



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO Y COMPOSICION DEL SISTEMA
SMART KEY**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
Ingeniero Mecánico Automotriz**

Autor:

Franklin Eduardo Flores Padilla

Director:

Pedro José Crespo Vintimilla

Cuenca - Ecuador

2014

DEDICATORIA

De corazón y con mucha afición, por el inmenso apoyo, por los días de sacrificios ofrecidos a que yo pudiera culminar mis estudios, por la vida dedicada a que yo pudiera lograr mis objetivos, mis sueños, mis anhelos, por no permitir que me diera por vencido durante mi trayectoria como estudiante universitario y por todo el amor que me han dado, lo cual ha sido muy importante en mi vida. Esto es para ustedes queridos padres! En especial para mi madre quien ha sido el amor que recibo cada mañana, quien ah sido la luz en aquellos momentos de obscuridad, mi recuerdo de la niñez y la necesidad de mi adultez, con cariño para ti.

A mis familiares y amigos más apreciados, que de una u otra forma siempre estuvieron a mi lado alentándome cuando el paisaje se tornaba gris, animándome para que siguiera por el camino que elegí, para que pudiera continuar por la senda del conocimiento y poder hacer posible la conclusión de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme acompañado, cuidado y concedido cada una de mis peticiones y sobretodo esta tan deseada meta.

A mi papá José y madre querida Gloria quienes han sido los pilares fundamentales sobre los cuales se ha construido mi vida y quienes han hecho posible que llegara a este nivel a su paciencia y desvelo.

Para a mi hermano por motivarme y darme la mano cuando parecía que el camino se desmoronaba, a mi niño Juanito por siempre mi agradecimiento.

A tu paciencia y comprensión por dedicarme el tiempo entero para ayudarme a que fuera posible llegar hasta donde hoy estoy, gracias Fer! en ti he encontrado el soporte cuando nadie más ha sido capaz de apoyarme, eres y serás una gran necesidad para mí.

A una persona que más que un amigo lo considero mi hermano, por los momentos compartidos, por las risas, por los intentos de consejos y sobre todo por el apoyo incondicional gracias, por hacer de la vida algo diferente, algo más alegre y divertida.
F.X.R.M.

Al personal docente de la universidad por la ayuda y los conocimientos compartidos durante el desarrollo de este trabajo y por enseñarme lo que significa ser profesional, a mis amigos y compañeros de universidad quienes han hecho de todo el trayecto en la universidad una vivencia muy agradable.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de figuras.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	x
Abstrac.....	xi
Introducción.....	1

CAPITULO I: COMPONENTES DEL SISTEMASMART KEY

1.Introducción.....	2
1.1. Funcionamiento	3
1.2. Características	4
1.3. Tecla Inteligente	5
1.4. Componentes Principales Del Sistema	7
1.4.1. “Smart Key” ECU	8
1.4.2. Osciladores Exteriores.....	9
1.4.3. Sensores Táctiles / Interruptor De Mango Trasero	11
1.4.4. Osciladores De Habitación / Osciladores Internos.....	11
1.4.5. Interruptor De Puerta / Interruptor De Luz De Cortesía	12
1.4.6. Receptor De Mando De Puerta.....	12
1.4.7. Interruptor De Encendido.....	13
1.4.8. Fuente De Control De Alimentación ECU (Prius).....	14
1.4.9. Inmovilizador	15
1.4.10. HV ECU	15
1.4.11. BCM módulo de cuerpo de control (Toyota)	16
1.4.12. BCM módulo de cuerpo de control (Nissan)	16

1.5. Bloqueo Y Desbloqueo De Puertas.....	16
1.6. Bloqueo De Ecu De La Dirección.	18
1.7. Encendido Del Motor.....	18
1.7.1. Arranque Y Parada Del Vehículo.....	18
1.7.2. Funcionamiento Electrónico	20
1.8. Variantes Del Sistema.....	21

CAPITULO II: PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE LA ECU SMART KEY

2. Introducción.....	23
2.1. Comunicación externa RFID (Identificación por radio frecuencia).	24
2.1.1. Características	24
2.1.2. Componentes básicos del sistema de RFID	25
2.1.2.1. Etiqueta o Transponder.....	25
2.1.2.2. Lector RFID.....	26
2.2. Bus Multiplexado de “Smart Key”	28
2.3. Protocolos de comunicación interna “Smart Key”	29
2.3.1. Red CAN- BUS.....	29
2.3.2. Elementos del sistema Can-Bus	30
2.3.2.1. Cables.....	30
2.3.2.2. Elemento de cierre o terminador.....	31
2.3.2.3. Transmisor o Receptor.....	32
2.3.2.4. Controlador.....	33
2.3.3. Funcionamiento del sistema Can-Bus	33
2.3.4. Formato del mensaje	34
2.4. Protocolo Bean.....	35
2.5. Gateway ECU	36
2.6. Comparación entre CAN y BEAN.....	37
2.7. Funciones de componentes y protocolos utilizados.....	38

CAPITULO III: CÓDIGOS, AVERÍAS Y COMPROBACIONES DEL SISTEMA

3. Introducción.....	40
3.1. Causas De Fallos En El Sistema	40
3.1.1. Zonas De Interferencia	40
3.1.2. Pérdida De Llaves	41
3.1.3. Agotamiento De Batería.....	41
3.2. Procedimiento Para la Comprobación De Componentes	42
3.3. Comprobaciones Del Sistema.....	47
3.3.1. Comprobación Del Estado De La Batería Inteligente.....	47
3.3.2. Comprobación Del Interruptor De Llave Inteligente Cancelar.....	48
3.3.3. Comprobación Del Can-Bus.	49
3.4. Procedimiento De Sustitución De Batería.	50
3.5. Programación De Llaves.....	51
3.5.1. Adición de “Smart Keys” o sustitución de llaves perdidas Nissan Armada.	51
3.5.1.1. Procedimiento de registro.....	52
3.5.1.2. Proceso de Programación De Mando A Distancia.	52
3.5.2. Adición De “Smart Keys” o Sustitución De Llaves Perdidas Toyota Prius.	53
3.5.2.1. Procedimiento De Registro.....	53
3.5.2.2. Pasos Para Agregar Llaves Adicionales.....	53
3.5.2.3. Procedimiento de Programación De Mando a Distancia.	53
3.6. Códigos principales del sistema.....	55
3.6.1. DTC “Smart Key” Nissan	55
3.6.2.DTC “Smart Key” Toyota.....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Llave Inteligente	2
Figura N° 1.2 Funciones de llave inteligente	4
Figura N° 1.3 Mandos remotos	5
Figura N° 1.4 Llave inteligente	5
Figura N° 1.5 Batería mando remoto	6
Figura N° 1.6 Localización de componentes Fuente.....	8
Figura N° 1.7 Oscilador externo de puerta Fuente	10
Figura N° 1.8 Sensor táctil de manija.....	11
Figura N° 1.9 Interruptor de puerta	12
Figura N° 1.10 Interruptor de encendido - Toyota Prius.....	13
Figura N° 1.11 Interruptor de encendido - Nissan Armada.....	14
Figura N° 1.12 Apertura de puertas.....	17
Figura N° 1.13 Apertura de puerta con llave de remplazo	17
Figura N° 1.14 Secuencia del modo ignición (pedal de freno liberado)	19
Figura N° 1.15 Llave inteligente	19
Figura N° 1.16 Diagrama de códigos para el encendido	20
Figura N° 1.17 Rango operativo.....	21
Figura N° 1.18 Distribución de antenas.....	22
Figura N° 2.1 componentes en el vehículo.....	23
Figura N° 2.2 Bus de datos.....	29
Figura N° 2.3 Cables de red CAN.....	30
Figura N° 2.4 Elemento de cierre	32
Figura N° 2.5 Transmisor / receptor.....	32
Figura N° 2.6 Controladores red CAN.....	33
Figura N° 2.7 Formato del mensaje en red CAN	34
Figura N° 2.8 Señal de red BEAN con cable único	36
Figura N° 2.9 Conexión en cadena red BEAN.....	36
Figura N° 2.10 Comunicación entre redes mediante Gateway ECU.....	37
Figura N° 2.11 comunicación red can- vean y comunicación serial	38

Figura N° 3.1 Sensor táctil de manija.....	43
Figura N° 3.2 Luz indicadora, tablero de mandos.....	44
Figura N° 3.3 Luz de seguridad de llave, tablero de mandos.....	46
Figura N° 3.4 Led de mando remoto	47
Figura N° 3.5 Ubicación de interruptor cancelar.....	48
Figura N° 3.6 Llave mecánica en el mando remoto	50
Figura N° 3.7 Proceso para cambio de batería	50
Figura N° 3.8 Sustitución de batería.....	51
Figura N° 3.9 Etiqueta El BCM (Body Control Module) Nissan.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Modos de ignición	13
Tabla 1.2 Códigos de encendido.....	21
Tabla 1.3 Alcance Operativo	21
Tabla 1.4 Frecuencias	22
Tabla 1.5 Antenas en el coche	22
Tabla 2.1 Características y comparación de protocolo CAN y BEAN	37
Tabla 2.2 Funcionamiento de componentes con sus respectivos protocolos	39
Tabla 3.1 Códigos principales Nissan Armada	55
Tabla 3.2 Códigos principales Toyota Prius.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: REPROGRAMACION TOYOTA PRIUS.....	62
ANEXO 2: REPROGRAMACION DE NISSAN ARMADA.....	75

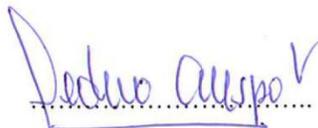
03/02/14

RESUMEN

DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO Y COMPOSICION DEL SISTEMA SMART KEY

En el presente trabajo de grado se realizó el estudio para la descripción del funcionamiento y composición de los sistemas *Smart Key* aplicadas a las marcas automotrices; Nissan Armada y Toyota Prius, utilizando métodos bibliográficos, de esta forma se puntualiza los procesos de comunicación entre el vehículo y la smart key mediante RFID, red CAN-BUS y red BEAN, así también se explica los modos de operación del sistema, sus componentes principales y las distintas funciones del dispositivo, estableciendo las variantes entre las marcas. Además se realizó una breve investigación para la adición y reprogramación de llaves utilizando equipos genéricos. Como resultado se elaboró una guía práctica de procesos de comprobación, aplicable a los modelos estudiados, de forma que permita determinar las principales averías.

Palabras clave: Smart key, reprogramación de llaves, RFID, transponder, CAN-BUS, protocolo-BEAN



Ing. Pedro Crespo
Director de Tesis



Mg. Mauricio Barros
Director de Escuela



Franklin Eduardo Flores
Autor

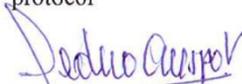
12-03-14

ABSTRACT

DESCRIPTION OF THE SMART KEY SYSTEM OPERATION AND COMPOSITION

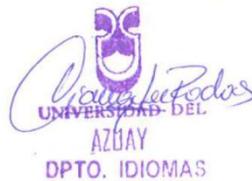
In this graduation work we performed a study to describe the operation and composition of the Smart Key systems applied to automotive brands such as Nissan Armada and Toyota Prius. By using bibliographic methods we were able to point out the communication processes between the vehicle and the Smart Key system by means of RFID (Radio Frequency Identification) technology, CAN-BUS network (Controller Area network) , and network BEAN (Body Electronics Area Network). The system operating modes is also explained, its main components and the various device functions, setting the variants between brands. Additionally, a brief investigation for keys addition and reprogramming was performed by using generic equipment. As a result, a practical guide to testing processes is developed. This guide is applicable to the models studied, so that all major malfunctions can be identified.

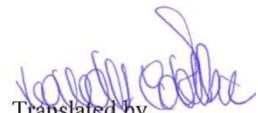
Keywords: Smart key, Keys reprogramming, RFID, Transponder, CAN-BUS, BEAN-protocol


Ing. Pedro Crespo
Thesis Director


Mg. Mauricio Barros
School Director


Franklin Eduardo Flores
Author




Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Flores Padilla Franklin Eduardo
Trabajo de graduación
Ing. Pedro José Crespo Vintimilla
Marzo 2014

DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO Y COMPOSICION DEL SISTEMA “SMART KEY”

INTRODUCCIÓN

La inclusión de vehículos modernos en nuestro medio, ha generado la necesidad de conocer los diversos sistemas que se han desarrollado con las nuevas tecnologías, un ejemplo claro de ello es el sistema “smart key” o sistema de llave inteligente el cual fue diseñado pensando en mejorar la seguridad y sobre todo la comodidad de los ocupantes. Los sistemas de llave inteligente son dispositivos electrónicos integrados a los vehículos, compuestos por una serie de elementos que son comandados por un mando remoto, el mismo que aprueba al conductor realizar varias funciones por ejemplo, permite el acceso al coche mediante la localización del dispositivo remoto y autoriza para que se dé el encendido sin necesidad de usar una llave mecánica en el interruptor de encendido y en la manija de la puerta.

Este sistema como ya se mencionó garantiza la seguridad y comodidad en el vehículo mediante el uso de componentes electrónicos que no se ven comúnmente en la mayoría de coches. Siendo esta la razón por la que “smart key system” será objeto de estudio y descrito en este proyecto, en el que se detallará los componentes principales además de su funcionamiento de esta manera la información recopilada del sistema servirá para la comprensión del tema.

CAPITULO I

COMPONENTES DEL SISTEMA “SMART KEY”

1. Introducción

Este dispositivo opera a través de los elementos del sistema ubicados estratégicamente en la carrocería del coche. El vehículo puede desbloquear automáticamente las puertas cuando se toca la manija, además puede autorizar la apertura del maletero con un solo botón (Dependiendo del sistema).

Los vehículos con sistema “Smart Key” pueden desactivar el inmovilizador y activar el encendido sin insertar la llave en el contacto, siempre que el conductor tenga la llave dentro del vehículo. En la mayoría de los vehículos este proceso se lo realiza pulsando el botón de arranque o interruptor de encendido. Al salir del vehículo este queda bloqueado, ya sea presionando un botón en una de las manijas de las puertas, tocando la manija de la puerta, o simplemente alejándose del vehículo. El método de bloqueo varía conforme el modelo.



Figura N° 1.1 Llave Inteligente

Fuente: <http> [4-abril-2013]

1.1. Funcionamiento

Los sistemas “Smart Key” funcionan mediante comunicación en doble dirección entre un dispositivo inalámbrico y un receptor instalado en el vehículo, es decir, cuando se pulsan los botones, la unidad remota intercambia señales inalámbricas o códigos de identificación (códigos ID) con el vehículo, estos códigos de identificación son recibidos y comparados por el sistema “Smart Key”; este proceso tiene como objetivo único el de verificar los datos transmitidos para autorizar al usuario el acceso al sistema del vehículo.

“El mando remoto recibe las señales siempre que se encuentre dentro del alcance operativo especificado de las antenas del sistema de llave inteligente, situadas en el vehículo. El alcance efectivo para la localización de la unidad remota está en función del fabricante. Mientras están dentro del alcance, las señales continuas que reciben las antenas del sistema de llave inteligente permiten la iniciación de ciertas acciones, como la función de entrada o de arranque y parada del motor.”¹

El sistema se inicia cuando el conductor trata de realizar una acción en el vehículo ya sea encenderlo o simplemente ingresar en él, en cualquiera de los dos casos el sistema envía una señal de identificación mediante radio frecuencia desde el coche al mando inteligente. El mando recibe y procesa la señal para luego enviar una respuesta al coche en una frecuencia determinada mediante el receptor o sensor de frecuencia del vehículo, permitiendo realizar la función que se haya seleccionado.

Una vez que se desea dejar de usar el coche y el ocupante se retira del mismo, el sistema entra nuevamente en comunicación con la llave para que se permita el bloqueo de las puertas y el sistema de arranque. Este proceso se le notifica al propietario del coche mediante ciertas señales que pueden ser sonidos o simplemente mediante las luces intermitentes.

¹ Boston Scientific http://www.bostonscientific-international.com/templatedata/imports/HTML/CRM/pprc_intl/acl/sp/pdfs/EMI/ES_ACL_Smart_Key_Systems_101408.pdf Consultado [04 de abril de 2013]

1.2. Características

“Las llaves inteligentes realizan una variedad de funciones operando a distancias entre 0,7m y 3m. Algunas de ellas incluyen el encendido y apagado del motor, la apertura de la tapa del depósito de combustible, apertura de las puertas y cierre de las mismas, apertura de una ventana específica, apertura del techo o del maletero con un solo clic del control.”²

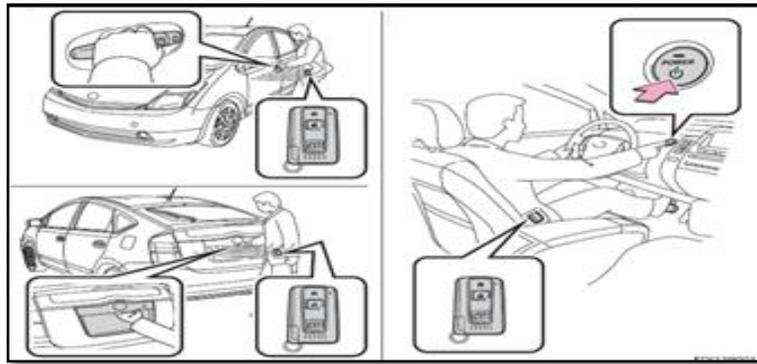


Figura N° 1.2 Funciones de llave inteligente

Fuente: http://www.toyota.com/t3Portal/document/om/OM42785U/pdf/sec_01-02.pdf [5-abril-2013]

Una de las características más importantes de todo el sistema, es que los códigos para la conectividad entre componentes son únicos y muy difíciles de plagiar, es decir, son propios de cada coche. En consecuencia, hacer uso de las funciones de un dispositivo remoto de un vehículo diferente al nuestro no nos permitirá alcanzar los resultados esperados, de esta forma se expone la efectividad y seguridad del sistema ante un intento de robo.

El sistema “Smart” cuenta con una red de alarma, que ayuda aun más en la protección del vehículo ante cualquier tipo de daño. La red está distribuida por todo el coche a través de varios sensores de tal forma que si alguien intenta ingresar al vehículo el sistema entrará en alerta y comunicará al conductor.

²Llaves inteligentes para vehículos <http://www.mecanicaymotores.com/llaves-inteligentes-para-los-automoviles.html> Consultado [05 de abril de 2013]

En adición a sus otras funciones, el sistema posee una llave mecánica de emergencia que se desprende del mismo control, en caso de que el dispositivo no funcione correctamente, esta llave únicamente permitirá al conductor bloquear y desbloquear las puertas.



Figura N° 1.3 Mandos remotos

Fuente: <http://www.ebay.com/itm/new-nissan-remote-smart-key-keyless-entry-fob>

[5-abril-2013]

1.3. Tecla inteligente

La tecla inteligente es un pequeño dispositivo con botones de bloqueo y desbloqueo que contiene un transponder o chip lo que permite la interacción con el coche. Este elemento resulta indispensable para el encendido del coche siendo imposible remplazarlo por un nuevo dispositivo no programado.



Figura N° 1.4 Llave inteligente

Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=1z8BL12Mz8c> [6-abril-2013]

La tecla inteligente permite al usuario registrarse con el vehículo simplemente manteniendo la llave en el bolsillo o cerca del automóvil, de forma que la persona pueda entrar y tener acceso al sistema de arranque y dirección del coche sin la necesidad de tocar la tecla.

El mecanismo transmite dos tipos de datos inalámbricos a determinadas frecuencias. El primero de ellos es un código único de identificación que es propio de cada llave, el cual se graba en la memoria en el proceso de fabricación, el otro es un código de identificación para el vehículo que se obtiene del coche y es grabado en la tecla inteligente durante el proceso de registro. “Así como se define la forma de una llave mecánica para que trabaje con un vehículo particular, el proceso de registro de clave también hace que la tecla inteligente trabaje con un solo vehículo”³.

La “Smart Key” se alimenta de su propio suministro de energía, se trata de una batería de 3V, la cual sirve únicamente para las funciones correspondientes a cada tecla de la llave. Si la batería 3V se agota, el coche todavía se puede abrir con la tecla en la puerta del conductor y continuar mediante la inserción de la llave en la ranura de la manija de la puerta.



Figura N° 1.5 Batería de mando remoto

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [6-abril-2013]

³Paul Cortez, Toyota Prius, Master Technician
<http://www.mastertechmag.com/2009/11/02/toyotasmartkey2> Consultado [05 de abril de 2013]

La comunicación inalámbrica funciona con la batería de 12V del vehículo la misma que es protegida por el sistema con el fin de ahorrar energía. Este ahorro de energía se debe gracias a que la llave inteligente se activa y envía datos únicamente cuando se transmiten señales desde el sistema en el coche, hacia el control.

1.4. Componentes principales del sistema

Viene compuesto por una serie de elementos que están distribuidos adecuadamente en el vehículo de forma que se ajusten a las dimensiones del vehículo para hacer funcional a la unidad.

Los componentes principales del sistema básico son:

- Osciladores interiores y exteriores
- Inmovilizador
- Sensores táctiles de manija
- Receptor del mando de puerta o sintonizador
- Fuente de alimentación
- ECU del sistema “Smart Key”(Toyota)
- ECU del sistema “Smart Key” o BCM (Nissan)
- ECU cuerpo de control de carrocería o BCM
- Interruptor de apertura
- HV ECU

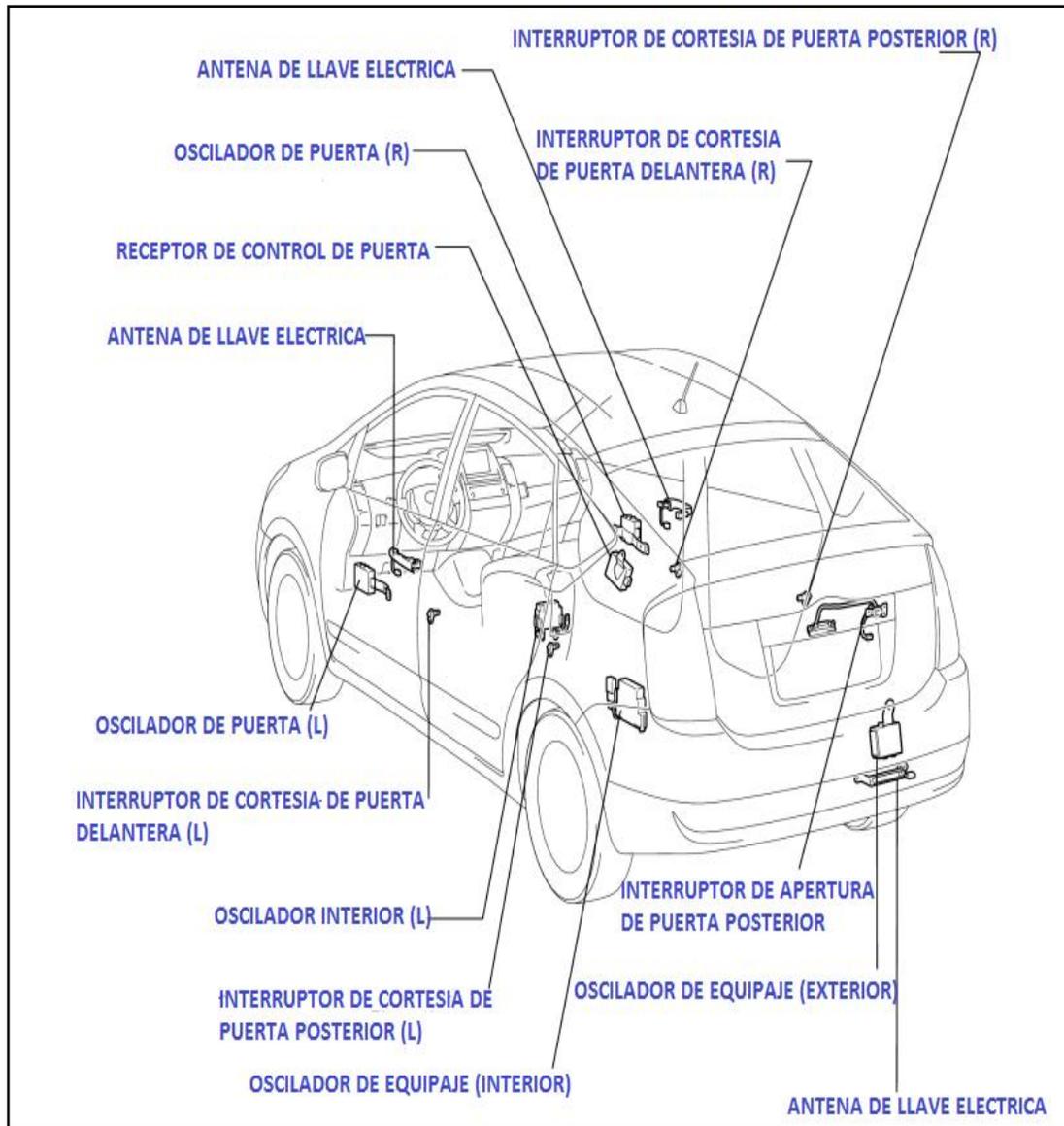


Figura N° 1.6 Localización de componentes

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [7-abril-2013]

1.4.1. “Smart Key” ECU

Puede conocerse como ECU Certificación o también llamarse ECU inteligente. Independientemente de cómo se la llame, esta unidad realiza dos funciones:

- **Función 1**

“La ECU almacena en su memoria interna una copia de los códigos de identificación del vehículo y una copia de los códigos de identificación de la llave para la verificación con “Smart Key” que hayan sido registradas. También lleva a cabo una copia del código-S (código de seguridad) para la verificación de los códigos ID (código de identificación).

- **Función 2**

Trabaja con una serie de componentes que se encuentran distribuidos en todo el coche entre ellos se encuentran: los osciladores, los receptores o sintonizadores, la ECU fuente de control, el inmovilizador, y el bloqueo de la dirección. ”⁴. Permitiendo la comunicación entre estos elementos.

Cuando la unidad electrónica SMART requiere información, se activa la unidad de control adecuada y exige un informe. Estas unidades de control individuales tienen una visión limitada del sistema, están delimitadas solamente a conocer la información para la cual están diseñadas. La ECU tiene una visión más amplia, recoge y registra la información de estas unidades, para poder tomar decisiones.

1.4.2. Osciladores exteriores

Los osciladores tienen la función de transmitir datos inalámbricos a una frecuencia establecida a intervalos regulares, a la espera de que la llave inteligente reciba la señal emitida y envíe una señal de respuesta hacia el módulo receptor, el mismo que coordinará con la unidad inteligente para verificar si los datos transmitidos son correctos.

⁴Paul Cortez, Toyota Prius, Master Technician
<http://www.mastertechmag.com/2009/11/02/toyotasmartkey2> Consultado [07 de abril de 2013]



Figura N° 1.7 Oscilador externo de puerta

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [9-abril-2013]

La unidad de control electrónica es la encargada de gobernar los osciladores, cuando la ECU requiere información envía alimentación al dispositivo para que se active y cuestione a la unidad remota sobre su código de identificación del vehículo. “Si la ECU obtiene un informe que el código de ID del vehículo correspondiente es correcto, estará al mando de los osciladores exteriores hacer otra pregunta, "¿Cuál es su código de identificación de tecla?". Si la información ha sido valida se podrá tener acceso al vehículo.

Cuando el vehículo entra en modo espera, el oscilador emite la menor frecuencia, y finalmente la ECU dejará pulsante los osciladores exteriores para ahorrar energía de la batería. Cuando esto sucede, puede ser que el conductor necesite utilizar el botón de apertura del mando a distancia para lograr que los osciladores funcionen nuevamente.”⁵ Es importante tener en cuenta que todos los osciladores sólo transmiten datos, no reciben información.

⁵Paul Cortez, Toyota Prius, Master Technician
<http://www.mastertechmag.com/2009/11/02/toyotasmartkey2> Consultado [2 de Mayo de 2013]

1.4.3. Sensores táctiles o Interruptor de mango trasero

“No se puede abrir las puertas del coche sólo porque hay una llave inteligente registrada dentro del alcance. En primer lugar, la unidad SMART quiere saber que el dueño desea entrar en el vehículo y que no es sólo está caminando o está de pie alrededor de este. Los sensores táctiles en la parte interior de la puerta se encargan de que la ECU SMART sepa que el conductor quiere entrar y comunica la misma para que abra la puerta o las puertas, dependiendo de cómo el coche se ha configurado.”⁵



Figura N° 1.8 Sensor táctil de manija

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [21-abril-2013]

El mango del maletero no tiene un sensor de contacto, a pesar de tener un recubrimiento de caucho similar a los sensores de contacto de las manijas delanteras, en este caso el usuario debe presionar la liberación del maletero si desea abrirlo, ya sea desde el mando o desde el habitáculo.

1.4.4. Osciladores de habitación

La disposición de los osciladores viene dada en función del fabricante, por lo general hay un solo oscilador interno: ubicado en la consola central y cuando vienen dos, el otro va colocado en la parte posterior del habitáculo, situada cerca del asiento trasero. Al igual que los osciladores exteriores, ellos también transmiten frecuencias cuando la ECU

SMART lo requiere. Todo esto con el fin de informar si el mando remoto esta dentro del vehículo.

1.4.5. Interruptor de puerta o Interruptor de luz de cortesía

“La ECU del cuerpo de control (BCM) activa los osciladores interiores cuando se abre la puerta a través del interruptor cortesía; si el conductor no intenta arrancar el automóvil durante un tiempo, el oscilador interno quedará pulsante para ahorrar energía. Cuando el conductor presiona el botón inicio, los osciladores empiezan a pulsar de nuevo.”⁵



Figura N° 1.9 Interruptor de puerta

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [29 -abril-2013]

1.4.6. Receptor de mando de puerta

A diferencia de los osciladores, el receptor de mando de puerta o también conocido como sintonizador, recibe la señal emitida desde la tecla inteligente. El receptor de control de la puerta tampoco tiene una visión amplia del sistema, este elemento está limitado a informar. Los caracteres que recibe se lo pasa inmediatamente a la ECU SMART.

1.4.7. Interruptor de encendido

En la mayoría de los casos los interruptores de encendido de los vehículos convencionales son sustituidos por otros tipos de dispositivos que utilizan sistemas con componentes electrónicos, por ejemplo; el Prius C de Toyota viene provisto de un botón con un LED de dos colores, el mismo que tiene la función de informar al conductor en qué posición se encuentra el interruptor, basándose únicamente en el cambio de tonalidad del LED.



Figura N° 1.10 Interruptor de encendido - Toyota Prius

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [29-abril-2013]

MODO DE IGNICION	LUZ DEL BOTON DE ENCENDIDO
Apagado	Apagada
Accesorios	Color ámbar
Ignición encendida	Color ámbar
Pedal de freno oprimido	Color verde
Vehículo arrancado "Ready"	Apagada
Mal funcionamiento	Pulsante en ámbar

Tabla 1.1 Modos de ignición

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [30-abril-2013]

Para el caso de Nissan Armada el método de encendido es algo similar al convencional, con la pequeña diferencia de que para este, no se usa ninguna llave mecánica, únicamente se gira la perilla de forma que se alcancen las diferentes posiciones hasta el encendido, tomando en cuenta que la llave deberá estar dentro del alcance efectivo de operación del sistema.



Figura N° 1.11 Interruptor de encendido - Nissan Armada

Fuente: <http://es.nissanofstcharles.com/certified/2012NissanArmada> [2 -Mayo-2013]

1.4.8. ECU fuente de control de alimentación (Prius)

“La ECU fuente de control de alimentación es también conocida como “salida del sistema de llave inteligente” porque es como un interruptor de encendido controlado electrónicamente que permite la desactivación del sistema. En lugar de utilizar un interruptor convencional para controlar el acceso al sistema de encendido, la ECU SMART controla el acceso a la ECU fuente de alimentación.

La ECU de la fuente recibe los resultados de la verificación de código de ID de la tecla inteligente proporcionada por la ECU *Smart*. Cuando los resultados de la comprobación revelan que el código de identificación es legítimo, la unidad de la fuente de

alimentación autoriza la transición de los modos de potencia a través de la operación del interruptor de alimentación y permite las posiciones ACC, ON o START.

1.4.9. Inmovilizador

“Es como una "caja de seguridad" que poseen las llaves. Así como una llave tradicional se corta con un determinado patrón de picos y valles para que coincida con un patrón específico de la colocación de la oblea en un cilindro de cerradura, los bits de las llaves electrónicas plasmadas en el transponder, debe coincidir exactamente con el patrón de los bits del inmovilizador.”⁵

En esta caja se almacenan las claves para arrancar el automóvil, de forma que no cualquier persona pueda ingresar con cualquier llave o mando remoto, para esto es necesario que intervenga un código-S (código de Seguridad). Si la ECU *smart* tiene un código de emparejamiento S, con el inmovilizador, el siguiente paso será desbloquear los otros módulos por medio del inmovilizador. En caso contrario, el coche va a permanecer inmóvil.

Así que si la unidad de control electrónica inteligente (ECU SMART) comunica un código válido (S) para el inmovilizador, ahora el inmovilizador está dispuesto a permitir que se desbloquen otras unidades de control. Por ejemplo puede desbloquear el volante, y luego la ECU HV.”⁶

1.4.10. HV ECU

Es la planta de energía primaria utilizada por el Prius C. Le dice al motor cuando arrancar, cuando parar, y la cantidad de energía para producir. Le dice a la unidad del ABS como frenar. Dirige la carga y descarga de la batería HV previa la consulta con la ECU de la batería HV. Sin la ayuda de la ECU HV el automóvil no puede ser impulsado.

1.4.11. BCM módulo de cuerpo de control (Prius)

El módulo de cuerpo de control es la unidad encargada de transmitir señales del sistema tales como del interruptor de cortesía, bloqueo y desbloqueo de las puertas, interruptor de posición de cierre de la puerta, etc. Para la ECU inteligente, a través del BEAN (protocolo de comunicación).

Recibe una señal de solicitud de bloqueo y desbloqueo de la puerta de la unidad electrónica inteligente (ECU SMART) a través de una línea dedicada a la comunicación, que se utiliza entre el módulo del cuerpo de control, ECU inteligente y el receptor inalámbrico de puerta.

1.4.12. BCM módulo de cuerpo de control (Nissan)

En el modelo de Nissan, el BCM es la unidad principal, se puede decir que realiza la misma función de la *Ecu Smart* (Toyota) y de igual forma es el encargado de controlar funciones como luces, sistemas de seguridad, bocina, cierre de ventanas, control del sistema de llave inteligente etc.

1.5. Bloqueo y desbloqueo de puertas

“Hay varios métodos disponibles para bloquear y desbloquear las puertas:

- Al tocar el sensor en la parte posterior de la manija de la puerta del conductor, con la “Smart Key” cerca del vehículo, se desbloquea la puerta del conductor. Al tocar el sensor en la parte posterior de la manija de la puerta del pasajero, con la “Smart Key” cerca del vehículo, se desbloquean todas las puertas. Al tocar el seguro en alguna de las puertas delanteras, o el botón de seguro de la puerta trasera, se colocará el seguro en todas las puertas.

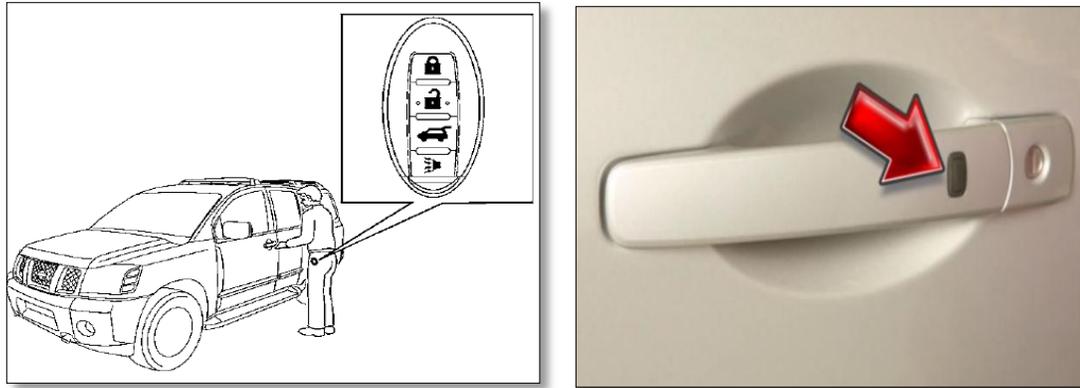


Figura N° 1.12 Apertura de puertas

Fuente: <https://www.nissan? -techinfo.com/View.ashx> [2-Mayo-2013]

- Al presionar el botón de seguro de la “Smart Key” se bloquea todas las puertas, incluyendo la puerta trasera. Al presionar el botón de desbloqueo una vez se remueve el seguro de la puerta del conductor, y al hacerlo dos veces se remueven los seguros de todas las puertas.

- Al insertar la llave metálica oculta en la cerradura de la puerta del conductor y al girarla a la derecha una vez (posición 2), se desbloquea la puerta del conductor, al hacerlo dos veces se desbloquean todas las puertas. Para bloquear todas las puertas, se debe girar la llave a la izquierda una vez (posición 1). Sólo la puerta del conductor tiene una cerradura exterior para la llave metálica.”⁶

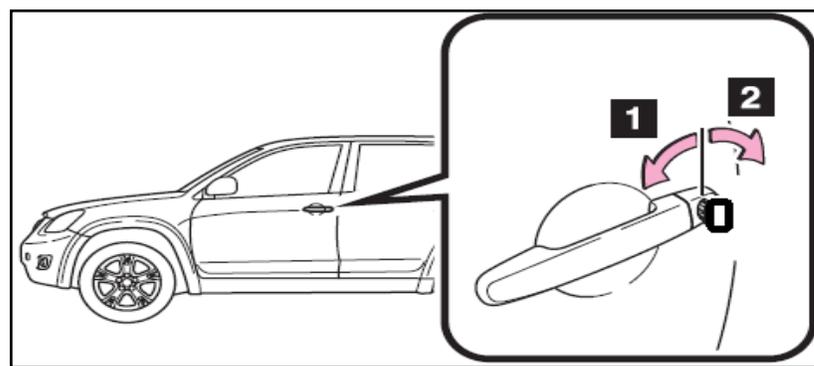


Figura N° 1.13 Apertura de puerta con llave de replazo

Fuente: http://www.toyota.com/t3Portal/document/om/OM42785U/pdf/sec_01-02.pdf [7-Mayo-2013]

⁶TIS Technical information system,
<https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/docs/3rdprius-ES.pdf>. Consultado [13 de abril de 2013]

1.6. Bloqueo de ECU de la dirección

“El cuerpo electrónico encargado bloquea la columna de dirección, lo que ayuda en la prevención de robo mediante la eliminación de la capacidad para dirigir el coche. Un código-L (para el bloqueo y desbloqueo de la dirección) se almacena tanto en el inmovilizador como en la ECU del bloqueo de la dirección. Durante la secuencia de arranque, el inmovilizador y la ECU de bloqueo de la dirección, compara los códigos e informan al módulo inteligente.

Si los códigos coinciden, el módulo inteligente informa a la ECU principal para que permita el suministro de tensión a la ECU de la dirección, y el trinquete de bloqueo sea extraído de la columna. La retracción de la uña es detectada por la ECU de la dirección, e informada al módulo inteligente. Si la retracción de bloqueo de la dirección no se informa, el coche no permitirá el inicio del motor.”⁷

1.7. Encendido del motor

1.7.1 Arranque y parada del vehículo

La “Smart Key” ha reemplazado la llave metálica convencional, y el botón de encendido con luz indicadora de estado integral ha sustituido el interruptor de ignición. El dispositivo remoto solamente debe estar cerca del vehículo para permitir que el sistema funcione.

•“Con el pedal de freno liberado pulsamos el botón de encendido; en la primera presión del botón de encendido opera el modo de accesorios, en la segunda presión opera el modo de ignición encendida y con la tercera presión apaga la ignición nuevamente.

⁷Paul Cortez, Toyota Prius, Master Technician
<http://www.mastertechmag.com/2009/11/02/toyotasmartkey2> Consultado [04 de abril de 2013]

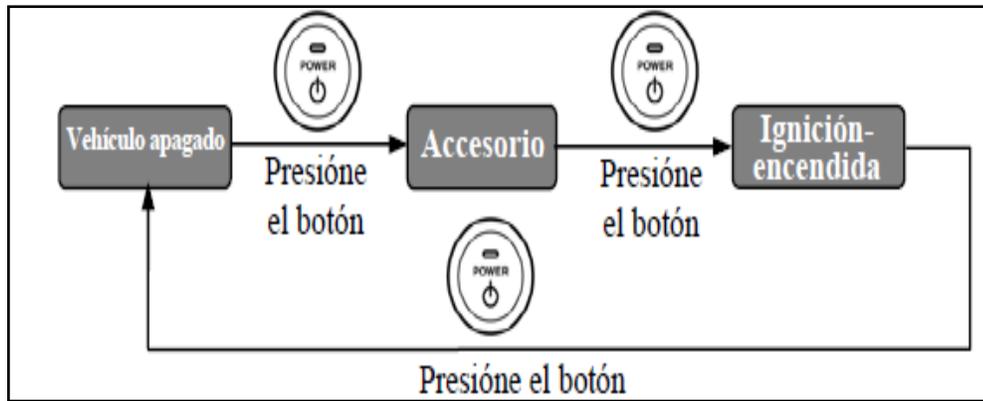


Figura N° 1.14 Secuencia del modo ignición (pedal de freno liberado)

Fuente: <https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin>

[12-Mayo-2013]

- Arrancar el vehículo tiene prioridad sobre los demás modos de ignición y se realiza al presionar el pedal de freno y presionar el botón de encendido una vez. Para verificar que el vehículo haya arrancado, se verifica que la luz indicadora de estado del botón de encendido esté apagada y que la luz READY esté iluminada en el conjunto de instrumentos.



Figura N° 1.15 Llave inteligente

Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=CCu6jtlaZ2Q> [14-Mayo-2013]

- Una vez que el vehículo haya arrancado, esté encendido y en funcionamiento (READY) puede apagarse, cuando el coche se detenga completamente y luego

presionando el botón de encendido una vez. Luego de esto en el tablero de control el icono READY desaparecerá.”⁸

1.7.2. Funcionamiento electrónico

Un código-G (código ir) se almacena en el inmovilizador y en la HV ECU. Una vez que el bloqueo de la dirección se ha puesto en libertad, el inmovilizador pregunta a la ECU HV por su código (G), Si coincide, el inmovilizador da a la ECU una autorización de inicio y el auto estará listo.

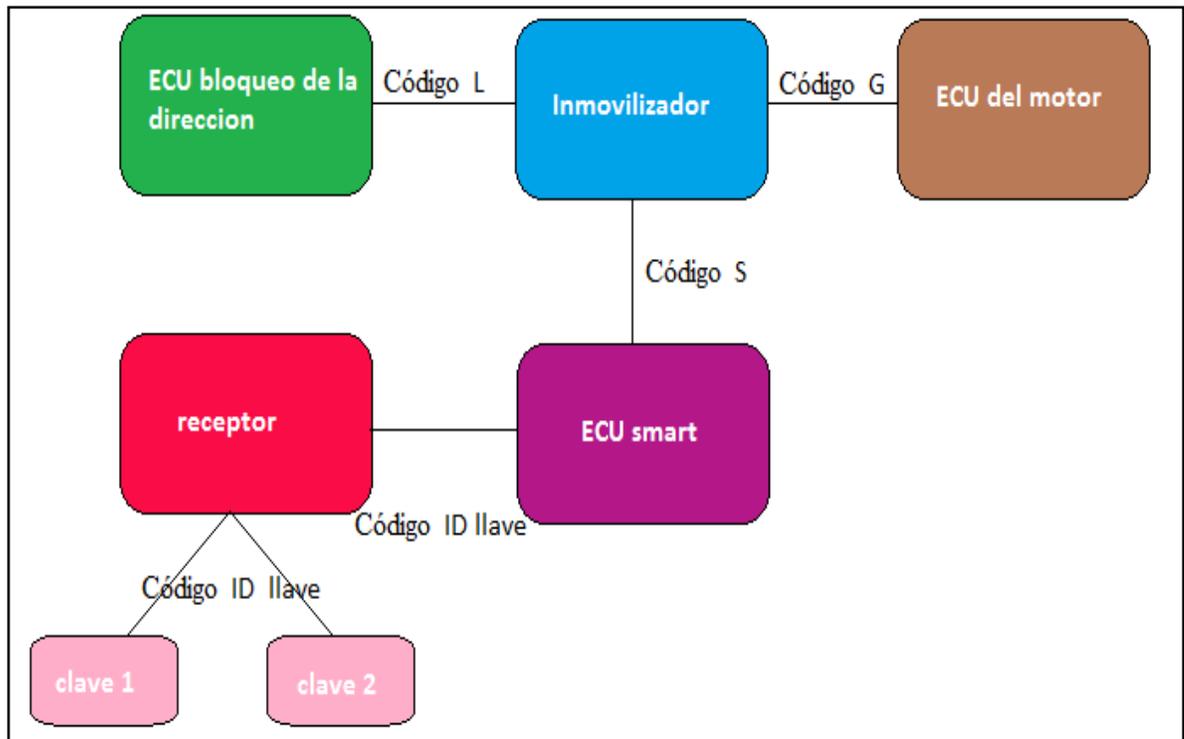


Figura N° 1.16 Diagrama de códigos para el encendido

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [25-Mayo-2013]

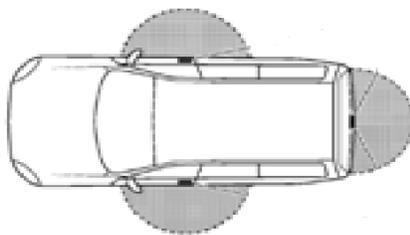
⁸TIS Technical information system,
<https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/docs/3rdprius-ES.pdf>. Consultado [13 de abril de 2013]

Código L	Código de liberación de la dirección
Código G	Código de inmovilizador
Código S	Código de seguridad
Código ID llave	Código de confirmación de clave

Tabla1.2 Códigos de encendido

1.8. Variantes del sistema

- El nombre del sistema fue propuesto por Nissan y lo llamó *Nissan* “Intelligent Key”, Toyota a este medio lo nombra “Smart Key”
- La programación de llaves para el caso de Toyota se la realiza a través de la ECU SMART y para Nissan se lo hace por medio del módulo BCM.
- El rango de operación para cada vehículo es tomado en cuenta a partir de la ubicación de cada oscilador externo como se indica en la figura.



	Toyota PriusC	Nissan Armada
Alcance operativo	0,8m	0,7 m

Tabla 1.3 Alcance Operativo

Figura N° 1.17 Rango operativo

- Frecuencias de trabajo.

	Toyota Prius C	Nissan Armada
Mando remoto	315 MHz	327 MHz
Osciladores internos	134,2 kHz	140 kHz
Osciladores externos	134,2 kHz	140 kHz

Tabla 1.4 Frecuencias

- Numero de antenas.

Osciladores	Toyota Prius C	Nissan armada
Externos (1)	3	3
Internos (2)	1	2

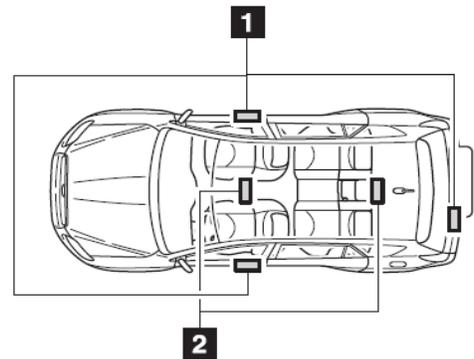


Tabla 1.5 Antenas en el coche

Figura N°1.18 Distribución de antenas

Fuente: http://www.toyota.com/t3Portal/document/om/OM12E31U/pdf/sec_01-02.pdf [27 -Mayo-2013]

- Nissan permite cerrar las ventanas una vez que las puertas se han bloqueado manteniendo la llave girado por 5 segundos.
- El sistema “Smart Key” de Toyota tiene la opción de aire acondicionado remoto para refrescar el interior del vehículo. El sistema se activa a distancia al presionar el botón A/C en la “Smart Key” y operará.

CAPÍTULO II

PROTOCOLOS DE COMUNICACION DE LA ECU “SMART KEY”

2. Introducción

Con el objeto de garantizar un buen desempeño en cuanto a comunicación en los vehículos, se han desarrollado nuevos protocolos de intercambio de información, que involucran redes de conexión con mejores prestaciones, permitiendo establecer una relación de comunicación entre componentes de un sistema electrónico automotriz, así como también al usuario la comunicación inalámbrica con su vehículo.

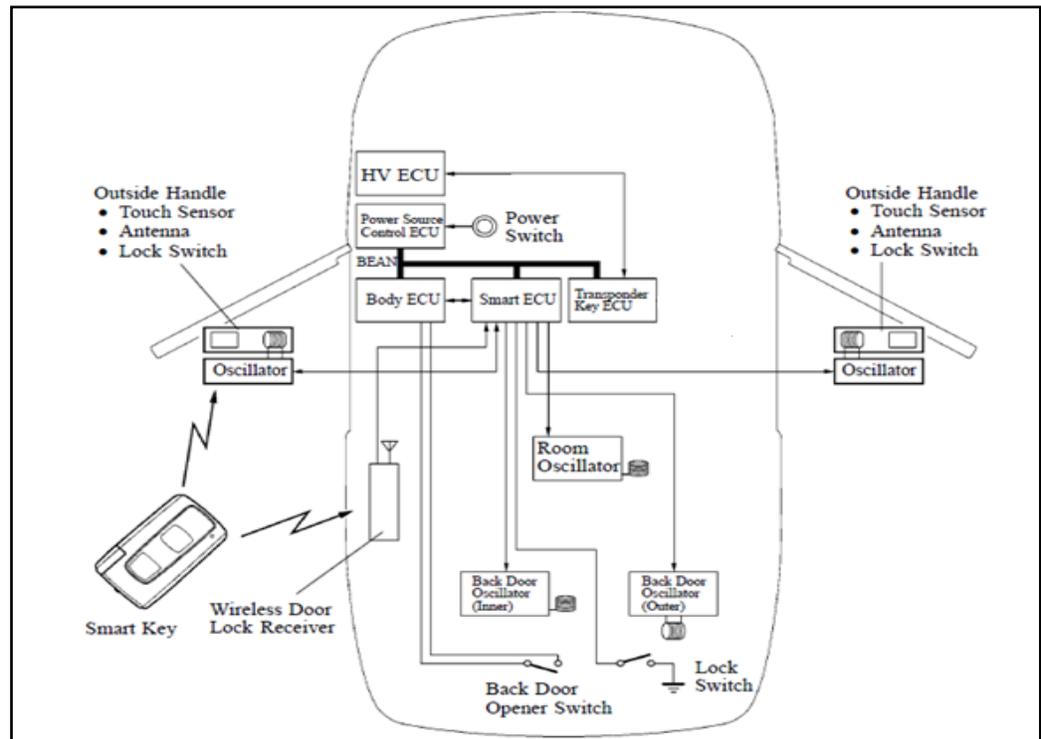


Figura N° 2.1 Componentes en el vehículo
 Fuente: <http://share.qclt.com> [1 -Junio-2013]

En el medio automotriz hay varios sistemas de comunicación y protocolos para cada necesidad de red, pero los tipos de comunicación que cobran cada día más importancia en el desarrollo del sistema “Smart Key”, es la comunicación mediante RFID y transmisión de datos mediante CAN-BUS, tomando en cuenta que ciertas marcas tienen sus propias redes multiplexadas como la red BEAN que pertenece a Toyota. Estos sistemas están siendo incorporados en muchas marcas y llegarán a ser obligatorio como protocolos de comunicación.

2.1. Comunicación externa RFID (Identificación por radio frecuencia).

Esta comunicación comprende una tecnología para la identificación a distancia y sin contacto, entre el usuario con su vehículo por medio de ondas de radio. La tecnología RFID emplea como componentes principales un lector y una etiqueta (TAG) o transponder que incorpora un código único, lo que garantiza un excelente nivel de seguridad.

Cuando el usuario permanece con el mando a distancia dentro del rango permitido de operación, se detectará un pequeño dispositivo que almacena información, conocido como transponder, el lector envía una señal que activa el transponder, el cual responde con otra señal de radio frecuencia. Finalmente el lector transforma la señal recibida del transponder en un formato que es transferido a la unidad *smart*, y cuando dicho formato es verificado se da el encendido y puesta en marcha del vehículo.

2.1.1. Características

Una de las características fundamentales de la tecnología RFID es que el transponder no necesita tener un acercamiento con el lector para poder leer los datos almacenados. Esto significa que el proceso de comunicación es automático y la etiqueta puede ubicarse dentro o fuera del auto.

La identificación por radio frecuencia tiene sus ventajas, por ejemplo: la contraseña no se puede duplicar y el sistema puede permanecer libre de decodificaciones, bajo consumo de energía, posibilita la apertura de las puertas de forma automática, permite arrancar el motor con sólo pulsar un botón de encendido, sistema de alerta de puertas abiertas.

2.1.2. Componentes básicos del sistema RFID

- Etiqueta (TAG) o transponder
- Lector

2.1.2.1. Etiqueta o Transponder

Básicamente está constituido por un circuito que incluye una pequeña antena, que es capaz de enviar un código de serie único hacia el lector, como respuesta a una interrogación hecha por el mismo. Las interrogantes esencialmente se tratan del envío de señales de frecuencia constante, donde se espera que el transponder permanezca dentro del área de operación del lector para que capte la señal emitida por este y responda con otra señal.

“Las etiquetas de radiofrecuencia (RFID) funcionan como receptor cuando captan las ondas interrogantes de RF a una frecuencia específica y como transmisor cuando responden con una señal, la cual contiene el número de serie y en ciertos casos información adicional.”⁹

⁹ Arauz Salazar José, 2009, Diseño y construcción de un dispositivo para control de acceso vehicular por RFID, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ing. Eléctrica y Electrónica, Pág. 5

- **Características del transponder**

Solo Lectura: la información contenida en las etiquetas o transponders son almacenadas durante el proceso de fabricación. Si se intenta grabar nueva información será imposible ya que la etiqueta no está diseñada para que puedan reescribir en ella, sino para que pueda ser leída.

Etiquetas RFID pasivas: El transponder pasivo no utiliza alimentación de fuente alguna, se alimenta de la energía de radio frecuencia transferida desde el oscilador, hacia su diminuta antena de esta forma puede generar y transmitir una respuesta y para ello se necesita de señales fuertes.

2.1.2.2. Lector RFID

“El lector de RFID es un conjunto formado por componentes que emiten señales de radio a una frecuencia predeterminada, con el fin de interrogar a la etiqueta y obtener el número de identificación almacenado en su interior. Este es el motivo por el cual a los lectores se les conoce también como interrogadores. El alcance entre el lector y el transponder, depende del tamaño y características de las antenas de los dispositivos, así como también de la potencia que maneje el lector.”¹⁰

El lector es el centro de un sistema de comunicación por RFID y contiene los siguientes elementos:

- **Transmisor (oscilador):** Se utiliza para enviar la señal interrogante y la señal de sincronización mediante sus antenas, a etiquetas que se encuentren dentro de la zona de cobertura; es así que el alcance depende directamente de la potencia de este elemento.

¹⁰Daniel C. Luis R. 2011 Diseño e implementación de un sistema de control e inventario electrónico basado en RFID. Tesis de grado ingeniería electrónica. ESPE. Pag. 28- 31

- **Receptor (sintonizador):** Este componente recibe las señales analógicas provenientes del transponder a través de la antena y envía estos datos al microprocesador, donde esta información es convertida en su equivalente digital para poder ser analizada.
- **Microprocesador (ECU):** Este componente es responsable de implementar el protocolo de lectura empleado para comunicarse con las etiquetas compatibles. Decodifica y realiza verificación de errores a las señales recibidas. Adicionalmente, puede contener cierta lógica para realizar filtrado y procesamiento de bajo nivel de los datos leídos, en otras palabras eliminar lecturas duplicadas o erróneas.
- **Antena:** Las antenas RFID son elementos importantes que permiten la relación entre el lector con la etiquetas para la transferencia de información entre los dos. El diseño y ubicación de las antenas determinan el área de cobertura de los lectores alrededor del coche.
- **Memoria:** La memoria es utilizada para almacenar información como los parámetros de configuración del lector, además de una lista de las últimas lecturas realizadas, de tal modo que si se pierde la comunicación con la ECU, no se pierdan todos los datos.
- **Canales de entrada y salida:** Estos canales permiten al lector interactuar con sensores y actuadores externos.

Para optimizar el consumo de energía cuando no se tiene un identificador cerca (transponder) se utiliza estos canales los mismos que desconectan los sensores externos de proximidad que activan la unidad lectora de esta forma se evita el consumo de energía innecesario, y se alarga el tiempo de vida.

- **Controlador:** Un controlador es el componente intermedio que permite la comunicación con una unidad externa y permite controlar el comportamiento del lector junto con los indicadores o actuadores relacionados con el; es decir es el componente que permite que las comunicaciones sean posibles. La comunicación entre las entidades externas y el lector se realizan a través del interfaz provisto por el controlador.
- **Interfaz de comunicación:** Esta interfaz provee las instrucciones de comunicación, que permiten la interacción con entidades externas, mediante el controlador, para

transferir datos y recibir comandos como pueden ser códigos de falla o simplemente información

- **Fuente de suministro:** Esta unidad suministra la energía a los componentes del conjunto lector.

2.2. Bus Multiplexado

Para aprovechar completamente de la capacidad de los dispositivos electrónicos es necesario de una interfaz que permita el intercambio de información en tiempos muy pequeños sin saturar las unidades electrónicas del automóvil, es por eso que se han desarrollado las redes multiplexadas.

Las redes multiplexadas son sistemas que comunican los dispositivos electrónicos o unidades electrónicas mediante una línea común, llamada bus multiplexado, por la que intercambian una serie de datos usando como complemento ciertos protocolos de comunicación.

“La finalidad del multiplexado en los vehículos actuales, es erradicar los muchos mazos de cables que forman la instalación eléctrica de los automóviles, mediante una técnica más simple y económica. El uso del multiplexado tiene sus ventajas en el campo automotriz entre ellas las principales: simplificación del cableado, un enriquecimiento de las funciones y una reducción del número de captadores al compartir las informaciones.”¹¹

¹¹ Revista Mecánica y Electricidad, Octubre 2002, MULTIPLEXADO redes CAN y VAN, Oscar Zapatería
http://www.centro-aragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R14_A6.pdf
Consultado [17 de Junio de 2013]

2.3. Protocolos de comunicación interna “Smart Key”

2.3.1. Red CAN- BUS

Controller Area Network es un protocolo de comunicación normalizado de alta velocidad, que sirve para el intercambio de información, adecuada para los diferentes dispositivos del automóvil como actuadores, sensores y unidades de control electrónico, la red CAN-BUS tiene la capacidad de transportar un gran número de datos de una unidad a otra.

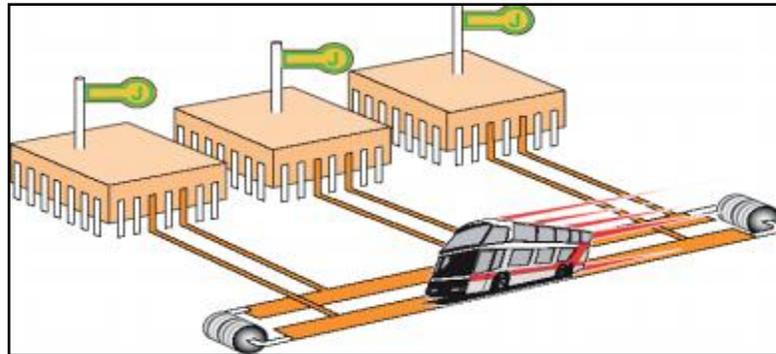


Figura N° 2.2 Bus de datos

Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1121/2/Capitulo%201.pdf> [16 -Junio-2013]

El protocolo CAN es una red que utiliza la comunicación serial. Por lo tanto, todos los miembros de la red tienen acceso igual y activa al bus, esto significa que a cada miembro se le permite recibir y enviar en la línea, para lo cual se basan en este protocolo que permite la comunicación de datos en tiempo real entre los dispositivos de control.

La red está formada por dos secciones, una de alta velocidad, o *CAN HIGH*, y otra de baja velocidad, o *CAN LOW*, con velocidades de recepción y envío de datos que van desde 255 a 500 kbits/s y 100 a 125 kbits/s respectivamente, la primera de ellas predestinada a unidades de control que generalmente están ubicadas en el compartimento del motor como el sistema inyección, ABS, etc. y la segunda reservada para las unidades de confort, seguridad pasiva, audio, etc.

“Durante varios años, los fabricantes de automóviles solamente han tenido la opción de elegir entre cuatro protocolos de comunicación: ISO 9141, J1850PWM, J1850VPW, KWP 2000 / ISO 14230-4. El sistema CAN proporcionó a los fabricantes de automóviles una nueva conexión de alta velocidad, normalmente entre 50 y 100 veces más rápida que los protocolos de comunicación típicos, y redujo el número de conexiones requeridas para las comunicaciones entre los sistemas.”¹²

2.3.2. Elementos del sistema Can-Bus

2.3.2.1. Cables

“La información circula por dos cables trenzados que unen todas las unidades de control que forman el sistema. Esta información se transmite por diferencia de tensión entre los dos cables, de forma que un valor alto de tensión representa un 1 y un valor bajo de tensión representa un 0. La combinación adecuada de unos y ceros conforman el mensaje a transmitir. Así en una línea llamada H (high) se polariza en positivo y la otra L (low) en negativo dando entre las dos valores de 5V ó 0V que corresponden a cada bit.

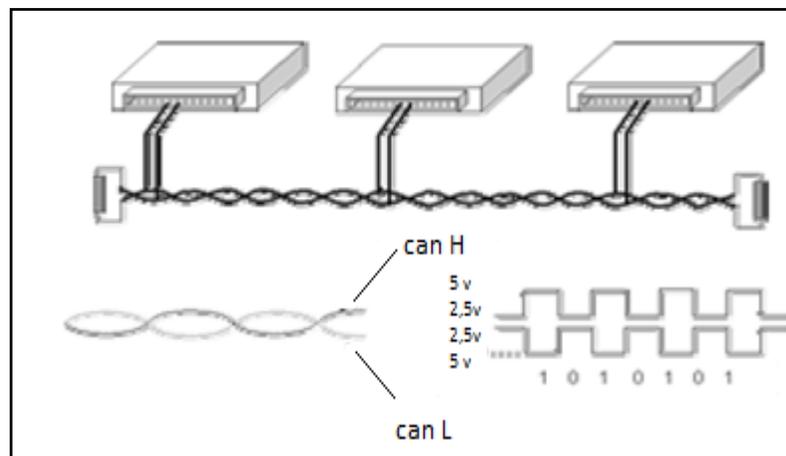


Figura N° 2.3 Cables de red CAN

Fuente: <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm> [16 -Junio-2013]

¹²Ciselectronic, protocolo de comunicación CAN, Fernando Augeri
<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/166-protocolo-de-comunicaci%C3%B3n-can.html>
 Consultado [22 de Junio de 2013]

En un cable los valores de tensión oscilan entre 0V y 2.25V, por lo que se denomina cable L (Low) y en el otro, el cable H (High) lo hacen entre 2.75V y 5V. En caso de que se interrumpa la línea H o que se derive a masa, el sistema trabajará con la señal de de la línea L con respecto a masa, en el caso de que se interrumpa la línea L, ocurrirá lo contrario. Esta situación permite que el sistema siga trabajando con uno de los cables cortados o comunicados a masa, incluso con ambos comunicados también sería posible el funcionamiento, quedando fuera de servicio solamente cuando ambos cables se cortan.

Es importante tener en cuenta que el trenzado entre ambas líneas sirve para anular los campos magnéticos, por lo que no se debe modificar en ningún caso ni el paso ni la longitud de dichos cables.”¹³

2.3.2.2. Elemento de cierre o terminador

“Son resistencias conectadas a los extremos de los cables H y L. Sus valores se obtienen de forma empírica y permiten adecuar el funcionamiento del sistema a diferentes longitudes de cables y número de unidades de control abonadas, ya que impiden fenómenos de reflexión que pueden perturbar el mensaje. Estas resistencias están alojadas en el interior de algunas de las unidades de control del sistema por cuestiones de economía y seguridad de funcionamiento.”¹⁴

¹³ CAN BUS <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm>

Consultado [22 de Mayo 2013]

¹⁴CAN- Controller Area Network

http://www.electron.frba.utn.edu.ar/materias/95-0429/archivos/Cap8_2009_CAN.pdf

Consultado [28 de Junio 2013]

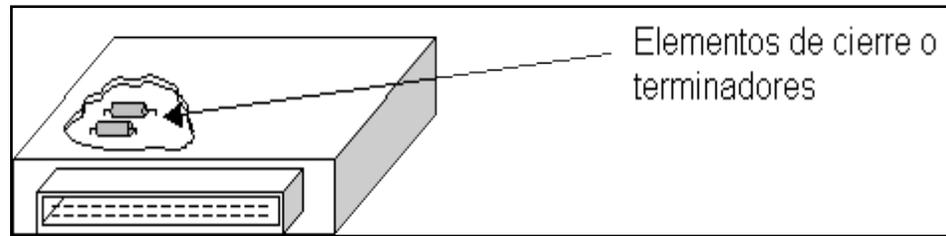


Figura N° 2.4 Elemento de cierre

Fuente: <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm> [21 -Junio-2013]

2.3.2.3. Transmisor -Receptor

“El trasmisor-receptor es el elemento que tiene la misión de recibir y de transmitir los datos, además de acondicionar y preparar la información para que pueda ser utilizada por los controladores. Esta preparación consiste en situar los niveles de tensión de forma adecuada, amplificando la señal cuando la información se alterna en la línea y reduciéndola cuando es recogida de la misma y suministrada al controlador.

El trasmisor-receptor es básicamente un circuito integrado que está situado en cada una de las unidades de control abonadas al sistema, trabaja con intensidades próximas a 0.5A y en ningún caso interviene modificando el contenido del mensaje. Funcionalmente está situado entre los cables que forman la línea Can-Bus y el controlador.”¹³

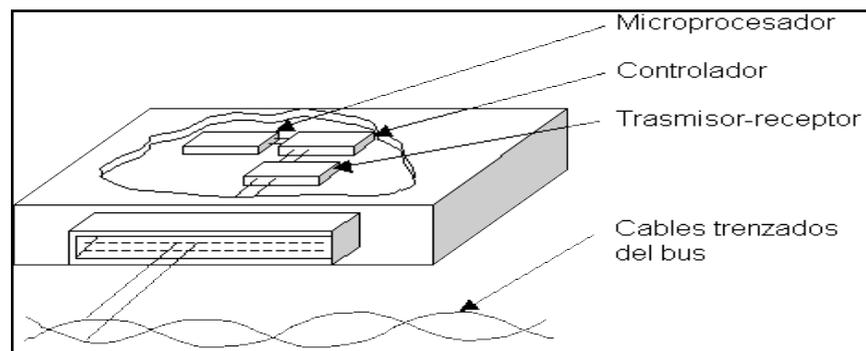


Figura N° 2.5 Transmisor o receptor

<http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm> [24 -Junio-2013]

2.3.2.4. Controlador

“Es el elemento encargado de la comunicación entre el microprocesador de la unidad de control y el transmisor-receptor. Trabaja acondicionando la información que entra y sale entre ambos componentes. El controlador está situado en la unidad de control, por lo que existen tantos como unidades estén conectados al sistema. Este elemento trabaja con niveles de tensión muy bajos y es el que determina la velocidad de transmisión de los mensajes, que será más o menos elevada según el compromiso del sistema.”¹³

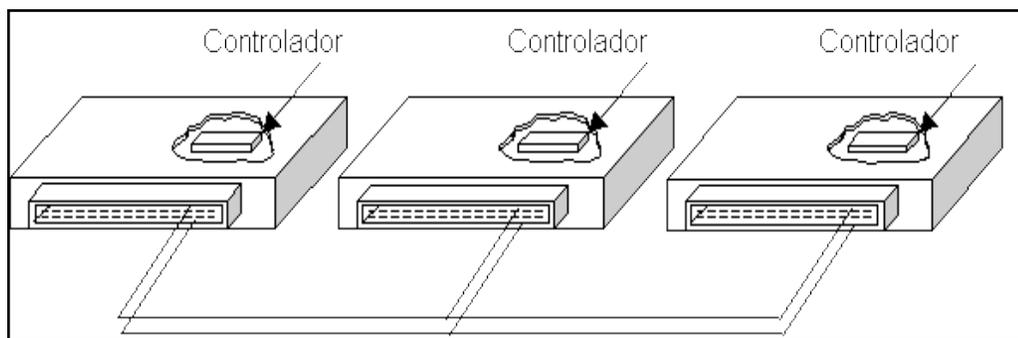


Figura N° 2.6 Controladores red CAN

Fuente: <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm> [26 -Junio-2013]

2.3.3. Funcionamiento del sistema Can-Bus

Los datos son transmitidos como mensajes estructurados, en la que una parte de la misma indica el tipo de dato que contiene mediante un identificador que es parte de la estructura del mensaje. Las unidades del sistema reciben y filtran la información y solo la utilizan los dispositivos que necesitan de ella.

Cuando la red está disponible cualquier unidad puede enviar mensajes. En el caso de que varias unidades requieran enviar datos al mismo tiempo, lo hará la que tenga mayor prioridad, la preferencia que se da a las unidades viene dada por el identificador contenido en los mensajes.

El proceso de envío de datos se despliega siguiendo un ciclo de tres fases:

- **Suministro de datos:** Una unidad de mando recoge información de los sensores asociados, el microprocesador de la unidad envía la información al controlador para que la gestione y acondicione para luego ser pasada al transmisor-receptor en donde se convierte en señales eléctricas.
- **Trasmisión de datos:** El controlador de la unidad transfiere la petición de inicio de transmisión junto con los datos y su respectivo identificador, el mismo que asume la responsabilidad de la correcta transmisión de mensajes a las unidades de mando asociadas.
- **Recepción del mensaje:** cuando todas las unidades de mando reciben el mensaje, comprueban el identificador para determinar si necesitan o no la información. Las unidades de mando que demanden los datos del mensaje lo procesan, si no lo necesitan, el mensaje es ignorado.

2.3.4. Formato del mensaje

El formato del mensaje es una cadena de bits (0 y 1) que se forman por diferencias en los niveles de tensión en los cables del Can-Bus.

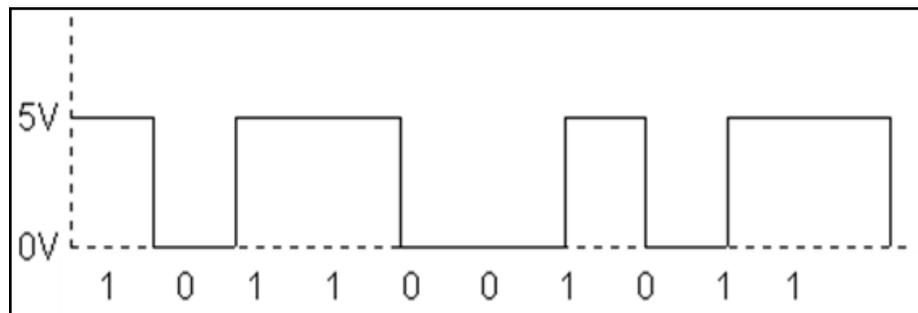


Figura N° 2.7 Formato del mensaje en red CAN

Fuente: <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm> [3 -Junio-2013]

El mensaje a transmitir está formado por cierto número de bits que permiten que se realice el proceso de comunicación entre las unidades del sistema “Smart Key”. Los bits transmitidos en un mensaje permiten indicar el principio y el final del mensaje, mostrar los datos, identificar el mensaje que tiene prioridad sobre los demás e identificar la unidad de mando. “Los mensajes son introducidos en el bus en intervalos que van aproximadamente entre 7 y 20 milisegundos dependiendo de la velocidad del área y de la unidad de mando que los introduce.”¹⁵

2.4 Protocolo *Bean*

Se describe al protocolo de comunicación multiplex, BEAN como *Body Area Network Electrónica*, El BEAN o también conocido como bus de confort es una red multiplexada que reconoce los dispositivos de control como por ejemplo, ventanas, puertas, sistema de aire acondicionado, etc. Por lo tanto, no es un protocolo de alta velocidad de comunicación.

Fue desarrollado para el sistema de control de la carrocería y se basa en un protocolo desarrollado específicamente para Toyota, se enfoca directamente en áreas de interés, tales como la capacidad de identificación de la ECU, la longitud de datos variables que permite la transmisión de datos de diagnóstico, y la velocidad de transmisión, mientras se mantiene el costo y la radiación de bajo nivel de ruido.

Este sistema no es tan importante como el de la red CAN aunque opera junto con ella. BEAN “tiene dos modos de funcionamiento: a través de dos cables de comunicación o a través de un solo canal”¹⁶ por lo general funciona a 10 kbits/s, es de un solo cable, y opera de 0 a 10V en el bus. Dado que el Toyota CAN es 500 kbits/s, la transferencia de datos CAN es 50 veces mayor que la de BEAN. No obstante, es perfectamente capaz de

¹⁵ Redes informáticas, <http://ayala-vlady.blogspot.com/2011/09/cuales-son-las-principales.html>
Consultado [12 de Julio de 2013]

¹⁶ M. José Llanos López, TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO DE VEHICULOS-ELECTROMECAICA DE VEHICULOS AUTOMOVILES, Editorial Paraninfo. 2011
Consultado [2 mayo de 2013]

manejar la carga normal de tensión de la carrocería. Sobre un alambre guía una única tensión en 10kbps con una variación de 1 a 11 bytes de datos por orden de transmisión.

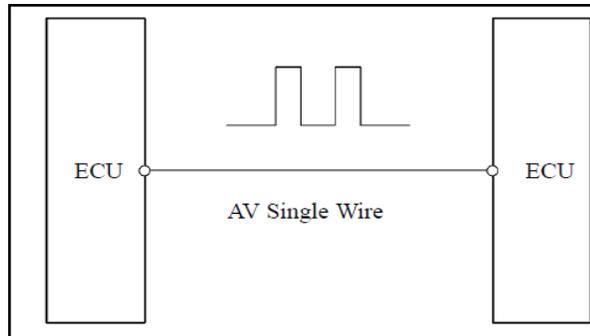


Figura N° 2.8 Señal de red BEAN con cable único

Fuente: <http://share.qclt.com/New%20Features%20Manual/04priusn/be/multi2.pdf> [3 -Julio-2013]

El *Bean* utiliza el estilo de red de aro para conectar las unidades de control electrónicas. Este tipo de método de conexión se denomina "conexión en cadena". En una conexión en cadena, la comunicación se puede mantener incluso si hay un área que tiene un circuito abierto.

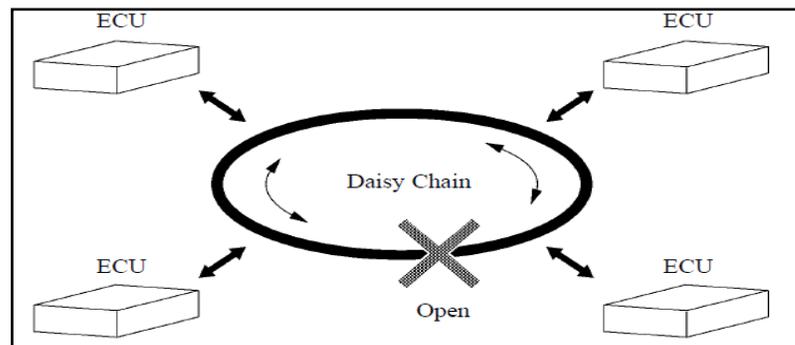


Figura N° 2.9 Conexión en cadena red BEAN

Fuente: <http://docs6.chomikuj.pl/1274943499,PL,0,0,multi2.pdf> [10 -Julio-2013]

2.5. Gateway ECU

La Gateway ECU es la puerta de enlace, está encargada de conectar las redes CAN, BEAN y el OBD2 y gestiona la comunicación entre ellos.

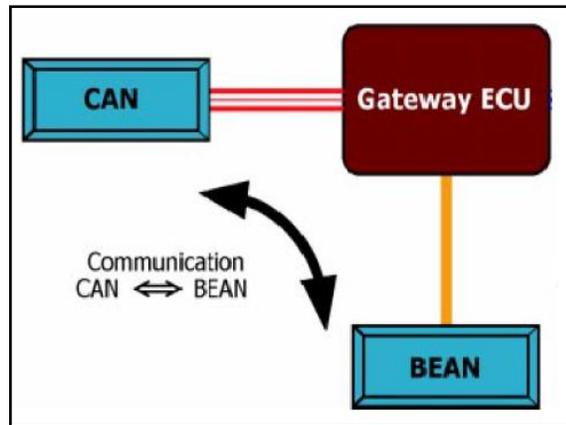


Figura N° 2.10 Comunicación entre redes mediante Gateway ECU

Fuente: <http://diagramas.diagramasde.com/otros/Inmv%20Toyota.pdf> [17 -Julio-2013]

2.6. Comparación entre CAN y BEAN

Protocolo	CAN-BUS	BEAN
Velocidad de comunicación	500 kbps - max 1 Mbps	10 kbps
Cable de comunicación	2 cables	1 cable 2 cables
Tipo de operación	Diferencia de voltaje	Un solo voltaje
Longitud de datos	1-8 bytes	1-11 bytes

Tabla 2.1 Características y comparación de protocolo CAN y BEAN

2.7. Funciones de componentes y protocolos utilizados

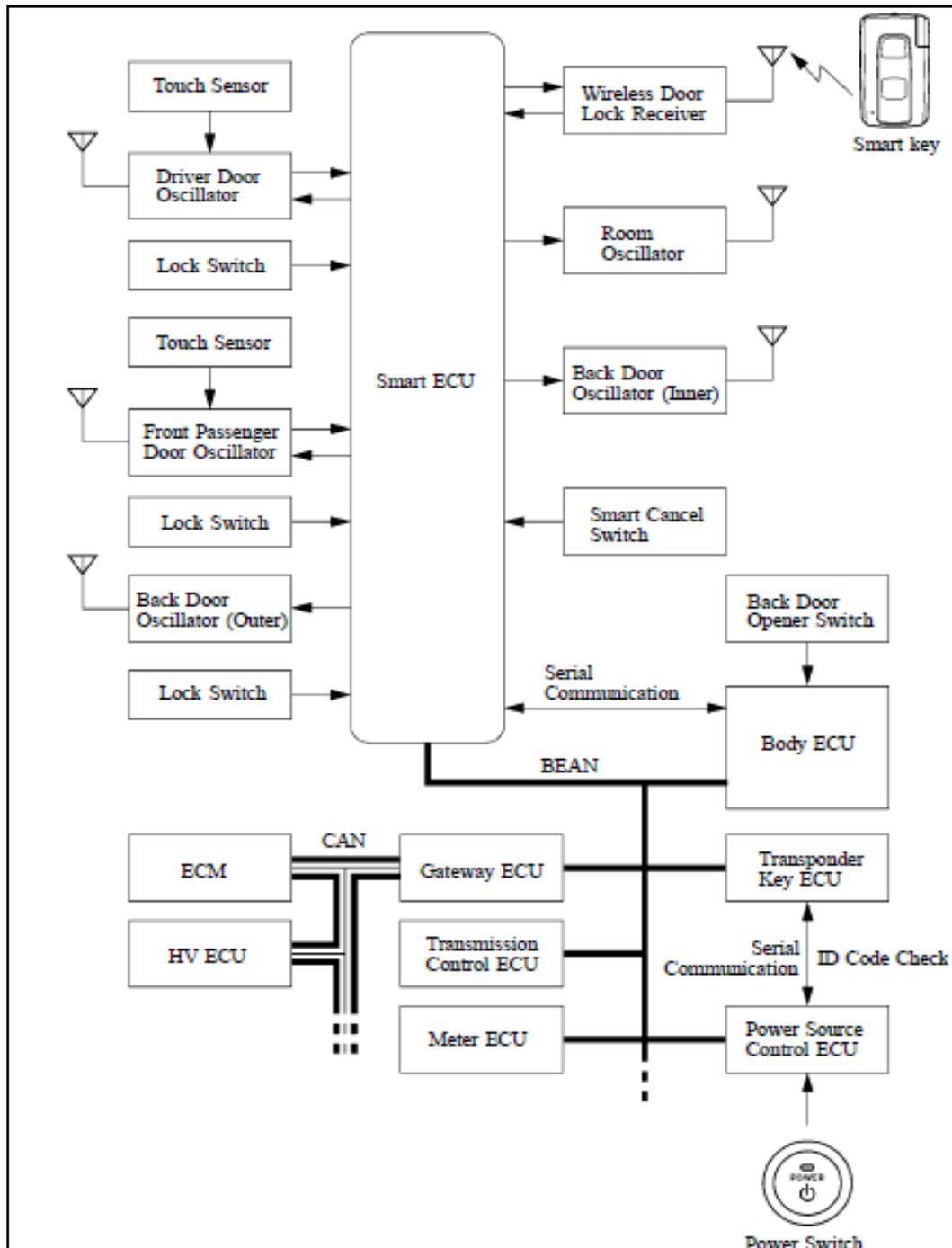


Figura N° 2.11 Comunicación red can- vean y comunicación serial

Fuente: <http://share.qclt.com> [20 -Julio-2013]

Protocolo	ECU	Intercambio de señales con SMART ECU
Bean	<i>Body ECU</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Transmite alimentación modo ENCENDIDO. • Transmite la señal para el bloqueo y desbloqueo de las puertas. • Transmite las señales para la posición del interruptor. • Transmite la Señal del interruptor de puerta de equipaje. • Transmite señal al interruptor de luz de cortesía.
	<i>Transponder key ECU</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Transmite la señal de código de identificación (para el encendido inteligente). • Recepción de Resultados del código ID Comprobación de la tecla inteligente.
Bean	<i>Meter ECU</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Transmite la señal de velocidad del vehículo. • Recibe información de si la llave inteligente está en vehículo (para la luz de advertencia del sistema de entrada inteligente).
	<i>Power Source ECU</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Transmite el ID de solicitud de verificación de código. • Recibe Identificación resultados de la comprobación de código.
	Transmisión control ECU	<ul style="list-style-type: none"> • Transmite la señal para el estado de bloqueo de la transmisión.
Can	ECM	<ul style="list-style-type: none"> • Transmite la señal de velocidad del motor.
	HV ECU	<ul style="list-style-type: none"> • Transmite la señal para cambiar la Posición P.
Comunicación serial	Body ECU	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe la solicitud de bloqueo y desbloqueo de la puerta. • Recibe información de si la “Smart Key” está en vehículo.

Tabla 2.2 Funcionamiento de componentes con sus respectivos protocolos

Fuente: <http://share.qclt.com> [24 -Julio-2013]

CAPÍTULO III

CÓDIGOS, AVERÍAS Y COMPROBACIONES DEL SISTEMA

3. Introducción

Antes de dar un diagnóstico referente al sistema, es importante asegurarse que realmente se trata de un problema y no de una función normal. El sistema “Smart Key” integra un sistema de seguridad que intenta proteger al conductor de si mismo mediante advertencias, cuando el sistema detecta una condición inapropiada, utilizará sonidos para advertir al conductor, esto puede llevar a pensar erróneamente al usuario que se trata de una avería.

3.1. Causas de fallos en el sistema

3.1.1. Zonas de interferencia

Dentro del sistema “Smart Key” como ya se ha mencionado anteriormente, se utiliza el protocolo de comunicación RFID, debido a que esta tecnología se basa en comunicación mediante ondas de radio, las interferencias que se pueden generar en este canal de comunicaciones son innumerables, esto puede generar problemas, relacionados con el entorno del vehículo.

La tecnología RFID presenta problemas de comunicación por interferencia debido a factores internos y externos que pueden afectar la comunicación entre componentes, la interferencia inalámbrica puede obstaculizar los esfuerzos de registro de claves

inalámbricas. Este problema principalmente es causado por máquinas, equipos electrónicos, celulares, además de ruido eléctrico etc.

3.1.2. Pérdida de llaves

En algunos modelos si se intenta arrancar el vehículo sin llaves programadas por más de dos veces, quedará bloqueada la computadora principal, ya sea temporal o definitivamente, haciendo aún más difícil la programación de una llave adicional y con la posibilidad de que requiera una nueva computadora. El código de programación del chip de la llave, el cual tiene que coincidir con el de la computadora se obtiene del fabricante. Marcas como Toyota, y Nissan permiten a algunos cerrajeros duplicar las llaves, basta escanear la información de la computadora y reprogramarlas.

3.1.3. Agotamiento de batería

El mando como se indicó, trae su propio suministro de energía. El agotamiento de la fuente de alimentación puede causar problemas con el cabezal electrónico del dispositivo, el mismo que tiene relación directamente con el sistema de confort, como por ejemplo las funciones de apertura y cierre de puertas pueden quedar deshabilitadas. Dado el caso el propietario puede llegar a sospechar que se trata del sistema de llave inteligente, ignorando que se trata de una avería en el mando remoto, por ello es necesario saber cuándo se trata del sistema o del dispositivo mediante ciertas comprobaciones.

Por otro lado el agotamiento de la batería del sistema en el coche suele darse por el almacenamiento de ciertos equipos eléctricos y electrónicos a menos de 1m de distancia del vehículo; este factor puede ocasionar el desgaste prematuro de la fuente de alimentación de 12V y desactivar las funciones del dispositivo.

3.2. Procedimiento para la comprobación de componentes

Paso 1.

Bloquear el coche y caminar fuera de rango con la llave inteligente, aproximadamente unos tres metros. Esperar un tiempo de aproximadamente dos segundos, y luego caminar hacia la puerta del conductor o del pasajero con la llave inteligente en la mano mientras se observa el Led de la tecla inteligente. El Led o las luces del coche deben parpadear una vez cuando esté cerca de un metro de distancia.

Que sucede:

1. El vehículo está bloqueado y la *ECU Smart o BCM* esta pulsando los osciladores exteriores.
2. La llave entra en rango recibe una solicitud del código ID del vehículo.
3. La llave envía su código de identificación a la *ECU Smart o BCM*.
4. El código de ID del auto coincide con el código ID del vehículo en la llave, la *ECU Smart o BCM* ordena a los osciladores para que solicite el código ID de la llave.
5. El mando remoto envía su código ID para el receptor de control de la puerta, entonces el Led o las luces parpadearan.

Resultados del procedimiento

- El auxiliar de la batería de 12V al menos tiene una carga parcial.
- La batería y el mando “Smart Key” están trabajando correctamente.
- El oscilador exterior de la puerta del conductor está trabajando.
- El receptor de control de la puerta está funcionando.
- La ECU encargada del sistema inteligente está trabajando.
- El código de identificación del vehículo en la “Smart Key” es compatible con el de la ECU.

Paso 2.

Inmediatamente después de que el Led en la tecla inteligente o las luces del coche parpadean, comprobar la luz interior, se debe encender.

Que sucede:

1. El receptor de control de la puerta recibió un código de identificación de clave y lo transmitió a la ECU del sistema *Smart*.
2. La ECU *Smart* o BCM verifica el código ID de la llave.
3. El módulo inteligente ordena encender las luces interiores.

Resultado del procedimiento

- La llave inteligente está totalmente registrada en la ECU del sistema *Smart*.
- El BCM o módulo del cuerpo de control está funcionando correctamente.

Paso 3.

Tocar el sensor en la manija de la puerta del conductor. La puerta o puertas deben abrir, dependiendo de la configuración.



Figura N° 3.1 Sensor táctil de manija

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [10 -Agosto-2013]

Que sucede:

La ECU *Smart* recibió la entrada del sensor táctil, y envió la señal a la ECU del cuerpo de control para que abra la puerta.

Resultado del procedimiento

- El sensor de contacto trabaja correctamente.
- El actuador de cerradura de puerta está bien.

Paso 4.

Abrir la puerta mientras se observa la luz de "puerta abierta" en el tablero



Figura N° 3.2 Luz indicadora, tablero de mandos

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/08/10/smartkey> [17 -Agosto-2013]

Que sucede:

1. El interruptor de cortesía de la puerta cerró cuando la puerta abrió.
2. La BCM recibe la señal del interruptor de cortesía y enciende la luz de aviso de puerta.

Resultado del procedimiento

- El interruptor de puerta, la ECU del cuerpo de control y el indicador de puerta abierta trabaja correctamente.

Paso 5.

Entrar en el coche con la llave inteligente mientras observa el Led de la llave inteligente. Este debe parpadear una vez. (La prueba es aplicable al Prius C)

Que sucede

1. La BCM informa a la ECU *Smart* que se está abriendo las puertas.
2. La ECU *Smart* comienza a pulsar el oscilador interior.

Resultado del procedimiento

- El oscilador interior está trabajando.
- La antena del habitáculo está funcionando bien.

Paso 6.

Presionar el pedal del freno mientras revisa las luces de freno para el encendido en el Prius.

Que sucede:

1. El interruptor de freno está cerrado.
2. La señal llega a la ECU *Smart*
3. La ECU *Smart* ordena a la BCM para que active el botón de encendido (Led verde) y las luces de freno.

Resultado del procedimiento

- La señal del interruptor de freno está bien.

Paso 7.

Pulsar el botón de encendido o girar la perilla de ignición mientras se presiona el pedal del freno: Comprobar que la luz de seguridad se apaga.



Figura N° 3.3 Luz de seguridad de llave, tablero de mandos

Fuente: http://www.myptcodesupport.com/attachments/File/Updated_NISSAN_FOR_QUICK

[17 -Agosto-2013]

Que sucede:

1. La ECU *Smart* verifica si la “Smart Key” fue registrada.
2. La ECU *Smart* compara los códigos S con el inmovilizador.

Resultado del procedimiento

- Los códigos S son compatibles.
- El código L en el inmovilizador y en la ECU *smart* son compatibles.

Paso 8.

Verificar "Listo" en la pantalla en el tablero de instrumentos para el Prius C.

Que sucede:

1. El código G es compatible con el inmovilizador y la HV ECU

Realizar toda esta serie de pruebas tarda unos 30 segundos por cada una de ellas. Una vez que se ha hecho un par de veces, esto proporcionará toda la información que se necesita para elegir una ruta de diagnóstico inteligente.¹⁷

3.3. Comprobaciones del sistema

3.3.1. Comprobación del estado de la batería inteligente

Un nivel bajo de batería inteligente 3V causará la pérdida intermitente de la función de llave inteligente al principio y luego no funciona en absoluto. Se puede comprobar el estado de la batería presionando el botón de bloqueo o desbloqueo entre tres y cuatro veces en fila y observando el Led o la luces del coche. Cada vez que se pulsa el botón, el Led o las luces deben responder de inmediato con cada pulsación. Si por el contrario no hay respuesta o hay una respuesta lenta indica que la batería está baja.



Figura N° 3.4 Led de mando remoto

Fuente: <http://www.mastertechmag.com/2009/11/02/toyotasmartkey2> [19 -Agosto-2013]

¹⁷ Paul Cortez, Toyota Prius, Master Technician,
<http://www.mastertechmag.com/2009/11/02/toyotasmartkey2> Consultado [25 de Agosto de 2013]

Si la batería de llave inteligente está fallando muy a menudo, se aconseja mantener las llaves inteligentes lejos de la interferencia electrónica.

3.3.2. Comprobación del interruptor de llave inteligente cancelar

Si las funciones inteligentes de las teclas no funcionan, se comprueba el interruptor de llave inteligente Cancelar. En primer lugar, con la llave inteligente en la mano, se pulsa el botón Cancelar una vez, y luego se presiona el botón de encendido sin pisar el pedal del freno. Si el botón de encendido se pone verde, el sistema de llave inteligente está trabajando.

De no ser este el caso, presionamos nuevamente el botón cancelar para volver a la configuración original. También se puede comprobar si la función de llave inteligente está activada o desactivada mediante la comprobación la posición del interruptor. El interruptor pulsador sobresaldrá más cuando el sistema de llave inteligente está activo, y estará presionado cuando las funciones de tecla inteligente están bloqueadas.



Figura N° 3.5 Ubicación de interruptor cancelar

Fuente: <http://www.artsautomotive.com/publications/7-hybrid/109-prius-2nd-gen-rfid-lost-all-keys>

[11 -Septiembre-2013]

3.3.3. Comprobación del Can-Bus

“Los sistemas que utilizan el multiplexado Can-Bus permiten que las probabilidades de fallo en el proceso de comunicación sean muy bajas, aun así es posible que cables, contactos y las propias unidades de mando presenten alguna disfunción. Para el análisis de una avería, se debe tener presente que una unidad de mando averiada abonada al Can-Bus en ningún caso impide que el sistema trabaje con normalidad. Lógicamente no será posible llevar a cabo las funciones que implican el uso de información que proporciona la unidad averiada, pero sí todas las demás.

Por ejemplo, si quedase fuera de servicio la unidad de mando de una puerta, no funcionaría el cierre eléctrico ni se podrían accionar el del resto de las puertas. En el supuesto que la avería se presentara en los cables del bus, sería posible accionar eléctricamente la cerradura de dicha puerta, pero no las demás. Esto solo ocurriría si los dos cables se cortan o se cortocircuitan a masa.”¹⁸

Otra opción sería emplear una maquina compatible o emplear el programa informático CAN ANALYZER junto con el ordenador con la conexión adecuada. Con esto podríamos visualizar el tráfico de datos en el Can-Bus. Al emplear dicho programa o maquina destina al diagnóstico de fallas del CAN BUS se podría observar:

- Interrupción de cables del Bus
- Cortocircuito de cables del Bus
- Cortocircuito a positivo o masa de cables del Bus
- Contenido de mensajes
- Rendimientos y fallos

Una muy buena alternativa y probablemente la más adecuada y accesible es el osciloscopio digital, con el que se pueden visualizar perfectamente los mensajes,

¹⁸ CAN bus, <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm>, Consultado [18 de Septiembre de 2013]

conectando los dos canales del osciloscopio a los terminales del CAN-BUS de cualquier unidad de control.

3.4. Procedimiento de sustitución de batería

La llave mecánica que está almacenada en la tecla inteligente puede servir de herramienta para la sustitución de batería, eso en caso de contar con los instrumentos adecuados. Así que el primer paso es retirar la llave mecánica.



Figura N° 3.6 Llave mecánica en el mando remoto

Fuente: <http://www.paulstravelpictures.com> [14 -Septiembre-2013]

Los dispositivos poseen ranuras en las cuales se puede ingresar una herramienta plana de forma que nos permita separar las tapas del circuito. Girar la herramienta hasta la separación del protector.



Figura N° 3.7 Proceso para cambio de batería

Fuente: <http://www.paulstravelpictures.com> [16 -Septiembre-2013]

La batería está al otro lado de esta placa de circuito. La junta se mantiene en su compartimento de cinta de doble cara, por lo que no se puede separar fácilmente, se debe tener cuidado de no afectar al circuito. Una vez ubicada la batería se sustituye y se arma el conjunto nuevamente.

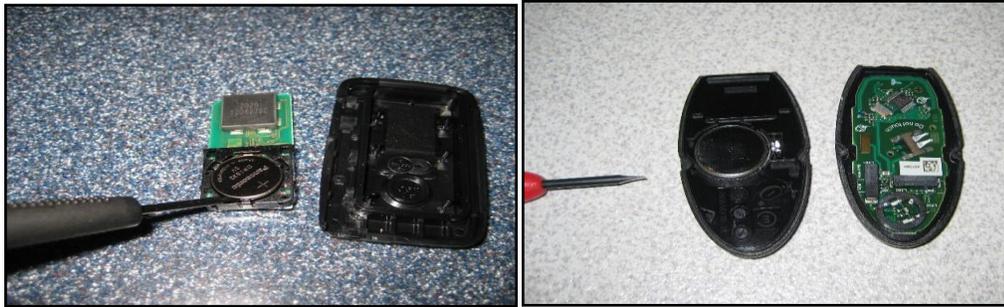


Figura N° 3.8 Sustitución de batería

Fuente: <http://www.paulstravelpictures.com> [16 -Septiembre-2013]

3.5. Programación de llaves

3.5.1 Adición de “Smart Keys” o sustitución de llaves perdidas Nissan Armada

Los modelos más recientes de Nissan necesitan de un código PIN para poder realizar la programación. El BCM (Body Control Module) permite la programación de llaves y mandos a distancia en su memoria. Para programar llaves y mandos a distancia (PROX) es necesario un código PIN el cual se puede obtener a partir de la etiqueta del BCM.

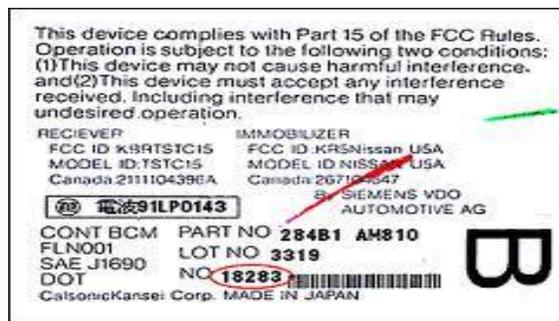


Figura N° 3.9 Etiqueta El BCM (Body Control Module) Nissan

Fuente: <http://automotiveandcommerciallocksmith.blogspot.com/2012/05/infiniti-nissan-prox>

[21 -Septiembre-2013]

El número de serie del BCM es siempre 5 dígitos de longitud y puede contener algunas letras y números o solo números como se representa en la figura.

3.5.1.1 Procedimiento de registro

Hay cinco pasos para reemplazar una llave inteligente perdida.

1. Leer el código BCM de la memoria del vehículo.
2. Convertir Código BCM a PIN CODE.
3. Liberar el mecanismo de bloqueo de dirección.
4. Programar las nuevas y existentes Teclas de Emergencia con chip.
5. Programar las funciones del dispositivo remoto.

3.5.1.2. Proceso de programación de mando a distancia

Paso 1 - Cerrar todas las puertas y poner seguro con el botón de los seguros en la puerta del conductor.

Paso 2 - Insertar la llave en el switch y retírala por lo menos seis veces en 10 segundos. Las intermitentes van a parpadear si se hace el paso correctamente.

Paso 3 - Insertar la llave en el switch y girarlo a ON.

Paso 4 - Antes de 5 segundos presionar cualquier botón en el control remoto, las intermitentes van a parpadear. No se debe presionar el botón más de una vez en este paso.

Paso 5 - Para programar otros controles, incluyendo los viejos, se debe desbloquear y bloquear las puertas usando el botón en la puerta del conductor.

Paso 6 - Antes de 5 segundos presiona cualquier botón en el control, esto para cada uno de los controles adicionales.

Paso 7 - Poner el switch en la posición OFF, luego retirar la llave del switch.

Paso 8 - Desbloquea las puertas de los seguros con el botón de la puerta del conductor.

3.5.2. Adición de “Smart Keys” o sustitución de llaves perdidas Toyota Prius

3.5.2.1. Procedimiento de registro

Hay cuatro pasos para reemplazar una llave inteligente perdida.

1. Realizar el procedimiento borrado seguro de código de llave en el inmovilizador.
2. Registrar todas las claves existentes y nuevas en el inmovilizador.
3. Llevar a cabo el procedimiento de borrado Código de llave en la ECU “Smart Key”.
4. Registrar todas las claves nuevas en el ECU de llave inteligente.

Los cambios que se realicen en las claves registradas en la ECU Inmovilizador también deben hacerse a la ECU de llave inteligente y viceversa. El S-código se almacena en la ECU del inmovilizador y la ECU de llave inteligente. El S-código se crea utilizando todos los ID de clave registrados en cada una de las ECUS. Dado que los S-códigos deben coincidir, probablemente los ID de clave en cada ECU también deben coincidir.

3.5.2.2. Pasos para agregar llaves adicionales

Si se desea agregar una o más llaves inteligentes sólo hay dos pasos.

1. Registrar la nueva llave en la ECU inmovilizador.
2. Registrar la nueva llave en el ECU “Smart Key”.

3.5.2.3. Procedimiento de programación de mando a distancia

Paso 1 - Es muy importante asegurarse de que todas las puertas están cerradas, excepto la puerta del conductor, que permanece abierta.

Paso 2 - Insertar el mando dentro y fuera de la ranura de aprendizaje dos veces.

Paso 3 - Cerrar la puerta del conductor dos veces, luego dejarla abierta.

Paso 4 - Insertar el mando en la ranura una vez y extraerla nuevamente.

Paso 5 - Cerrar la puerta del conductor dos veces, luego dejarla abierta.

Paso 6 - Insertar el mando en la ranura y dejarla dentro.

Paso 7 - Cerrar la puerta del conductor una vez.

Paso 8 - Presionar el encendido una vez, luego apagarlo.

Paso 9 - Tomar el mando de la ranura y las cerraduras de las puertas debería efectuar un ciclo.

Paso 10 - Ahora presionar los botones de bloqueo y desbloqueo juntos durante un segundo.

Paso 11 - A continuación, pulsar el botón de bloqueo durante tres segundos.

Paso 12 - Las cerraduras deberían efectuar el ciclo.

Paso 13 - Para salir del modo de aprendizaje se debe abrir la puerta y luego cerrarla y abrirla nuevamente.¹⁹

Para la reprogramación de llaves véase en el ANEXO se explica la reprogramación basado en un solo equipo. Cabe recalcar que el proceso varía notablemente en función del equipo que se utilice.

¹⁹ Programación de controles, <http://programacion.cerrajeriamg.com/component/content/article/861>
Consultado [2 de Octubre de 2013]

3.6 Códigos principales del sistema

3.6.1 DTC “Smart Key” Nissan

Código	Descripción
U1000	Circuito de comunicación RED-CAN
U1010	Unidad de control CAN.
B2013	Solenoide de bloqueo de columna de dirección.
B 2191	Diferencia de códigos ID.
P1615	Códigos de llave no coinciden.
B2192	Códigos no coincidentes entre ECM y BCM.
P1611	Códigos no coincidentes entre ECM y BCM.
B2193	Comunicación inactiva entre BCM y BCM.
P1612	Comunicación inactiva entre BCM y BCM.
B2194	Descoordinación entre BCM y “SMART KEY”.
B2552	Mal funcionamiento de la unidad “SMART KEY”.
P1610	Modo bloqueo.

Tabla 3.1 Códigos principales Nissan Armada

Fuente: <http://priuschat.ru/viewtopic.php?f=16&t=131> [27 -Septiembre-2013]

3.6.2. DTC “Smart Key” Toyota

Código	Descripción
B1207	Mal funcionamiento de la ECU CERTIFICACIÓN.
B2784	Mal funcionamiento de comunicación entre unidades electrónicas (ECU).
B2326	Defecto en línea de comunicación de CAN-BUS.
B1242	Bloqueo de puerta inalámbrico malfuncionamiento.
B2786	No hay respuesta de la ECU de la dirección.
B2789	No hay respuesta de identificación del inmovilizador.
B278A	Cortocircuito hacia masa en el sistema inmovilizador, circuito fuente de energía.
B2799	Sistema inmovilizador del motor.
B2793	Mal funcionamiento de transponder chip.
B2796	No hay comunicación en el sistema inmovilizador.
B2780	Aviso de fallo en interruptor de encendido.
B2795	Los códigos de identificación no coinciden.

Tabla 3.2 Códigos principales Toyota Prius

Fuente: [Http://pdf.textfiles.com/manuals/AUTOMOBILE/NISSAN/armada/2009_Armada/SEC.pdf](http://pdf.textfiles.com/manuals/AUTOMOBILE/NISSAN/armada/2009_Armada/SEC.pdf)

[20 -Octubre-2013]

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La indagación permitió comprender el sistema en forma general, estableciendo sus componentes y su funcionamiento, de ahí que se pudo ver las diferencias de acuerdo con la marca automotriz, lo que permitió realizar comparaciones entre los vehículos propuestos para tener una idea de las variantes que presentan el uno sobre el otro, por ejemplo podemos determinar cuál es el más sencillo y cual es más efectivo en cuanto a funcionamiento y componentes, llegando a determinar que el sistema más sencillo en cuanto a componentes es el integrado por la marca Nissan y en cuanto a funcionalidad es el propuesto por Toyota.
- Se identificó los protocolos normalizados para la transmisión de datos en los sistemas de entrada sin llave, así como también el proceso de comunicación y la importancia de los componentes particulares para un correcto desempeño del sistema. Por otro lado notamos que ciertos fabricantes desarrollan sus propios métodos de comunicación para simplificar aún más sus sistemas, lo que resulta ventajoso en cuanto a mantenimiento y a la reducción de peso y volumen debido al poco uso de cables para la interconexión de componentes en todo el vehículo.
- En base a las investigaciones se pudo notar y determinar los procesos básicos y mas importantes para la comprobación del sistema, al mismo tiempo se da a conocer los códigos de falla para las marcas expuestas en este documento, como por ejemplo: Descoordinación o mala comunicación en la red o mala comunicación entre el coche y el dispositivo inteligente, provocados en su mayoría por cortes en las líneas de comunicación y por interferencias de radio, respectivamente. Siendo estas las más comunes y más importantes entre el Prius C y el Armada.
- El estudio realizado para describir el sistema de llave inteligente permitió generar los objetivos planteados como consecuencia pudimos dar a conocer la tecnología empleada en los vehículos modernos en donde se detalló la configuración de “Smart Key” en dos marcas automotrices como son Nissan y

Toyota, de esta manera se aprecia el funcionamiento del sistema principal y las características propias de cada fabricante, así como también los componentes que lo integran. Como resultado se pudo establecer un documento que servirá de ayuda para la comprensión tema.

RECOMENDACIONES

- Para evitar el agotamiento de la batería tanto del vehículo como del mando remoto es importante identificar las zonas de interferencia, así se evita exponerlos por períodos prolongados.
- Antes de diagnosticar este tipo de sistemas se debe conocer acerca de su funcionamiento y asegurarse de que las posibles “fallas” no sean una función normal del automóvil.
- Es aconsejable utilizar el equipo adecuado para el diagnóstico, para lo cual debe tomarse en cuenta el fabricante del coche.
- Existen varias formas para reprogramar llaves, los procesos cambian de acuerdo al equipo que se haya elegido. Por ello es importante conocer cuál es la mejor opción para el proceso de reprogramación.
- En lo posible debe utilizarse equipos de diagnóstico o reprogramación originales de la marca, para evitar posibles daños en las unidades electrónicas.

REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALONSO José Manuel. Sistemas de seguridad y confortabilidad. Madrid. Editorial Paraninfo. 2008. 4ta edición.
- ARAUZ SALAZAR José. Diseño y construcción de un dispositivo para control de acceso vehicular por RFID. 2009. Escuela Politécnica Nacional. Ing. Eléctrica y Electrónica, Pág. 5. 2009
- BARRERA DOBLADO Oscar, ROS MARIN Joan Antoni. Sistemas eléctricos de seguridad y de confortabilidad. Paraninfo. 2011
- BOSCH, Robert. Manual de la técnica del automóvil. Editorial GmbH. Plochingen. 2005. 4ta Generación
- CONCEPCION, MANDY. Sistemas híbridos avanzados. USA. 2010. Vol. 1
- DANIEL C. Luis R. Diseño e Implementación de un sistema de control e inventario electrónico basado en RFID. Tesis de grado ingeniería electrónica. ESPE. Pág. 28- 31. 2011
- DOMINIC PARET. *Multiplexed network for embedded Systems*. Wiley. 2007
- Electrónicos de Seguridad y Confortabilidad. Editorial paraninfo. España. [s.a.]
- HOLLEMBEAK, BARRY. *Automotive Electicity And Electronics*. Delmar Cengage learning. 5ta edición. 2011
- JACK ERJAVEC, *Automotive Technology*, Cengage Learning, 2000
- M. JOSÉ LLANOS LÓPEZ. Transporte y mantenimiento de vehículos-electromecánica de vehículos automóbiles. Editorial Paraninfo. 2011
- RIBBENS, WILLIAM. Electrónica Automotriz. México. LIMUSA. 2008
- RUEDA SANTANDER Jesús. Técnico en mecánica & electrónica automotriz. Volumen 1. Diseli. 2003
- RUEDA SANTANDER, JESUS. Manual Técnico De Fuel Injection/ Diseli. Guayaquil. 2005. 3ra Edición
- SHEPARD, STEVEN. *Radio Frecuency Identification*. McGraw-Hill Professional. 2004.

- TANENBAUM Andrew A. WETHERALL David J. Redes de Computadoras/Pearson. México. 5ta edición.
- TIM GILES. Servicio automotriz: inspección, mantenimiento, reparación. Cengage Learning. 2011

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

- Gabriel Chiaveto. Sistemas Inmovilizadores [Http://injeccion-leicester.99k.org/Manual/Clase%2016%20-%20Inmovilizadores](http://injeccion-leicester.99k.org/Manual/Clase%2016%20-%20Inmovilizadores) Consultado (26 de Marzo 2013)
- <http://www.manualowl.com/swfviewer/viewer.php?> Consultado (28 de Marzo de 2013)
- *Body Electrical Smart Entry & Start System*<http://share.qclt.com> Consultado (04 de Abril de 2013)
- *Repair Manual Supplement: Registro de llaves inteligentes* [http://www.vfaq.net/docs/TSBs/EL008-04 .pdf](http://www.vfaq.net/docs/TSBs/EL008-04.pdf) Consultado (20 de Abril de 2013)
- *Boston Scientific sistemas smartkey*http://www.bostonscientific-international.com/templatedata/imports/HTML/CRM/pprc_intl/acl/sp/pdfs/EMI/ES_ACL_Smart_Key_Systems_101408.pdf Consultado (24 de Abril de 2013)
- CAN BUS <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm> Consultado (22 de Mayo 2013)
- Fernando Augeri *Ciseelectronic*, protocolo de comunicación CAN,<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/166-protocolo-de-comunicaci%C3%B3n-can.html> Consultado (22 de Mayo de 2013)
- *CAN- Controller Area Network*http://www.electron.frba.utn.edu.ar/materias/95-0429/archivos/Cap8_2009_CAN.pdf Consultado (28 de Junio 2013)
- *Smart Key System*http://www.toyota.com/t3Portal/document/om/OM42785U/pdf/sec_01-02.pdf Consultado (03 de Mayo de 2013)

- *Smart Key less Sistem* http://www.advancedkeys.com/Prod_AK104B.html
Consultado (06 de Mayo de 2013)
- Paul cortes, Toyota Prius acceso inteligente , Master Technician
<http://www.mastertechmag.com/2009/11/02/toyotasmartkey2> Consultado (08 de Junio de 2013)
- Sistemas de inmovilización
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4157/2/T-ESPEL-0225>
Consultado (25 de Junio 2013)
- *Tis Technical Information System*,
<https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/docs/3rdprius-ES.pdf>. Consultado (13 de Agosto de 2013)
- MVP & T-CODE PROR Reprogramación de Llaves
http://www.mvptcodesupport.com/attachments/File/Updated_NISSAN_FOR_QUICK_DOWNLOAD-3-1-13.pdf Consultado (22 de agosto de 2013)
- Sistemas Nissan
<http://automotiveandcommerciallocksmith.blogspot.com/2012/05/infiniti-nissan-prox-system.html> Consultado (08 de Septiembre de 2013)
- Toyota manual de reparacion
<https://www.google.com.ec/#hl=es&safe=off&tbo=d&client=psyb&q=2010+TOYOTA+PRIUS+REPAIR+MANUAL+PDF&oq> Consultado (11 de Octubre 2013)

ANEXOS

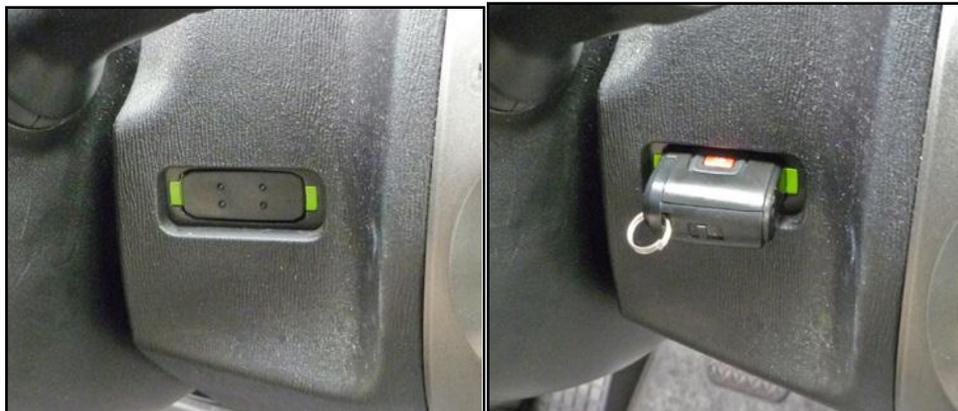
ANEXO 1: REPROGRAMACION TOYOTA PRIUS C

Instrucciones:

Para realizar la reprogramación es necesario conectar el puerto OBD2 con la interfaz, el puerto OBD2 puede ubicarse del lado derecho cercano al pedal de aceleración.



La “ranura de aprendizaje” está ubicada en el lado derecho del conductor en el tablero de control



En los modelos que no se tiene acceso *smart* debe insertarse el control en la ranura del tablero



El logo contenido al reverso del control indica si el sistema es de acceso inteligente o no lo es, para el caso del emblema plateado indica que es de acceso inteligente y el emblema negro no lo es.



Los modelos con el sistema de acceso de proximidad inteligente tienen un botón "Lock-Out" en la parte inferior del tablero de instrumentos, debajo de la dirección la columna. Asegúrese de que el botón está en la posición "Out" (no presionado).

Programación de llaves en el Prius

Paso 1 Programar el inmovilizador para que llave inicie el vehículo.

Paso 2 Programar la función inalámbrica para que los botones en la llave bloqueen y desbloquen el vehículo. El mando permitirá iniciar el coche sin insertar la llave en la ranura.

Funciones especial del inmovilizador

- **Restablecimiento rápido del inmovilizador.**

Esta función permite borrar todos los mandos y colocar el inmovilizador en "modo auto aprendizaje" al instante sin tener que pasar por el retraso de 16 o 30 minutos de seguridad que se encuentra en el reinicio normal. En el Prius se utiliza esta función cuando el cliente ha perdido todos sus mandos y desea programar 1 o 2 llaves.

- **Restablecer inmovilizador: (con un retraso de seguridad).**

Esta función permite borrar todas los dispositivos y colocar el inmovilizador en el "modo auto aprendizaje". Esta función se utiliza cuando el cliente ha perdido todas sus llaves y desea programar más de 2 teclas (hasta 4 Max.)

- **Programar llave.**

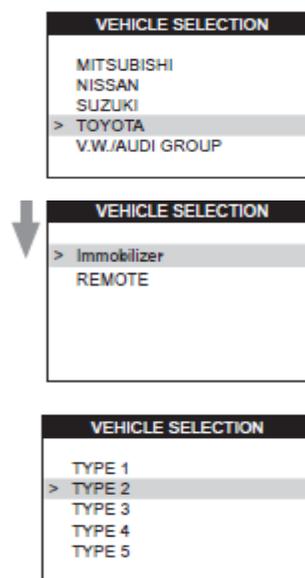
Esta función permite añadir un mando con el sistema inmovilizador del vehículo, siempre y cuando tenga un mando pre-programadas para comenzar.

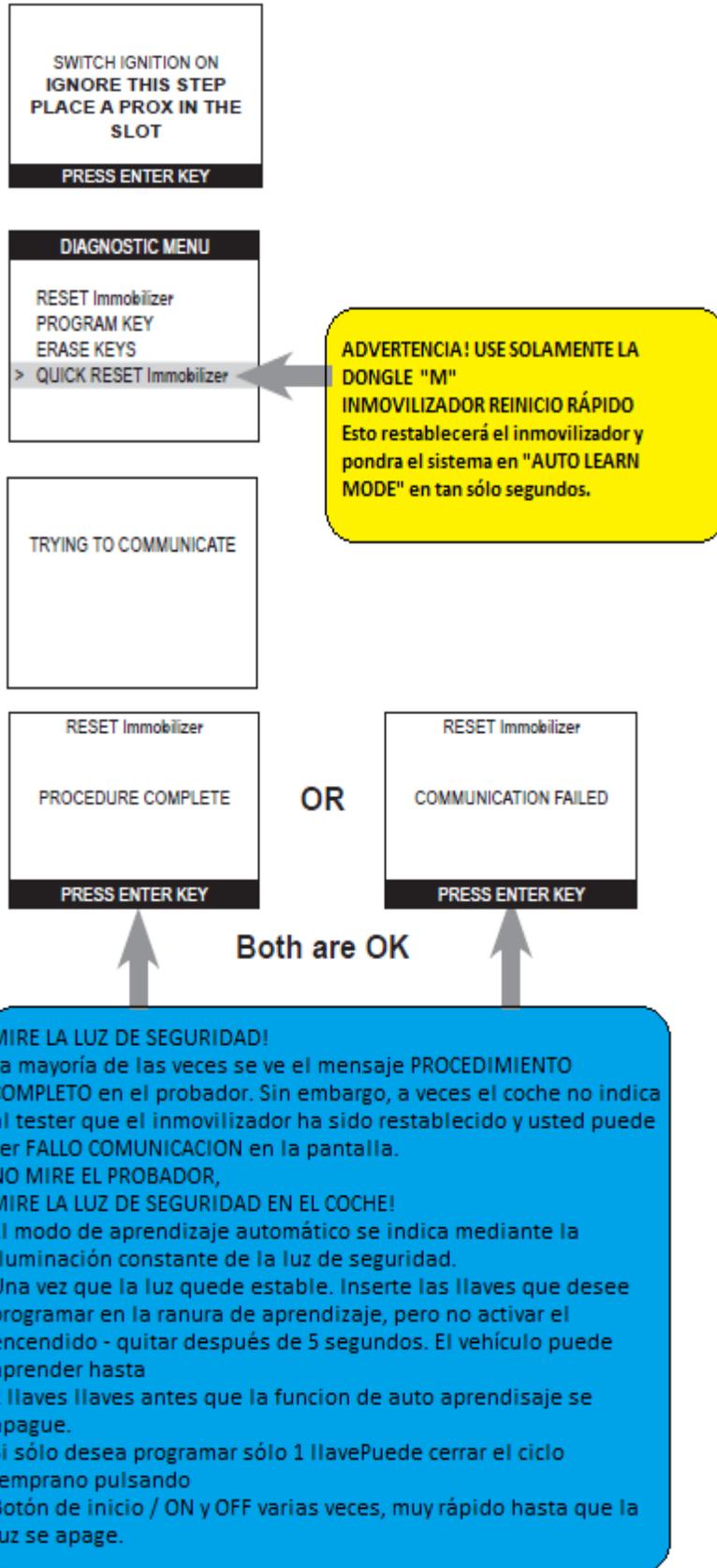
- **Borrado de llaves**

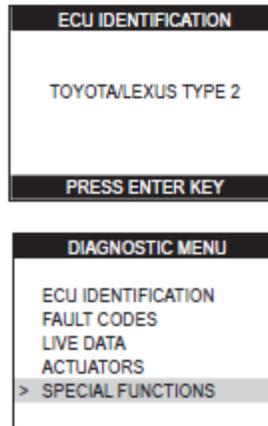
Esta función permite borrar todas las llaves excepto la llave de encendido en el momento.

Paso 1

Procedimiento cuando no se tienen llaves programadas







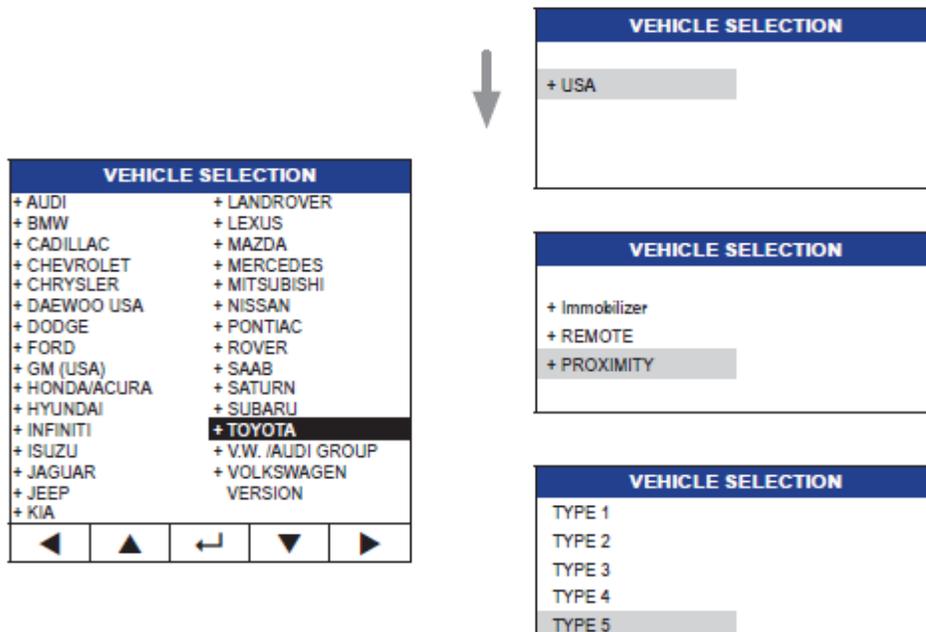
Paso 2

Paso importante para iniciar el coche y aun tener el mando en las manos:

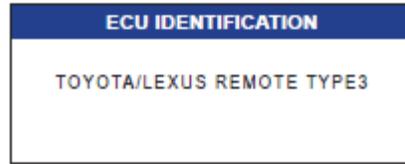
Para programar la función inalámbrica se debe engañar al coche para que piense que hay una llave en la ranura para que podamos encender el vehículo sin que esté realmente en la ranura.

La idea es tener el coche encendido, pero tener la llave en las manos para que puedan presionar fácilmente los botones cuando sea necesario. Se debe poner la llave hasta el final en la ranura, y luego pisar el freno, tire de la llave hacia fuera de la ranura solo un poco hasta que se escuche un clic y a continuación, pulsar el botón de inicio.

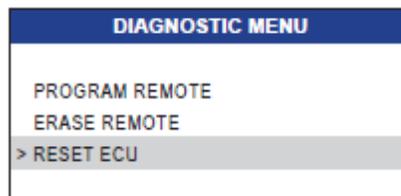
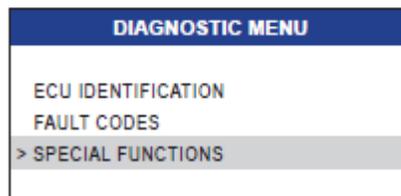
Ahora que el coche está encendido, se puede quitar la llave de la ranura.



Usar la tarjeta inteligente para evitar el acceso de seguridad a la web.



Es normal que en la pantalla de ID ECU aparezca en la lectura tipo 3 a pesar que se selecciono tipo 5.



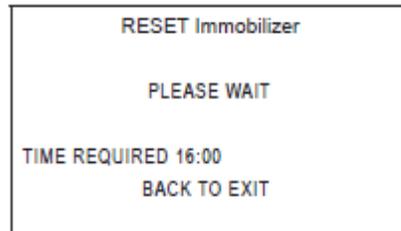
La opción *Reset ECU* borrara de la memoria todo lo programado referente a la llave de proximidad.



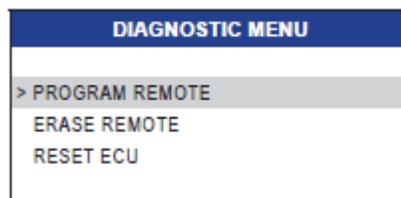
A pesar de que en la pantalla se muestre reseteo del inmovilizador, en realidad estamos reiniciando las funciones de entrada remota sin llaves.



Si no pasa por los 16 min establecidos, reiniciar otra vez. Esto se debe a un problema de software.



La pantalla que se muestra arriba no contara el tiempo automáticamente, debe pasar los 16 minutos, para que en la pantalla se pueda mostrar “procedimiento completo”



El encendido debe estar en ON y permanecer de esa manera



El reinicio de la ECU fue completado exitosamente si en la pantalla se muestra (llaves programadas KEYS 0)

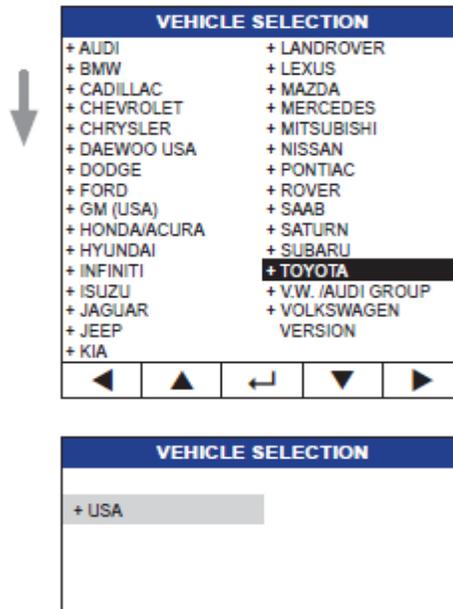


Presionar y mantener oprimido el botón del mando



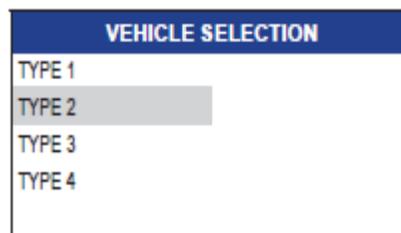
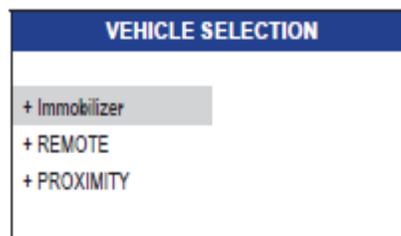
Si se tiene 1 o más llaves programadas

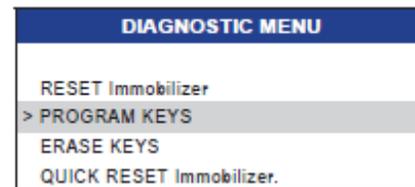
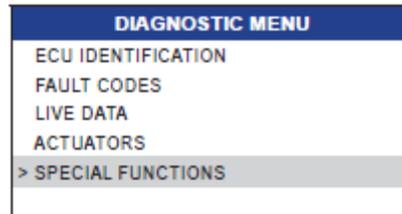
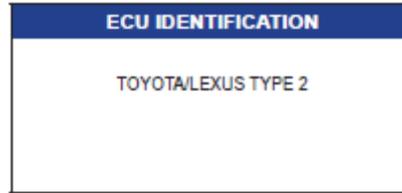
Inmovilizador tipo 2



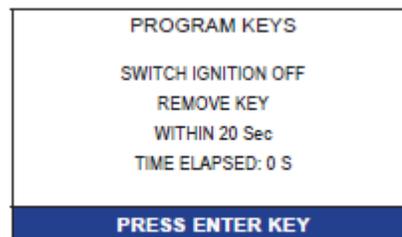
Asegurarse de que hay una llave remota ya programada existente en la ranura de aprendizaje.

Presione el botón *Start* para encender las luces del tablero en el cuadro de instrumentos.

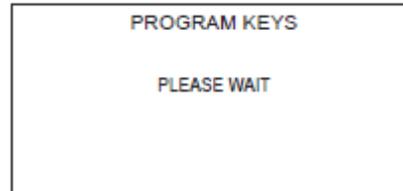




Pulsar el botón Inicio para apagar el coche y retirar el mando. Volver a insertar la llave y pulsar el botón *Start* para encender las luces del tablero en el cuadro de instrumentos.



Pulsar el botón Inicio para apagar el coche y retire la llave. Inserte la nueva llave a programar y sin presionar el botón Iniciar.

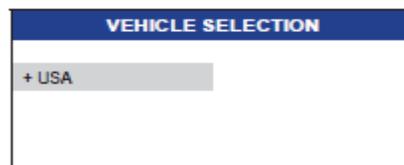
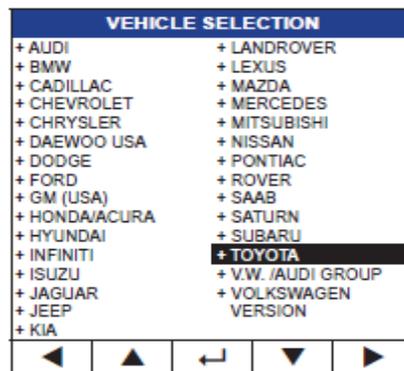


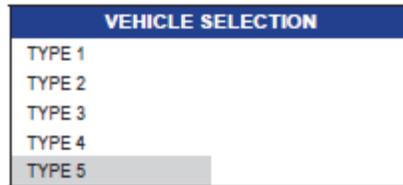
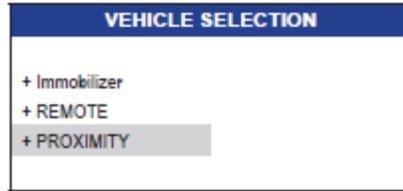
Este procedimiento dura aproximadamente 60 segundos.



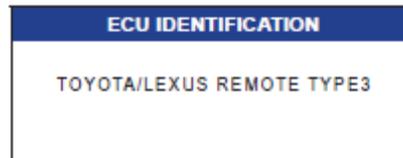
La luz de seguridad en el tablero debe estar apagarse y el primer paso de programación está hecho. Ahora es el momento de continuar con el siguiente paso. Utilizar el botón Atrás del T-CODE Pro para obtener volver al menú de proximidad.

Reprogramación llave de proximidad tipo 5

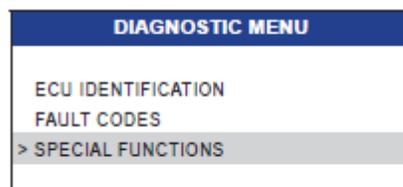


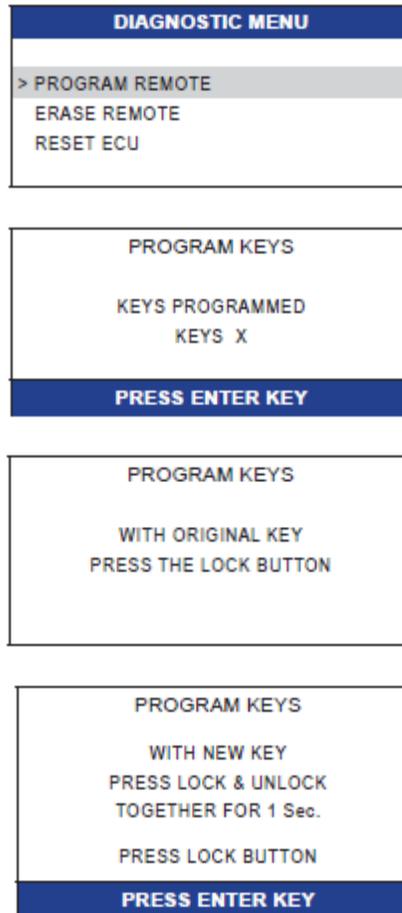


Usar la tarjeta inteligente para evitar el acceso de seguridad a la web.



Es normal que en la pantalla de ID ECU aparezca en la lectura TIPO 3 a pesar que se selecciono TIPO 5.





Mantener la llave en el área general alrededor del centro del volante al pulsar los botones.

El registro puede tardar hasta 5 segundos. Al pulsar "desbloquear" repetidamente o cualquier otro botón puede hacer que el procedimiento falle.



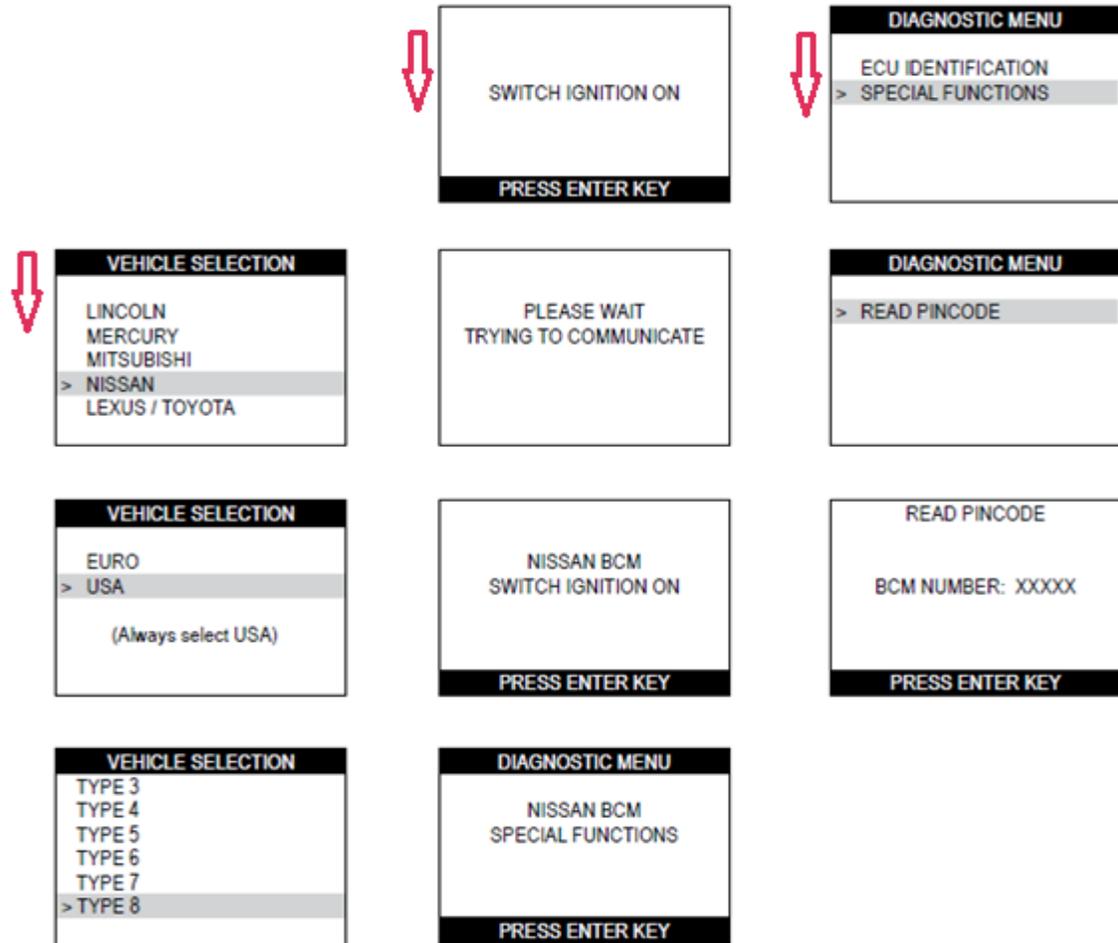
ANEXO 2: REPROGRAMACION DE NISSAN

Los modelos más recientes de Nissan necesitan de un código PIN para poder realizar la reprogramación, este código se lo puede ubicar en la etiqueta del módulo BCM



El número de serie del BCM es siempre 5 dígitos de longitud y puede contener algunas letras y números o sólo números.

Proceso para la lectura de código en la BCM



Si se recibe un código BCM que tiene todo "FFFFF" o "12FFF" estos son códigos de BCM erróneos. Asegurarse de tener la llave de encendido y volver a intentarlo.

El BCM (Body Control Module) permite la programación de llaves y mandos a distancia en su memoria.

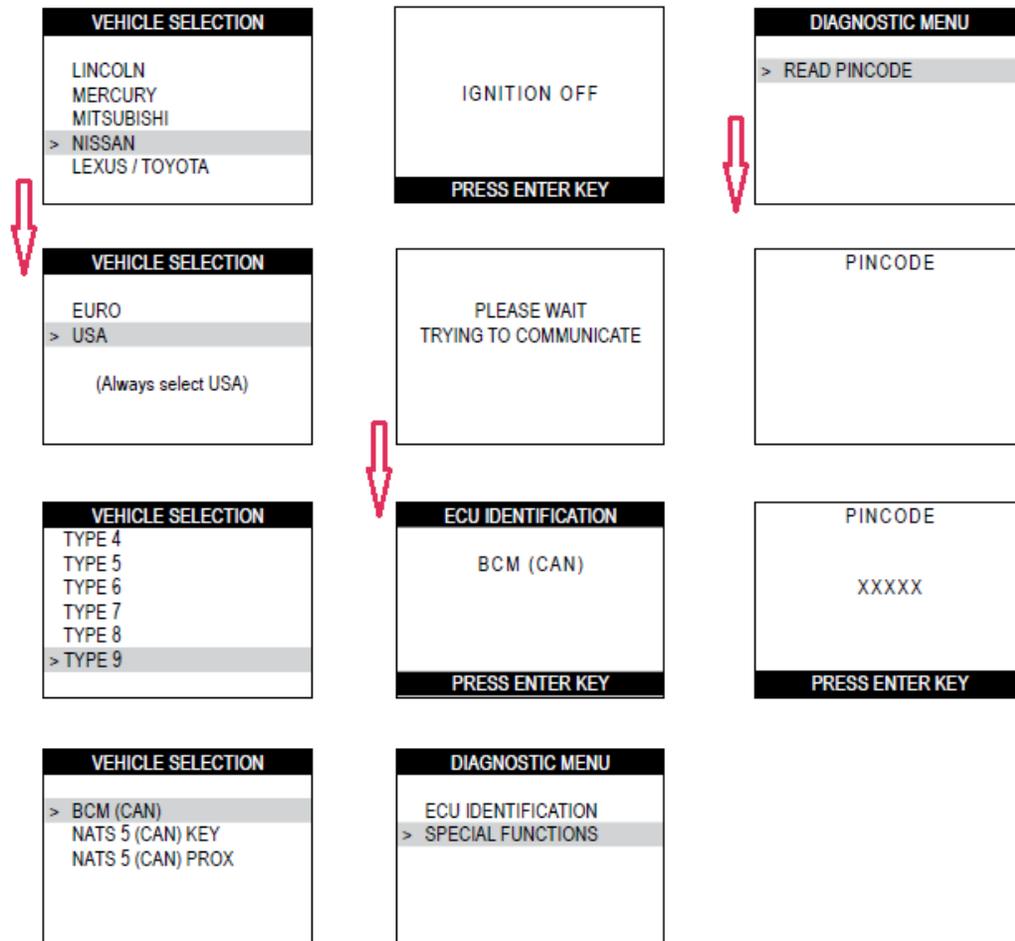
Para programar llaves y mandos a distancia será necesario un código PIN. El BCM tiene un número de serie en el que se puede convertir en el código PIN.

Pasos principales

- 1 - Leer el código BCM de la memoria del vehículo.
- 2 - Convertir Código BCM a PIN Code.

- 3 – Liberar el mecanismo de bloqueo de dirección.
- 4 - Programar las nuevas y existentes teclas de emergencia con chip.
- 5 - Programar el mando remoto.

- **Primer paso: lectura de código BCM**



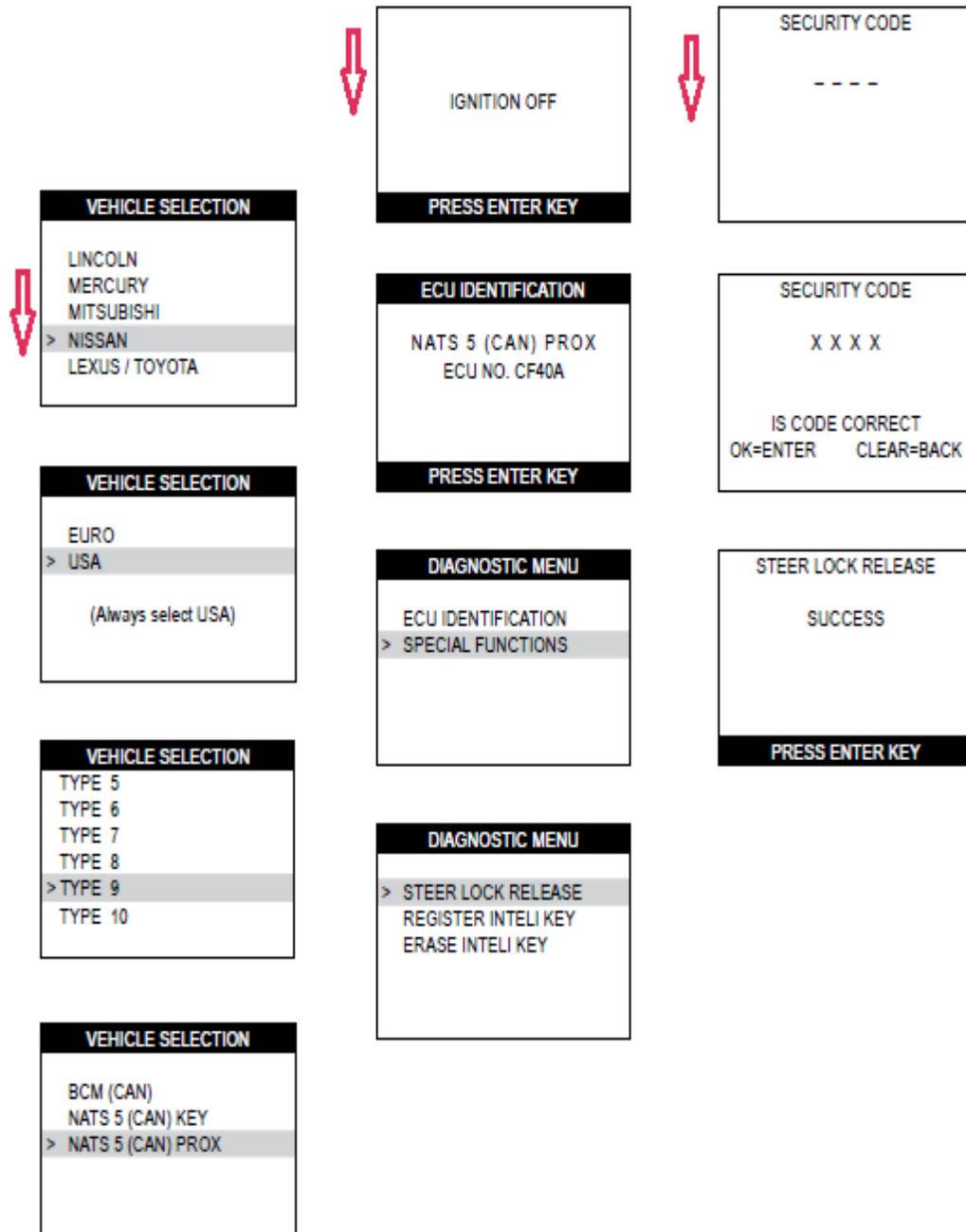
- **Segundo paso: convertir el código BCM**

El número de serie del BCM puede ser obtenerse de la etiqueta adherida al BCM o utilizando el software en el MVP / TCODE utilizando "leer" el número de serie del BCM.

Una vez que se tenga el número de serie del BCM del coche se puede convertir en un pin con el software de PC Code Wizard o también con un adaptador de conversión opcional que funciona con MVP PRO o T-Code Pro.

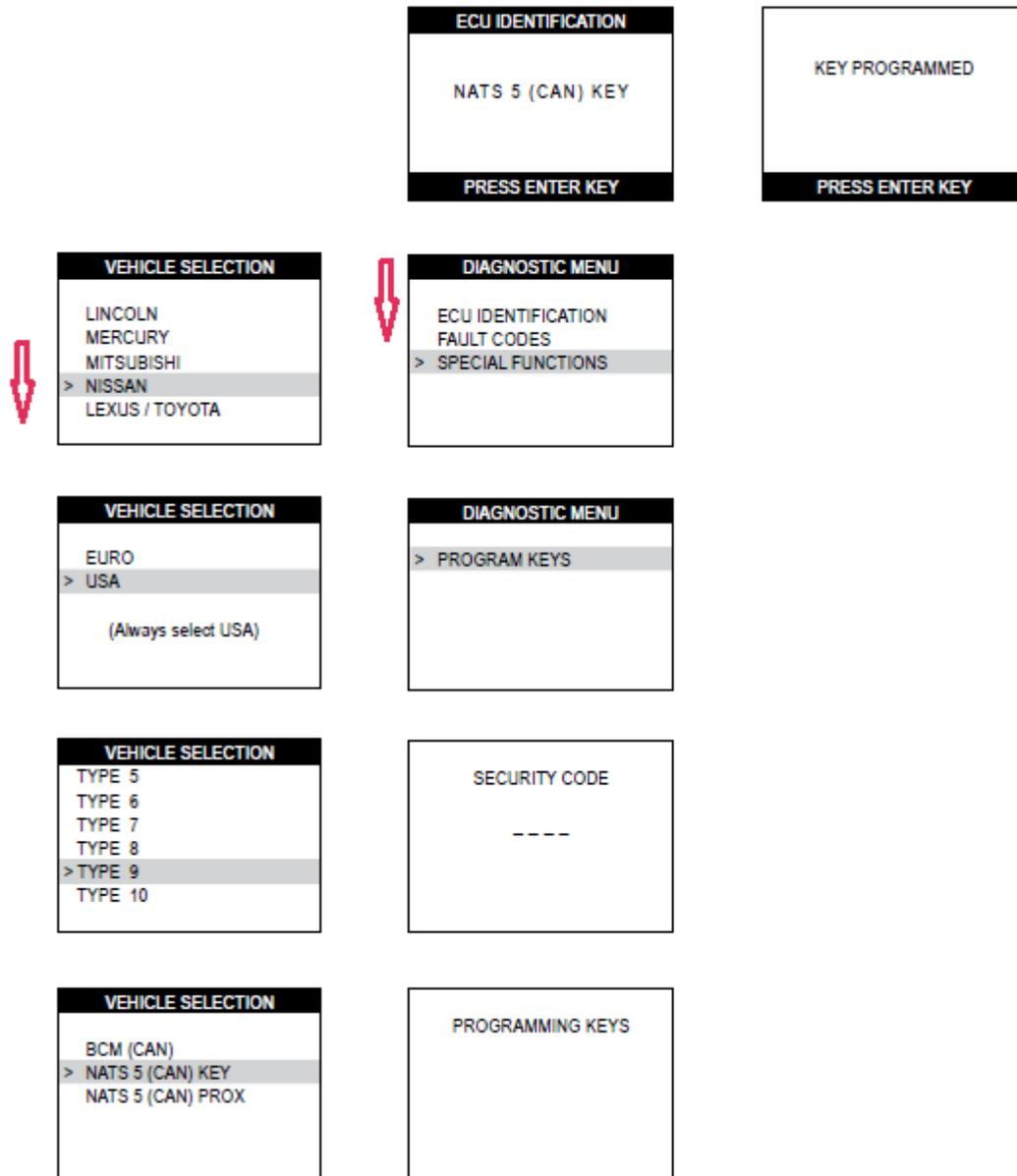
- **Tercer paso: desbloqueo del mecanismo de dirección**

Asegurarse que el interruptor esta en off



- **Cuarto paso: programación de llaves**

Todas las llaves existentes serán borradas, se recomienda reprogramar las llaves anteriores para que continúen funcionando.



Para una llave

Retirar la llave e insertarla nuevamente y girar a la posición ON. Esperar 10 segundos, después de esto el mando debe estar programado.

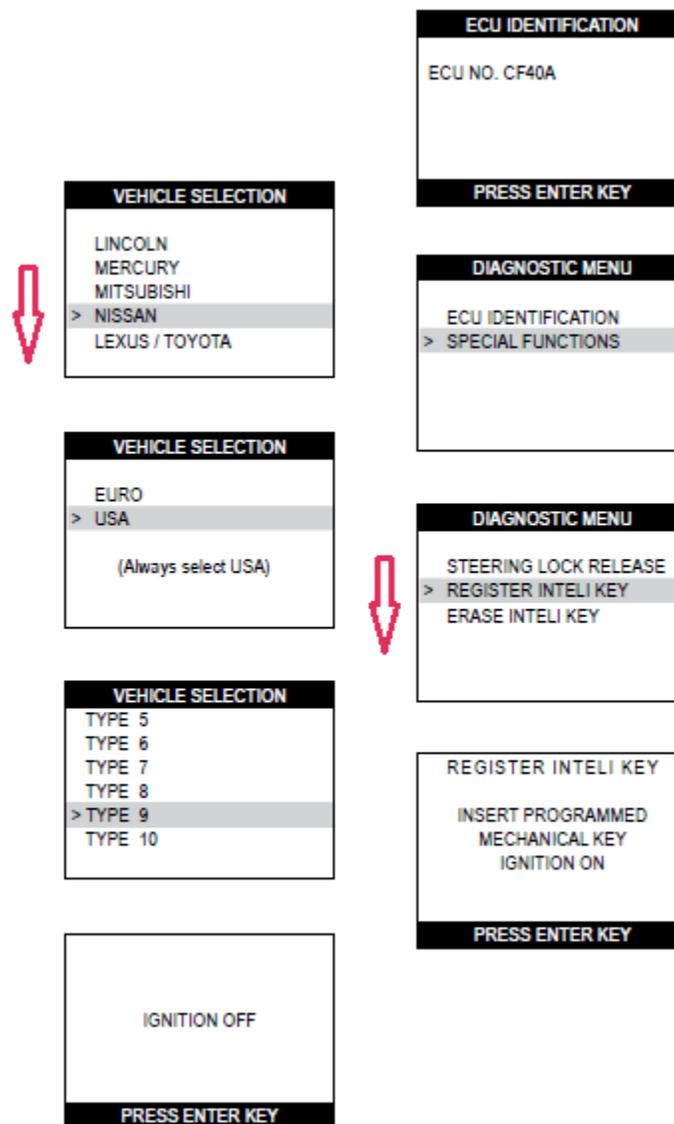
Para dos o más llaves

Insertar la siguiente tecla. Poner en la posición ON durante 8 segundos. A continuación, apagar y retirar la llave. El procedimiento se puede repetir hasta 4 llaves.

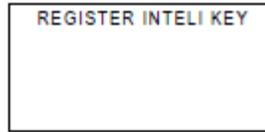
Después de que la llave final se ha registrado, introducir y girar en la primera tecla con la que comenzó el proceso y retirarla después de 8 segundos.

- **Quinto paso: programación de funciones remotas**

Asegurarse de que el interruptor esta en off

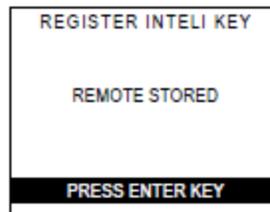


Insertar una llave de emergencia, que ya ha programado en el encendido y girarla a la posición ON.



Pulsar el botón de bloqueo del remoto. Sólo presionar el botón de bloqueo medio segundo.

Si se mantiene pulsado el botón de bloqueo más tiempo esperando algún tipo de respuesta, el proceso fallara. Si esto sucede, se tiene que repetir este paso.



Para registrar más mandos remotos, se debe pulsar el botón ENTER y seleccione registrar llave inteligente.