UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE MECANICA

SEDE VIÑA DEL MAR JOSE MIGUEL CARRERA -CHILE

ESTUDIO DE LOS SENSORES DE PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS EN VEHÍCULOS LIVIANOS PARA EL SECTOR NACIONAL – TPMS

Trabajo de Titulación para obtener el Título de TÉCNICO UNIVERSITARIO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Alumnos

Ignacio Maximiliano Baez Valdes

Profesor Guía

Eugenio Espinosa Ledesma

2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a mi madre, mujer de esfuerzo y valores, la cual me ha apoyado incondicionalmente sobre las decisiones que eh tomado, por fomentar el camino de las manualidades y el campo técnico, lo que me ha llevado a querer realizarme como técnico profesional.

Agradezco a mi escuela Ernesto Bertelsen Temple por darme los conocimientos y la base de la mecánica la cual me ha ayudado a pasar por estos desafíos con mayor confianza y noción sobre el campo técnico.

También agradezco a los funcionarios y profesores de la Universidad Federico Santa María sede José Miguel Carrera por la entrega de conocimientos los cuales me ayudaran en el desarrollo laboral y técnico, además, por sus valores los cuales siempre fueron enfocados a mejorar el trabajo realizado como técnico y no menos importante a mejorar como persona y ciudadano que forma parte de una sociedad.

Ignacio Baez Valdes.

RESUMEN

Este trabajo consta de 3 capítulos en los cuales se expondrá del sistema TPMS y sus distintas formas; además, se dará un énfasis analizando el territorio nacional y obteniendo una recomendación de cuál sería el más adecuado para incorporar en los vehículos carentes del sistema en el país.

Capítulo N°1 Descripción general.

En este capítulo se expondrá del sistema TPMS y la variedad de formatos desarrollados por las distintas marcas de vehículos. Se explicará en que consiste sus formas en las cuales se puede encontrar ya sea directo e indirecto, además de los formatos que se implementan para cada uno de ellos, también se verá la forma en la cual se presenta la información al conductor, sus posibles fallas e instalaciones.

Capitulo N°2 Viabilidad en el territorio chileno.

En este capítulo se expondrá las distintas diversidades que presenta el país de Chile en el ámbito de terrenos y climas, además de un análisis de cómo se comporta los neumáticos a las distintas condiciones climáticas.

Capitulo N°3 Recomendación de TPMS para el territorio nacional.

En este capítulo se expondrá cual es la recomendación a incorporar en los vehículos carentes del sistema TPMS para el territorio nacional en base a los primeros 2 capítulos, se pondrá en cuenta un modelo de auto en específico y un trabajo en específico para ver más claramente el desgaste y el uso de los neumáticos para presentar con claridad la necesidad, además se expondrá el TPMS a utilizar y su correspondiente configuración.

INDICE

INTRODUCCION. 7

OBJETIVOS. 8

Objetivo general. 8

Objetivos secundarios. 8

CAPITULO N°1 –DESCRIPCION GENERAL. 10

DEFINICIÓN DEL TPMS. 10

OBJETIVOS DEL TPMS. 10

NORMAS/LEGISLACIÓN PARA EQUIPAR TPMS. 10

DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE SISTEMAS TPMS. 11

TPMS Indirecto. 11

TPMS Directo. 12

Formato de los sensores TPMS directo. 13

- TPMS de válvula abrazadera. 13
- TPMS de válvula de encaje. 14
- TPMS en banda. 15
- TPMS de tapa de válvula. 15

ENTREGA DE INFORMACION HACIA EL CONDUCTOR 15

INSTALACIÓN DE LOS TIPOS TPMS DIRECTO. 16

- TPMS de válvula abrazadera. 16
- TPMS de válvula de encaje. 17
- TPMS en banda. 18
- TPMS de tapa de válvula. 19

PROBLEMAS POSIBLES EN EL SISTEMA TPMS.....21

CAPITULO N°2 -VIABILIDAD EN EL TERRITORIO CHILENO. 22

TPMS EN ALGUNOS MODELOS AUTOMOTRICES DEL MERCADO CHILENO.....23

- Citroën C4.....23
- Citroën C3.....24
- MG 3.....25
- MG Zx.....27
- Maxus T90.....28

VIABILIDAD EN EL TERRITORIO CHILENO. 30

CAPITULO N°3 –RECOMENDACIÓN DE TPMS PARA TERRITORIO NACIONAL.31

ANTECEDENTES DEL AUTOMOVIL A DEMOSTRACION. 32

ELECCION DE TPMS. 33

Detalles del sistema. 34

INSTALACION A DETALLE. 34

CONCLUSIÓN. 38

BIBLIOGRAFIA. 40

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO N°1 - DESCRIPCION GENERAL

- Figura 1.1 TPMS indirecto.....12
- Figura 1.2 TPMS directo modelo Ford..... 13
- Figura 1.3 TPMS de válvula de abrazadera.....14
- Figura 1.4 TPMS de válvula de encaje 14
- Figura 1.5 TPMS de válvula de encaje (Despiece).....14
- Figura 1.6 TPMS en cinta.....15
- Figura 1.7 TPMS en tapa de válvula.....15
- Figura 1.8 Entrega de información hacia el conductor – Lampara de aviso.....16
- Figura 1.9 Entrega de información hacia el conductor – Símbolos alternativos.....16
- Figura 2.0 Instalación de sensor en el orificio de la llanta.....16
- Figura 2.1 Apriete final del sensor.....17
- Figura 2.2 Inflación del neumático.....17
- Figura 2.3 Ensamble de válvula.....17
- Figura 2.4 Ensamble sensor en la llanta.....17
- Figura 2.5 Ensamble tuerca para sujeción del sensor.....18
- Figura 2.6 Apriete final del sensor.....18
- Figura 2.7 Instalación de banda metálica.....18
- Figura 2.8 Instalación de sensor en banda.....19
- Figura 2.9 Instalación de seguro de plástico.....19
- Figura 3.0 Instalación de contratuerca.....19
- Figura 3.1 Instalación de sensor en la válvula.....20
- Figura 3.2 Apriete de contratuerca.....20
- Figura 3.3 Verificación de funcionamiento.....20

CAPITULO N°2 – VIABILIDAD EN EL TERRITORIO CHILENO

- Figura 3.4 Citroën C4.....23
- Figura 3.5 Válvula Citroën C4.....23
- Figura 3.6 Presentación de TPMS Citroën C4.....24
- Figura 3.7 Reseteo de inflado Citroën C4.....24
- Figura 3.8 Citroën C3.....24
- Figura 3.9 Válvula Citroën C3.....25
- Figura 4.0 Reseteo Citroën C3.....25
- Figura 4.1 Mg3.....26
- Figura 4.2 Válvula Mg3.....26
- Figura 4.3 Indicador TPMS Mg3.....26
- Figura 4.4 Mg ZX.....27
- Figura 4.5 Válvula sensor Mg ZX N°1.....27
- Figura 4.6 Válvula sensor Mg ZX N°2.....27
- Figura 4.7 Testigo TPMS Mg ZX.....28
- Figura 4.8 Presión de neumáticos Mg ZX.....28
- Figura 4.9 Maxus T90.....28
- Figura 5.0 Válvula de Maxus T90.....29
- Figura 5.1 Panel N°1 Maxus T90.....29
- Figura 5.2 Panel N°2 Maxus T90.....29

CAPITULO N°3 –RECOMENDACIÓN DE TPMS PARA TERRITORIO NACIONAL

- Figura 5.3 Citroën C-Elysee (Ejemplo).....32
- Figura 5.4 Elección de TPMS (TPMS de tapa de válvula) 33
- Figura 5.5 Detalle del sistema.....34
- Figura 5.6 Verificación de los componentes.....34
- Figura 5.7 Instalación de sellos.....35
- Figura 5.8 Designación de unidad de medida de presión.....35

- Figura 5.9 Designación de unidad de medida de temperatura.....35
- Figura 6.0 Designación de presión mínima.....36
- Figura 6.1 Designación de presión máxima.....36
- Figura 6.2 Instalación de contratuerca.....36
- Figura 6.3 Instalación del sensor.....37
- Figura 6.4 Verificación de lectura del sensor.....37
- Figura 6.5 Apriete de contratuerca.....37

INTRODUCCIÓN

El automóvil como medio de transporte más usado en la actualidad, ha tenido la capacidad de obtener cambios, ya sea por las necesidades, evoluciones de tecnologías e ingeniería, las cuales han convertido a los automóviles en un medio completo, cómodo, seguro y con la capacidad de facilitar lo mayor posible la conducción al conductor.

La seguridad como complemento del automóvil ha ido en desarrollo a la par con las demás tecnologías, se ha ido complementando con diferentes sistemas para cada poder satisfacer las necesidades que la seguridad en la conducción necesita.

El neumático como parte fundamental del automóvil ha sido objetivo de la seguridad, muchas veces cuando se desarrolla algún viaje en carretera no se toma en cuenta el estado de los neumáticos o la presión de estos, los cuales, han sido los autores de la gran cantidad de accidentes o los culpables del mal funcionamiento de otros sistemas provocando una falla en ellos. Este problema se replica en la movilización del día a día, donde, a veces para el conductor se le hace difícil saber la presión de sus neumáticos, o no le dan la importancia suficiente a este tema, pudiendo provocarse perdidas paulatinas o repentinas debido al poco seguimiento. Vista esta situación se desarrolla un nuevo sistema con el fin de poder abarcar el tema naciendo así el TPMS encargado de monitorear y apoyar la conducción convirtiéndola más segura para el conductor y los pasajeros, ya que este sistema avisara si se encuentra con bajo nivel de presión alguno de los neumáticos o todos los neumáticos.

Se debe destacar que aparte de reducir riesgos ayudara económica y ecológicamente ya que genera un neumático con una vida supervisada evitando el desgaste disparejo y todos los demás factores provocados por la baja presión, y un menor consumo de combustible evitando el exceso de CO2, convirtiendo el automóvil más fiable y amigable con el medio ambiente.

OBJETIVOS

Objetivo General

Hacer un manual básico para técnicos de mantenimiento en la manutención del Sistema de Monitoreo de la Presión de Neumáticos - TPMS

Objetivo Secundario

Realizar un estudio de la tecnología TPMS presente en el país, tanto en el equipamiento original de los vehículos de venta reciente como en el mercado general de partes automotrices.

La clasificación del sistema TPMS de acuerdo a las distintas configuraciones, sus variantes constructivas según los distintos tipos de sensores, sus sistemas de comunicación y de presentación de la información.

Seleccionar y mostrar las principales tareas de mantenimiento propias del sistema

Analizar el aporte del sistema TPMS a la mejora de los distintos factores que conllevan la conducción segura a nivel nacional incluyendo el clima, los tipos de suelo, los desperfectos en carreteras, las alturas geográficas y estilos de conducción más comúnmente utilizados por el conductor nacional.

Efectuar recomendaciones sobre su incorporación en automóviles no dotados con el sistema y mostrar las formas de instalación.

Capitulo N°1

Descripción General del Sistema TPMS

1.0 Descripción General

En este capítulo se expondrá una breve descripción del sistema TPMS, su principal objetivo y una pequeña descripción de la legislación, la cual a echo como obligación la incorporación de este sistema en algunos países, además se explicará tipos de TPMS y sus formatos que se pueden encontrar en los vehículos.

1.1-Definición del TPMS

El TPMS con sus siglas en ingles Tyre Pressure Monitoring System, tiene como función como lo indica su nombre del monitoreo de la presión de los neumáticos.

Este es un sistema de tipo electrónico el cual entrega información en tiempo real o de forma indirecta al conductor, del estado de presión y temperatura (en algunos casos) de los neumáticos además de dar un aviso al conductor en el tablero al haber una diferencia de presión en uno o más de los neumáticos del vehículo.

1.2.- Objetivo del TPMS

La instalación del sistema TPMS tiene como objetivo principal el ser una garantía de seguridad en la conducción del vehículo, conducente a la reducción de accidentes por ingobernabilidad del vehículo debido a la deficiente presión de los neumáticos.

Otro objetivo del sistema es ayudar a la reducción de emisiones de C02 las cuales son producidas por el motor a combustión, esto se debe a que una mala presión de neumático genera una mayor resistencia a la rodadura teniendo que utilizar más combustible para realizar el mismo trayecto o recorrido, esto visto de forma económica aumenta la eficiencia del vehículo, pudiendo ahorrar más dinero en combustible tanto como en vida útil del neumático debido a un desgaste parejo de este mismo.

Enfatizando el objetivo principal se debe destacar que un mal inflado del neumático puede llevar a distancias de frenada mayor a lo normal, como también a un desgaste mayor a la banda de rodadura obteniendo una adherencia menor en carretera y una conducción menos confortable.

1.3.- Normas/Legislación para equipar TPMS

Aunque en Chile no se establece aún una determinación sobre las obligaciones del uso del sistema TPMS se encontró que, en el año 2014 la NHTSA declara para el territorio nacional de EEUU es obligatorio el TPMS ya sea directo o indirecto, a partir del 1 de noviembre de ese año, esto rige para todos los vehículos de turismo ya matriculados y nuevos producidos en el país.

Para el correcto funcionamiento la NHTSA declara las capacidades mínimas del sistema para un correcto funcionamiento.

- La pérdida de presión de un solo neumático un 20% más baja que la presión operativa, debe provocar una emisión por parte del TPMS de advertencia dentro de un tiempo de 10 minutos.
- La pérdida de presión paulatina o repentina de los cuatro neumáticos en un 20% de la presión operativa, debe provocar una emisión por parte del TPMS de advertencia hacia el conductor en un plazo de tiempo de 10 minutos.
- Debe determinar la caída de presión dentro de velocidades de 40km/h y la velocidad máxima del vehículo.
- Debe tener una base de datos de transferencia de 433Mhz

1.4.-Descripción de los tipos de sistemas TPMS

Para el desarrollo de esta tecnología se han fabricado en varios sistemas los cuales han ido evolucionando con el tiempo pudiendo entregar un resultado con más precisión para detectar las variaciones de presión en cada uno de los neumáticos.

Los principales tipos de sistema de monitoreo y también más conocidos son TPMS indirecto, TPMS directo, los cuales serán presentados a continuación.

1.4.1.- TPMS Indirecto

Este sistema de TPMS como su nombre lo dice no mide el valor de presión directamente o de forma absoluta, fue unos de los primeros al ser implementados en el mundo automovilístico.

Este tipo consiste en la utilización de los sensores del sistema antibloqueo de frenos ABS, además de utilizar formas de eigen (Algebra lineal utilizada para obtener eigenvalores y eigenvectores de una matriz) y espectros de frecuencia de la velocidad del neumático para determinar el estado de presión, esto se debe a que el sistema realiza un análisis en la velocidad de rotación de los neumáticos del mismo eje, ya que el radio del neumático al tener una presión más baja que el neumático paralelo detecta una mayor velocidad de rotación, esto se debe a que necesita realizar una rotación más rápida para alcanzar a velocidad tangencial del neumático paralelo.

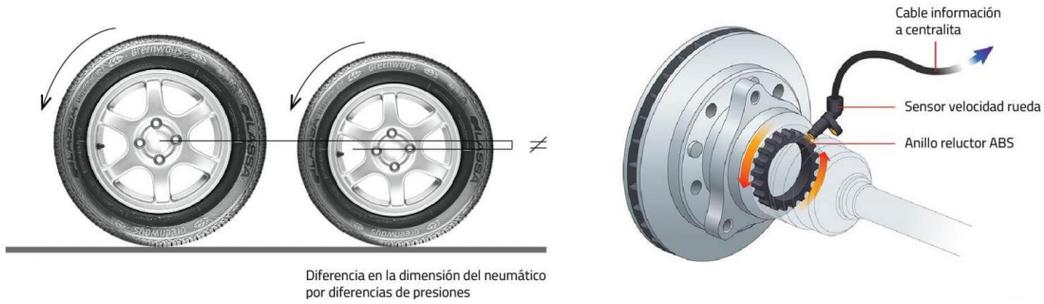


Figura 1.1 TPMS Indirecto

Fuente: https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/06_sensor-tpms-abs.jpg

Al tener un +/- 20% de desigualdad en la rodadura el sistema informa al conductor mediante una luz de aviso en el tablero para poder realizar el inflado correcto del neumático.

1.4.2.-TPMS Directo

Este sistema TPMS como su nombre lo indica mide directamente la presión del neumático, este es el sistema más común en la actualidad además de ser más fiable debido la certeza de su medición.

Este sistema consiste en un sensor el cual va ubicado dentro del neumático, este se comunica con una caja decodificadora la cual obtiene la señal transformándola en información para la ECU del vehículo, está a la vez si encuentra un desnivel de presión lo informara al conductor mediante una luz de aviso en el tablero.

Como ejemplo se presenta un circuito de sistema TPMS directo para la marca Ford (figura 1.2)

Componentes de este circuito:

1. Sensores de presión de neumáticos (lado derecho e izquierdo).
2. Luz de advertencia TPMS.
3. Monitor de presión de los neumáticos.
4. Una antena receptora de señal TPMS

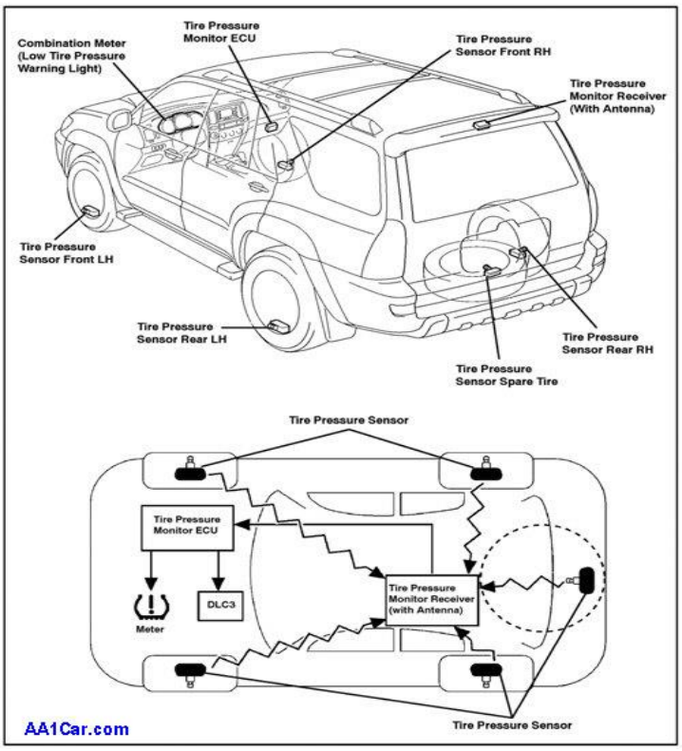


Figura 1.2 TPMS Directo modelo Ford

Fuente: http://www.aa1car.com/library/tire_monitors.htm

Este tipo de sistema de TPMS además de medir directamente la presión del neumático en tiempo real e independientemente tanto como en movimiento o con el vehículo detenido, tiene como complemento la medición de temperatura dentro de la cámara de este, debido a la temperatura generada por la fricción de las paredes, esto es de suma importancia ya que un neumático desinflado genera mayor temperatura provocando reventones por excesos de esta.

Como desventaja de este sistema se debe a la energía la cual se necesita para el funcionamiento del sensor, ya que este compuesto por una pila la cual tiene una vida útil de 3 a 7 años, al pasar el tiempo va perdiendo vida útil, hasta llegar a un momento en el cual se necesitará el remplazo del sensor para mantener el sistema completo y activo.

1.5.- Formatos de sensores TPMS directos.

El TPMS directo tiene principalmente 4 formas de sensores.

1.5.1.- TPMS de válvula abrazadera: Este tipo de formato es compacto y completo en el que consiste un cuerpo del sensor por lo general sellado, donde se encontraría la pila para la energización de este, además el vástago esta unido al cuerpo del sensor formando una sola pieza.
Su función es con radiofrecuencia por lo general entre los 433Mhz
Para su instalación viene para ello, una golilla o tuerca férula aparte, se debe tener en cuenta que la fabricación de esta pieza es de material blando generalmente aluminio por lo que se debe tener sumo cuidado a la hora de aplicar el torque de apriete para si no dañar la golilla pudiendo también dañar el vástago y dejar inutilizable el sensor.

Por lo general este tipo de sensor de cuerpo completo son los cuales vienen de fabrica en el automóvil.

Figura 1.3 TPMS de válvula abrazadera.

Fuente: https://www.mundorepuesto.com/parte/sensor-de-control-de-presion-de-la-llanta--oe-manufactured-para-honda-pilot-2013-marca-denso-numero-de-parte-550-0201

1.5.2.- TPMS de válvula de encaje: Este tipo de formato consiste en al igual que el sensor de abrazadera, pero su cuerpo no es totalmente sellado, el vástago de válvula va por encaje dentro del sensor lo que da la posibilidad de cambiar el vástago de válvula si este ha fallado o sufrido algún daño. Para este tipo de sensores se vende en el mercado un kit de mantenimiento lo cual lo hace un poco más económico al no tener que reemplazar el sensor completo

Este tipo de sensores funciona con radiofrecuencia la cual, por lo general es de 433Mhz para estos sistemas.

Figura 1.4 TPMS de válvula de encaje.

Fuente: https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/03_sensor-tpms-valvula.jpg

Figura 1.5 TPMS de válvula de encaje (Despiece)

Fuente: https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/01_partes-sensor-tpms_.jpg

1.5.3.- TPMS en banda: Este tipo de formato en un sensor el cual está sujeto con una cinta metálica en la llanta de la rueda, se posiciona al frente del vástago de la válvula, posición de importancia para realizar las acciones a futuro como reprogramaciones, instalaciones, etc.
Este tipo de sensor al igual que los demás funciona por radiofrecuencia de +/- 433Mhz

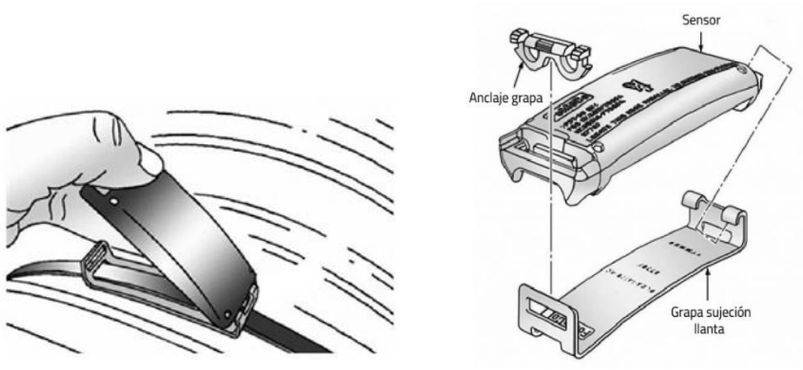


Figura 1.6 TPMS en cinta.

Fuente: https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/04_sensor-tpms-llanta.jpg

1.5.4.- TPMS en tapa de válvula: Este tipo de formato es un sistema de sensores los cuales se ubican como tapa de la válvula, estos monitorean la presión y temperatura de los neumáticos enviando la información a una caja receptora la cual pose un display, donde se mostrarán los datos de cada neumático.
La alimentación de esta caja por lo general es vía USB o mediante el conector de 12V del encendedor de cigarrillo, hay algunos modelos los cuales poseen un panel solar para apoyar la carga de este.
Este sistema ayuda y aporta a la conducción del vehículo en los cuales no poseen sistema TPMS de fábrica.

Figura 1.7 TPMS en tapa de válvula.

Fuente: https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/05_sensor-tpms-tapones.jpg

1.6.- Entrega de información hacia el conductor.

La entrega de información es importante a la hora de poder comprender el sistema ya que es la única forma de saber si el TPMS está dando alerta sobre algún problema en algunas de las ruedas.

Al inicio de estos sistemas el símbolo o lampara que entregaba el aviso era de color ámbar además de su símbolo el cual es un neumático visto en corte transversal con un signo de exclamación.

Figura 1.8 Entrega de información hacia el conductor – lampara de aviso

Fuente: https://toyotireslatino.com/wp-content/uploads/2020/01/Luz-de-Advertencia-TPMS.jpg

Además de este símbolo también se emplean otros parecidos para dar el aviso del problema.

Figura 1.9 Entrega de información hacia el conductor- Símbolos alternativos

Fuente: https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/02_cuadro-sensor-tpms.jpg

1.7.- Instalación de los tipos TPMS directo.

Para poder garantizar un buen funcionamiento se debe partir de la primera fase, la instalación, esta se debe realizar con cuidado para evitar averías en los componentes, como también tener en cuenta la posición del sensor en el caso del TPMS en cinta, estas acciones las cuales no tienen mucha dificultad, pero si importancia demarcaran el buen funcionamiento desde un principio.

1.7.1.- TPMS de válvula abrazadora

Para la instalación de este tipo de sensor se deben realizar los siguientes pasos:

- Se debe limpiar la zona del neumático a trabajar para evitar suciedad entre la unión de la llanta y el sensor.
- Se procede a introducir el sensor y su vástago mediante el orificio de la llanta para la válvula de carga.

Figura 2.0 Instalación de sensor en el orificio de la llanta.
Fuente: https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1DgVzX5LxK1Rjy0Ffq6zYdVXaa.jpg

- Se agregan las golillas y arandelas que requiere el sensor.

- La postura del sensor se asegura poniendo la tuerca final y ando un apriete, por lo general y recomendado se le aplica 35lb/in o 4.0 Nm

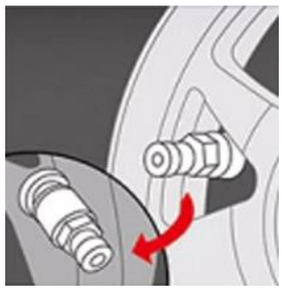


Figura 2.1 Apriete final del sensor.
Fuente: https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1DgVzX5LxK1Rjy0Ffq6zYdVXaa.jpg

- Infle el neumático y asegure que la válvula no pierda aire.

Figura: 2.2 Inflación del neumático.
Fuente: https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1DgVzX5LxK1Rjy0Ffq6zYdVXaa.jpg

1.7.2.- TPMS de válvula de encaje.

Para la instalación de este tipo de sensor se deben realizar los siguientes pasos:

- Se limpia la zona a trabajar para evitar suciedad en el montaje.
- Insertar el tornillo de fijación dentro de la ranura en el cuerpo del sensor.
- Ensamble la válvula con el tornillo uniéndola con el sensor.

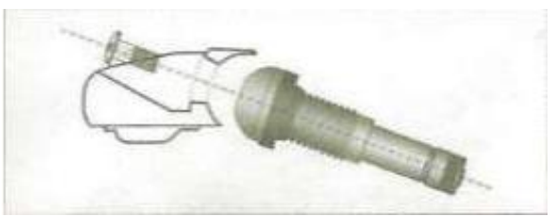


Figura 2.3 Ensamble de válvula.

Fuente: http://www.tpmsdirect.com/Adjustable_Angle_Sensor_Mounting_Guidelines_a/647.htm

- Deslice el vástago del sensor por el orificio de la llanta.

Figura 2.4 Ensamble sensor en la llanta

Fuente: http://www.tpmsdirect.com/Adjustable_Angle_Sensor_Mounting_Guidelines_a/647.htm

- Insertar la tuerca en el vástago de la válvula.

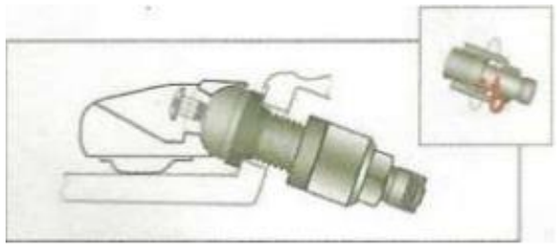


Figura 2.5 Ensamble de tuerca para la sujeción del sensor

Fuente: http://www.tpmsdirect.com/Adjustable_Angle_Sensor_Mounting_Guidelines_a/647.htm

- Aprete la tuerca aplicando el par final. El par a aplicar es de 4.0Nm

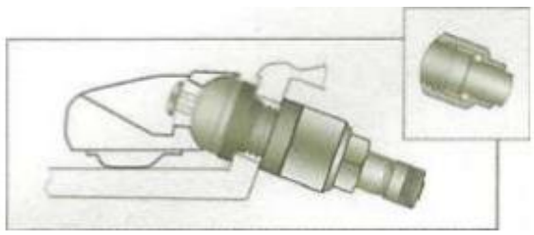


Figura 2.6 Apriete final del sensor

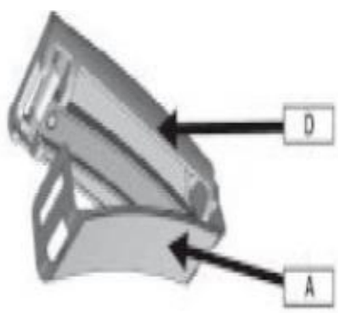
Fuente: http://www.tpmsdirect.com/Adjustable_Angle_Sensor_Mounting_Guidelines_a/647.htm

- Finalmente montar el neumático con cuidado de no dañar el sensor y verificar si la válvula fuga.

1.7.3.- TPMS en banda.

Para la instalación de este tipo de sensor se deben realizar los siguientes pasos:

- Limpiar el cuerpo de la llanta para evitar suciedad en el montaje
- Instalar la banda metálica con su respectivo armazón para el sensor. Se debe tener en cuenta la posición la cual es frente a la válvula.



A: Armazón metálico.

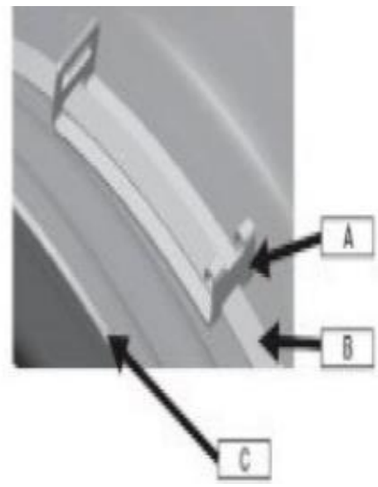
B: Banda metálica.

C: Borde del rin exterior.

Figura 2.7 Instalación de banda metálica.

Fuente: https://demo.fdocuments.ec/img/749x1009/reader019/reader/2020042308/5bf52a0c09d3f26f7c8ced0d/r-2.jpg

- Instalar el sensor en el armazón metálico.



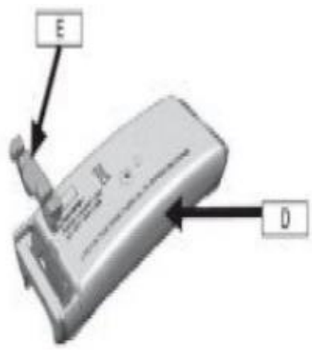
A: Armazón metálico.

D: Sensor.

Figura 2.8 Instalación de sensor en banda

Fuente: https://demo.fdocuments.ec/img/749x1009/reader019/reader/2020042308/5bf52a0c09d3f26f7c8ced0d/r-2.jpg

- Asegurar el sensor con la abrazadera de conexión de plástico.



D: Sensor.

E: Abrazadera de conexión de plástico.

Figura 2.9 Instalación de seguro de plástico.

Fuente: https://demo.fdocuments.ec/img/749x1009/reader019/reader/2020042308/5bf52a0c09d3f26f7c8ced0d/r-2.jpg

1.7.4.- TPMS en tapa de válvula.

Para la instalación de este tipo de sensor se deben realizar los siguientes pasos:

- Quitar la tapa de válvula plástica que viene originalmente.
- Instalar la contratuerca la cual sirve para la sujeción del sensor y evita robos por la extracción del sensor

Figura 3.0 Instalación de contratuerca.

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=6pGOZ0vg4I8

- Instalar el sensor según su posición. Verificar las letras en la parte superior del sensor.

Figura 3.1 Instalación de sensor en la válvula.

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=6pGOZ0vg4I8

- Asegurar el sensor apretando la contratuerca en sentido contrario del sensor.

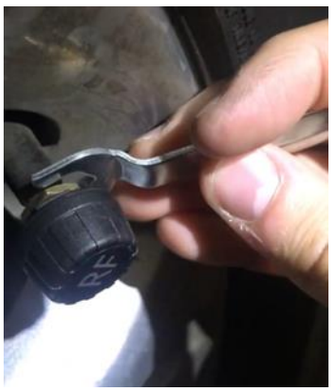


Figura 3.2 Apriete de contratuerca.

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=6pGOZ0vg4I8

- Encender el monitor de los sensores y verificar el funcionamiento

Figura 3.3 Verificación de funcionamiento.

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=6pGOZ0vg4I8

- Establecer los parámetros de presión máxima y mínima.

1.8.- Problemas posibles en el Sistema Tpms

Se expondrá una breve explicación de algunas fallas que puede provocar este sistema, y de qué forma esta repercute al sistema.

Se agota la carga de la batería: La mayoría de los problemas asociados al sistema TPMS es por la batería la cual consta de una carga la cual se va agotando reduciendo la vida útil de esta, siendo intercambiable teniendo que cambiar el sensor. La vida útil por lo general es de 3 a 7 años dependiendo del fabricante.

La llanta ha sufrido un golpe: Los golpes contra el bordillo pueden dañar parte del sensor o directamente la placa del circuito.

Golpes al desmontar el neumático: Al momento de desmontar el neumático para la instalación del nuevo, el operador debe tener sumo cuidado de no dañar el sensor al introducir el desmontable.

Desprogramación de la unidad de mando: Puede suceder que se descargue la batería teniendo que realizar un traspaso de corriente para su arranque, a veces, la unidad de mando pierde decodificación de los sensores, lo que puede conllevar a que el vehículo al ser conducido genere lecturas del carro que se encuentre a su lado ya que estos sensores trabajan con la misma frecuencia. Para evitar este tipo de problemas los sensores vienen con una identificación ID para cada sensor, por lo cual se deberá volver a codificar los sensores para su reconocimiento.

Inhibidor de frecuencia: Se puede dar la situación que al estacionar en una zona con inhibidor de frecuencia o bajo un gran campo magnético como una torre de alta tensión, se den datos erróneos en ese momento, pero se corregiría al salir de la zona.

Perdidas de aire en sistemas con válvulas con sensor integrado: Las válvulas con sensor integrado por lo general son metálicas a diferencias de las normales que son de goma y sellan directamente el orificio de la llanta. Por esto necesitan una junta tórica y un par de apriete, es conveniente verificar el par de vez en cuando y cambiar la junta por si fuga.

Falsa alarmas: Estas se pueden producir cuando se estaciona en un lugar con mucho calor elevando la presión generando falsos avisos, esto se recupera al momento de volver al rodaje.

Capitulo N°2

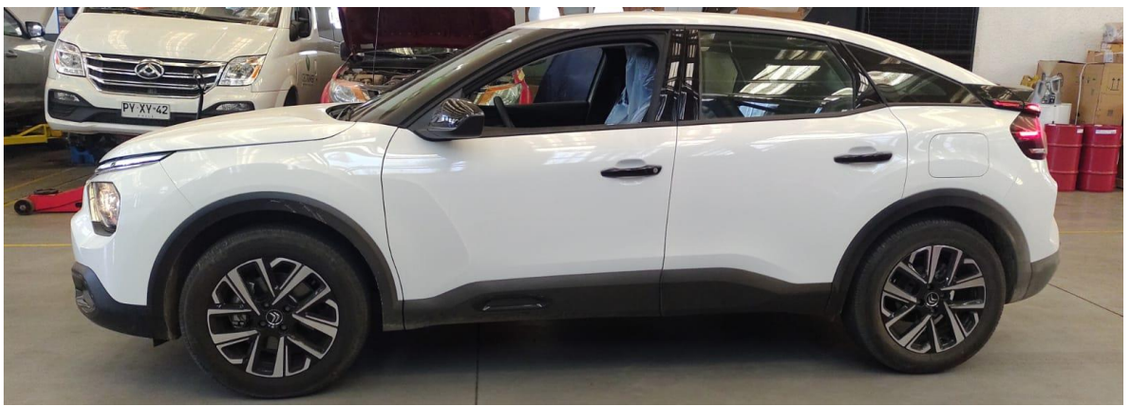
Viabilidad en el territorio chileno.

2.- TPMS en algunos modelos automotrices del mercado chileno.

Como modo de presentar la tecnología del sensor TPMS la cual es ocupada en algunos modelos automotrices vendidos en chile, se presentarán algunos modelos de marcas las cuales implementan el TPMS en sus autos, además esto se presenta de modo para ver sus facilidades y demostrar el porqué de la elección del TPMS el cual se presentará en el siguiente capitulo.

- Citroën C4

Esta marca ya ha presentado la tecnología de TPMS en sus nuevos modelos además de ser una marca y modelo muy bien incorporado en el territorio chileno.



3.4 Figura: Citroën C4.

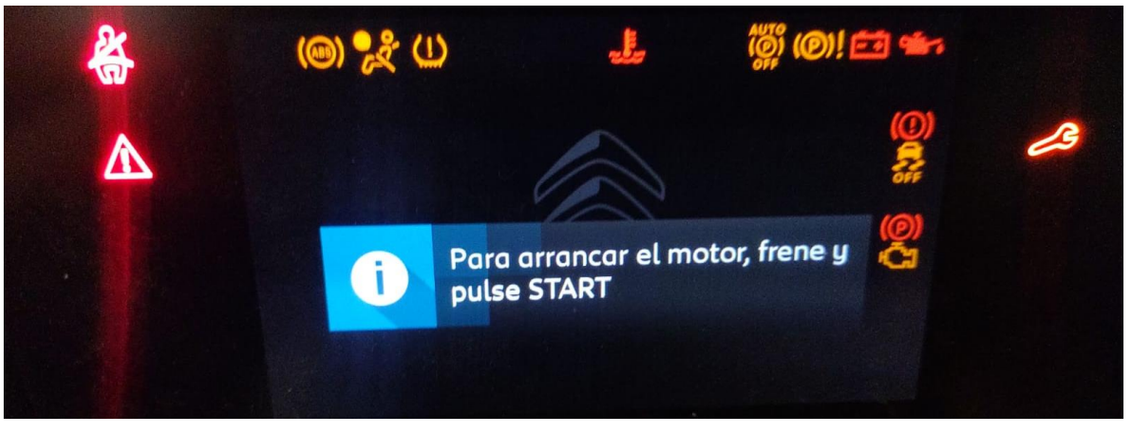
Fuente: Fotografía personal.

Este modelo incorpora TPMS de válvula de encaje, el material de la válvula es de goma por lo que no tiene problemas por golpes o los llamados llantasos, además posee buena manipulación de la llanta e inflado de esta por lo que es una buena opción en la comodidad para el usuario.

3.5 Figura: Válvula Citroën C4.

Fuente: Fotografía Personal.

La forma en que la marca presenta este sistema es de forma de una herradura y un signo de exclamación la cual representa un neumático desinflado, y se ubica en la pantalla del vehículo, además según las normativas del TPMS este se prendera si se encuentra uno o más neumáticos por debajo de la medida nominal, además de incorporar en la pantalla del vehículo las medidas de cada neumático.



3.6 Figura: Presentación de TPMS Citroën C4.

Fuente: Fotografía personal.

Este sistema en este modelo a diferencia de otros tiene la facilidad de poder ser reiniciado en la pantalla del vehículo siendo así una forma más fácil de poder manejar este sistema para el conductor o dueño del vehículo, no se necesitaría un scanner para su reseteo por lo cual, no costaría la mano de obra de un mecánico por si ocurre un inconveniente.

3.7 Figura: Reseteo de inflado Citroën C4.

Fuente: Fotografía personal.

- Citroën C3

Este modelo al igual que el C4 posee TPMS el cual cumple con las normas las cuales avisaran al conductor si se encuentra con un o más neumáticos desinflados debajo de la presión nominal.

3.8 Figura: Citroën C3

Fuente: https://img.remediosdigitales.com/99dc57/citroen_c3_2020_prueba_contacto_31/1366_2000.jpg

La válvula la cual emplea la marca para este modelo es una válvula de goma con formato de válvula de encaje, es una válvula apta para todo terreno y fácil de manipular además es capaz de resistir golpes sin que se rompa la válvula.

3.9 Figura: Válvula Citroën C3.

Fuente: Fotografía personal.

La forma en la cual se presenta el sistema al conductor es en forma de herradura con un signo de exclamación la cual es de color ámbar, este representa un neumático desinflado y se ubica en el tacómetro del vehículo.

En comparación a los otros modelos este posee la posibilidad de que el conductor pueda resetear el sistema si ocurre algún percance, además se debe resetear cada vez que se infle los neumáticos para que se vuelva a establecer los niveles de presión y genere una buena lectura facilitando las tareas al usuario sin tener que recurrir a un mecánico.

4.0 Figura: Reseteo de Citroën C3.

Fuente Fotografía personal.

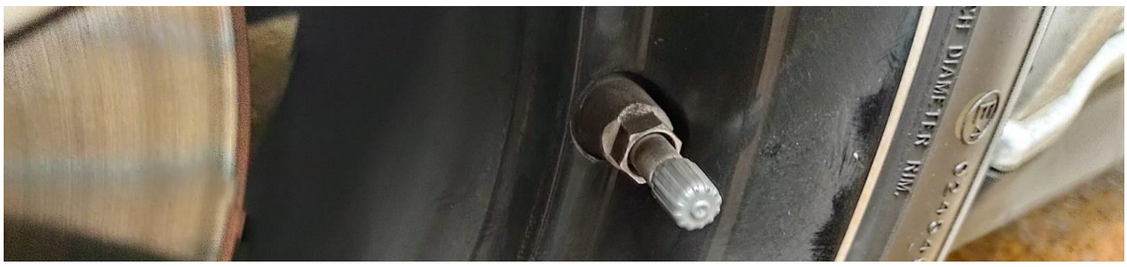
- MG 3

Esta marca también a establecido el sistema TPMS, en este modelo de ciudad se ah establecido el sistema de manera simple, ya que este modelo no posee pantalla para su reseteo, esto va según los niveles y estándares que establece cada marca para cada modelo.

4.1 Figura: MG 3.

Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/2018_MG_3_facelift_1.5_Front_%281%29.jpg

Este modelo presenta TPMS con válvula de aluminio la cual es de tipo válvula de encaje, es un sensor el cual esta sellado completamente y es un poco más delicado debido a su vástago de válvula el cual si se llegase a romper pierde completamente el aire teniendo que cambiar el dispositivo completo.



4.2 Figura: Válvula MG 3.

Fuente: Fotografía personal.

Para este caso y modelo el sistema TPMS se muestra de modo de una herradura con un símbolo de exclamación símbolo que significa un neumático desinflado de vista en corte, además se sitúa en la parte del tacómetro del vehículo, para el reseteo del sistema este se efectúa automáticamente al llegar a la presión nominal. En algunos casos debido al año se requiere de un scanner para poder apagar el testigo, además también para el cambio del sensor o alguna configuración también se requerirá de uno teniendo que solicitar un mecánico con el equipo adecuado.

4.3 Figura: Indicador TPMS MG 3.

Fuente: Fotografía personal.

- MG ZX

Este modelo, de categoría SUV igualmente que su modelo hatchback incorpora esta tecnología, posee una pantalla central donde se pueden ver los datos del vehículo incluyendo el sistema TPMS.

4.4 Figura: MG ZX.

Fuente: https://latam-editorial.pxcrush.net/chileautos/general/editorial/mg-zx-trophy.jpg

Este modelo cuenta con un sistema de sensor de válvula de encaje, como se puede apreciar en la foto su válvula es de aluminio y se puede insertar en una pieza aparte la cual está compuesta por el sensor en si, además esta pieza contiene a batería del sensor para que pueda ejecutar su función.

4.5 Figura: Válvula sensor MG ZX.

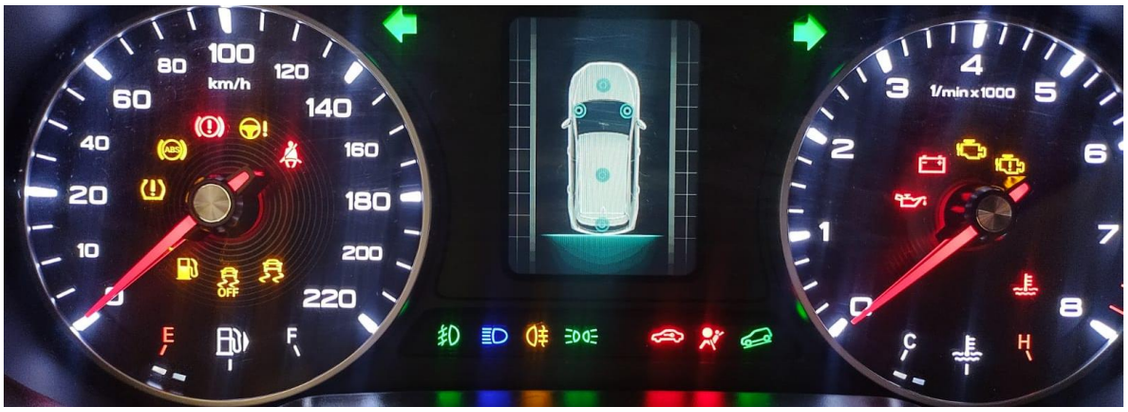
Fuente: Fotografía personal.

4.6 Figura: Válvula sensor MG ZX.

Fuente: Fotografía personal.

La forma en la cual se presenta el sistema al conductor es por medio de su testigo el cual avisara, de que se encuentra uno o más neumáticos con baja presión, este tierne forma de una herradura la cual simula un neumático y un signo de exclamación.

Como complemento del sistema, cuenta con una pantalla en el centro el cual se puede



observar la presión de cada neumático y la temperatura, entregando al conductor una información en vivo y personalizada de cada neumático.

4.7 Figura: Testigo TPMS MG ZX.

Fuente: Fotografía personal.

4.8 Figura: Presión de Neumáticos MG ZX.

Fuente: Fotografía Personal.

- Maxus T90

La marca Maxus también a echo énfasis al sistema TPMS encontrando la camioneta modelo T90 con un buen ejemplo para ver el sistema, al ser un modelo más actual consta de 2 pantallas las cuales rodean la periferia del conductor entregando una buena visión de los parámetros a entregar.

4.9 Figura: Maxus T90

Este modelo consta de un sensor en las cuatro ruedas, su material es de aluminio y es de un formato de válvula de encaje, posee una batería integrada la cual da energía para poder realizar la tarea de monitorear la presión del neumático, a pesar de que este formato sea de aluminio cumple bien su función siendo el vehículo portador una pick up, la cual se estima que circulara por terrenos en los cuales serán más difícil de recorrer.

5.0 Figura: Válvula de Maxus T90.

Fuente: Fotografía personal.

La entrega de la información en esta pick up es de manera clara hacia el conductor, facilitando la compresión del sistema TPMS ya que muestra la presión de los cuatro neumáticos en vivo, además de integrar la luz testigo del sistema si uno o los neumáticos presentan baja presión.

5.1 Figura: Panel N°1 Maxus T90.

Fuente: Fotografía personal.

5.2 Figura: Panel N°2 Maxus T90.

Fuente: Fotografía personal.

2.1 Viabilidad en el territorio chileno.

Como es sabido en el territorio chileno hay una amplia gama de tipos de suelo y por ello tenemos que tener en cuenta todos los tipos de clima, suelo y altura, por ello debemos tener en cuenta todo lo antes mencionado para que el sistema que escogemos para nuestro automóvil funcione correctamente.

En Chile se tiene todo tipo de clima ya sea muy caluroso, cálido y al sur un clima muy húmedo por lo cual los fabricantes de TPMS han pensado en ello y por lo cual estos sensores tienen una certificación IP68 los cual quiere decir que estos aparatos tienen una capacidad de resistir al agua y al polvo, por lo tanto, gracias a esta certificación de los sensores se podrá ir por caminos sinuoso y rebuscados sin miedo a que los sensores dejen de funcionar.

por otro lado, que las carreteras chilenas son muy buenas no se salvan de tener baches en la vía, lo cual esto no debe de preocuparnos ya que este sensor al ir ubicado en la válvula está libre de golpes de los baches, a lo cual deje despreocupados si alguna vez cae en un bache y se tiene el temor de que el sensor TPMS deje de funcionar. esta demás decir que este sensor no le afecta las alturas, entonces al funcionar en Chile con todos los cerros y cuestas que deben recorrer los conductores no habría problemas en su funcionamiento.

Gracias a la información recaudada anteriormente este tipo de sensores TPMS funcionarían muy bien en todo territorio chileno.

Capitulo N°3

Recomendación de TPMS para el territorio nacional.

3.1.-Antecedentes del automóvil de demostración.

Para la recomendación del TPMS a ocupar en territorio nacional, se pensó en un vehículo el cual tenga un uso diario un poco mayor, en este caso de locomoción colectiva ya que se pueden apreciar más claramente los desgastes y los parámetros a observar.

Para el vehículo de locomoción colectiva se tomará en cuenta el auto de marca la marca Citroën modelo C-Elysée el cual posee un motor Diesel HDi 1.6 y una medida de neumático de 195/55 R16.

El cambio de neumático que se realiza es relativo siendo un promedio de 50.000km, además se realiza una medición de presión 1 vez por semana, conduce una distancia de +/- 200km por día y realiza la carga de combustible de estanque lleno cada vez que llegue a su nivel mínimo teniendo un costo de $28.000 pesos chilenos.

Figura 5.3 - Citroën C-Elysée Ejemplo

Fuente: http://citroen.emol.com/wp-content/uploads/2016/10/Citroen-C-Elysee-1.6-VTi-Test-Drive-Momento-Motor-8-1024x570.jpeg

3.2.- Elección de TPMS

Como elección de sistema TPMS se ha escogido el formato de sensor en tapa de válvula.

Para poder entender la elección de este formato, se presentan las siguientes garantías:

- Sistema económico, ya que se encuentra a un precio accesible en una gran cantidad de formatos y precios.
- Fácil de instalar sin la necesidad de tener que retirar el neumático para su posicionamiento, por lo cual no se necesita ir a un taller ahorrando dinero por mano de obra y tiempo.
- Compacto y sencillo, no requiere de gran conocimiento en tecnología para manipular el dispositivo, además de traer sus piezas necesarias sin tener que comprar insumos para su instalación.
- Apto para todo tipo de terrenos, ya que son resistentes al agua, lodo y nieve sin perder su capacidad de medición.
- Ubicación cómoda ya que al estar en la tapa de la válvula es fácil de acceder a ella si se necesita por ejemplo el cambio de pila del sensor.
- Resistente a baches ya que al tener la contratuerca de apoyo evita que se suelte el sensor de la ubicación, además esto favorece a la dificultad de robos por la complejidad que generaría sacarlo con la mano sin la ayuda de la llave adecuada.
- Amigable con el medio ambiente ya que posee un panel de carga solar el cual evitaría posibles tomas de corriente que generan carga al motor.
- Mismo nivel que un TPMS de fabrica ya que este al igual que los otros tiene la capacidad de avisar al conductor por medio de un pitido y alerta visual, además de medir la temperatura del neumático.

Figura 5.4 Elección de TPMS (TPMS de tapa de válvula)

Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_764525-CBT45900684101_052021-O.webp

3.2.1.- Detalles del Sistema

1. Carga solar.
2. Temperatura del neumático.
3. Botón de izquierda.
4. Botón de menú.
5. Botón de derecha
6. Presión del neumático.
7. Batería
8. Unidad de Temperatura.
9. Posición del Neumático.
10. Unidad de Presión.
11. Panel de carga solar.
12. Puerto de carga USB

Figura 5.5 Detalles del Sistema.

Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_617276-CBT45900684098_052021-O.webp

3.3.- Instalación a detalle.

La instalación a explicar, para diferenciarla de la ya echa en el Capítulo N°1 de este trabajo, se realizará describiendo cada uno de los procedimientos además de mostrar la configuración de todos los indicadores que tiene este equipo, para poder dejar en muestra los procedimientos a seguir con las unidades utilizadas en el territorio nacional.

- Verificar el estado del del componente y sus sensores. Este debe venir completo 4 sensores más el equipo, sin daños ni golpes visibles, además debe integrar sus contratuercas para cada sensor y su llave respectiva más accesorios.

Figura 5.6 Verificación de los componentes.

Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Instalar los sellos en los sensores, esto sirven para trabar la rosca del sensor la cual abre hacia la pila de este, además de sellar contra el agua, barro y nieve.

Figura 5.7 Instalación de sellos

Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Encender el equipo manteniendo el botón del medio con letra (M), se fijará el primer parámetro del equipo el cual es la presión, este se debe configurar manteniendo el botón (M), este arrojara en el display la unidad de [Bar], el cual se cambiaria a [PSI] apretando el botón de la izquierda (<)

Figura 5.8 Designación de unidad de medida de presión.
Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Configurar la unidad de medida de temperatura, para ello se debe presionar el botón (M) una vez, aparecerá la unidad en Fahrenheit (°F), se debe presionar una vez el botón izquierdo (<) dejando la unidad en Celsius (°C).

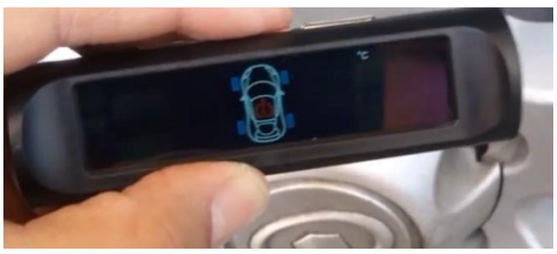


Figura 5.9 Designación de unidad de medida de temperatura.
Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Definir la presión mínima, esto se realiza presionando una vez el botón (M), para subir o bajar el valor se debe presionar el botón izquierda (<) u/o derecha (>) dependiendo de la acción, esto sirve para que el equipo marque la alerta al conductor al alcanzar el valor mínimo de presión, se debe tener en cuenta que la presión no es igual para todos los automóviles, para ello se debe fijar en la tabla en el marco de la puerta del conductor.

Figura 6.0 Designación de presión mínima.

Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Definir la presión máxima, para realizar este proceso se debe apretar el botón (M), para subir o bajar el valor se debe presionar el botón izquierda (<) u/o derecha (>) dependiendo de la acción, este sistema a diferencia de uno de fabrica puede dar alerta de una sobrepresión en el neumático.

Figura 6.1 Designación de presión máxima.

Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Instalar la contratuerca en la válvula de inflado, esta servirá para afirmar el sensor sobre vibraciones además de que sirve como método antirrobo.

Figura 6.2 Instalación de contratuerca.

Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Instalar el sensor, se debe atornillar hasta el máximo de su hilo, se sentirá una leve purga de aire. Además, se debe tener en cuenta las letras que identifican el sensor para la rueda correspondiente, las cuales tienen la abreviación en inglés, para este caso (R. L) Rear Left en español Trasera izquierda.

Figura 6.3 Instalación de sensor.

Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Verificar el funcionamiento del sensor, para esto a continuación de la instalación del sensor verificar en el equipo si esta muestra la lectura que entrega el sensor.

Figura 6.4 Verificación de lectura del sensor.

Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Apretar la contratuerca, para ello se debe apretar en sentido contrario al apriete del sensor esto dificultara el giro y apretara el sensor

Figura 6.5 Apriete de contratuerca.

Fuente: https://youtu.be/6pGOZ0vg4I8

- Instalar el equipo en la cabina del vehículo, este de preferencia se aconseja ubicarlo en el panel cerca del parabrisas así se aprovecha el panel solar del equipo aportando al ahorra de energía.

Como se puede observar la instalación de este tipo de sensor es fácil, no requiere conocimientos muy técnicos y tampoco herramientas especiales para ello, esto lo convierte en una forma fácil de obtener un sistema de monitorización de presión de neumáticos, además, lo hace apto para cualquier vehículo y conductor que quiera implementar este sistema, implementando la luz solar como carga lo vuelve amigable al medio ambiente sin ejercer alguna carga al vehículo, además de los veneficios ya hablados este sistema otorgara una mejora y ahorro en tiempo y dinero pudiendo incluso ser crucial en algunos momentos donde se podría evitar un accidente debido a la deficiencia de presión en los neumáticos.

CONCLUSIÓN

Gracias a la implementación de esta tecnología, se puede llegar a saber no solamente la presión de los neumáticos, sino que también su temperatura de cada neumático por separado, gracias a esto los sensores TPMS pueden llegar a salvar vidas.

Sin embargo, no es lo único que puede llegar hacer este sensor, este sensor puede llegar a ahorrar dinero en combustible, en neumáticos y tal y como dice en este trabajo puede llegar a cuidar el planeta e incluso la vida del conductor si le da importancia al cuidado de los neumáticos de su vehículo manteniendo la presión adecuada y verificando esta de forma periódica.

Para el desarrollo de este trabajo y así poder desarrollar los objetivos se entrega como información el significado de lo que es el Sistema de monitoreo de presión de neumáticos (TPMS), además se habla de los distintos tipos de TPMS y cómo funcionan cada uno, esto es para dar una noción al lector, de que tecnología ocupa cada forma y como se relaciona entre los sistemas para poder llevar a cabo su función.

También se comenta sobre los formatos que se pueden encontrar en lo que son los sensores TPMS, ya que cada marca que emplea este sistema no lo hace de igual manera dentro de sus modelos y marcas asociadas, además que sus materiales y arquitecturas pueden dar a dudar al reconocer un sensor empleado en un auto con marca y modelo X. Como complemento de esto se da al lector un guiado de instalación de cada sensor para conocer sus formas y ubicaciones, además los tratos que se debe tener al manipular cada tipo de sensor.

Como mantención a este sistema TPMS se pude ver que es muy baja ya que al estar dentro de la llanta requeriría un proceso delicado y costoso teniendo que retirar el neumático si es que se quisiese limpiar el sensor, algo que sería muy ilógico, teniendo que volver a realizar todo el proceso que conlleva dejar una rueda preparada para volver a rodar en el automóvil, además al funcionar de manera inalámbrica lo mas desvalido del sistema es la batería, la cual se emplea en cada sensor para su funcionamiento, pero al no ser una batería extraíble del sensor, se emplearía un mantenimiento correctivo, teniendo que cambiar el sensor deficiente por uno en buen estado y realizar su respectiva codificación en el sistema con el scanner de cada marca a trabajar.

Teniendo en cuenta la estructura del sistema y su funcionamiento se presenta algunas posibles fallas o desperfectos, con sus causas pertinentes a cada una de estas.

Para presentar el sistema TPMS en el sector Chileno, se muestran algunas marcas y modelos los cuales se han tomado el mercado automotriz en chile, para llevar al cabo esto, se muestra una pequeña descripción del modelo, que tipo de sensor presenta y como la marca y el modelo muestran al conductor el sistema TPMS ya sea por pantalla o simplemente por el tablero del vehículo, además teniendo en cuenta el clima y las condiciones del país se concluye que este tipo de sistema es apto para el territorio nacional, además de aportar como una ayuda a la conducción en cada clima que se presente, ya sea para tener presente una actitud de conducción para cierto clima o simplemente tener presente la presión correcta para una ocasión.

Para poder presentar la opción de un TPMS para vehículos los cuales no lo posean se escoge un sistema el cual es de tapa de válvula ya que es un modelo el cual se puede encontrar en el mercado fácilmente, posee una fácil instalación y una batería sustentable mediante carga solar por lo que no se requerirá que se cargue muy seguido por el mismo vehículo, además se escoge un modelo el cual es muy ocupado en taxis y colectivos para

poder entregar una noción mas clara de lo que seria adaptar este sistema y los pro que llevaría instalarlo.

Tener en cuenta que los neumáticos son los únicos elementos del vehículo los cuales están en contacto directo con en el suelo, por lo cual algún desperfecto en ellos provocara un desperfecto en los demás sistemas del vehículo deteriorando el confort y la maniobrabilidad de este, tomando en consideración la importancia que da este tema en la conducción se puede apreciar la importancia de la implementación de este sistema a los vehículos, aunque los más modernos ya incorporan el sistema los conductores no lo de dan gran importancia a este, y mayormente a los cuales no lo incorporan de fabrica por lo cual un sistema de monitoreo incorporado manualmente es de gran ayuda para la mejora de la conducción.

Planteada la pregunta: ¿Es realmente indispensable para la conducción vial? Para el conductor es sin duda un elemento primordial para la conducción y seguridad vial, ya que este sensor puede llegar a salvar vidas, es decir que este sensor bajo nuestro punto de vista debiese ser obligatorio en todo vehículo motorizado que circula a lo largo a de nuestro país.

Por ello después de un largo análisis se recomienda este tipo de sensor TPMS, con la esperanza de que algún día este tipo de sensores sea obligatorio en nuestro país y este informe sea de gran utilidad para cuando se decida crear una ley que obliga a todo vehículo motorizado a circular con este sensor.

Lo que se busca con la integración de este sensor TPMS a los vehículos es mejorar conducción, educación y seguridad vial.

BIBLIOGRAFIA

https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/06_sensor-tpms-abs.jpg

https://www.aa1car.com/library/tire_monitors.htm

https://www.mundorepuesto.com/parte/sensor-de-control-de-presion-de-la-llanta--oe-manufactured-para-honda-pilot-2013-marca-denso-numero-de-parte-550-0201

https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/03_sensor-tpms-valvula.jpg

https://www.carlider.es/files/noticias/78/imagenes/05_sensor-tpms-tapones.jpg

https://toyotireslatino.com/wp-content/uploads/2020/01/Luz-de-Advertencia-TPMS.jpg

https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1DgVzX5LxK1Rjy0Ffq6zYdVXaa.jpg

https://www.tpmsdirect.com/Adjustable_Angle_Sensor_Mounting_Guidelines_a/647.htm

https://demo.fdocuments.ec/img/749x1009/reader019/reader/2020042308/5bf52a0c09d3f26f7c8ced0d/r-2.jpg

https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_764525-CBT45900684101_052021-O.webp