Suele estar ubicado junto a la compuerta del conductor o en una placa en el interior del capó del motor.
- Finalmente el dispositivo muestra el PIN CODE en la pantalla del programador.

²³ SILCA S.p.A. Manual de instrucciones del programador SBB. Editorial Vittorio Veneto. 2007. [Consulta]: 24 de abril de 2013.

3.2.10 Extracción de código de memorias mediante DUMP

La extracción del PIN CODE mediante lectura de memoria conocido como DUMP, consiste en leer el código PIN de la memoria de manera directa, extrayendo físicamente el chip de la unidad de control donde esté conectado. Para el proceso es necesario un lector de memorias como: Tango, Tacho, Orange, etc. Que se conectan directamente al computador vía USB, seguido ejecutar el programa y finalmente se obtiene el código PIN.

3.2.10.1. Procedimiento para obtener el PIN CODE por DUMP²⁴

- Extraer la ECU del vehículo.
- Localizar la memoria EEPROM y desoldar.
- Colocar la memoria en un lector o programador. Ejemplo UPA programmer.
- Leer el archivo y guardarlo con un nombre identificable.
- Una vez con el archivo guardado devolver la memoria a la ECU.
- Con el uso de un programa llamado PIN CODE3000, filtrar el archivo guardado.
- Elegir la marca, el modelo de ECU y cargar el archivo de la memoria.
- Pulsar obtener número PIN y esperar unos segundos.
- Finalmente aparecerá el PIN CODE de 4 dígitos.

²⁴ EQUIPO AUTOMOTRIZ JAVAZ. Extracción del Pin Code ecu VW sistema me 7.5.20. [En línea]: <http://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/extraer-pin-code-de-ecu-me-7.5.20.pdf> [Consulta]: 26 de abril de 2013.

CAPITULO IV

AVERÍAS DEL SISTEMA INMOVILIZADOR

4.1. Reconocimiento de fallas en el sistema inmovilizador²⁵

Dentro del sistema inmovilizador, pueden existir fallas mecánicas, electrónicas y de comunicación. Para reconocer las fallas en el sistema, se realiza un diagnóstico de avería y así separar las partes del conjunto inmovilizador con el fin de establecer la sección que necesita mantenimiento o reparación inmediata. Las fallas que se encuentran en el sistema inmovilizador abarcan problemas tanto internos de red y comunicación, así como físicos en la llave de encendido.

- **Pérdida de la llave**

En el caso de pérdida de alguna de las llaves es necesario, que se re programe las otras llaves con un código diferente para inutilizar la llave perdida. En caso de no poseer una llave de repuesto, es preciso programar un nuevo transponder mediante un equipo programador. La llave de encendido representa la parte del sistema más vulnerable a daños y en la mayoría de los casos a la pérdida de equipo.

- **Avería electrónica (transponder)**

El transponder es un elemento electrónico pequeño, se encuentra en el interior de la llave de encendido y trabaja con radiofrecuencia. Una de las averías más frecuentes son las interferencias en las señales de onda del transponder cuando se coloca cerca del microondas, puede causar daños en el circuito integrado de manera permanente. Es importante aislar la parte electrónica del transponder para evitar daños con las ondas electromagnéticas.

²⁵ SAPIA José Luis. Manual técnico inmovilizadores [En línea]:

<http://www.electronicar.net/IMG/INMO%20ITSA.pdf>. [Consulta]: 2 de mayo de 2013.

- **Rotura mecánica**

La rotura mecánica suele ocurrir en el cilindro de encendido o en la llave. En el primer caso sucede por la manipulación brusca o intento de atraco, se reemplaza el cilindro con un juego de llaves nuevas, se puede utilizar el mismo transponder ya programado. En el caso de rotura de la llave, solo se reemplaza por una copia y también se puede usar el mismo transponder ya que físicamente está intacto y se encuentra programado.

- **Testigo del inmovilizador averiado**

El testigo se encuentra en el tablero de instrumentos, alimentado por la unidad de mando, informa al usuario del estado operativo del sistema inmovilizador. Se enciende al accionar la llave de contacto y se apaga transcurrido algunos segundos en el caso de que todo esté en orden. Presenta varias averías, como: que no encienda o se mantenga encendido de manera permanente. En el primer caso puede ser un fusible quemado. En el segundo caso puede ser un corto o un mal contacto que provoque que se mantenga encendido.

- **Módulo inmovilizador dañado**

El módulo inmovilizador es el componente más importante del sistema, aquí se comparan los códigos de seguridad para dar paso al encendido o caso contrario el bloqueo del vehículo. Puede presentar daños en la memoria EEPROM inutilizando el sistema o cortocircuito en la placa del inmovilizador. Cualquiera que sea el daño se debe reemplazar y programar el inmovilizador para ingresar nuevas llaves.

- **Centralita del control del motor averiada**

La centralita del motor es la que controla directamente los procesos de encendido, comanda a los inyectores y en caso de avería suele presentar un código en el tablero de instrumentos, se indica que se encuentra activada la inmovilización en el sistema bloqueando las funciones de encendido del vehículo, siendo necesaria la sustitución, con la particularidad de que la memorización del código es automática.

- **Antena en el conmutador de arranque averiada**

La antena es un componente esencial para el funcionamiento del sistema, se encarga de energizar al transponder y de transmitir los códigos para la activación del sistema. La avería que presenta este componente es la rotura o desgaste que causen interferencia en la transferencia de las señales emitidas por el transponder. También en los casos que tienen el modulo incluido en la antena puede presentar una falla electrónica en los componentes del conjunto.

- **Código de falla: Anti-Theft System**

Los códigos de falla que se presenten en el sistema indican el mal funcionamiento del mismo, un código puede presentarse en el momento de ingresar una llave no válida en el encendido, inmovilizando el vehículo de inmediato. Conocido como Anti-Theft System o Immobilizer, están acompañadas de un código que representa una avería en específico dentro del sistema. Las fallas están relacionadas con los parámetros de funcionamiento y la manera en la que opera en sistema inmovilizador.

- **Ruido**

El ruido electromagnético interviene en el funcionamiento del sistema RFID. Las interferencias tienen consecuencias cuando se instala un nuevo sistema o equipo que funcione con ondas electromagnéticas, intervienen aparatos eléctricos como la radio y las pantallas de video. El efecto del ruido puede ser corregido colocando correctamente la antena del lector y el transponder. Se puede corregir algunos ruidos aislando los componentes que creen interferencias.

- **Objetos metálicos en el accionamiento del transponder**

Los objetos metálicos en proximidad del transponder en el momento del encendido interfieren en su funcionamiento, reduciendo el campo de lectura y creando resintonización. Se recomienda no tener cerca un objeto metálico de alta densidad como: varillas o tubos. Los problemas ocasionados en el sistema inmovilizador no son permanentes mientras se pongan a distancia los objetos metálicos.

- **Interferencias con transponders en proximidad**

La proximidad de dos llaves con transponder, puede interferir en el funcionamiento del sistema, el lector en primer lugar leerá el dispositivo que se encuentre más cercano. En el caso de que los transponders que se encuentren orientados de la misma forma hacia el lector, ninguno de los dispositivos podrán ser leídos. Se recomienda tener una llave a la vez y nunca guardar una llave en el vehículo.

4.2. Diagnóstico de fallas con escáner

El correcto diagnóstico cuando se presentan fallas en el sistema inmovilizador, se lo realiza con el escáner, verificado el estado del sistema y revisando los códigos de falla presentes, el equipo muestra un código de avería y hacia dónde dirigirse para solucionar el problema. Para desbloquear el sistema es necesario el escáner que ayuda a ingresar en el módulo inmovilizador mediante conexión OBD y realiza un diagnóstico completo del sistema.

4.2.1. Sistema de diagnóstico de fallas a bordo OBD

Es una función del sistema inmovilizador que se encarga del diagnóstico de averías, se activa automáticamente cuando el interruptor de encendido pasa a la posición ON. El diagnóstico a bordo sirve para verificar de manera inmediata un problema de falla con el destello de la luz testigo o la forma de la señal emitida. En la tabla 4.1 se indica el patrón de las señales de la luz testigo provenientes del DTC. Los valores correctos de cada vehículo se encuentran especificados en el manual del fabricante, las señales que se muestran en la tabla son una referencia para los destellos más comunes de la luz testigo. El sistema de fallas a bordo monitorea las funciones de los diferentes componentes y la señal transferida entre ellos. La avería es mostrada en el tablero de instrumentos con una luz testigo del sistema inmovilizador y es guardada en el PCM como un código DTC.

DTC	PATRON DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN
1		Número de identificación no está registrado en la unidad del inmovilizador, después de girar la llave en la posición ON.
2		Error en el formato del número de identificación. (Rango de voltaje, frecuencia).

3		El número de identificación no está en la entrada del inmovilizador, después de colocar la llave en la posición ON.
4		Bobina o el cableado de la instalación entre el inmovilizador y la bobina está en circuito abierto.

Tabla 4. 1 Patrón de señales de la luz testigo provenientes del DTC

Fuente: MAZDA MOTOR EUROPE GMBH. Manual del sistema inmovilizador, extracto de la tabla de códigos DTC. 2005 [Consulta]: 01/05/2013]

4.3. Códigos de avería del sistema inmovilizador

Los códigos de averías del sistema inmovilizador, pueden identificarse con el parpadeo o destello de la luz testigo del inmovilizador en el tablero de instrumentos, también se observa los códigos en el escáner, identificando directamente que representa el código mostrado en la pantalla del equipo de diagnóstico. En las tablas 4.2 y 4.3 se detallan los códigos de falla par los vehículos del grupo VAG y Ford respectivamente.²⁶

Tabla 4. 2 Códigos de avería VAG 1551

Código avería	Causa posible de la avería	Consecuencias	Corrección de la avería
01128 Bobina lectora para inmovilizador	Cableado de la bobina lectora hacia el cuadro de instrumentos defectuoso. Bobina lectora con cable defectuosa.	El motor no arranca y parpadea la luz testigo de control.	Verificar la bobina lectora, así como el cableado (inspección visual); sustituir la bobina lectora. Borrar la memoria de averías y consultar nuevamente si fuera necesario sustituir tablero de instrumentos.

01176 Llave, señal demasiado pequeña, no autorizada	Bobina lectora o cable defectuoso (resistencia de paso/contacto flojo)	El motor no arranca y parpadea la luz testigo.	Verificar la bobina lectora, así como el cableado (inspección visual). Si fuera necesario, sustituir la bobina lectora.
01176 Llave, señal demasiado pequeña, no autorizada	Falta pieza electrónica en la llave de encendido (Transponder) o no funciona.	El motor no arranca y parpadea la luz testigo.	Sustituir la llave de encendido y programar todas las llaves de encendido.
	La llave de encendido no está adaptada.	El motor no arranca y parpadea la luz testigo	Adaptar nuevamente todas las llaves de encendido y verificar su funcionamiento.

Código avería	Causa posible de la avería	Consecuencias	Corrección de la avería
01312 Bus de datos motopropulsor defectuoso.	Averías en los cables de datos.	Comportamiento de marcha defectuoso (tirón al cambiar de marcha, golpe de inversión de las cargas).	Verificar código de la unidad de control. Consultar la memoria de averías de las unidades de control conectadas al bus de datos motopropulsor y reparar la avería.
	Bus de datos motopropulsor en estado bus-OFF.	Sin regulación de la dinámica de la marcha.	Verificar el cableado del bus de datos según esquemas.
65535 Unidad de control averiada	Unidad de control en cuadro de instrumentos averiada.	El motor no arranca y se enciende el testigo de control.	Sustituir el cuadro de instrumentos.

²⁶ V.A.G. 1551. Manual de mantenimiento. Código de averías. [Consulta]: 30 de abril de 2013.

Tabla 4.3 Códigos de avería del PATS 2 CAN ²⁷

DTC	Código de parpadeo del testigo	Descripción/anomalía	Posibles causas	Medidas a tomar
B1681	11	No se recibe la señal del transceptor PATS	Cableado del transceptor PATS, conector del transceptor, transceptor CJB, PCM o cuadro de instrumentos.	Remítase al WDS (Sistema de Diagnostico Mundial en línea de Ford).
B1232 B2103	12	Fallo en la bobina de la antena del transceptor del PATS, el vehículo no arranca.	Transceptor del PATS	Sustituya el transceptor del PATS.
B1600	13	La llave no corresponde al PATS, la llave de contacto codificada está dañada o no se recibe el código de la llave, el vehículo no arranca.	Llave de contacto PATS codificada	Remítase al WDS. Prueba del PATS.
B2431	13	Fallo en la Programación del transceptor, Transponder Crypto solamente. El vehículo no arranca.	Llave de contacto	Remítase al WDS. Prueba del PATS.
B1602	14	Identificación parcial de llave PATS, el vehículo no arranca.	Llave de contacto PATS codificada, transceptor.	Remítase al WDS. Prueba del PATS.

²⁷ MONTEROS, Pablo. Técnicas de inmovilizadores 1. [En línea]:

<<http://www.codekey.com.ar/public/manuales/Codekey%20Inmovilizadores%201.pdf>> [Consulta]: 30 de abril de 2013.

B1601	15	Código de llave incorrecto, llave sin programar. El motor no arranca (activa modo Anti-Scan durante 20 seg).	Llave de contacto PATS codificada.	Remítase al WDS. Prueba del PATS.
U1147	16	Se está utilizando una llave incorrecta, el motor no arranca.	Llave de contacto	Utilice la llave de contacto correcta. Remítase al WDS. Prueba del PATS.
U2510	16	Enlace de comunicaciones CAN entre el PCM y el cuadro de instrumentos, el motor no arranca.	Circuito, PCM o cuadro de instrumentos.	Remítase al WDS. Prueba del PATS.
B1213	21	Número de llaves codificadas del PATS programadas por debajo del mínimo, el motor no arranca.	Número de llaves programadas incorrecto o llave de contacto PATS codificada.	Remítase al WDS. Prueba del PATS.
B2141	22	Falla de configuración de la memoria no volátil (NVM). No hay intercambio entre el PCM y el cuadro de instrumentos, el vehículo no arranca.	PCM o cuadro de instrumentos.	Remítase al WDS. Prueba del PATS. Si la falla persiste sustituir el sistema PATS.
B2139	23	Falta de concordancia entre datos. Los mensajes de seguridad del PCM y del cuadro de instrumentos no concuerdan, el vehículo no arranca.	PCM o cuadro de instrumentos.	Remítase al WDS. Prueba del PATS. Si la falla persiste sustituir el sistema PCM.
P1260	-	PCM deshabilitado	PCM o cuadro de instrumentos.	Remítase al WDS. Prueba del PATS.

4.4. Solución de las fallas más comunes del sistema

Las fallas presentes en el sistema inmovilizador generalmente, requieren la sustitución del elemento averiado, ya sea una llave, la antena, el módulo inmovilizador, etc. En otros casos la solución a las fallas se las puede corregir con ayuda del escáner, para des inmovilizar el vehículo o programar nuevas llaves. El sistema inmovilizador dispone de un modo de autodiagnóstico, que monitorea todos los componentes que forman parte del sistema y la transmisión de datos que existe entre los mismos.

4.4.1. Autodiagnóstico para vehículos Ford, destello de la luz testigo²⁸

En los vehículos Ford, el comportamiento normal de la luz que indica el sistema inmovilizador en el tablero de instrumentos, en el momento de accionar el interruptor de encendido a la posición ON es prender la luz testigo por tres segundos y luego apagarse. Con el motor apagado el testigo se debe encender cada tres segundos para indicar que está activo. De otro modo el sistema revela una posible falla con códigos de destello.

Falla 1

Testigo PATS permanece encendido siempre y el motor no arranca. Causa: solo tiene programada una llave y el sistema requiere de un mínimo de 2 llaves para funcionar. Solución: programar la segunda llave en el sistema con ayuda de un escáner o equipo programador. Esta falla puede presentarse en el momento de una configuración inapropiada en el sistema como es la programación de una llave únicamente.

²⁸ ALIANZAAUTOMOTRIZ. Vehículos Ford con sistema inmovilizador de seguridad pasiva PATS. [En línea]: <<http://www.alianzaautomotriz.com/tips/vehiculos-ford-con-sistema-inmovilizador-de-seguridad-pasiva-pats/>> [Consulta]: 2 de mayo de 2013.

Falla 2

Testigo PATS destella repetidamente una vez por segundo. Causa: Hay problemas relacionados con el módulo inmovilizador, verificar los códigos de avería. Solución: Verificar los códigos de avería con el escáner y revisar la alimentación y las masas de los componentes del sistema. Si el problema persiste reemplazar el módulo inmovilizador y realizar un ajuste del componente para adaptar correctamente el equipo.

Falla 3

Testigo PATS siempre actúa como si la llave no estuviera en la posición ON, destella cada 3 segundos. Causa: Defectuosa alimentación al PCM o la línea de 5 volt que alimenta al TPS está a tierra. Solución: Revisar la carga de la batería que no esté por debajo de los 12 volt, cambiar o cargar el acumulador. Revisar los voltajes del sensor TPS. Es importante que la batería tenga una carga porque el sistema requiere de un mínimo de voltaje para su funcionamiento.

Falla 4

Testigo PATS destella una vez por segundo al girar el interruptor a ON, no existe acceso con el escáner y tampoco indica códigos de avería. Causa: Posible falla en el PCM, la alimentación de 5 volt al TPS está a tierra. Solución: Revisar la alimentación al PCM, verificar voltaje de la batería y conexiones al sensor TPS. Las conexiones al PCM son delicadas y se debe tener cuidado de no ocasionar un corto circuito.

4.4.2. Detección de fallas con el osciloscopio

La detección de las fallas con el osciloscopio sirve de ayuda cuando las soluciones de autodiagnóstico no ayudan a identificar el problema, el procedimiento adecuado es verificar las señales del inmovilizador y compararlas con las gráficas correspondientes del sistema. La detección de fallas con el osciloscopio permite ver en donde se encuentra el problema ya sea en el transponder o en el módulo, la ventaja de usar el equipo ayuda en los casos en los que el sistema no indique con un código la avería presente.

Señal de una llave válida medida en el módulo inmovilizador

La señal presente que se observa en el osciloscopio se la puede visualizar, calibrando el voltaje a 1 voltio/división y el tiempo a 100 ms/división como se indica en la figura 4.1. La calibración del osciloscopio es importante ya que sin ella los valores podrían salirse de la pantalla y no se observaría nada. Con el número (1) se puede observar la señal de encendido funcionando correctamente en el margen de voltaje adecuado. Con el número (2) se puede observar la señal válida del transponder cuando identifica el código y aprueba el encendido.

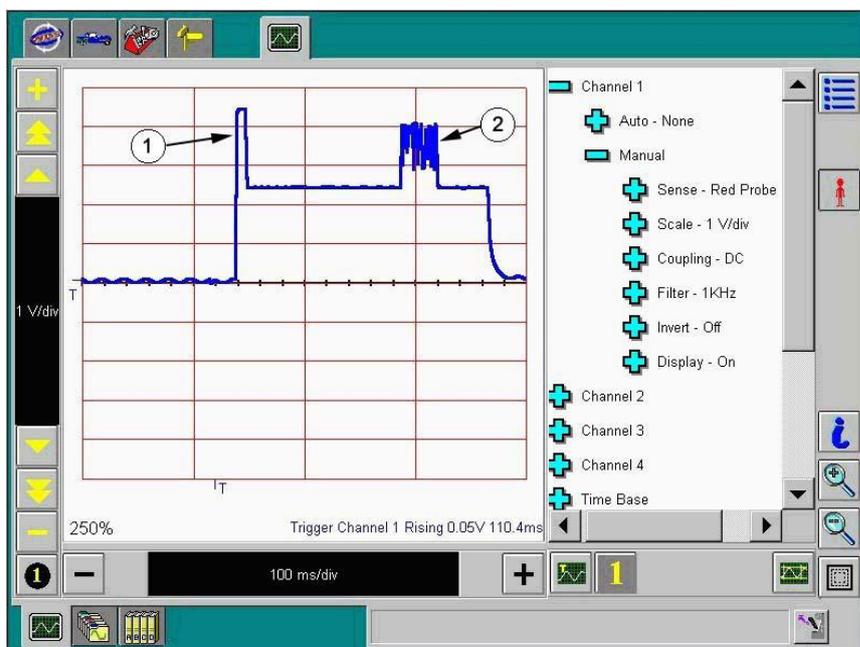


Figura 4. 1 Señal valida del transponder

Señal de una llave no válida

La señal de una llave no válida es fácil de identificar ya que no tienen las oscilaciones en la parte final de la figura esto quiere decir que tiene una avería en la llave o en su defecto no se encuentra programada. También puede darse el caso de que la llave no sea la correcta. En este caso la señal de encendido (1) es válida, pero la señal del transponder (2) no existe. El problema se encuentra en la llave por algún daño físico en el chip transponder. Se puede programar una llave diferente como solución al problema del malfuncionamiento.

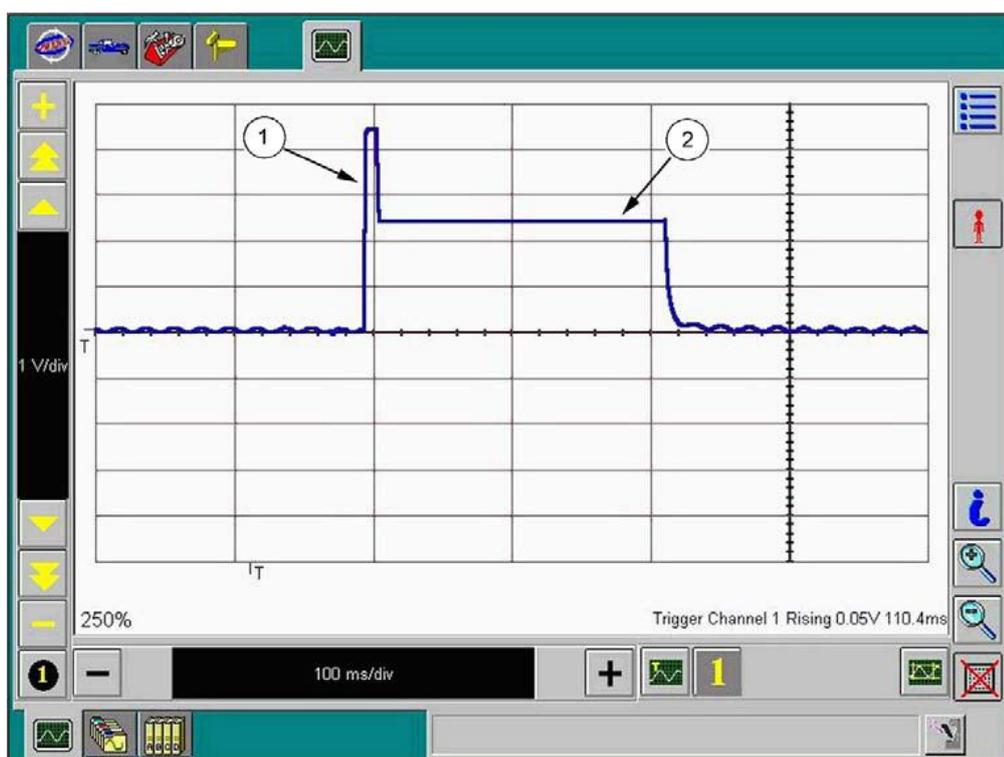


Figura 4. 2 Señal no valida del transponder

Fuente: MAZDA MOTOR EUROPE GMBH. Manual del sistema inmovilizador. 2005 [Ref. 2 de mayo de 2013]

Señal válida del módulo inmovilizador durante la identificación de la llave.

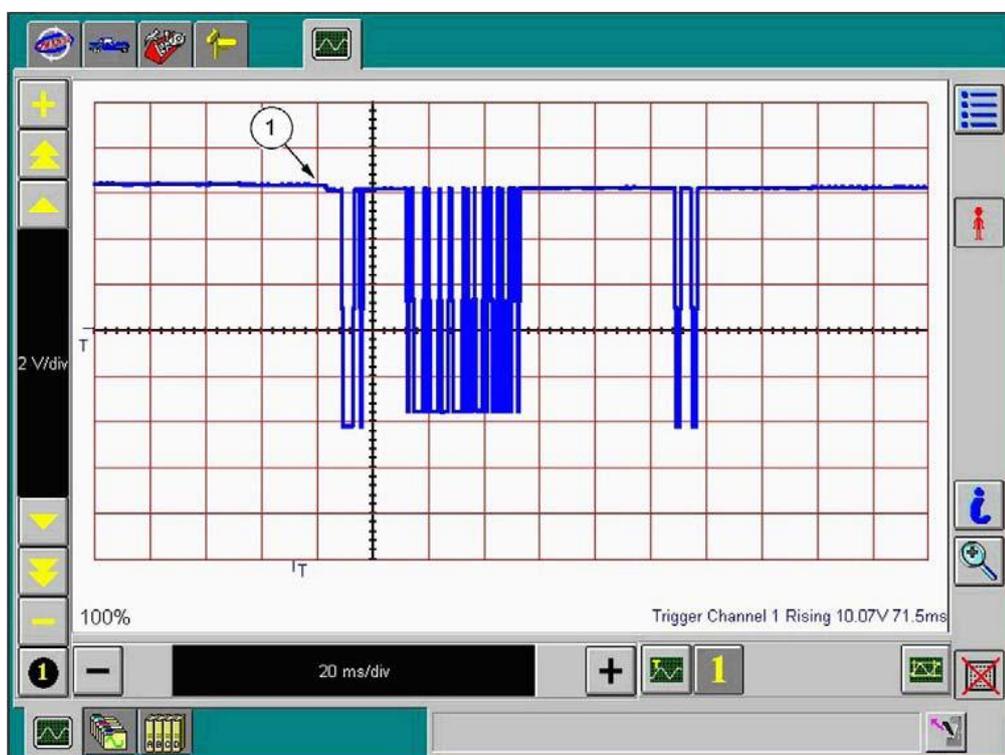


Figura 4. 3 Señal de identificación de la llave

Fuente: MAZDA MOTOR EUROPE GMBH. Manual del sistema inmovilizador. 2005 [Ref. 2 de mayo de 2013]

En este caso, el osciloscopio indica con el número (1) la señal del módulo inmovilizador, que le llegan correctamente los 12 voltios. Es importante ver la señal de voltaje que le llega al inmovilizador para descartar otro tipo de avería que se presenta en el sistema. El transponder funciona de manera eficiente no tiene problemas con las señales emitidas ni la recepción para devolver un código válido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La indagación bibliográfica desarrollada contiene una introducción a los sistemas inmovilizadores, con el fin de brindar una guía para técnicos y personas interesadas en el tema de programación de transponders para las marcas Volkswaguen, Chevrolet y Ford.
- Los equipos utilizados en la programación de transponders son costosos y no abarcan todas las marcas por lo tanto requiere una alta inversión para recuperar los costos de los dispositivos a largo plazo.
- Debe tenerse en cuenta al momento de programar una llave nueva, que en el mercado existen diferentes tipos de transponders, es importante seleccionar el adecuado para el tipo de sistema inmovilizador, diferenciando su funcionamiento en la marca del vehículo y por la tecnología que utilizan.
- Previo a la programación de las llaves con chip, debe tenerse en cuenta el voltaje de la batería que no puede ser menor a los 12 voltios para que funcione correctamente y que el sistema de carga opere correctamente para evitar un desabastecimiento hacia el módulo del inmovilizador.

LISTA DE ACRÓNIMOS

CAN:	Controller Area Network (Controlador de Red de Área)
DDS:	Diesel Diebstahl Schutz (Protección anti-robo Diesel)
DLC:	Data Link Connector (Conector de Enlace de Datos)
DTC:	Diagnostic Trouble Code (Código de Diagnóstico)
EPC:	Electronic Parts Catalogue (Catálogo electrónico de piezas)
IC:	Instrument Cluster (Cuadro de Instrumentos)
OBD:	On-Board Diagnostics (Diagnóstico a bordo)
VIN:	Vehicle Identification Number (Número de Identificación del Vehículo)
WDS:	Worldwide Diagnostic System (Sistema de Diagnóstico Mundial)
PATS:	Passive Anti-Theft System (Sistema Pasivo Antirrobo)
PCM:	Powertrain Control Module (Módulo de Control del Tren motriz)
PID:	Parameter Identification (Identificación de Parámetros)
EEPROM:	Memoria de sólo lectura programable y borrrable eléctricamente
ECU:	Electronic Control Unit (Unidad Electrónica de Control)
PIN CODE:	Personal Identification Number (Número de Identificación Personal)
SCIL:	Steering Column Ignition Lighting Module (Columna de dirección del módulo de iluminación de encendido)
IMO:	Immobiliser Signal Code (Señal del Código del Inmovilizador)
PASS:	Sistema de seguridad de automoción personalizado
VAG:	Volkswagen AktienGesellschaft (Volkswagen Sociedad Anónima)
TPS:	Throttle Position Sensor (Sensor de Posición del Acelerador)

BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas

1. ALONSO, José Manuel. Sistemas de seguridad y confortabilidad 4ta edición. Editorial Paraninfo. Madrid. 2008.
2. ANGULO USATEGUI, José María. microcontroladores DSPIC. diseño práctico de aplicaciones. MCGRAW-HILL, Interamericana de España, S.A. Madrid. 2006.
3. BARRERA, Oscar – ROS MARIN, Joan Antoni “Sistemas de seguridad y confortabilidad”. Editorial Paraninfo. Madrid 2003.
4. BOSCH, Robert. Manual de la técnica del automóvil 4ta edición. Editorial GmbH. Plochingen. 2005.
5. ERJAVEC, Jack. Automotive technology. 5TH Edition. DELMAR. New York. 2010.
6. FINKENZELLER, Klaus. Fundamentos y aplicaciones de tarjetas inteligentes sin contacto e identificación. Editorial John Wiley & Sons. 2003.
7. HOLLEMBEAK, Barry. Advanced automotive electronic systems. Editorial Delmar. New York. 2011.
8. MARTIN HERNANDEZ, Juan Jesús - PEREZ BELLO, Miguel Ángel. Tecnología de la electricidad del automóvil (2º edición corregida y aumentada), CIE Inversiones Editoriales DOSSAT-2000, S.L., MADRID, 2008.
9. RIBBENS, William. Electrónica automotriz. LIMUSA, México, 2007.

10. SHEPARD, Steven. Radio Frequency identification. Editorial McGraw Hill Professional. 2004.

Referencias electrónicas

1. ALIANZAAUTOMOTRIZ. Vehículos Ford con sistema inmovilizador de seguridad pasiva PATS. [En línea]: <<http://www.alianzaautomotriz.com/tips/vehiculos-ford-con-sistema-inmovilizador-de-seguridad-pasiva-pats/>>. [Revisado el 1 de mayo del 2013].
2. AUTOCODE. ICC Immo code, [En línea]: <<http://www.autocode.mx>>. [Revisado el 3 de febrero del 2013].
3. AUTO EXACTO. Equipos para La programación de llaves. [En línea]: <http://www.diagnostico-automotriz.com/?gclid=CLeD7YiR0LYCFRRfnAodZUkA_Q>. [Revisado el 14 de abril del 2013].
4. AUTOKEY TRANSPONDER TEC. Equipos y llaves de programación de transponder. [En línea]: <<http://www.autokeytransponder.com/>>. [Revisado el 4 de febrero del 2013].
5. BOSCH. Inmovilizador. [En línea]: <http://www.bosch-kraftfahrzeugtechnik.de/en/de/component/CO_PC_ES_Body-Electronics_CO_PC_Electronic-Systems_2194.html>. [Revisado el 3 de febrero del 2013].
6. CASTRO Tilso. Sistemas inmovilizadores [En línea]: <<http://autoavance.co/blog-tecnico/25-sistemas-inmovilizadores-vehiculos.html>>. [Revisado el 23 enero del 2013].

7. CISE Electronics. Transponders [En línea]:
<<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/398-inmovilizadores-electr%C3%B3nicos.html>>. [Revisado el 21 de enero del 2013].
8. DACARSA S.L. Inmovilizadores Carretera del Mig, 97, 1º B 08907 L'Hospitalet (Barcelona). [En línea]:
<<http://www.dacarsa.net/formacionindice.php?idg=7>>. [Revisado el 25 de enero del 2013].
9. ELME TOOLS S.L. 2.006 54. Programación manual de los transponders y telemandos. [En línea]: < http://www.codekey.com.ar/public/manuales/programaciones_manuales.pdf>. [Revisado el 15 de abril del 2013].
10. ELME TOOLS. Manual para la programación de llaves. [En línea]:
<http://www.codekey.com.ar/public/manuales/programaciones_manuales.pdf>.
>. [Revisado el 4 de febrero del 2013].
11. HOYOS, David. Introducción a los sistemas inmovilizadores. [En línea]:
<http://www.grupotkd.com/admin/archivos/Foro1_v1.pdf>. [1 de abril del 2013].
12. MAZDA MOTOR EUROPE GMBH. Manual del sistema inmovilizador, extracto de la tabla de códigos DTC. 2005 [Revisado el 01 de mayo de 2013].
13. MERCOKEY, S.L., Zedbull fichas EEPROM, [En línea]:
<<http://fichas.zedbull.es/>>. [Revisado el 3 de febrero del 2013].
14. MIRAMONTES, Oscar. Programming a remote control device using RFID technology. [En línea]:
<<http://www.google.com/patents?hl=es&lr=&vid=USPAT7116229&id=Du96AAAAEBAJ&oi=fnd&dq=transponder+key+programming&printsec=abstract#v=onepage&q&f=false>>. [Revisado el 4 de febrero del 2013].

15. MONTEROS, Pablo. Técnicas de inmovilizadores 1. [En línea]: <<http://www.codekey.com.ar/public/manuales/Codekey%20Inmovilizadores%201.pdf>> [Revisado el 2 de abril de 2013].
16. SAPIA José Luis. Manual técnico inmovilizadores [En línea]: <<http://www.electronicar.net/IMG/INMO%20ITSA.pdf>>. [Revisado el 24 de enero del 2013].
17. SERVICIOS INFORMATICOS KIFER, S.L. Introducción a los sistemas RFID [En línea]: <<http://www.kifer.es/Recursos/Pdf/RFID.pdf>> [Revisado el 14 de marzo de 2013].
18. SILCA S.p.A. Manual de instrucciones del programador SBB. Editorial Vittorio Veneto. 2007 [Revisado el 24 de abril de 2013].
19. TAPIA CABEZAS, Santiago. Diseño de circuitos inmovilizadores en vehículos con inyección electrónica de gasolina. [En línea]: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4157/2/T-ESPEL-0225.pdf> [Revisado el 6 de abril de 2013].