

# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

## **SEDE CUENCA**



## **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Tesis previa a la obtención del  
Título de Ingeniero Mecánico Automotriz

“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMATICO PARA EL INFLADO DE LOS NEUMÁTICOS PARA LA CONDUCCIÓN POR PERSONAS CON CAPACIDADES DIFERENTES – PARAPLÉJICAS”.

### **AUTORES**

JAVIER RÓMULO OCHOA JAPA

LUIS ALBERTO CABRERA MOROCHO

MANUEL ELOY ORTEGA GUAZHIMA

### **DIRECTOR**

Msc. EFRÉN FERNÁNDEZ

**CUENCA – ECUADOR**

**2012**

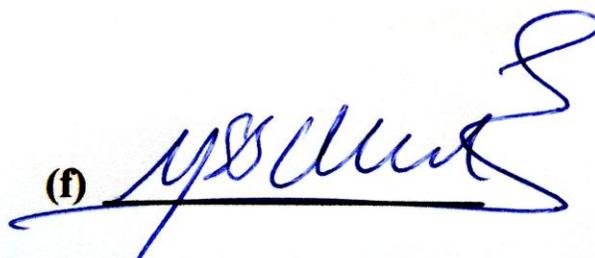
**DECLARATORIA**

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores y autorizo a la Universidad el uso de la misma con fines académicos.

**Cuenca, 17 de Septiembre de 2012**

(f)   
JAVIER R. OCHOA J.

(f)   
LUIS A. CABRERA M.

(f)   
MANUEL E. ORTEGA G.

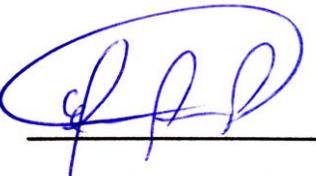
## CERTIFICACIÓN

Certifico que bajo mi dirección, el presente proyecto fue realizado por los señores.

Javier Rómulo Ochoa Japa

Luis Alberto Cabrera Morocho

Manuel Eloy Ortega Guazhima

(f)   
**Msc. EFRÉN FERNÁNDEZ**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestra gratitud a Dios como también a nuestras familias, por habernos guiado a culminar esta importante meta.

A la Universidad Politécnica Salesiana, y a todos y cada uno de los docentes que nos formaron para terminar esta labor.

A nuestros compañeros por su incondicional amistad.

## **LOS AUTORES**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a todas las personas que nos brindaron su ayuda, a Dios por bendecirme con salud y guía en cada momento.

A mis padres Víctor y Blanca, con su dedicación y consejos me impulsaron en que día a día me vaya desarrollando como persona.

**Javier**

## **DEDICATORIA**

A todas las personas que de una manera u otra siempre estuvieron apoyándome en mis estudios, en especial a mis padres que siempre me brindaron la confianza.

A Dios que me brindó salud, sabiduría, y determinación para cumplir con mis objetivos.

**Luis Cabrera**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres, mis hermanos y a mi familia que son la base de mi fortaleza.

A mis amig@s que estuvieron a mi lado en todos los momentos y que me brindaron su apoyo incondicional.

A la vida misma, que me a dado todo.

**Eloy Ortega**

## **RESUMEN**

Nuestro producto de tesis se resume en la elaboración de un sistema electro neumático que se acopló a un vehículo Chevrolet Jimmy GMC, el mismo sistema que está diseñado para sensar la presión y temperatura de cada neumático y una vez obtenidos los datos de las 4 ruedas todo el sistema puede trabajar de forma manual o automática según la selección del conductor para corregir la falta de presión en todos los neumáticos ya sea con el vehículo detenido o en marcha. El funcionamiento de todos los dispositivos para la presión de inflado de los neumáticos también está sujeto a condiciones, la principal es:

Si un neumático presenta una presión de inflado inferior a la que se programe como normal, todo el sistema podrá funcionar, de no darse el caso jamás enviara presión de aire a las ruedas, evitando así una sobre presión.

Siendo el funcionamiento de inflado de forma manual; cuando el conductor presiona los pulsantes colocados sobre el monitor que indica al conductor la presión de las ruedas, al pulsar se inyecta presión de aire de manera continua hasta soltar el pulsante. Esta presión neumática es generada por un compresor que funciona por el movimiento del motor de combustión, y toda la presión va hacia un depósito.

El funcionamiento automático; cuando el conductor selecciona esta opción un circuito lógico especialmente diseñado para interpretar los datos de los sensores ubicados dentro de los neumáticos, calcula la baja presión y comanda a su vez un circuito de potencia el mismo que activa unas electroválvulas que dejan pasar aire a presión a las ruedas, este funcionamiento se produce automáticamente hasta que la presión en las 4 ruedas sea corregida a una adecuada.

Todo este diseño e innovación tiene como objetivo principal el permitir que una persona con movilidad reducida pueda conducir de manera confortable este vehículo adecuado para ayudar a informar acerca de la presión, temperatura y de darse el caso corregir la falta de presión en las ruedas ya sea con el vehículo detenido o en movimiento, sin mayor esfuerzo del conductor. Dejando un diseño para implementarse a demás modelos vehiculares.

## **ABSTRACT**

Our thesis is summarized in developing an electro pneumatic system was coupled to a Chevrolet GMC Jimmy. The system is designed to check the pressure and temperature of each tire and once the data is obtained from all four wheels the system can work manually or automatically, it can operate when the car is on the move or stopped, the sensors corrects the lack of pressure in all tires. The operations of the devices to the automatic inflation are subject to some conditions, the main one is:

If a tire has a lower inflation pressure as the one scheduled as normal, the whole system may operate, if not the system idle to avoid an over pressure.

Manual operation, when the driver presses the button -placed on the monitor which indicates the pressure- air is injected continuously until the button is released. This pneumatic pressure is generated by a compressor which its powered by the movement of the combustion engine, the rest of pressure is stored into a reservoir.

Automatic operation, when the driver selects this option a logic circuit specially designed to interpret data from sensors within the tire, calculate the pressure drops and it sends commands to a power circuit that activates the same electrovalves which pass air pressure to the wheels, this operation takes place automatically until the pressure in the wheel 4 is corrected to proper setting.

All this design and innovation is pointed to allow persons with reduced mobility, drive vehicles comfortably and safe with no worries about the pressure, either the vehicle is stationary or moving, the driver effortlessly can control the air and pressure with the push of a button or leave the sensors do the job, the same system can be standardized to be implemented in many cars models.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE GENERAL.....	X

### CAPITULO I

#### **ESTUDIO DE LOS DIFERENTES SISTEMA ACTUALES**

1.1	Sector poblacional y discapacidades.....	2
1.1.1	Discapacidades.....	2
1.1.1.1	Paraplejía.....	3
1.1.1.2	Monoplejía.....	3
1.1.2	Sector poblacional.....	3
1.2	Importancia de la presión en los neumáticos.....	3
1.2.1	Presión baja.....	5
1.2.2	Sobre presión.....	6
1.2.3	La presión recomendada.....	7
1.3	Sistemas para el inflado de los neumáticos.....	8
1.3.1	Sistemas que se incorporan en el vehículo.....	8
1.3.1.1	Sistema interno.....	10
1.3.1.2	Sistema externo.....	11
1.3.2	Sistemas que no incorporan en el vehículo.....	11
1.3.2.1	Compresores pequeños para el inflado.....	12
1.3.2.2	Depósitos de aire comprimido transportables.....	12
1.4	Sistema de monitoreo de presión de neumáticos (TPMS).....	13
1.4.1	TPMS directo.....	15

1.4.2	TPMS indirecto.....	17
1.4.3	TPMS hibrido.....	18
1.4.4	Beneficios de usar TPMS.....	19
1.4.4.1	Beneficios de seguridad en los neumáticos.....	19
1.4.4.2	Beneficios económicos.....	20
1.4.5	Constitución del TPMS directo.....	20
1.4.5.1	Sensor / dispositivo transmisor.....	20
1.4.5.2	Funciones del sensor SP CI.....	24
1.4.6	Tecnología MEMS (sistemas micro electromecánicos).....	26
1.4.6.1	Técnicas de fabricación MEMS.....	27
1.4.6.1.1	Micromáquinado superficial.....	27
1.4.6.1.2	Micromaquinado volumétrico.....	28
1.4.7	Tipos de sensores.....	29
1.4.7.1	Sensores piezoresistivos.....	29
1.4.7.2	Sensores capacitivos.....	32
1.5.8	Comunicación.....	35
1.4.8.1	Comunicaciones inalámbricas.....	36
1.4.8.1.1	Tipos de comunicaciones inalámbricas por RF.....	37
1.4.8.1.2	ISM bands (industrial, scientific and medical Bands).....	37
1.4.9	Tipos de modulación digital.....	38
1.4.9.1	Modulaciones por desplazamiento de amplitud, ASK.....	38
1.4.9.2	Modulaciones por desplazamiento de frecuencia, FSK.....	39
	Estructura y funcionamiento de la unidad sensor/transmisor y	
1.4.10	receptor.....	40
1.4.11	Herramientas para diagnóstico del TPMS.....	42
1.4.11.2	Importancia de la herramienta de revisión.....	42
1.4.11.2	Funcionamiento de la herramienta.....	43
1.4.11.3	Frecuencia baja LF.....	43
1.1.11.4	Decodificación RF.....	43
1.4.11.5	Importancia de la decodificación.....	43

## **CAPITULO II**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRO NEUMÁTICO PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LA PRESIÓN DEL NEUMÁTICO**

2.1	Sistema neumático.....	46
2.1.1	Descripción de los elementos constitutivos del Sistema.....	46
2.1.2	Diseño del circuito neumático .....	55
2.1.3	Sistema neumático de alimentación para los Neumáticos.....	59
2.2	Sistema electrónico.....	60
2.2.1	Obtención de las señales del monitor del TPMS.....	60
2.2.2	Diseño del circuito electrónico de control.....	65
2.2.2.1	Interpretaciones de señales por el PIC.....	66
2.2.2.2	Programaciones del PIC.....	67
2.2.2.3	Líneas de programación del PIC.....	68
2.2.3	Diseño del circuito de potencia .....	73
2.2.4	Pruebas del circuito en la baceta.....	74
2.2.5	Construcción de la placa.....	74
2.2.5.1	Ruteado del circuito.....	74
2.2.5.2	Impresiones del circuito electrónico en la placa.....	76
2.3	Construcción y ensamblaje del sistema de control.....	78

## **CAPITULO III**

### **IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO ELECTRO-NEUMÁTICO EN UN VEHÍCULO GMC JIMMY**

3.1	Instalación del sistema neumático.....	85
3.1.1	Elementos de acondicionamiento del aire.....	85
3.1.2	Red neumática de servicio.....	87
3.1.3	Caja de electroválvulas.....	87
3.1.4	Sistema externo de bajada.....	88

3.2	Instalación eléctrica del sistema.....	91
3.3	Instalación del sistema del control electrónico.....	92
3.3.1	Instalación de los sensores.....	92
3.3.2	Instalación del monitor TPMS.....	92
3.3.3	Caja de control electrónico.....	93

## **CAPITULO IV**

### **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

4.1	Manual de operación del sistema de control electrónico.....	95
4.1.1	Encendido y apagado.....	95
4.1.2	Selección de la función manual o automática.....	95
4.2	Calibración de la presión en el monitor TPMS.....	96
4.3	Pruebas de funcionamiento del sistema neumático.....	97
4.4	Pruebas de funcionamiento del TPMS.....	99
4.5	Pruebas de funcionamiento del circuito de potencia.....	99
4.6	Pruebas de funcionamiento de circuito de control.....	100

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
	BIBLIOGRAFÍA.....	105
	ANEXO I: Análisis de costos.....	107
	ANEXO II: Características del PIC 16 F 819.....	108
	ANEXO III: Manual de instalación del sistema TPMS. ....	109

# **CAPÍTULO I**

## **ESTUDIO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS ACTUALES.**

## **INTRODUCCIÓN**

Los vehículos conducidos por personas con capacidades diferentes aun no es una realidad del todo en nuestro medio, por cuanto este conductor es aun dependiente de un tercero para su traslado, sin duda hoy se puede importar vehículos de acuerdo a su necesidad y condición económica pero pocos o ninguno tienen la posibilidad económica para la inversión en vehículos adaptados.

Fausto Villamarín, responsable informático del CONADIS indica que según el diagnóstico a nivel nacional hay un aproximado de 3 mil personas que por diversas circunstancias tienen un cuadro parapléjico.

Ante esta realidad surge nuestro proyecto que busca ayudar a este sector de la población, con un sistema incorporado al vehículo que controla de forma automática y manual la presión de aire en neumáticos en todas las condiciones de manejo, además, en tiempo real.

En el capítulo se estudia los diferentes cuadros de paraplejía, además de conocer los diferentes sistemas que el mercado ofrece que satisfagan a nuestro sector de estudio, también es importante el estudio de la presión correcta en los neumáticos y la tecnología que ayudan al control del mismo, como los sistemas de monitoreo de presión de los neumáticos (TPMS) que hoy traen los vehículos de alta gama y que próximamente es obligatorio para todos los vehículos en los países desarrollados.

### **1.1 SECTOR POBLACIONAL Y DISCAPACIDADES**

#### **1.1.1 DISCAPACIDADES**

La discapacidad es aquella condición bajo la cual ciertas personas presentan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo.

Se definen los cuadros de discapacidad que presentan las personas con movilidad reducida que específicamente afecta los miembros inferiores, los cuales se denominan Paraplejía y Monoplejía.

### **1.1.1.1 PARAPLEJÍA**

Paraplejia es la parálisis total de la función motora o sensorial de las extremidades inferiores. Dependiendo del nivel y la extensión del daño espinal la persona puede caminar hasta un cierto punto, pero generalmente depende de una silla de ruedas.

El parapléjico es una persona que sufre una parálisis de la musculatura situada por debajo de la lesión medular, con pérdida de sensibilidad al tacto, al dolor, al calor y una pérdida de las funciones vegetativas (vejiga, intestino, función sexual,...). Sus causas pueden ser desde traumatismos vertebrales y cráneo encefálicos, hasta infecciones y tumores.

### **1.1.1.2 MONOPLEJIA**

La monoplejia consiste en la debilidad motora que afecta a una extremidad. Si el déficit no es completo se habla de monoparesia.

## **1.1.2 SECTOR POBLACIONAL**

El Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS) lleva el Registro Nacional de personas con discapacidad, y para su estudio y estadísticas los agrupa de una manera muy general de la siguiente forma: auditiva, física, intelectual, lenguaje, psicológico, visual.

Se registra a la fecha un total de 162034 personas con discapacidad física, dentro de este grupo se encuentran registradas las personas parapléjicas.

No se tiene un registro oficial de personas parapléjicas, debido a criterios como: diagnóstico médico realizado, la discapacidad predominante, lugar donde se evalúa la discapacidad y además depende como el médico registra la discapacidad.

Fausto Villamarín, responsable informático del CONADIS indica que según el diagnóstico a nivel nacional hay un aproximado de 3 mil personas que por diversas circunstancias tienen un cuadro parapléjico.

## 1.2 IMPORTANCIA DE LA PRESIÓN EN LOS NEUMÁTICOS

Los fabricantes de automóviles están a la vanguardia en la mejora de sus vehículos en materia de seguridad. Los dos tipos de seguridad que funcionan en los vehículos para la protección de los ocupantes son, la Activa y la Pasiva.

El proyecto incide directamente en la Seguridad Activa del vehículo ya que en si proporciona una medida para evitar un accidente, en la medida de lo posible.

Por neumático entenderemos la cubierta, sometida a una cierta presión interior y montada sobre la correspondiente llanta con la que proporciona un recinto estanco. La presión a la que mantenemos ese aire influye de forma determinante en la calidad de su funcionamiento, en su consumo energético y en su duración.

Las funciones básicas de un neumático son:

- Soportar y transmitir al terreno la carga vertical.
- Desarrollar los esfuerzos longitudinales necesarios para la tracción y el frenado.
- Proporcionar los esfuerzos laterales precisos para lograr el control y estabilidad de la trayectoria.
- Actuar como “colchón” amortiguador de las acciones dinámica originadas por las irregularidades de la pista.

Del neumático se exigen características muy diversas como son:

- Elevada adherencia sobre pista seca y mojada, tanto longitudinal como transversal.
- Baja resistencia a la rodadura.
- Capacidad para resistir los esfuerzos dinámicos exteriores.
- Resistencia a la fatiga, al desgaste, a la formación de grietas, etc.
- Bajo nivel de ruido y de generación de vibraciones.
- Adecuada flexibilidad radial, circunferencial y transversal.

Al rodar con la presión recomendada por el fabricante del neumático, en si cumple con las funciones y características exigidas por tanto el conductor percibe: Seguridad, Protege el medio ambiente e incide en el ahorro de Combustible.

Como todo elemento o parte de un vehículo, los neumáticos presentan los siguientes problemas:

- Baja presión
- Sobre presión
- Geometría deficiente
- Camber
- Caster
- Convergencia
- Sobrecarga

Estos problemas tiene relación entre sí, pero se profundiza el estudio en los neumáticos con Baja y Sobrepresión.

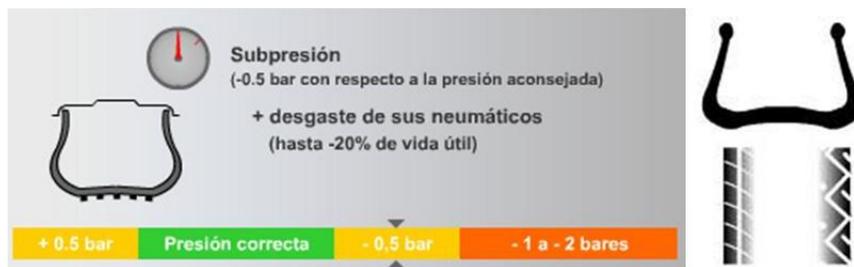
La presión de aire es un factor preponderante en el rendimiento de la llanta, y para poder ser utilizada debemos conocer los parámetros de funcionamiento como la carga de aplicación, velocidad de trabajo, rutas y condiciones de terreno, además de tener en cuenta la región de trabajo sea costa, sierra u oriente, solo de esta manera obtendremos el menor costo operacional.

La presión de inflado modifica la rigidez del neumático, hace variar la deformación, a igualdad de carga y, por tanto, las pérdidas de potencia; no obstante, el papel de la presión de inflado hay que analizarlo en relación con las características del suelo y, en particular, con su dureza.

### **1.2.1 PRESIÓN BAJA**

Es una cantidad menor de aire en la llanta, considerándose la carga y la velocidad del vehículo. La baja presión provoca una flexión exagerada de la carcasa. Esto tiene como consecuencia un calentamiento del neumático, un aumento de la resistencia al rodamiento y un desgaste prematuro además de la destrucción del neumático en el caso extremo. Al rodar con menos de presión que la recomendada,

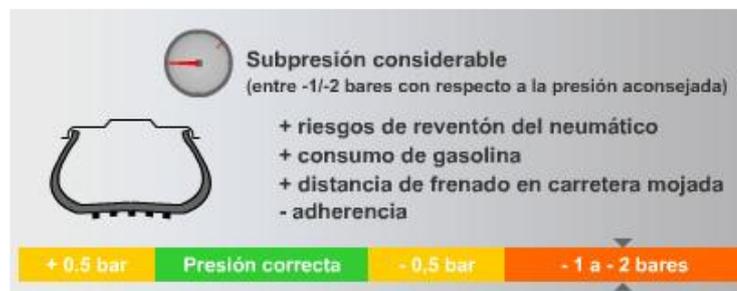
el neumático al encontrarse despresurizado tiene una mayor superficie de contacto con la carretera, con lo que el desgaste sufrido es mayor, Fig. 1.



**Fig. 1.1** Sub-presión, y área de contacto

**Fuente:** <http://yoreme.wordpress.com/2010/03/13/decodificando-los-neumaticos/>

En un caso extremo de pérdida de presión, la superficie de contacto con la carretera es tal, que se incrementa el consumo de combustible, debido al rozamiento.



**Fig. 1.2** Sub-presión considerable.

**Fuente:** Los autores

Consecuencias, por la baja presión

- ✓ Cuanto menor presión, mayor distancia para el frenado
- ✓ Peligro al conducir en curvas, por baja adherencia
- ✓ Vulnerable a sufrir el efecto aquaplaning
- ✓ Desgaste prematuro del neumático de forma irregular
- ✓ Aumento de la resistencia al rodamiento
- ✓ Se vuelve sensible a los impactos
- ✓ Resiste menos a la fatiga en los hombros
- ✓ Recalentamiento del neumático
- ✓ Mayor consumo de combustible
- ✓ El neumático puede salirse de la llanta
- ✓ Endurecimiento de la dirección, por la mayor área de contacto.

### 1.2.2 SOBREPRESIÓN

Es una mayor cantidad de aire en la llanta, considerándose la carga y la velocidad del vehículo. Cuando esta sobre inflado habrá un desgaste en el centro de la banda de rodamiento. En este caso, ante la excesiva tensión de la llanta, sus hombros tendrán menos desgaste que en el centro de la banda de rodamiento, lo que da menor estabilidad al estar en contacto con la calzada.



**Fig. 1.3** Sobrepresión

**Fuente:** <http://yoreme.wordpress.com/2010/03/13/decodificando-los-neumaticos/>

Consecuencias, por la sobrepresión

- ✓ Desgaste prematuro del neumático de forma irregular
- ✓ Absorben peor las irregularidades del terreno.
- ✓ Menor adherencia, por la mínima área de contacto perjudicando la tracción
- ✓ Fatiga prematura
- ✓ Vulnerable a daños por impacto
- ✓ Menor rendimiento del neumático, en cuanto a su vida operacional.
- ✓ Endurecimiento de la suspensión, pérdida de confort.

### 1.2.3 LA PRESIÓN RECOMENDADA

Siempre la presión de aire para los neumáticos vendrá recomendada por el fabricante del vehículo, la cual se indica en un lugar visible como es el marco interior de la puerta del conductor, la guantera del vehículo, la tapa del estanco de combustible, el manual del vehículo, entre otros.

La presión indicada en PSI deberá ser respetada en función a la cantidad de pasajeros y carga del vehículo, de acuerdo a la indicación especificada.

Para condiciones de uso más específicas, por ejemplo en terrenos agrestes fuera de carretera, se sugiere siempre consultar a un especialista.

Para asegurar la vida útil del neumático y prevenir situaciones de riesgo, se recomienda revisar la presión de inflado de los neumáticos por lo menos una vez al mes, sin olvidar la rueda de repuesto. Estas verificaciones deben ser efectuadas “en frío” (en las mañanas), o por lo menos antes de los 2 kilómetros de recorrido, puesto que la presión aumenta con el calentamiento en el transcurso de la utilización.

Con la presión recomendada tendremos la máxima superficie de neumático en contacto con la superficie, y además soportando la misma cantidad de esfuerzo en toda su superficie; lo que se traduce en un ahorro de energía consumida y, consecuentemente, de combustible. La presión de aire correcta nos permitirá viajar seguros y además, ahorrar combustible.

Más aún, con unas presiones correctas contribuimos a mantener la atmósfera más limpia porque, al quemar menos combustible, emitimos menos CO<sub>2</sub>.

### **1.3 SISTEMAS PARA EL INFLADO DE LOS NEUMÁTICOS**

En la actualidad existen diferentes métodos para el inflado de los neumáticos que podemos dividir en dos grupos que son los que se incorporan en el vehículo, es decir se pueden instalar en estos y funcionar como un sistemas más del vehículo, estos básicamente podrá funcionar siempre y cuando el vehículo incorpore un sistema de alimentación de aire y los sistemas que no se incorporan en estos, es decir funciona independientemente de los sistemas del vehículo y se los utiliza cuando sean necesarios.

#### **1.3.1 SISTEMAS QUE SE INCORPORAN EN EL VEHÍCULO**

Estos sistemas de inflado de los neumáticos pueden incorporarse en buses, montacargas, camiones, entre otros, los sistemas que utilizan este tipo de transporte son conocidos como Sistemas vigía interno y sistema vigía externo. Además de ellos existen otras marcas como son TACO-AR, TIREMAX, MERITOR cuyos funcionamientos son similares.

Vigía es un sistema que mantiene en forma constante y automática la presión predeterminada de los neumáticos. Ante cualquier disminución en la presión, incluso en caso de un pinchadura, este sistema avisa al conductor mediante una activación de un sonido y una luz, por ultimo activa en forma automática el proceso de inflado.

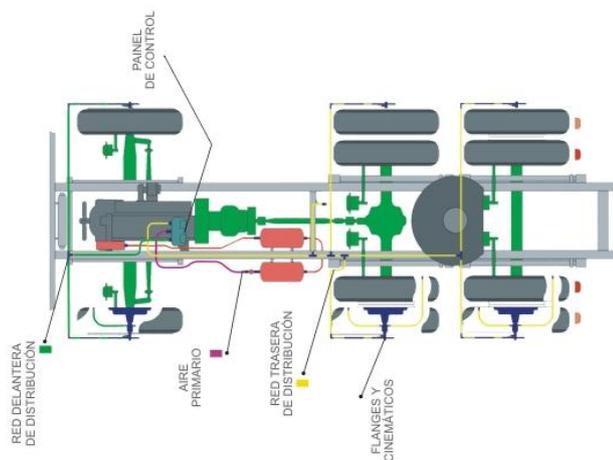
Una vez determinada en frío la presión a utilizar, según los parámetros recomendados por los fabricantes, el sistema electrónico detecta cualquier disminución y en forma automática recupera y mantiene la presión original. En caso de una pérdida de aire extrema, un dispositivo especial anula el proceso de calibrado, garantizando el normal funcionamiento de los demás sistemas de aire.



**Fig. 1.4** Manómetro de presión

**Fuente:** [www.vigia.com.ar/productos.asp?pid=26](http://www.vigia.com.ar/productos.asp?pid=26)

El sistema funciona con el aire presurizado que genera el compresor de los frenos neumáticos que poseen este tipo de vehículos, es así que con este aire presurizado el sistema puede inflar los neumáticos, por esta razón el sistema entra en funcionamiento cuando la presión de aire se encuentra cargado en los depósitos.



**Fig. 1.5** Diagrama de instalación

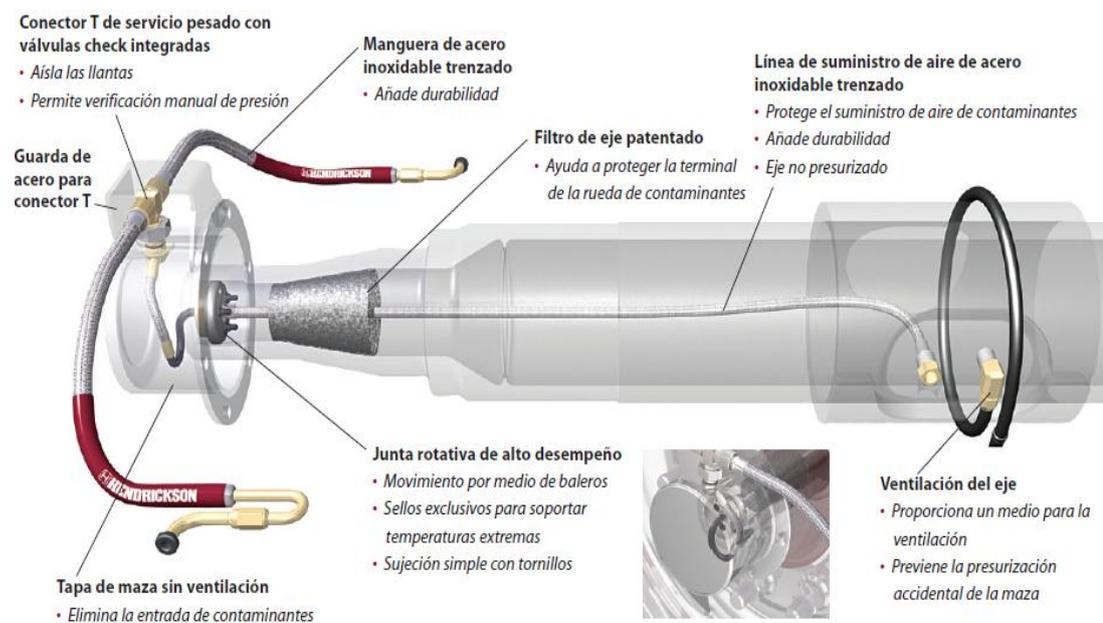
**Fuente:** [www.tacoar.com/espanhol/conteudo.php?sub=90](http://www.tacoar.com/espanhol/conteudo.php?sub=90)

El sistema está compuesto por dos manómetros de presión los cuales se ubican en la parte del tablero del conductor, cada manómetro controla la presión uno de las ruedas delanteras y el otro las ruedas posteriores, están conformados por dos válvulas accionadas manualmente, las cuales sirven para enviar aire a los neumáticos y funciona al par de los manómetros es decir uno enviara presión a las ruedas delanteras y el otro a los neumáticos posteriores la presión que llega a los neumáticos será la que sea la calibrada en los manómetros.

Para que el aire llegue hacia los neumáticos existen dos tipos de sistemas que son el sistema interno y el sistema externo.

### 1.3.1.1 SISTEMA INTERNO

El sistema interno es utilizado en los ejes que son huecos. El aire es llevado al neumático por una cañería que pasa a través del eje de las ruedas, hacia una unión giratoria que tiene dos componentes principales: El estator, que está ubicado dentro de la punta del eje; y la “T” directa fijada en el tapacubos. El aire presurizado pasa del eje al cubo giratorio a través de un tubo que se extiende de la “T” directa al estator que distribuye la presión para los dos neumáticos.



**Fig. 1.6** Sistema interno hendrickson  
**Fuente:** [www.hendrickson-intl.com](http://www.hendrickson-intl.com)

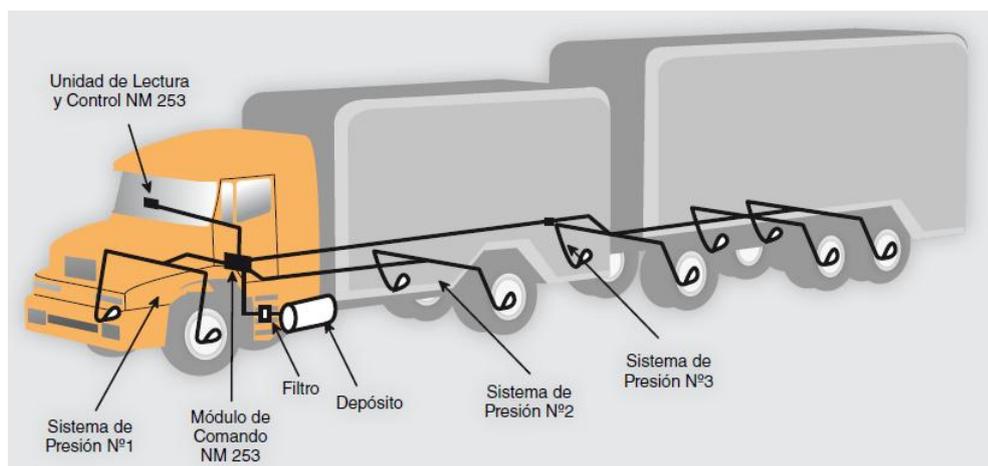
### 1.3.1.2 SISTEMA EXTERNO

A diferencia del sistema vigía interno el aire se conduce de la carrocería al centro de la rueda hacia una válvula rotatoria cinemática de donde se distribuirá la presión hacia las ruedas, este sistema es apropiado para los ejes macizos



**Fig. 1.7** Sistema externo

**Fuente:** [www.vigia.com.ar/productos.asp?pid=26](http://www.vigia.com.ar/productos.asp?pid=26)



**Fig. 1.8** Sistema externo instalado en camión con remolque

**Fuente:** [www.vigia.com.ar/productos.asp?pid=26](http://www.vigia.com.ar/productos.asp?pid=26)

### 1.3.2 SISTEMAS QUE NO INCORPORAN EN EL VEHÍCULO

En la actualidad se disponen de varios sistemas para inflar los neumáticos y uno de los sistemas que presentan comodidad, y facilidad de uso son los compresores pequeños, además de ellos también se utilizan otros sistemas como son el de depósitos de aire comprimido transportables.

### 1.3.2.1 COMPRESORES PEQUEÑOS PARA EL INFLADO

Los compresores pequeños tiene la ventaja que de ser portátiles, y cuyo funcionamiento se realiza con 12 V, pueden ser muy útiles en caso de pérdidas de presión en los neumáticos.

Para que el conductor pueda inflar un neumático bastara con alimentar al compresor con 12 V e inflar al neumático mediante la válvula de este. Existen diferentes modelos y marcas existentes en el mercado a continuación se muestra un ejemplo:



**Fig. 1.9** Compresor pequeño de 12 V (300 psi de capacidad)

**Fuente:** [es.aliexpress.com/product-gs/453537097-Free-shipping-portable-mini-12v-Auto-Car-Electric-Pump-Tire-Inflator-Air-Compressor-wholesalers.html](https://es.aliexpress.com/product-gs/453537097-Free-shipping-portable-mini-12v-Auto-Car-Electric-Pump-Tire-Inflator-Air-Compressor-wholesalers.html)

Estos compresores no tienen tanques de almacenaje por lo tanto deben funcionar constantemente para suministrar aire.

### 1.3.2.2 DEPÓSITOS DE AIRE COMPRIMIDO TRANSPORTABLES

Este tipo de depósitos consiste en tener una entrada para almacenar aire comprimido desde alguna fuente externa, una vez llenada esta hasta su capacidad, mediante la salida se puede utilizar este aire presurizado para inflar los neumáticos, en el momento que se acabe el almacenamiento bastara simplemente con volverlo a llenar para utilizarlo.



**Fig. 1.10** Tanque de aire comprimido portable

**Fuente:** [http://reparaciones.about.com/od/toolsmaterialsyouneed/ss/airtank\\_3.htm](http://reparaciones.about.com/od/toolsmaterialsyouneed/ss/airtank_3.htm)

Los componentes del tanque portátil de aire comprimido son los siguientes:

- **Medidor de Presión de Aire.**  
El medidor sirve para que se pueda lograr la adecuada presión de aire al inflar.
- **Válvula de Cierre**  
La válvula de cierre evita que el tanque pierda aire cuando no está siendo usado.
- **Tanque de Presión**  
El tanque de presión es lo que contiene el aire comprimido y siempre es verificada su presión para mayor seguridad. Se pueden almacenar aire comprimido durante meses.
- **Manguera Flexible y Adaptador Universal**

Es la que realiza el trabajo es decir la salida de aire presurizado

#### **1.4 SISTEMA DE MONITOREO DE PRESIÓN DE NEUMÁTICOS (TPMS)**

Los sistemas TPMS (Tire Pressure Monitoring System) por sus siglas en inglés, surgieron por la necesidad de controlar la presión de aire en el neumático y con ello evitar múltiples problemas. Por cual el DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE (DOT, por sus siglas en ingles) de EE.UU., a través de la Administración Nacional para la Seguridad de Tráfico en Autopistas (National Highway Traffic Safety

Administration, NHTSA), señalo que a partir del año 2008 todos los coches manufacturados o importados de EE.UU. deberían estar equipados con sistemas TPMS, después de estudios rigurosos del parque automotor por parte de las compañías pertinentes como GOODYEAR se formuló la debida Legislación sobre TPMS<sup>1</sup> la misma se puede revisar en su sitio web.

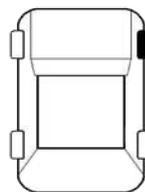
Un sistema de monitorización, es un sistema electrónico para monitorizar la presión del aire en el neumático de un vehículo, y automáticamente transmitir un aviso al conductor en caso de tener una o más ruedas con exceso o bajo nivel de inflado, la medida adoptada como medio de advertencia es el diseño internacional ISO utilizado para señalar una presión baja, además esta iluminada en color amarillo, y solo desaparecerá cuando sea corregida la falla.



**Fig. 1.11** Señal ISO, indica, baja presión en un neumático

**Fuente:** [www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/tirepresfinal/finalrule.html?name=#B](http://www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/tirepresfinal/finalrule.html?name=#B)

El símbolo anterior que indica advertencia de baja presión se visualiza con la siguiente figura, que indican la posición del neumático en el vehículo.



**Fig. 1.12** Posición del neumático en el vehículo

**Fuente:** [www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/tirepresfinal/finalrule.html?name=#B](http://www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/tirepresfinal/finalrule.html?name=#B)

---

<sup>1</sup> <http://www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/tirepresfinal/index.html>

Ahora para indicar el mal funcionamiento del sistema de monitoreo de la presión de los neumáticos, esta normalizado el siguiente símbolo internacional ISO acompañada de la abreviatura TPMS.



**Fig. 1.13** Señal ISO, indica mal funcionamiento del sistema TPMS

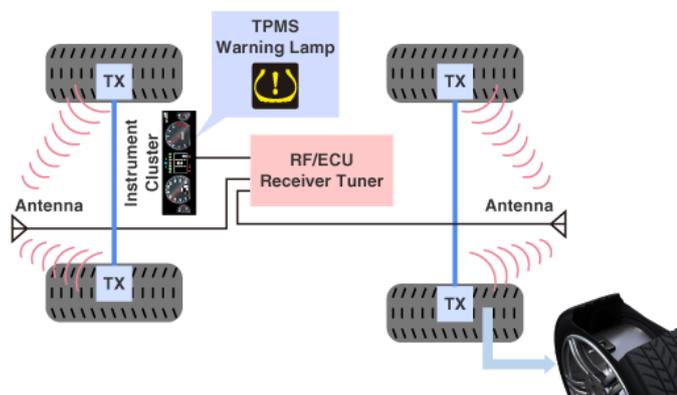
**Fuente:** [www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/tpmsnprmpost2cir/tpmsnprmpost2cir.html#\\_ftnref38](http://www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/tpmsnprmpost2cir/tpmsnprmpost2cir.html#_ftnref38)

El mercado automotriz ofrece los siguientes tipos sistemas de monitorización para la presión de los neumáticos que son:

- TPMS directos
- TPMS indirectos
- Otros tipos, incluyendo TPMS híbridos

#### 1.4.1 TPMS DIRECTO

El TPMS directo utiliza sensores de presión, situados en cada rueda, para medir directamente la presión en cada neumático. Estos sensores transmiten los datos de presión a través de un transmisor de radio frecuencia inalámbrica a un receptor central. Los datos son analizados y los resultados enviados a una pantalla montada en el interior del vehículo. El tipo de pantalla varía desde un indicador simple, que es como la mayoría de los vehículos están actualmente equipados, a una pantalla que muestra la presión en cada neumático, a veces incluyendo el neumático de repuesto.



**Fig. 1.14** Sistema TPMS Directo  
**Fuente:** [www.semicon.toshiba.co.jp](http://www.semicon.toshiba.co.jp)

Los TPMS directos tienen la capacidad de detectar cuando uno o todos los neumáticos en cualquier combinación, incluso cuando los cuatro neumáticos del vehículo tienen una baja presión. Los TPMS's directos también pueden detectar pequeñas pérdidas de presión. Algunos sistemas pueden detectar una caída en la presión tan pequeña como 1 psi.

Por sus características, el TPMS Directo, es el más usado y difundido en el sector automotriz, por lo que es objeto de estudio para nuestro proyecto.

Algunos problemas técnicos que presentan estos sistemas es la vida de la batería. El sensor de presión dentro de cada rueda contiene una pequeña batería para alimentar el sensor y transmisor. La mayoría son de larga vida de litio de 3 voltios que dura de cinco a 10 años. Con el tiempo, las baterías se agotan. La vida útil de la batería depende de la frecuencia de muestreo del sensor (con qué frecuencia se emite una señal), el uso del vehículo (la frecuencia con que se conduce), y la temperatura ambiente (clima caliente tiende a acortar la duración de la batería). La vida media de la batería para la mayoría de los sensores TPMS es de alrededor de 7 años.

En la mayoría de las aplicaciones, la batería está sellada dentro del sensor TPMS y no pueden sustituirse por separado. Si la batería ha muerto, por lo tanto, usted tiene que reemplazar el sensor. La mayoría de expertos en neumáticos dicen que es una buena idea para sustituir todos los sensores si una de las baterías ha muerto y los sensores tienen más de cinco años de edad. ¿La razón? Duración de la batería será más o menos igual entre todos los sensores, por lo que si uno ha muerto las otras baterías son probablemente cerca del final de su vida útil también.

Otro problema con los sistemas directos de TPMS es no perder de vista que rueda es cuál. En la Rotación de los neumáticos, obviamente, cambia la ubicación de cada sensor/transmisor. Por lo que el sistema debe ser reiniciado para que el módulo de control pueda aprender de nuevo la posición de cada sensor/transmisor.

En algunas aplicaciones (especialmente Toyota), cada sensor TPMS tiene su propio código de fábrica única, y debe ser programado para cada lugar de la rueda con una herramienta de exploración. Los procedimientos de reconfiguración varían bastante de un vehículo a otro.

## 1.4.2 TPMS INDIRECTO

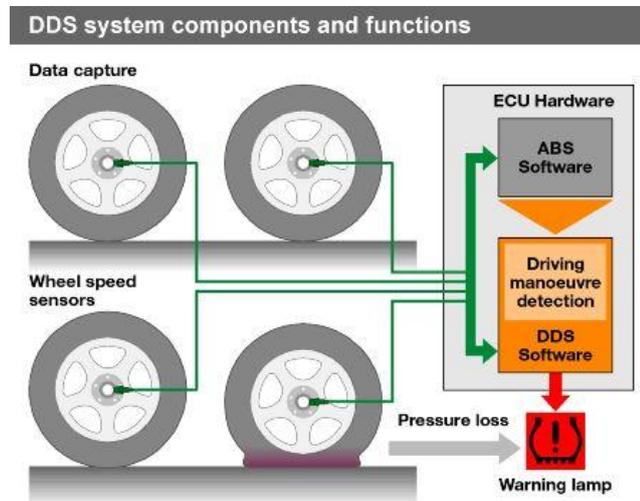
El TPMS indirecto no utiliza sensores de presión física, pero "deducir" las presiones de aire. La mayoría de los sistemas TPMS indirectos operan bajo la teoría de la utilización de un neumático inflado de diámetro ligeramente más pequeño (y por tanto mayor velocidad angular) para determinar la presión. Los desarrollos posteriores de TPMS indirecto también puede detectar simultáneamente la presión hasta en las cuatro ruedas mediante el análisis de vibración de las ruedas, o el análisis de los efectos de cambio de carga durante la aceleración y / o en las curvas, que se pueden realizar en el software utilizando técnicas avanzadas de procesamiento de señales. La técnica de análisis de vibraciones puede requerir el uso de sensores adicionales de suspensión que se traducen en una mayor complejidad y costo del sistema general, siempre que los movimientos verticales del chasis se refiere.

El TPMS indirecto utiliza en los algoritmos de software, una combinación con los sensores de velocidad de las ruedas de los sistemas antibloqueo de frenos y sistemas electrónicos de control de estabilidad. Una ventaja del TPMS indirecto es que no necesita sensores lo que disminuye el peso y costes, así como aumentar la satisfacción del cliente debido a problemas relacionados con el sensor se eliminan. Una desventaja de TPMS indirecto es que el conductor debe calibrar el sistema pulsando un botón de reinicio en el tablero de instrumentos a través de un ordenador de a bordo y si esto se lleva a cabo cuando un neumático está en una condición de bajo inflado, entonces el sistema se informe erróneamente.

El ABS emplea sensores de velocidad de rueda para medir la velocidad de rotación de cada una de las cuatro ruedas. A medida que disminuye la presión en el neumático, disminuye el radio de rodadura, y la velocidad rotacional de rueda aumenta correspondientemente.

La mayoría de los TPMS indirectos actuales comparan las sumas de las velocidades de las ruedas en cada diagonal (es decir, la suma de las velocidades de la parte delantera derecha e izquierda de la rueda trasera, en comparación con la suma de las velocidades de la parte delantera izquierda y de la rueda trasera derecha). Dividiendo la diferencia de las sumas por el promedio de las cuatro velocidades de las ruedas permite al TPMS indirecto tener una relación que es independiente de la velocidad del vehículo. Esta relación se expresa mejor por la siguiente ecuación:  $[(RF + LR) -$

(LF + CR) / Velocidad Media]. Si esta relación se desvía de una tolerancia, uno o más neumáticos deben estar por encima o debajo del valor correcto. A continuación, un testigo indica al conductor que un neumático está con falla.

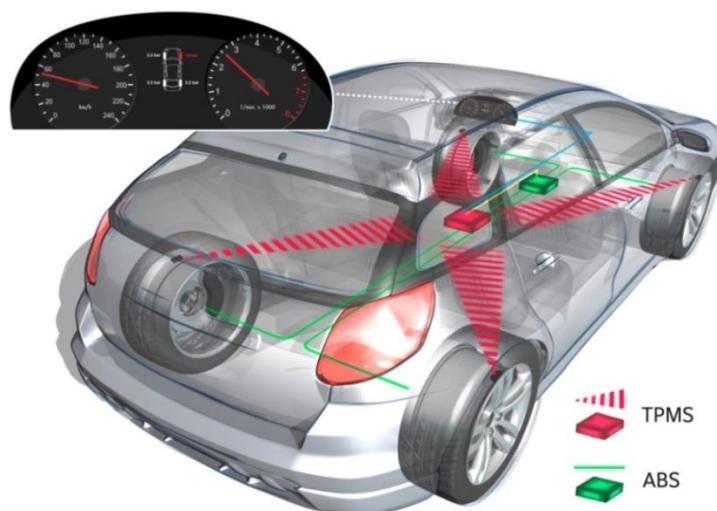


**Fig. 1.15** Sistema TPMS Indirecto

Fuente: [www.contionline.com/generator/www/de/en/continental/automobile/themes/continental-safety/tpms.html](http://www.contionline.com/generator/www/de/en/continental/automobile/themes/continental-safety/tpms.html)

### 1.4.3 TPMS HIBRIDO

Este tipo de TPMS funciona con tecnología del sistema directo e indirecto; con sensores instalados en los neumáticos además trabaja en conjunto con el sistema ABS/ESP del vehículo por tanto necesita un receptor con tecnología de radio frecuencia y los datos los visualiza en el panel de instrumentos.



**Fig. 1.16** Sistema TPMS híbrido.

Fuente: [www.johnsoncontrols.com](http://www.johnsoncontrols.com)

#### 1.4.4 BENEFICIOS DE USAR TPMS

El inflado insuficiente de los neumáticos causa diferentes tipos de accidentes, que incluyen los accidentes que resultan de:

- El arrastre y / o perder el control del vehículo en una curva.
- Deslizamiento sobre una superficie mojada, que puede causar el aumento de la distancia de frenado y derrape o pérdida de control.
- Aumento de la distancia de frenado.
- Llantas ponchadas y explosiones.
- La sobrecarga del vehículo.

##### 1.4.4.1 BENEFICIOS DE SEGURIDAD EN LOS NEUMÁTICOS

**Arrastre / Perdida de control:** El inflado insuficiente reduce la rigidez de los neumáticos, lo que hace que el neumático genere una fuerza menor en las curvas. Cuando un neumático está inflado insuficientemente, el vehículo requiere un mayor ángulo de dirección para generar la misma fuerza de giro en una curva o en una maniobra de cambio de carril. Esto puede resultar en derrape o pérdida de control del vehículo en una curva cerrada o una maniobra rápida de cambio de carril.

**Distancia de Frenado:** Los neumáticos están diseñados para maximizar sus capacidades de rendimiento a una presión de inflado específico. Cuando un neumático está inflado insuficientemente, la forma de su huella y la presión que ejerce sobre la superficie de la carretera es alterada. Esto degrada la capacidad del neumático para transmitir la fuerza de frenado a la superficie de la carretera, e incrementa la distancia de frenado de un vehículo, especialmente en superficies mojadas.

La disminución de distancia de frenado es beneficiosa de varias maneras. Algunos accidentes pueden evitarse por completo. Otros choques todavía se producirá, pero a una velocidad de impacto menor debido a que el vehículo es capaz de decelerar más rápidamente.

**Los pinchazos y reventones:** La presión insuficiente junto con alta velocidad y sobrecarga, puede causar reventones de neumáticos. Un reventón en una de las ruedas delanteras puede causar que el vehículo se saliera de la carretera. Un reventón en una de las ruedas traseras puede causar giro y la pérdida de control del vehículo.

#### **1.4.4.2 BENEFICIOS ECONÓMICOS**

**Economía de combustible:** La presión correcta de los neumáticos mejora la economía de combustible del vehículo. Los datos más recientes proporcionados por Goodyear indican que la eficiencia de combustible del vehículo se reduce en uno por ciento por cada 2,96 cuando los neumáticos están sin la presión adecuada.

**La banda de rodadura de vida:** La presión correcta de los neumáticos también aumenta la vida de una banda de rodadura del neumático. Los datos de Goodyear indican que por cada caída de 1 psi en la presión de los neumáticos, la banda de rodadura se reduce en un 1,78 por ciento.

#### **1.4.5 CONSTITUCIÓN DEL TPMS DIRECTO**

Conocido su origen, aplicación y sus beneficios; es necesario el estudio de su constitución y funcionamiento.

Los TPMS Directos constan de los siguientes componentes muy importantes como son:

- Sensor / Dispositivo transmisor
- Módulo Receptor RF
- Activación del Dispositivo a Baja Frecuencia (LF)
- Unidad de Control
- Recipientes a Presión (neumáticos)

##### **1.4.5.1 SENSOR / DISPOSITIVO TRANSMISOR**

Normalmente hay cinco unidades por vehículo, uno por rueda, y el neumático de repuesto. Cada unidad tiene un número de serie único que permite al sistema distinguir entre cada neumático. Cuando se monta dentro de un neumático del vehículo, el Sensor/Transmisor periódicamente mide la presión interna del

neumático, la temperatura y la condición de la batería. A continuación, envía una señal de RF compuesto de la información medida a una central receptor.

La unidad también está equipado con una unidad receptora LF, utilizada para comunicarse con el dispositivo Sensor/Transmisor y para habilitarlo a partir de un estado de sueño.

Los sensores son transductores de presión física que están instalados en la parte trasera del vástago de la válvula, o están de alguna forma fijados a la rueda.

Para proteger los componentes electrónicos como el transmisor de los ambientes hostiles, están, montados en un paquete hermético robusto y probado para verificar su funcionalidad en un supuesto choque, las cargas de vibración, y la exposición al calor, disolventes, y otros medios.

A continuación se presenta la constitución del conjunto sensor/válvula que consta de: (A) Tornillo de montaje (Torx), (B) Sensor TPMS, (C) Válvula con sello de hombro, (D) Anillo, (E) Tuerca, (F) Tapa de válvula



**Fig. 1.17** Constitución del conjunto sensor/válvula

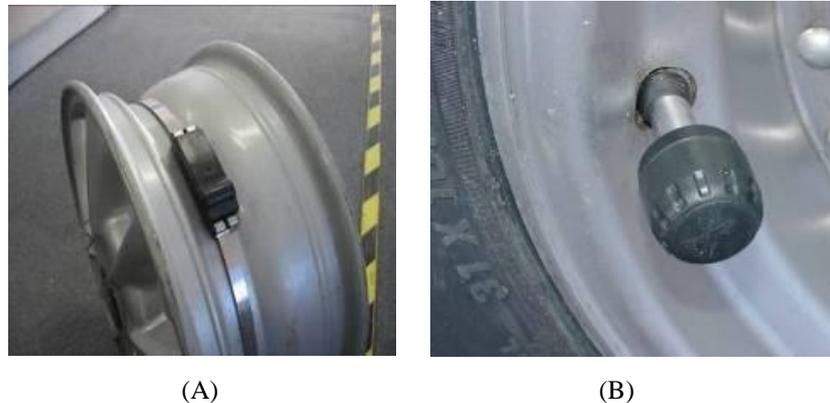
**Fuente:** [www.team-bhp.com/forum/tyre-alloy-wheel-section/49235-diy-beru-tpms-sensor-install-bmw-e90-made-easy.html](http://www.team-bhp.com/forum/tyre-alloy-wheel-section/49235-diy-beru-tpms-sensor-install-bmw-e90-made-easy.html)



**Fig. 1.18** Sensor TPMS instalado en el neumático

**Fuente:** <http://www.alsobuy.com>

Las unidades sensor/transmisor también están montados en el interior de neumático sujetados fijamente a la rueda por correas metálicas que funcionan como antenas de transmisión y recepción de señales de RF, la unidad sensor/transmisor también puede acoplarse en el exterior del neumático a través de la válvula de inflado.



**Fig. 1.19** (A) Sensor interno, sujeción por correa metálica, (B) Sensor externo, acoplado a la válvula

**Fuente:** Publicación PDF “Tyre Pressure Monitoring System”

[www.baolong.biz](http://www.baolong.biz)

Los sensores también transmiten datos tales como el identificador único del sensor, temperatura y presión, carga de la batería y otros datos de diagnóstico. Estos datos se envían a la unidad de control del motor (ECU) o al receptor específico en el vehículo. Aquellos vehículos que disponen de pantallas gráficas de sus posiciones TPMS pueden entonces mostrar en qué rueda existe un problema.



**Fig. 1.20** Pantallas gráficas de visualización, (A) Panel de instrumentos (B) Receptor específico.

**Fuente:** [www.forums.evolutionm.net](http://www.forums.evolutionm.net)

Los sensores transmiten información en UHF, esta transmisión puede ocurrir a intervalos periódicos mientras el vehículo está en movimiento; de forma inmediata y continua si se da una condición de baja presión, o puede ser forzada por una

herramienta TPMS. La herramienta TPMS es necesaria para forzar al sensor a transmitir si está siendo reparado, y por tanto no está en movimiento.

En todos los sensores hay una batería de litio con una vida útil de entre 7-10 años.

Los principales proveedores de sensores TPMS son las compañías internacionales tales como Schrader, Siemens, TRW, Pacific, Lear, Beru y otras. Hoy en día, los sensores del mercado de accesorios son fabricados por varias compañías de China y Taiwán.

Con el fin de alargar la duración de la batería, muchos sensores en un vehículo parado se sitúan en un modo de actividad reducida, cuando se almacena el TPMS en piezas de remplazo, se sitúa en modo de almacenamiento (en hibernación). El TPMS debería también ser puesto en este modo cuando el vehículo se envía desde el lugar de producción hasta los diferentes mercados. Cada fabricante tiene una forma diferente para sacar al TPMS del modo de hibernación.

En algunos casos, el sensor posee diferentes modos de operación que tienen que ser configurados también, algunos ejemplos son:

- Los sensores TPMS de Schrader Electronics se suministran como repuestos en modo de apagado. Una herramienta de activación que envíe una transmisión a 125 KHz inicializará el TPM para uso del vehículo.
- Los sensores TPMS de Beru y Lear se suministran como repuestos hibernando. Una vez presurizados a más de 25 psi durante un cierto periodo de tiempo, entrarán en funcionamiento
- Los sensores de Siemens VDO se suministran en diferentes modos. Pueden ser suministrados en MODO TEST, y una vez instalados en el vehículo, se situarán en el modo correcto. Alternativamente, pueden ser suministrados en MODO DE TRANSPORTE, en cuyo caso requerirán de una activación por parte de una señal modulada a 125 KHz para ponerlos en el modo correcto.
- Los sensores TPMS de TRW se suministran como piezas de repuesto en modo almacenamiento. Para colocar el sensor fuera de este modo, y configurarlo para el uso en el vehículo requiere una señal compleja modulada a 125 KHz.
- Los sensores TPMS de Pacific se suministran hibernando, y una vez presurizados, seguidos de una caída en el nivel de presión, pasan a estar operativos.

- Los sensores TPMS suministrados al mercado de accesorios como piezas de repuesto de Ford están hibernando. Una vez que se presurizan a más de 25 PSI durante un cierto periodo de tiempo, se ponen en funcionamiento.

Como se mencionó hay diferentes modos de activación de los sensores, entre otras, las siguientes:

- Activación a Baja Frecuencia (LF) utilizando onda continua
- Onda Modulada (MW) a 125kHz
- Transmisiones de Onda Modulada (MW) a 309MHz

También algunos sensores requieren un cambio forzado de presión para ser activados. Hay variaciones significativas en niveles de potencia de activación LF y tolerancias. La mayoría de sensores tiene diferentes modos para test, uso en planta, transporte/almacenamiento, conducción, etc. Estos modos se activan utilizando diferentes patrones de datagramas LF. La activación de los TPMS fuerza una respuesta UHF, que puede presentar las siguientes variaciones:

- Frecuencia: 315MHz, 433MHz, 434MHz etc.
- Modulaciones: ASK, FSK etc.
- Protocolos de Comunicación: Manchester, PWM, Bi-fase etc.

Puede haber variaciones significativas en el contenido de datos transmitidos por los sensores de diferentes fabricantes, y para diferentes marca/modelo/año del vehículo.

#### **1.4.5.2 FUNCIONES DEL SENSOR SP CI**

El sensor SP CI realiza varias funciones. Se mide la presión, temperatura, y genera una señal cuando el voltaje de la batería cae por debajo de un umbral predeterminado.

Este sensor SP que es un circuito integrado es muy utilizado en los sistemas TPMS, hoy en día se encuentra una gran variedad de este tipo de sensor, por lo que a modo de explicación, se hace un estudio de las características del sensor SP-13.

El SP-13 dispone de cinco modos únicos:

**El modo de almacenamiento:** Si la presión es inferior a 1,5 bares, la presión se mide cada 60 segundos pero no se envían los datos. Si la presión aumenta por encima 1,5 bares, el sensor se desplaza a modo inicial.

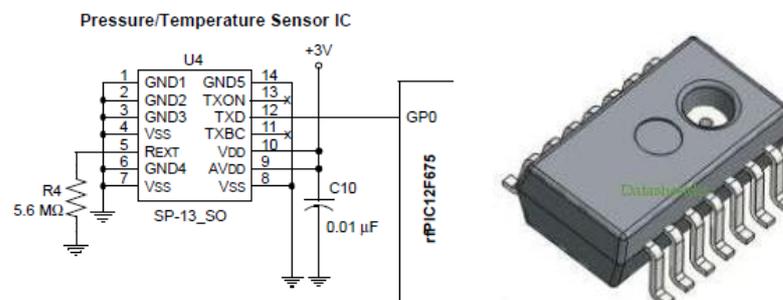
**El modo inicial:** En este modo se produce el encendido si la presión aumenta por encima de 1,5 bares en el modo de almacenamiento. En este modo, la presión se mide cada 0,85 segundos y los datos se envían cada 0,85 segundos. Esta secuencia se repite 256 veces. Después de la secuencia de 256 veces, el dispositivo se desplaza al modo normal sólo si la presión es superior a 1,5 bares. Si la presión es inferior a 1,5 bar, el dispositivo se desplazará en al Modo de almacenamiento.

**Modo normal:** La presión se mide cada 3,4 segundos y se transmiten los datos cada 60 segundos. Si la presión medida difiere por más de 200 mbar de la referencia tomada cada 60 segundos, el dispositivo entra en un modo de alerta de presión.

**El modo de alerta:** Es la misma medida y patrón de transmisión como el modo inicial.

**Modo de alta alerta temperatura:** Si la temperatura excede los 120 ° C, el dispositivo SP-13 entra en la misma medida y patrón de transmisión como el modo inicial.

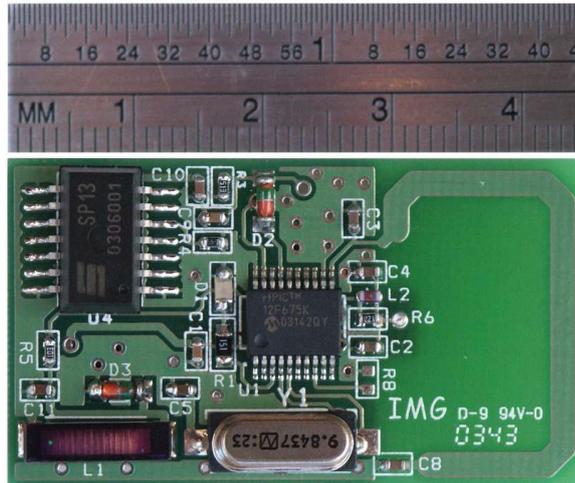
El SP-13 también incluye un número de identificación de 32-bit que está programado en el dispositivo en el momento de la fabricación. Este identificador único, cuando es utilizado por la central receptor, permite la diferenciación entre los sensores de los diferentes neumáticos.



**Fig. 1.21** Diagrama de conexión del sensor SP13

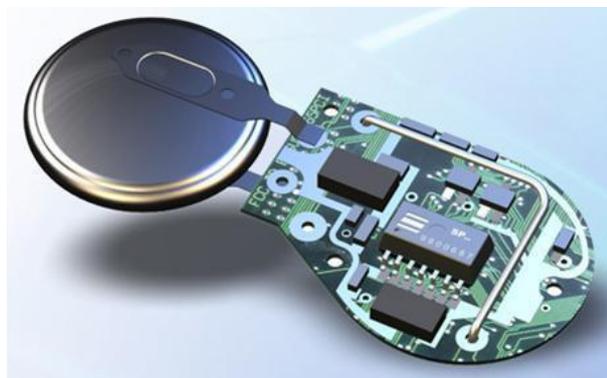
**Fuente:** MICROCHIP, Publicación PDF “Tire Pressure Monitoring (TPM) System”

El circuito sensor/transmisor está conformado además con un PIC con característica de radiofrecuencia para la comunicación con el receptor, en la Fig. 1.22 se muestra la construcción de una placa donde se visualiza el sensor SP y el Microcontrolador con un anexo, que es una unidad transmisora de ASK o FSK.



**Fig. 1.22** Circuito sensor/transmisor, Sensor SP13 /Microcontrolador; y dimensión.

**Fuente:** MICROCHIP, Publicacion PDF “Tire Pressure Monitoring (TPM) System”



**Fig. 1.23** Circuito sensor/transmisor y batería

**Fuente:** Publicacion PDF “Tire Pressure Monitoring: The Multiple Technology Challenge”

#### 1.4.6 TECNOLOGÍA MEMS (SISTEMAS MICRO ELECTROMECAÑICOS)

**Definición:** Los MEMS son micromáquinas que contienen elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos, sensores, actuadores y componentes activos, en un sustrato común de silicio similar a los circuitos integrados (CIs). Son manufacturados con

tecnología de micro fabricación en pequeños empaquetados de un tamaño que varía típicamente entre un milímetro y un micrómetro.

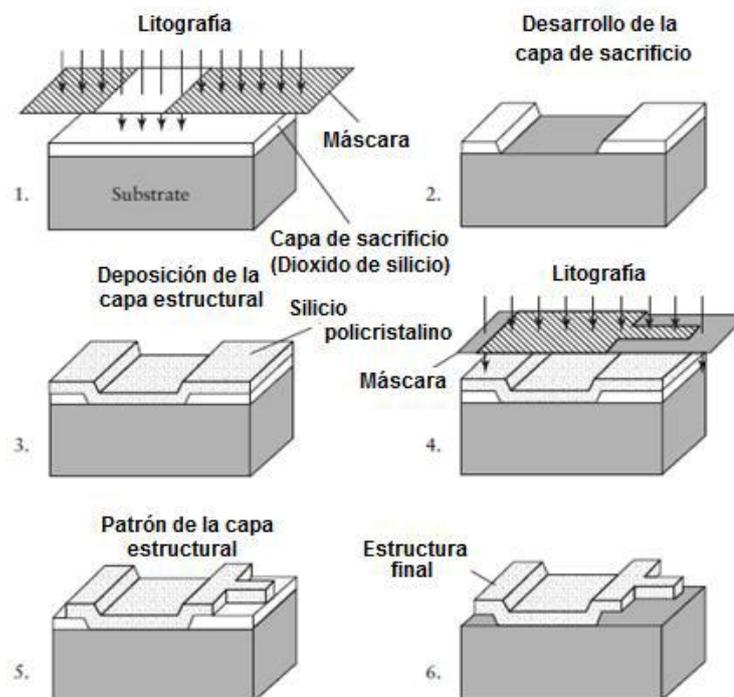
Su función es medir variables térmicas, eléctricas, magnéticas, biológicas, etc., para efectuar una acción en un dispositivo mecánico y corregir alguna variable.

### 1.4.6.1 TÉCNICAS DE FABRICACIÓN MEMS

Existen dos tipos de fabricación de MEMS que son: micromaquinado superficial y volumétrico.

#### 1.4.6.1.1 MICROMÁQUINADO SUPERFICIAL

Esta es una técnica de fabricación aditiva para construir micro-estructuras sobre la superficie del sustrato. El proceso empieza con sucesivas deposiciones de capas finas, luego transmisión de patrones utilizando litografía y por ultimo un grabado selectivo. Se aplica un grabado seco para definir las características de la superficie en el plano XY. También se puede utilizar un grabado húmedo isotrópico para liberar las capas.



**Fig. 1.24** Proceso del Micromáquinado superficial

**Fuente:** S. Fatikow, U. Rembold, “Microsystems Technology and Microrobotics”, Springer, New York, 1997

### 1.4.6.1.2 MICROMAQUINADO VOLUMÉTRICO

Este método se utiliza para realizar estructuras con volumen. Se utiliza en la fabricación de la mayoría de dispositivos comerciales como sensores de presión, válvulas de silicio y los acelerómetros de silicio.

Es una técnica de fabricación substractiva para construir micro-estructuras por eliminación de material sobrante de un substrato base, mediante el mecanizado de canales y carriles.

Este proceso permite eliminar de forma selectiva cantidades significativas de silicio, generalmente en la cara inferior. Además se pueden obtener cavidades útiles en la fabricación de membranas y otro tipo de transductores para la fabricación de sensores.

Este tipo de micro-mecanizado atraviesa prácticamente toda la oblea. Las micro -estructuras fabricadas utilizando el micro-maquinado volumétrico pueden tener dimensiones de entre 200 a 500 micras.

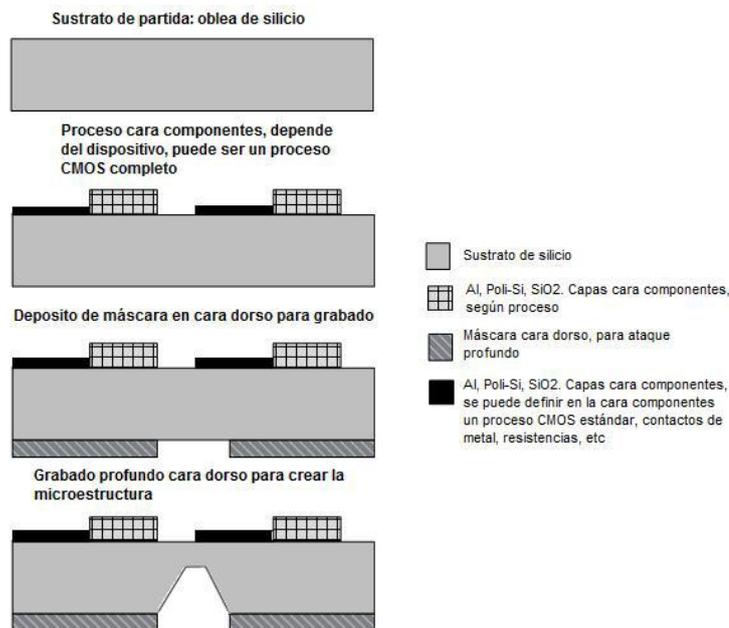


Fig. 1.25 Proceso del Micromáquinado superficial

Fuente: S. Fatikow, U. Rembold, "Microsystems Technology and Microrobotics", Springer, New York, 1997

Comparación de las dos técnicas usadas en la fabricación de MEMS.

<b>Características</b>	<b>Micro-maquinado superficial</b>	<b>Micro-maquinado volumétrico</b>
<b>Técnica</b>	Aditiva	Substractiva
<b>Dispositivos</b>	De pequeños rangos con bajo espesor y masa	De grandes rasgos con considerable masa y grosor
<b>Oblea</b>	Utiliza un lado	Utiliza los dos lados
<b>Mecanismos de detección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitivos</li> <li>• Resonates</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezo-resistivos</li> <li>• Capacitivos</li> </ul>
<b>Compatibilidad con los CI</b>	SI	NO

**Tabla 1.1:** Comparación entre las técnicas de micro-maquinado superficial y volumétrico

## 1.4.7 TIPOS DE SENSORES

Los principios utilizados en el TPMS para sensar la presión en los neumáticos es a través de sensores piezo-resistivos y sensores capacitivos, estos tiene la misión de captar el valor de la presión y convertir de manera exacta y precisa en una señal eléctrica.

- Sensores Capacitivos
- Sensores Piezo-Resistivos

### 1.4.7.1 SENSORES PIEZORESISTIVOS

El principio de medida con sensores resistivos se basa en la medida de la variación de la resistencia inducida por la deformación en función de la presión.

La dilatación de un semiconductor, el caso, cintas extenso-métricas provocan en este caso una variación de la resistencia específica. Una deformación provocada por contracción tendría el efecto contrario.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

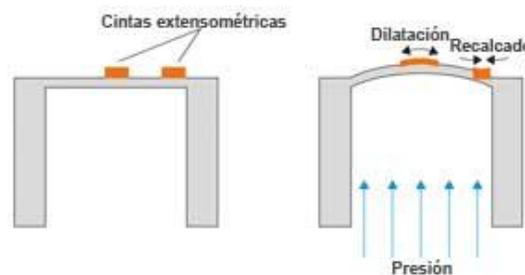
$R$ = resistencia eléctrica

$\rho$ = resistencia específica

$l$ = longitud

$A$ = superficie de sección

Según la ecuación indicada arriba, la resistencia eléctrica de forma proporcional con la resistencia específica. Este efecto piezo-resistivo con semiconductores es de un factor 10 hasta 100 veces mayor que con metal.



**Fig. 1.26** Deformación de las cintas extenso-métricas

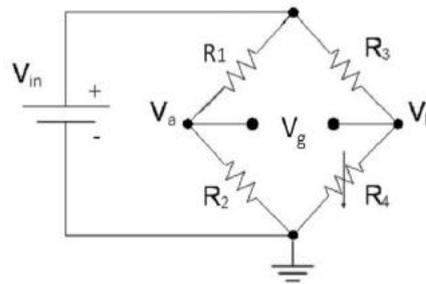
**Fuente:** [www.bloginstrumentacion.com/instrumentacion-de-presion/transmisor-de-presion-instrumentacion-de-presion/%C2%BFcomo-funciona-un-transmisor-de-presion/](http://www.bloginstrumentacion.com/instrumentacion-de-presion/transmisor-de-presion-instrumentacion-de-presion/%C2%BFcomo-funciona-un-transmisor-de-presion/)

Las cintas semiconductoras están incorporadas como microestructura en la membrana. Por lo tanto las cintas extenso-métricas y el cuerpo expuesto a la deformación están compuestas del mismo material. Normalmente se incorpora cuatro cintas en una membrana de silicio formando un puente de Wheatstone.

Un puente de Wheatstone Se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de los brazos del puente. Estos están constituidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado, siendo una de ellas la resistencia bajo medida.

Un puente de Wheatstone es un circuito simple que se usa para medir los pequeños cambios en la resistencia de un transductor.

La clásica configuración del puente de Wheatstone se compone de cuatro resistencias, de las cuales tres son de un valor fijo y la cuarta que es variable, consulte la  $R_4$  en el siguiente diagrama. La resistencia variable es el elemento sensor (transductor). Su diseño permitirá su resistencia al cambio debido a un cambio en un factor ambiental como el estrés, presión o temperatura.

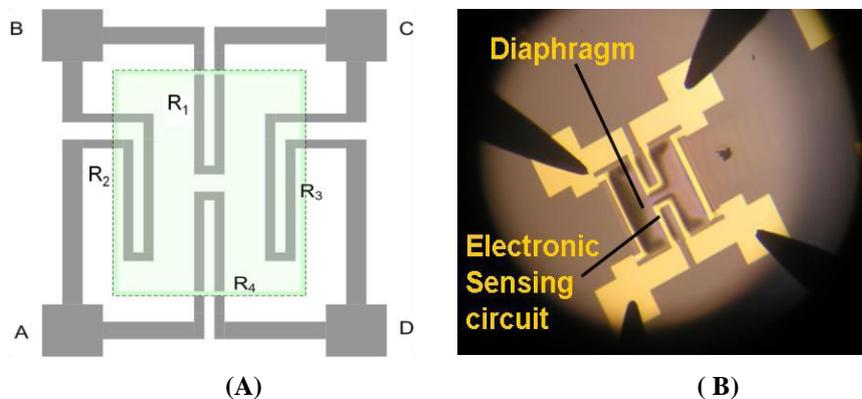


**Fig. 1.27** Configuración Puento de Wheatstone

**Fuente:** Publicación PDF “Wheatstone\_Bridge\_Participant\_Guide”

[www.scme-nm.org](http://www.scme-nm.org)

Cuando el puente de Wheatstone se utiliza en un sensor de presión, las resistencias están orientados de tal manera que  $R_1$  y  $R_4$  son variables bajo la tensión de una membrana flexible en la que están hechos.



**Fig. 1.28** (A) Puento Wheatstone, (B) Ejemplo, sensor de presión real.

**Fuente:** Publicación PDF “Wheatstone\_Bridge\_Participant\_Guide”

[www.scme-nm.org](http://www.scme-nm.org)

En el siguiente ejemplo, un material conductor tal como el oro se utiliza para el circuito de puente. El diafragma del sensor de presión es una capa delgada de material que es resistente al cambio químico tal como, en este caso, el nitruro de silicio. Un lado de la membrana está sellado para proporcionar una presión de referencia. El otro lado está abierto para el medio ambiente y sujeto a variación de la

presión del aire. A medida que el diafragma se mueve debido a cambios de presión, la membrana se expande y se extiende. Las resistencias de puente montado sobre la membrana también expanden y se estiran. Esta expansión del puente se traduce en un cambio de resistencia en el material conductor del puente. A medida que el material conductor se extiende, aumenta su resistencia.

#### 1.4.7.2 SENSORES CAPACITIVOS

Este principio está basado en la medición de la capacidad de un condensador que varía en función de la aproximación a la superficie activa. La capacidad de un condensador de dos placas puede expresarse por la siguiente ecuación.

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

$C$ = capacidad condensador

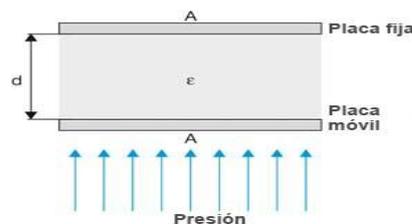
$\epsilon$ = constante dieléctrica

$A$ = área efectiva de las placas

$d$ = distancia entre las placas

El principio de la medición capacitiva se realiza mediante un cuerpo base cuya membrana metálica, con recubrimiento metálico, constituye una de las placas del condensador. La deformación de la membrana, inducida por la presión, reduce la distancia entre las dos placas con el efecto de un aumento de la capacidad, manteniendo igual la superficie y la constante dieléctrica.

Este sistema permite la medición de presión con elevada sensibilidad y por lo tanto la medición de rangos muy bajos hasta unos pocos milibar. Dado que la membrana permite una deformación máxima hasta apoyarse a la placa estática resulta una elevada seguridad contra sobrecarga.

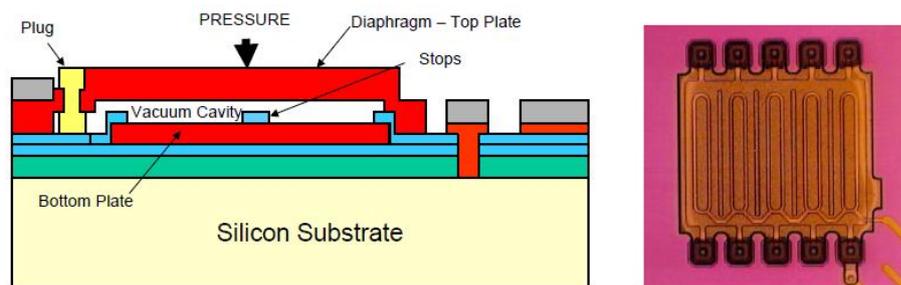


**Fig. 1.29** Principio de funcionamiento del sensor capacitivo

**Fuente:** [www.bloginstrumentacion.com/instrumentacion-de-presion/transmisor-de-presion-instrumentacion-de-presion/%C2%BFcomo-funciona-un-transmisor-de-presion/](http://www.bloginstrumentacion.com/instrumentacion-de-presion/transmisor-de-presion-instrumentacion-de-presion/%C2%BFcomo-funciona-un-transmisor-de-presion/)

Como ejemplo se estudia los sensores de presión de la marca FREESCALE, tanto el sensor capacitivo, como el sensor piezo-resistivo, además posee tecnología de fabricación MEMS.

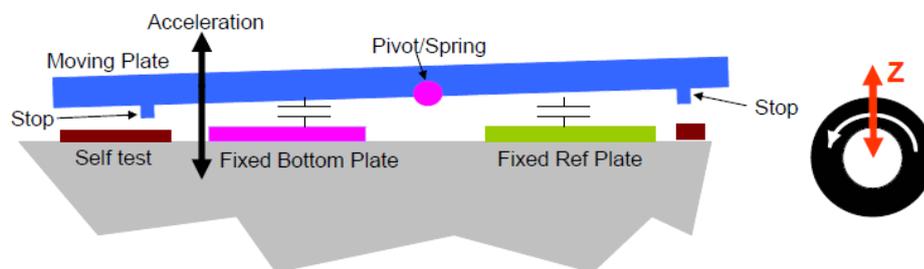
**Sensor capacitivo:** La capacitancia varía con la presión, posee dos células: uno para la detección, una para referencia, este sensor mide la presión absoluta, su constitución se muestra a continuación, la técnica MEMS es de maquinado superficial.



**Fig. 1.30** Estructura del sensor capacitivo

**Fuente:** Publicación PDF "Tire Pressure Monitoring: The Multiple Technology Challenge"

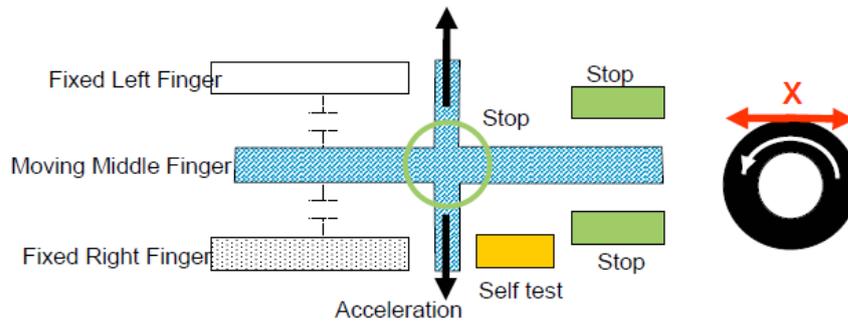
Detección de la aceleración en el eje z: Detecta el aumento de la fuerza centrípeta de la rueda (velocidad angular de los sentidos), la capacitancia varía con la aceleración.



**Fig. 1.31** Aceleración en el eje Z

**Fuente:** Publicación PDF "Tire Pressure Monitoring: The Multiple Technology Challenge"

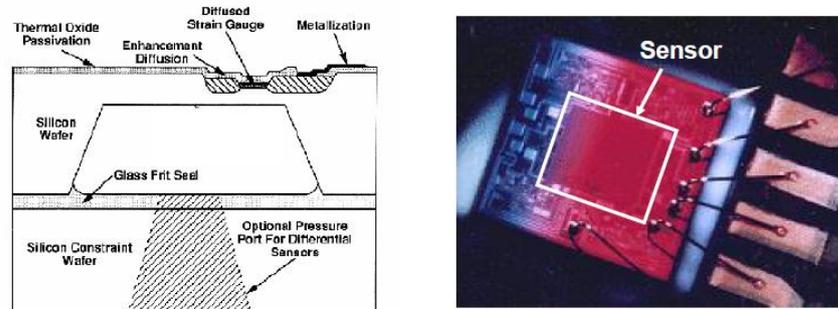
Detección de la aceleración en el eje x: Detecta variaciones de la fuerza angular de la rueda (detecta la gravedad), La capacitancia varía con la aceleración, dos condensadores, uno aumenta mientras que el otro disminuye.



**Fig. 1.32** Aceleracion en el eje X

**Fuente:** Publicacion PDF "Tire Pressure Monitoring: The Multiple Technology Challenge"

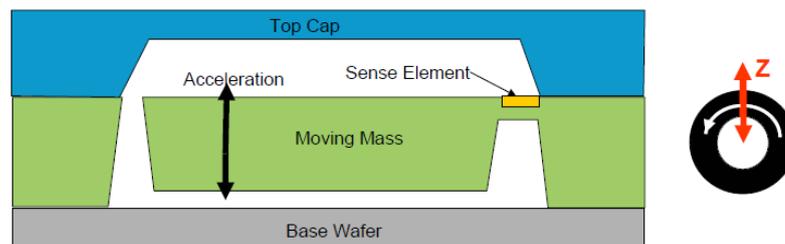
**Sensor Piezo-Resistivo:** La resistencia varía con la presión, posee una célula, puede detectar la presión absoluta o diferencial.



**Fig. 1.33** Estructura del sensor Piezo-resistivo

**Fuente:** Publicacion PDF "Tire Pressure Monitoring: The Multiple Technology Challenge"

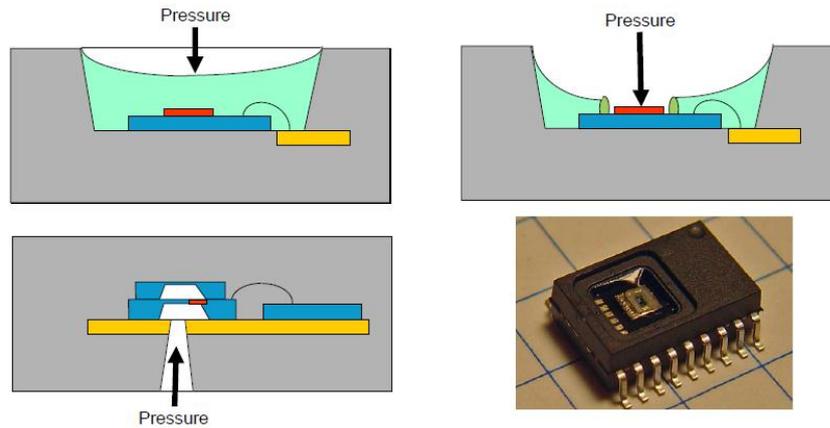
Deteccion de la aceleracion en el eje z: Detecta el aumento de la fuerza centrípeta de la rueda (velocidad angular de los sentidos), La resistencia varía con la aceleración



**Fig. 1.34** Aceleracion en el eje Z

**Fuente:** Publicacion PDF "Tire Pressure Monitoring: The Multiple Technology Challenge"

Medios de protección, encapsulado contra el agua, corrosión etc.



**Fig. 1.35** Medio de protección de elemento sensor

**Fuente:** Publicacion PDF “Tire Pressure Monitoring: The Multiple Technology Challenge”

PARÁMETRO	MEMS SUPERFICIAL CAPACITIVO	MEMS VOLUMÉTRICO PIEZO-RESISTIVO
Método físico	Diafragma de deflexión	Diafragma de tensión
Medio de sensado	Capacitancia variable	Resistencia variable
Área del sensor	0.6x1.0mm	2.0x2.0mm
Espesor de diafragma	2µm	25 µm
Espesor de las obleas	0.4 mm	0.8mm
Tecnología del mecanismo	CMOS	Bipolar
Presión de sensado	P. absoluta	Absoluta y diferencial
Medio de Protección	Sentido lateral	Sentido posterior

**Tabla 1.2:** Características del sensor Capacitivo y Piezo-resistivo

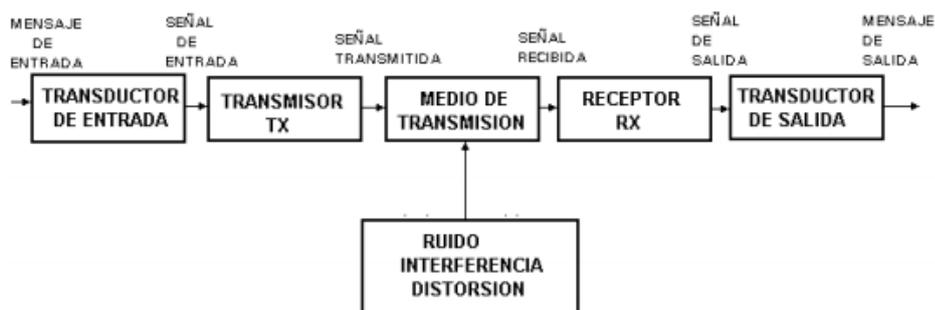
**Fuente:** Publicacion PDF “Tire Pressure Monitoring: The Multiple Technology Challenge”

Algunos fabricantes de sensores son: **Infineon SensoNor, GE Sensing, Freescale, Sensata(TI)-Kyocera, Melexis, Kavlico(Schneider Electric), BOSCH, VTI, SMI (ELMOS) y Alps Electric.** Los módulos son producidos por: **Schrader , Siemens VDO, EnTire, BERU, Pacific, Delphi, Chongqing Sanxin, SmarTire, LDL Technology, Hella, Johnson Control A., Visityre, Actsensor y Continental.**

## 1.5.8 COMUNICACIÓN

Todos los sistemas de comunicación consisten de tres partes fundamentales, estos son:

- Sistema de Transmisión,
- Sistema Receptor,
- Medio de Transmisión.

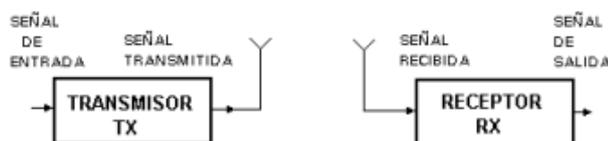


**Fig. 1.36** Etapas de comunicación por radiofrecuencia

**Fuente:** Los autores

En el equipo transmisor se genera la información y se le da la forma adecuada para ser enviada a través del medio de transmisión que se denomina canal de comunicación que es el medio físico, el cual producirá la atenuación, además de ser susceptible a interferencias electromagnéticas.

Se define como comunicación al proceso donde la información es transferida desde un punto denominado la fuente y el destinatario. Un sistema de comunicación es la totalidad de mecanismos que proveen el enlace de información entre ambos.



**Fig. 1.37** Comunicación por radiofrecuencia

**Fuente:** Los autores

### 1.4.8.1 COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

Una comunicación inalámbrica es cuando los medios de unión entre sistemas no son con cables. Sus principales ventajas son que permiten una facilidad de

emplazamiento y reubicación, evitando la necesidad de establecer un cableado y su rapidez en la instalación.

Las técnicas utilizadas son: por Infrarrojos (IR), y por radiofrecuencia (RF), el sistema TPMS, utilizado en el proyecto utiliza la técnica por radiofrecuencia.

#### **1.4.8.1.1 TIPOS DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS POR RF**

Las transmisiones de datos entre equipos electrónicos sin cables se están aplicando cada vez más debido a los medios tecnológicos actuales, que son los circuitos integrados que permiten hacer un diseño sin tener demasiados conocimientos de RF, ni disponer de cara instrumentación para RF, ya que estos dispositivos requieren pocos componentes externos y ningún tipo de ajuste en RF.

Primero se usaron módulos de RF con componentes discretos unidireccionales y precisamente para no tener que depender del diseño de una circuitería en RF. Posteriormente con la aparición de circuitos transmisores completamente integrados con las funciones de emisor y receptor, en diferentes bandas de frecuencia que se fueron estandarizando en las diferentes zonas (Europa y USA), han permitido poderlos utilizar en los diferentes campos de aplicación industrial, comercial, y médico, como: control remoto, transmisión de datos en sensores o sistemas de adquisición de datos, en monitorización médica o de la salud, etc...

Las comunicaciones inalámbricas por RF se pueden dividir en las que no cumplen ningún protocolo estándar y las que cumplen un protocolo estándar, y en las normativas sobre sus distintas frecuencias de trabajo, que a la vez definen velocidad de transmisión o ancho de banda y campo de aplicación.

#### **1.4.8.1.2 ISM BANDS (INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL BANDS)**

Las bandas ISM para sistemas de comunicaciones digitales inalámbricas empleando la radiofrecuencia, son las que no necesitan licencia (siempre que no se pasen los límites de potencia) y que además son gratuitas. Las frecuencias de trabajo

estandarizadas son: 314 MHz en USA (potencia máxima +30 dBm), 434 MHz (+10 dBm) y 868 MHz (+14 dBm) en Europa en AM o FM.

Rango de Frecuencia (MHz)	Aplicaciones	Potencia de Salida	Espacio entre canales	Ciclo de Servicio 0,1%	Ciclo de Servicio 1%	Ciclo de Servicio 10%	Ciclo de Servicio hasta 100%
433.05 - 434.79	Propósito general	10 mW	-				
868.00 - 868.60	Propósito general	25 mW	-		X		
868.60 - 868.70	Dispositivos de alarma	10 mW	25 kHz	X			
868.70 - 869.20	Propósito general	25 mW	-	X			
869.20 - 869.25	Dispositivos de alarma social	10 mW	25 kHz	X			
869.25 - 869.30	Dispositivos de alarma	10 mW	25 kHz	X			
869.30 - 869.40	Protocolo EACM	Sin definir	25 kHz				
869.40 - 869.65	Propósito general	500 mW	25 kHz			X	
869.65 - 869.70	Dispositivos de alarma	25 mW	25 kHz			X	
869.70 - 870.00	Propósito general	5 mW	-				X

**Tabla 1.3** Rango de Frecuencias

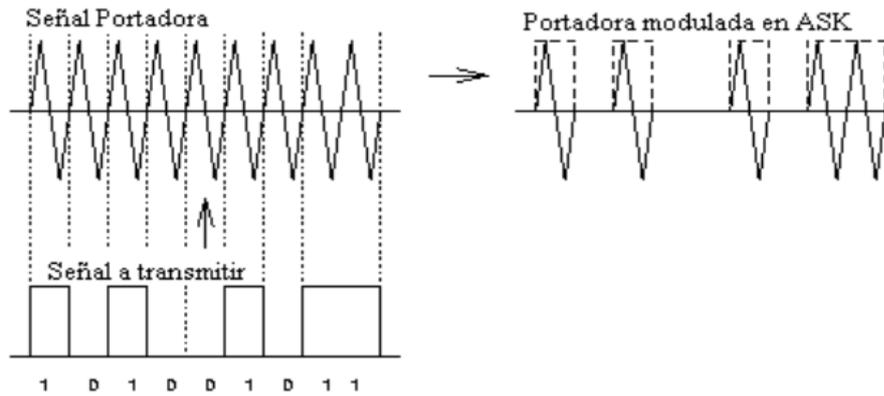
**Fuente:** Publicación PDF “Estado actual de las comunicaciones inalámbricas”

## 1.4.9 TIPOS DE MODULACIÓN DIGITAL

Las formas básicas de modulación digital son ASK, FSK, PSK.

### 1.4.9.1 MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE AMPLITUD, ASK (AMPLITUDE SHIFT KEYING) Y (ON/OFF KEYING)

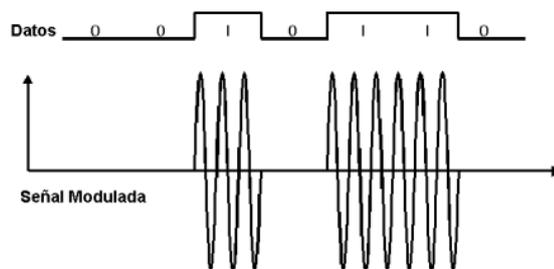
La modulación ASK es la más sencilla para la transmisión de datos digitales, es una forma de modulación en la cual se presenta los datos digitales como variaciones en la amplitud de la onda portadora, en la Fig. 1.38 se muestra que en el momento en que la señal a transmitir es un uno digital la señal portadora modulada en ASK será igual a la portadora, pero cuando la señal a transmitir es un cero digital la amplitud de la señal portadora en ASK es cero, y de esta forma nuestra señal digital se modula y puede ser transmitida.



**Fig. 1.38** Modulación ASK

**Fuente:** Publicación PDF “Estado actual de las comunicaciones inalámbricas”

Las ventajas de este tipo de modulación son el sencillo diseño (menor coste) y el bajo consumo, especialmente si se utiliza el método o modulación OOK (On/Off Keying) Modulación On/off, donde un 0 digital no hay potencia de salida y un 1 digital se entrega toda la señal portadora. La desventaja es la fragilidad en presencia de interferencias por ruido eléctrico, que pueden provocar errores en los datos recibidos.

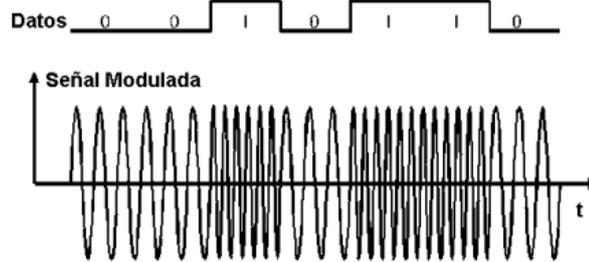


**Fig. 1.39** Modulación On/off

**Fuente:** Publicación PDF “Estado actual de las comunicaciones inalámbricas”

### 1.4.9.2 MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA, FSK (FREQUENCY SHIFT KEYING)

La modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK), con un 0 digital se transmite una portadora a una frecuencia y con un 1 digital se transmite la portadora a otra frecuencia distinta, con la misma amplitud. La ventaja de este tipo de modulación es la mejor robustez ante la presencia de interferencias. La desventaja es la complejidad del sistema (mayor coste) y el consumo que permanece siempre presente durante la transmisión.



**Fig. 1.40** Modulación FSK

**Fuente:** Publicación PDF “Estado actual de las comunicaciones inalámbricas”

Este tipo de modulación consiste en asignar una frecuencia diferente a cada estado significativo de la señal de datos.

Para ello existen dos tipos de modulación FSK:

- **FSK Coherente:** Esta se refiere cuando en el instante de asignar la frecuencia se mantiene la fase de la señal.
- **FSK No Coherente:** Aquí la fase no se mantiene al momento de asignar la frecuencia.

La razón de una modulación FSK no coherente ocurre cuando se emplean osciladores independientes para la generación de las distintas frecuencias.

#### **1.4.10 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD SENSOR/TRANSMISOR Y RECEPTOR**

Para explicación se toma un diseño de Freescale y Toshiba, que proveen al mercado automotriz sistemas TPMSs, los diagramas constan de: un sensor de presión, un microcontrolador de 8 bit (MCU), un transmisor de radiofrecuencia (RF), y un sensor de aceleración de 2 ejes, con los ejes X y Z.

Como se observa en los diagramas de bloques, poseen una similitud en cuanto a su estructura, componentes y funcionamiento.

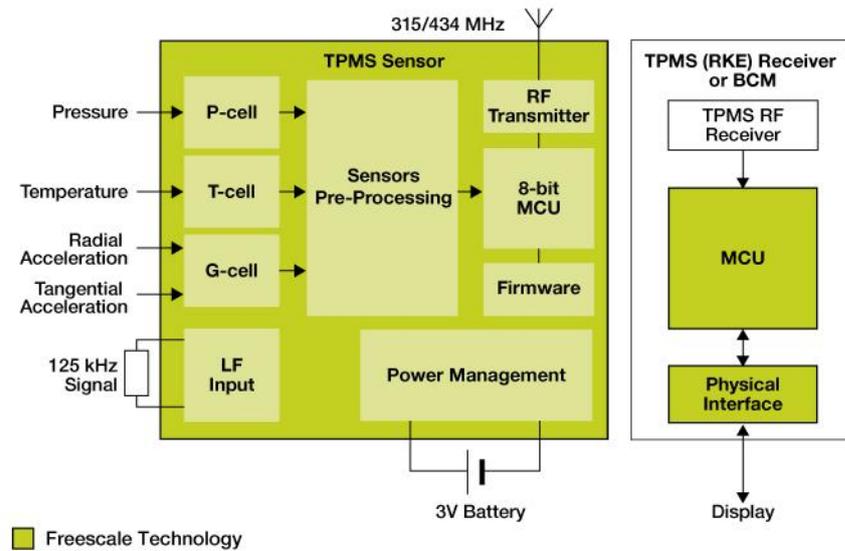


Fig. 1.41 Diagrama de bloques del sistema TPMS

Fuente: [www.freescale.com/webapp/sps/site/application.jsp?code=APLTPMS](http://www.freescale.com/webapp/sps/site/application.jsp?code=APLTPMS)

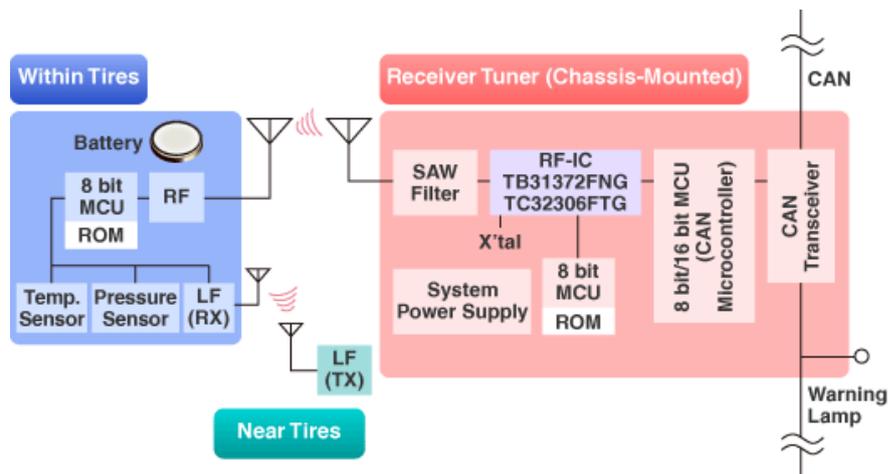


Fig. 1.42 Diagrama de bloques del sistema TPMS

Fuente: [www.semicon.toshiba.co.jp](http://www.semicon.toshiba.co.jp)

## Módulos del Sistema

- Sensor de presión: Recibe la presión absoluta o relativa y la transforma en variación de corriente (en corriente) o tensión.
- Sensor de temperatura: Recepta el nivel de temperatura, que se genera en el interior del neumático por la variación de presión.
- Detector de movimiento: detecta si el vehículo está en movimiento o no, lo que cambia la frecuencia de muestreo de datos.
- ADC: Convierte las señales de los sensores en una señal digital para el microcontrolador.

- Microcontroladores: Calcula la presión y decide con qué frecuencia se debe enviar a la unidad central.
- EEPROM: memoria para el programa de microcontrolador.
- Receptor LF: se utiliza para determinar la localización del neumático.
- Emisor RF: se utiliza para enviar los datos a la unidad central, “Monitor”.
- Batería: Fuente de energía, por lo general de 3V, y su esperanza de vida se expresa en años o millaje.

#### 1.4.11 HERRAMIENTAS PARA DIAGNOSTICO DEL TPMS

No hay un estándar común para los sensores TPMS, que presentan variaciones en frecuencias, modulaciones, estructura de datos, protocolos de comunicación, ajuste mecánico y otros factores.

Los concesionarios de automóviles, tiendas de neumáticos necesitan una herramienta TPMS portátil disponible para testear el TPMS, y leer el Identificador del sensor de la rueda, además de programar la ECU del coche en el caso de que se produzca un fallo en la batería del TPMS, rotura del sensor o de la válvula, o cualquier otra reparación o remplazo de ruedas y sensores para ruedas a medida, neumáticos de invierno, rotación de neumáticos, etc.

La herramienta necesita ser capaz de apagar la luz de advertencia del TPMS.



**Fig. 1.43** TECH400SD, herramienta de Diagnostico para TPMS.

**Fuente:** [www.bartecusa.com/espanol-mexicano/tech400sd.html](http://www.bartecusa.com/espanol-mexicano/tech400sd.html)

#### **1.4.11.1 IMPORTANCIA DE LA HERRAMIENTA DE REVISIÓN TPMS**

Ofrece al operador y al cliente la confianza de conocer el estado del sistema TPMS previamente al trabajo sobre el vehículo. Además ofrece una oportunidad para crear una venta en caso de que se detecte un sensor TPMS. Si se reemplaza un sensor TPMS, el vehículo debe ser "reseteado" o "programado" con el nuevo sensor. Si un vehículo de "posición dependiente" tiene una rotación del neumático, el Identificador del sensor debe ser re-aprendido o re-posicionado al ordenador del coche.

#### **1.4.11.2 FUNCIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA**

La mayoría de sensores hoy en día pueden ser activados mediante el envío de una señal de 125 kHz LF (bien sea de onda continua o modulada). Esta señal hace que el sensor transmita un mensaje codificado, en 315 o 433.92 MHz. La propia herramienta decodificará ese mensaje y ofrecerá el FEEDBACK CORRECTO al técnico. La propia herramienta tendrá en sí misma todos los protocolos necesarios para ser efectivos en todo tipo de sensores.

#### **1.4.11.3 FRECUENCIA BAJA LF**

Algunos sensores utilizados hoy día son muy sensibles a la señal LF transmitida por las herramientas de mantenimiento. Otras requieren una gran cantidad de LF para hacerlos transmitir. La herramienta adecuada está diseñada con ambos casos en mente. Sólo una compañía que trabaja con la tecnología puede diseñar software para trabajar en ambos tipos. Si se utiliza demasiada LF en un tipo de sensor sensible, y es probable que se "despierte" el sensor adecuado y se obtenga el identificador erróneo. Si no se suministra suficiente RF para otro sensor puede significar que el sensor no se despierta en absoluto.

#### **1.4.11.4 DECODIFICACIÓN RF**

Era lo que las herramientas TPMS deberían estar diseñadas para hacer. La señal RF transmitida del sensor porta datos. Una correcta decodificación de esos datos implica información precisa para el técnico. Herramientas TPMS que no decodifican esos

datos pueden ofrecer información errónea al técnico, lo cual puede resultar muy costoso.

#### **1.4.11.5 IMPORTANCIA DE LA DECODIFICACIÓN**

Los técnicos deben ser capaces de confiar en que la herramienta ofrezca información correcta del sensor. Una herramienta que no es capaz de decodificar de forma adecuada puede dar información falsa o poco fiable. Es importante invertir en la herramienta adecuada que puede decodificar de forma precisa la información del sensor, ahorrando así tiempo y dinero.

## **CAPÍTULO II**

# **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRO NEUMÁTICO PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LA PRESIÓN DEL NEUMÁTICO.**

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay mucha innovación en la elaboración de nuevas tecnologías automotrices, pero siempre habrá necesidad de mejorar y crear nuevas tendencias para dar solución a problemas que afectan en nuestro medio. Nuestro proyecto surge de la fusión de dos tecnologías existentes, el uno, un sistema calibrador de la presión de los neumáticos para aplicación en vehículos de transporte de media y larga distancia, el otro, un sistema TPMS para aplicación en vehículos de turismo que aun hoy no es muy difundido.

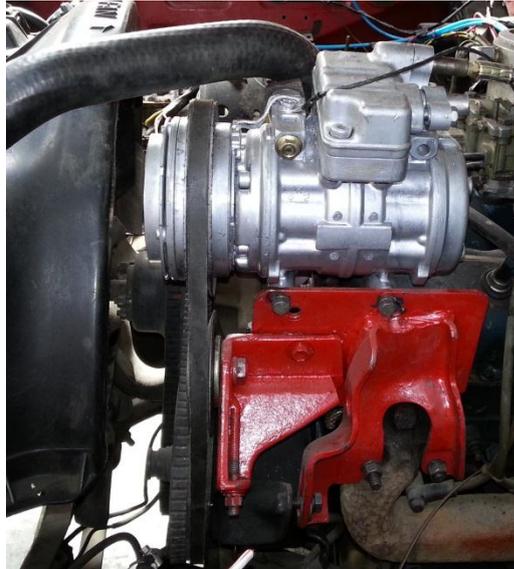
En el diseño y construcción del sistema electrónico es imprescindible conocer y trabajar con métodos, equipos y herramientas necesarios para la obtención de datos y señales eléctricas; sobre todo al trabajar en la electrónica del Monitor del TPMS.

En la etapa del ensamble, se dá características técnicas al producto final, en seguridad, en las conexiones, en la maniobrabilidad y sobre todo en el aspecto estético y ergonómico, ya que el equipo va a ser operado por una persona discapacitada.

### 2.1 SISTEMA NEUMÁTICO

#### 2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA

**Ensamble de compresor, para accionamiento por banda:** En el vehículo estándar no dispone de fuente de accionamiento para compresor de aire A/C, por lo que se han realizado un ensamblaje. Por la disposición del motor térmico y demás accesorios, se decide anclarlo en la parte delantera derecha superior del motor, por medio de una base metálica paralela a la polea de la bomba hidráulica de la dirección del vehículo, siendo necesario una polea de doble ranura en V, además una banda de accesorios tipo V la cual trasmite el movimiento a la polea del compresor de aire acondicionado.

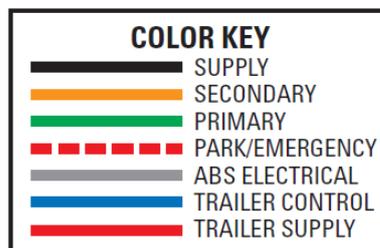


**Fig. 2.1** Implementación del Compresor

**Fuente:** Los autores

**Cañerías/Tuberías:** Para la distribución del aire comprimido es necesario las cañerías plásticas de alta presión para aplicación neumática en vehículos, lo que conlleva aplicar las normas estándares de codificación de cañerías.

Según normas estándares, la codificación de cañerías para aplicación en los sistemas de frenos de aire utilizados en los vehículos de carga pesada, recomienda el uso de ciertos colores para funciones específicas. La codificación indica además la presión de trabajo (8-12 bares), las condiciones de operación, radios de giro, etc., como se muestra en la figura, muy utilizada en vehículos producidos en EEUU.



**Fig. 2.2** Código de colores de cañerías, para sistemas de frenos de aire

**Fuente:** [www.meritorwabco.com](http://www.meritorwabco.com)

**Compresor de aire:** Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el

fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura.

Los compresores de aire acondicionado de automoción (CAA) están constituidos de la siguiente manera, como se muestra en la gráfica.



**Fig. 2.3** Constitución del compresor de aire acondicionado

**Fuente:** [www.escueladerefrigeracion.com.pe](http://www.escueladerefrigeracion.com.pe)

En el proyecto se utiliza un compresor de aire acondicionado A/C que consume potencia del motor para su funcionamiento y generación del aire comprimido, el cual es de un vehículo Mitsubishi L 300 tipo van, es del tipo de paletas deslizantes.

El sistema de sujeción del compresor es por medio de dos agujeros pasantes o anclajes directos (AD); los conectores tanto de aspiración o succión se identifica con la letra S o SUC (del inglés Suction) y el de descarga que es identificado con la letra D o DIS (del inglés Discharge) se debe tener en cuenta que el de Succion es igual o de mayor sección que el de Descarga. Los racores están unidos con bridas y tórica redonda TR. El electro embrague, está constituido por una polea de 1 valles, Diámetro del embrague de 136 mm, la bobina es de 12 voltios y el conector de tipo plano.

Además,

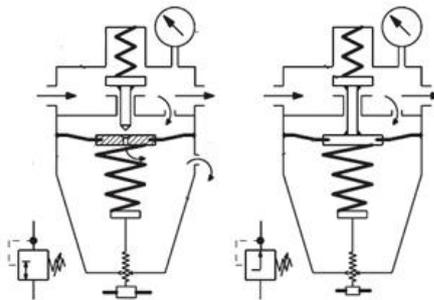
- Número de revoluciones continuas máximas: 8450 rpm.
- Número de revoluciones no continuas máximas: 10000 rpm.

**Regulador de Presión de aire:** Los reguladores de presión son aparatos de control de flujo diseñados para mantener una presión constante. Este debe ser capaz de mantener la presión, sin afectarse por cambios en las condiciones operativas del proceso para el cual trabaja. La selección, operación y mantenimiento correcto de los reguladores garantiza el buen desempeño operativo del equipo al cual provee el gas.

Un regulador de presión, instalado en la línea después de filtrar el aire, cumple las siguientes funciones.

- 1) Evitar las pulsaciones provenientes del compresor.
- 2) Mantener una presión constante e independiente de la presión de la línea y del consumo.
- 3) Evitar un excesivo consumo por utilizar presiones de operación mayores que las necesarias para los equipos.
- 4) Independizar los distintos equipos instalados.

Su funcionamiento se basa en el equilibrio de fuerzas sobre una membrana o pistón, que soporta sobre su parte superior la tensión de un resorte, la que puede variarse a voluntad por la acción de un tornillo de accionamiento manual mediante una perilla. En su parte inferior la membrana soporta directamente la presión de salida.



**Fig. 2.4** Reguladores de presión de aire

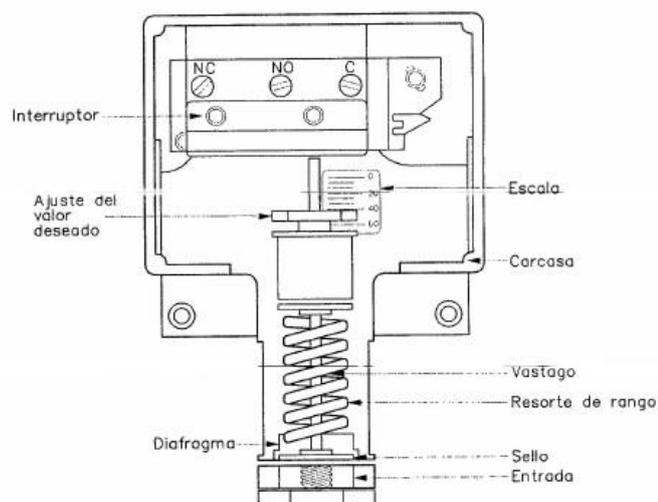
**Fuente:** Publicación PDF, FESTO “Aire comprimido, fuente de energía”

**Presostato:** El presostato también es conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

El presostato está compuesto internamente por un pistón que se mueve empujado por la presión de un fluido. Cuando este pistón se mueve hace que dos contactos se toquen y cierra un circuito eléctrico.

Al momento que la presión del fluido baja, un resorte dentro del presostato hace que el pistón se mueva en dirección contraria lo que hace que los contactos se separen abriendo el circuito eléctrico.

Para regular el presostato se tiene un tornillo que ajusta la fuerza que aplica el resorte sobre el pistón. Por lo general hay dos ajustes de sensibilidad que se pueden realizar. Se tiene el ajuste de la presión de encendido y de la presión de apagado.



**Fig. 2.5** Estructura del presostato

**Fuente:** [www.monografias.com/trabajos63/compresores-embolo-piston/compresores-embolo-piston2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos63/compresores-embolo-piston/compresores-embolo-piston2.shtml)

**Depósito de aire comprimido:** Toda instalación de aire comprimido, dispone de un depósito de aire a presión entre el compresor y la red de distribución.

La función de tales depósitos es:

- Amortiguar las pulsaciones del caudal de salida del aire descargado por los compresores alternativos.
- Actuar de distanciador de los periodos de regulación.
- Hacer frente a las demandas puntuales de caudal sin que se provoquen caídas de presión
- Adaptar el caudal de salida del compresor al consumo de aire en la red.

En general, pueden ser depósitos cilíndricos horizontales o verticales, construidos en chapa de acero.

Llevan una serie de accesorios obligatorios:

- Válvula de seguridad,
- Manómetro.
- Purgas.
- Abertura para limpieza.
- Racor de toma del sistema de regulación del compresor.

La capacidad del depósito está determinada por el caudal del compresor y a la caída de presión máxima permisible, en la instalación particular, que determinará el funcionamiento compresor.

**Conectores rectos macho con rosca tipo NPT:** Son conectores para instalación rápida de aplicación neumática para altas presiones con rosca tipo NPT (American Standard Pipe Taper Thread) Rosca Americana Cónica para tubos. Para entrada de aire. En el proyecto lo utilizamos en la entrada/salida de las electroválvulas, en el riel distribuidor, el cuerpo hexagonal tipo L, el rotor y la válvula check.



**Fig. 2.6** Conector macho NPT

**Fuente:** [www.electricasbc.com](http://www.electricasbc.com)

**Riel distribuidor:** Elemento diseñado para el proyecto, su finalidad es la distribución del aire comprimido hacia las electroválvulas 2/2 de forma fiable y estético, el cual es un conducto cilíndrico con 1 entrada y 4 salidas, con conectores rectos machos con rosca tipo NPT , 6 mm de diámetro.



**Fig. 2.7** Riel distribuidor neumático

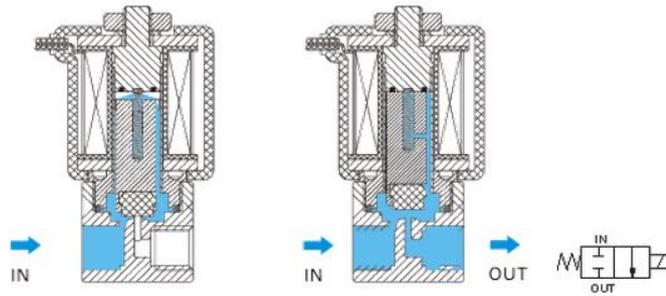
**Fuente:** Los autores

**Electroválvula 12V, DC:** El circuito lógico, actúa sobre cada una de las 4 electroválvulas según la lectura de la presión de las ruedas. Esta electroválvula es de acción directa, de bajo consumo de energía, de alta velocidad de respuesta, larga vida útil, además no requieren una presión diferencial mínima. Como se muestra a continuación cuando se energiza la bobina (diagrama de la derecha), se levanta el émbolo del solenoide, que normalmente descansa sobre el asiento de la válvula y la levanta para abrir el orificio de la válvula principal. Cuando la bobina es desenergizada (diagrama de la izquierda), la fuerza del resorte de retorno del émbolo actúa para cerrar el orificio de la válvula.



**Fig. 2.8** Electroválvula 2/2, 12V

**Fuente:** [www.stcvalve.com/solenoid\\_valve\\_specifications\\_\\_and\\_dimensions\\_2V025.htm](http://www.stcvalve.com/solenoid_valve_specifications__and_dimensions_2V025.htm)



**Fig. 2.9** Estructura interna, electroválvula 2/2 12V

**Fuente:** [www.stcvalve.com/solenoid\\_valve\\_specifications\\_\\_and\\_dimensions\\_2V025.htm](http://www.stcvalve.com/solenoid_valve_specifications__and_dimensions_2V025.htm)

Tamaño de puerto (TNP)	Opciones de tensión	Eléctrica de conexión	N ° de puerto / Posición / Solenoide	Cv Caudal Temperatura de funcionamiento / presión	Resp. Tiempo	Potencia nominal	P = puerto de entrada A, B = Puerto de salida E, R, S = Salida del Escape
1/8 NPT	1 = 12VDC 24VDC 2 =	G = Grommet D = DIN (con LED indicador)	2/2/1 de acción directa Normalmente cerrado válvula de dos vías	Cv = 0.5 5 SCFM @ 100 PSI 0-115 PSI	<20 ms	3W de 40psi 4,8 W durante 60 PSI 6,5 W para 115 PSI	
1/4 NPT	2A = 24 V 3 = 110 VCA 4 = 220 V (50/60Hz)						

**Tabla 2.1** Ficha técnica, Electroválvula 2/2 12V

**Fuente:** [www.stcvalve.com/solenoid\\_valve\\_specifications\\_\\_and\\_dimensions\\_2V025.htm](http://www.stcvalve.com/solenoid_valve_specifications__and_dimensions_2V025.htm)

<b>Especificación de la electroválvula</b>	
Puerto y Montaje	Montaje individual,
Acción y movimiento	De acción directa, normalmente cerrada, de dos posiciones
Presión de trabajo	28 "de Hg a 115 PSI (Potencia de la bobina Dependiente)
Medio de trabajo	40 micras aire filtrado, gas inerte y líquidos
Presión máxima	115 PSI
Temperatura de funcionamiento	(-5 A 80 grados. C) sin congelación medio de
Aislamiento de la bobina y la clase de protección	Clase F, IP65 (Certificación CE)
Ciclo de trabajo de la bobina	100% ED
Conexión eléctrica	D = DIN (con indicador LED, el conducto terminal)

	G = Grommet (12 "de cable)
Material del cuerpo	Aluminio anodizado
Embolo y muelle	Acero inoxidable
Lubricación	No se requiere

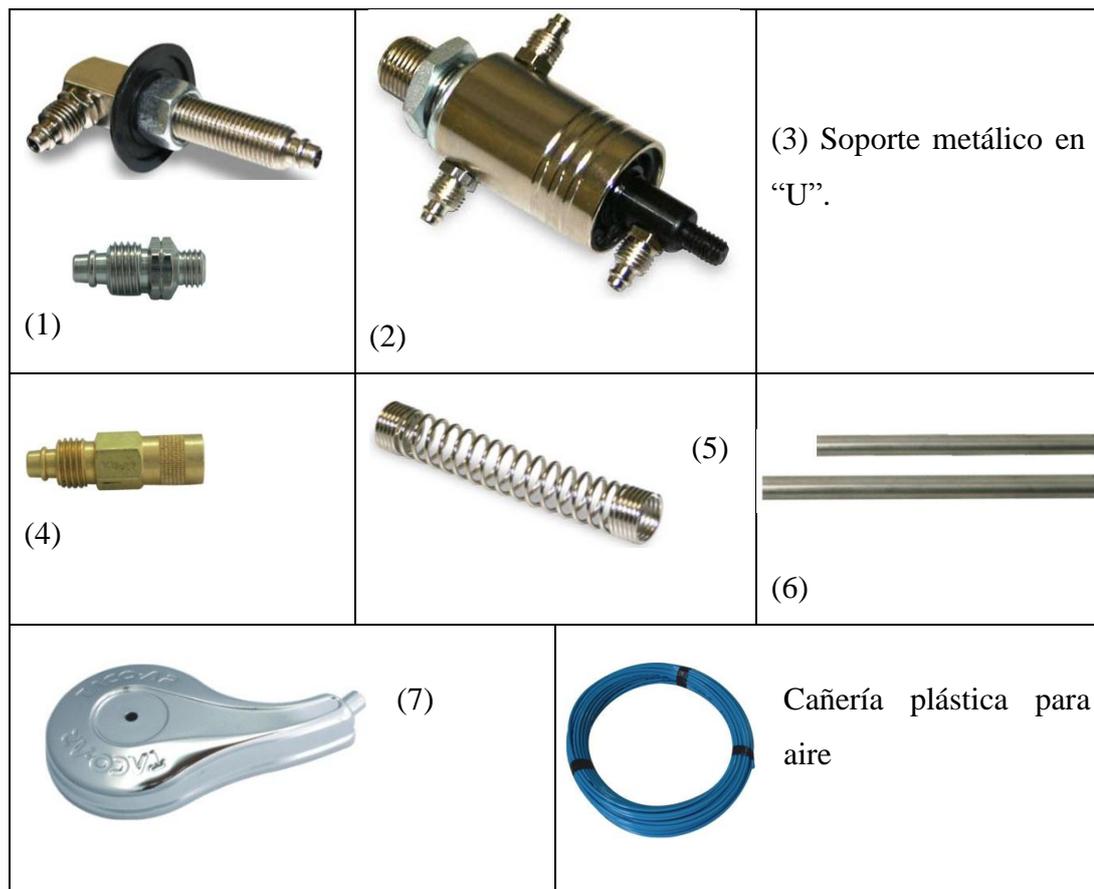
**Tabla 2.2** Especificación de la electroválvula

**Fuente:** [www.stcvalve.com/solenoid\\_valve\\_specifications\\_\\_and\\_dimensions\\_2V025.htm](http://www.stcvalve.com/solenoid_valve_specifications__and_dimensions_2V025.htm)

Tiempo de enclavamiento, ED 100%, indica la aptitud de la bobina para funcionar en "servicio continuo", es decir, constantemente energizada.

**Sistema de bajada externo:** Este sistema está constituido por varios elementos, que tienen como función la conducción de aire comprimido hacia el neumático para todo régimen de giro del mismo; sean las ruedas delanteras directrices como también para las ruedas posteriores, por lo cual el sistema de bajada es elástico en acción directa con la suspensión del vehículo y también resistente para el buen funcionamiento del proyecto.

Los fabricantes como: TACO-AR, VIGIA, CAPANEMA, RODOAR son los principales proveedores al mercado de sistemas de Calibradores de neumáticos y por tanto de los accesorios. En el proyecto se utiliza un Cuerpo hexagonal tipo L con conexiones cónicas en los extremos (1) el cual va anclado a la carrocería por una arandela plástica y una contratuerca; luego el aire comprimido es conducido por una cañería plástica de 6 mm a la entrada del Rotor (2) también llamado cinemático, la entrada permanece estática mientras la otra parte del Rotor está anclado con una contratuerca a un Soporte metálico U (3) que permanece fijo a la rueda. Luego desde la salida del rotor por cañería plástica el aire se conduce hasta la Válvula Check (4) la misma que está firme con la válvula de la rueda, por tanto el circuito neumático finaliza. Ahora el sistema de conducción de aire comprimido desde la parte alta de la carrocería hasta el Rotor se protege de la intemperie con una carcasa estética, que está formada por un par de Muelles de acero (5) unidos en los extremos a un Tubo de Aluminio (6), finalmente el rotor se protege por una carcasa protectora (7) fijada con una tuerca.



**Fig. 2.10** Elementos constitutivos del Sistema de bajada externo

Fuente: [www.tacoar.com.br](http://www.tacoar.com.br)

### 2.1.2 DISEÑO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

En operación normal del vehículo con el TPMS activo, se obtiene la lectura de la presión de aire en tiempo real de los 4 neumáticos, por tanto el proyecto estará trabajando constantemente si, así, es requerido.

Por cuanto se tiene ya instalado los componentes como Compresor de aire, regulador de presión de aire, depósito de aire, etc., además de la red neumática en dicho vehículo; se recogen los datos de una tesis realizada anteriormente que en su capítulo cuarto, se da a conocer los cálculos respectivos.

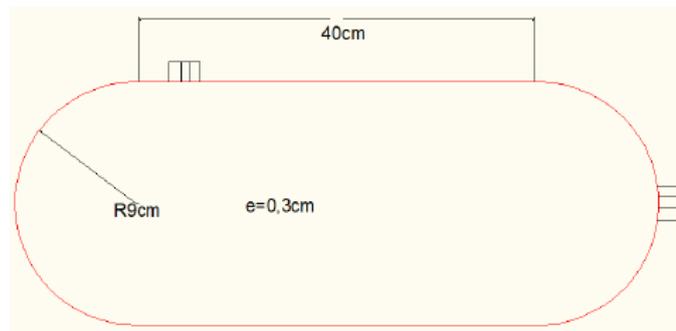
Se presenta la tabla en donde se indica, las características iniciales para la construcción del depósito de aire.

CARACTERÍSTICAS AIRE-ACERO CALMADO			
AIRE		ACERO CALMADO	
Densidad ( $\rho$ )	1.2 (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia máxima a la tensión	276 MPa
		Masa	20kg
Max. Presión	8bar / 116psi	Densidad ( $\rho$ )	78500kg/m <sup>3</sup>
Admisión de aire	206 l/min		

**Tabla 2.3** Características aire-acero calmado<sup>2</sup>

**Fuente:** Tesis<sup>2</sup>

Los cálculos indican los datos para la construcción del depósito que soporta la presión requerida de 8 bar, luego el depósito de aire instalado en el vehículo posee 10178.7 cm<sup>3</sup> de capacidad, con las siguientes dimensiones.

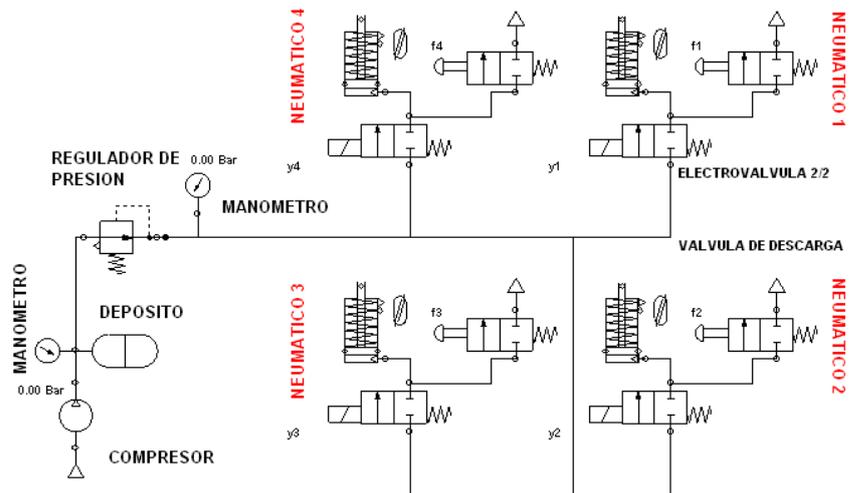


**Fig. 2.11** Deposito de aire comprimido<sup>2</sup>

**Fuente:** Tesis<sup>2</sup>

<sup>2</sup>“Estudio e implementación de un sistema de suspensión neumática a un vehículo 4x4 GMC modelo Jymmi”, Tesis U.P.S Facultad de Ingenierías, Cuenca, julio 2010.

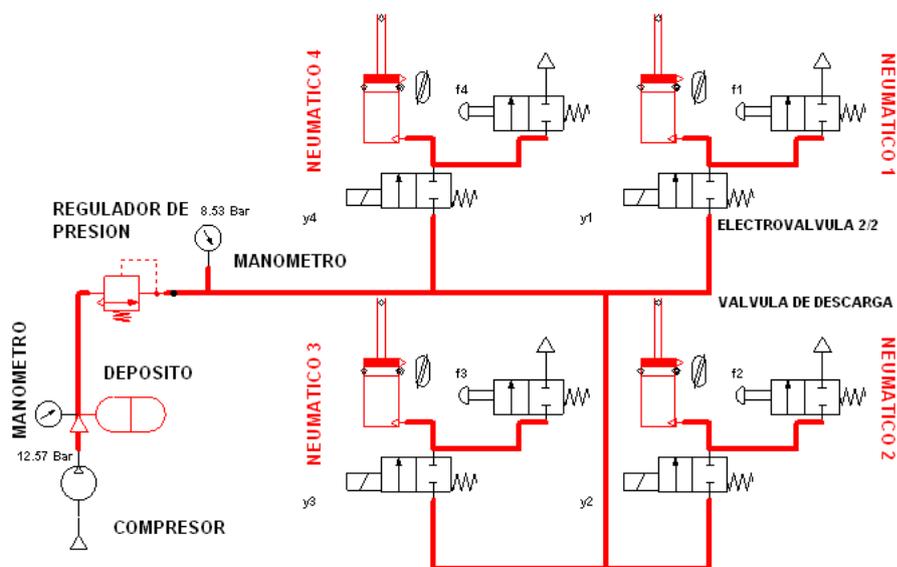
Se presenta un esquema de la red de distribución neumática, la etapa de producción y distribución de aire presurizado hacia los neumáticos, se observa los diferentes componentes del sistema neumático. El esquema se realizó con el programa **Automation Studio 5.0** que nos ayuda también en la simulación del mismo.



**Fig. 2.12** Esquema del sistema neumático

**Fuente:** Los autores

En la simulación, los cilindros de doble efecto en la posición de trabajo como se observa, representan a cada uno de los neumáticos; pero con la presión ideal.



**Fig. 2.13** Simulación del Sistema neumático

**Fuente:** Los autores

## **DATOS GENERALES**

- La presión de servicio de la instalación está comprendida entre 100-130 psi.
- Para los cálculos se supone una presión atmosférica de 1 bar (abs) y una temperatura ambiente de 20°C.
- Para el diseño se toma en cuenta el peor de los eventos, el cual es, que los 4 neumáticos se encuentren sin presión de aire.
- Los neumáticos utilizados en el vehículo posee la siguiente designación: 235/70 R15 TUBELESS, 35 Psi máx.
- La capacidad de caudal de las electroválvulas 2/2, es de 5 SCFM, que indica un caudal de 5 pies cúbicos por minuto, aire en condiciones estándar; es el máximo caudal con que podemos inflar los neumáticos. Además posee conectores machos tipo NPT de entrada y salida de 6mm de diámetro.
- Se considera una caída de presión de 0.1 bar en la instalación neumática.
- Se tiene una longitud total máxima de 15 metros de cañería de nylon, por lo que se considera una instalación pequeña.

Al tratarse de una instalación neumática pequeña se elige un solo diámetro de las cañerías de servicio.

### **Diámetro de la cañería**

Consumo de las 4 electroválvulas

- 20 [SCFM] (pies cúbicos estándar por minuto)

Determinamos el diámetro de la cañería mediante la siguiente tabla, en donde se muestra la presión y el caudal para cada uno de los diámetros.

Presión manométrica <sup>1</sup> [psi]	Tamaño del orificio, diámetro en pulgadas <sup>3</sup>							
	1/64	1/32	3/64	1/16	3/82	1/8	3/18	1/4
50	0.225	0.914	2.05	3.64	8.2	14.5	32.8	58.2
60	0.26	1.05	2.35	4.2	9.4	16.8	37.5	67
70	0.295	1.19	2.68	4.76	10.7	19.0	43.0	76
80	0.33	1.33	2.97	5.32	11.9	21.2	47.5	85
90	0.364	1.47	3.28	5.87	13.1	23.5	52.5	94
100	0.40	1.61	3.66	6.45	14.5	25.8	58.3	103
110	0.43	1.76	3.95	7.00	15.7	28.0	63	112
120	0.47	1.90	4.27	7.58	17.0	30.2	68	121
130	0.50	2.04	4.57	8.13	18.2	32.4	73	130
140	0.54	2.17	4.87	8.68	19.5	34.5	78	138
150	0.57	2.33	5.20	9.20	20.7	36.7	83	147
175	0.66	2.65	5.94	10.6	23.8	42.1	95	169
200	0.76	3.07	6.90	12.2	27.5	48.7	110	195

**Tabla 2.4** Volumen de aire pasando a través de un orificio (scfm)

**Fuente:** [http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2\\_apartado1.htm](http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado1.htm)

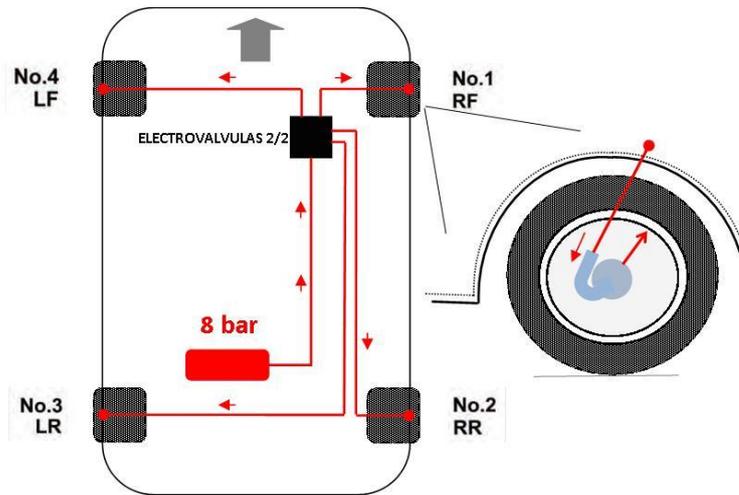
Para el proyecto es fiable utilizar cañerías con diámetro de 1/4 pulg., porque se cuenta con una presión máxima de 100-130 psi, el cual proporciona una gama de caudales que satisfacen las electroválvulas 2/2.

### 2.1.3 SISTEMA NEUMÁTICO DE ALIMENTACIÓN PARA LOS NEUMÁTICOS

Según los cálculos es fiable utilizar cañerías de un diámetro de 6mm para la red de servicio, esta etapa comienza desde el depósito de aire, hasta cada válvula de inflado de los neumáticos pasando a través de las electroválvulas, el sistema externo de bajada y el rotor o cinemático.

Las 4 electroválvulas están montadas en conjunto en una caja metálica en el habitáculo del motor, desde allí se distribuye el aire presurizado a cada neumático. Como se observa en el esquema las longitudes de las cañerías son diferentes, lo que influye en el tiempo de activación de las electroválvulas.

El sistema externo de bajada con sus accesorios hace posible la dirección del aire presurizado desde la carrocería hasta la válvula de inflado del neumático, por cuanto está sujeto a variaciones en altura por acción de la suspensión neumática que posee el vehículo, debido a ello posee una geometría que permite el funcionamiento de la suspensión.



**Fig. 2.14** Esquema del sistema de distribución neumática en el vehículo

**Fuente:** Los autores

## 2.2 SISTEMA ELECTRÓNICO

En el diseño del circuito electrónico tomamos en cuenta las señales necesarias que debemos obtener para el diseño del circuito que comanda las electroválvulas, para cada neumático.

Los pasos a seguir para la realización son:

- Obtención de las señales del monitor del TPMS.
- Diseño del circuito electrónico (Programación de PIC's)
- Diseño del circuito de potencia que comandara las electroválvulas.

### 2.2.1 OBTENCIÓN DE LAS SEÑALES DEL MONITOR DEL TPMS

Para la obtención de estas señales trabajamos en el monitor, empezamos por definir qué señales necesitamos para el diseño del circuito, las cuales son:

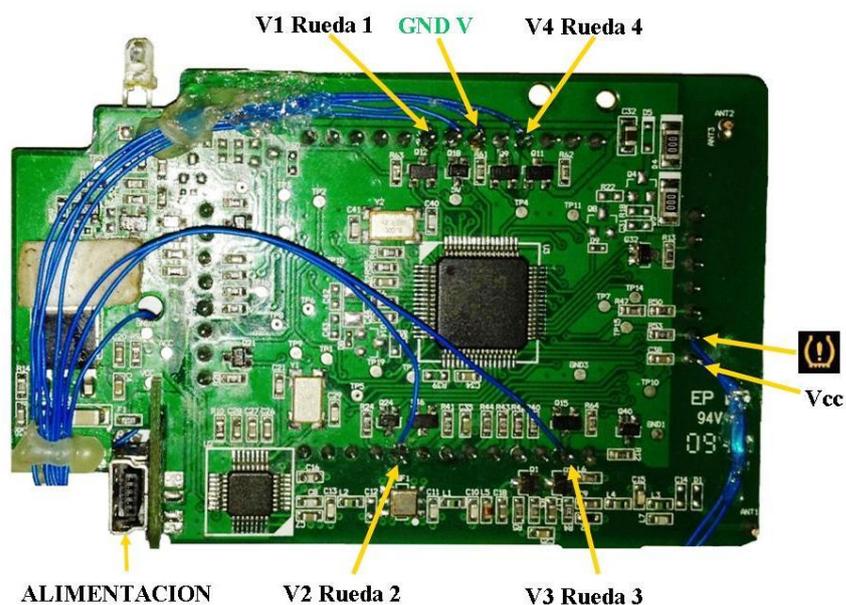
- Señal de presión incorrecta de neumático DD (1)
- Señal de presión correcta de neumático DD (1)
- Señal de presión incorrecta de neumático PD (2)
- Señal de presión correcta de neumático PD (2)

- Señal de presión incorrecta de neumático PI (3)
- Señal de presión correcta de neumático PI (3)
- Señal de presión incorrecta de neumático DI (4)
- Señal de presión correcta de neumático DI (4)
- Señal de falla general. (SG)

Teniendo en cuenta que el monitor utilizado en el proyecto es de tecnología led y que la señal que necesitamos proviene de un diodo led de dos colores (uno para cada neumático), en el funcionamiento de este, el color verde nos indica que el neumático está en su presión correcta, y el color rojo que nos dirá todo lo contrario es decir que el neumático esta con una presión incorrecta.

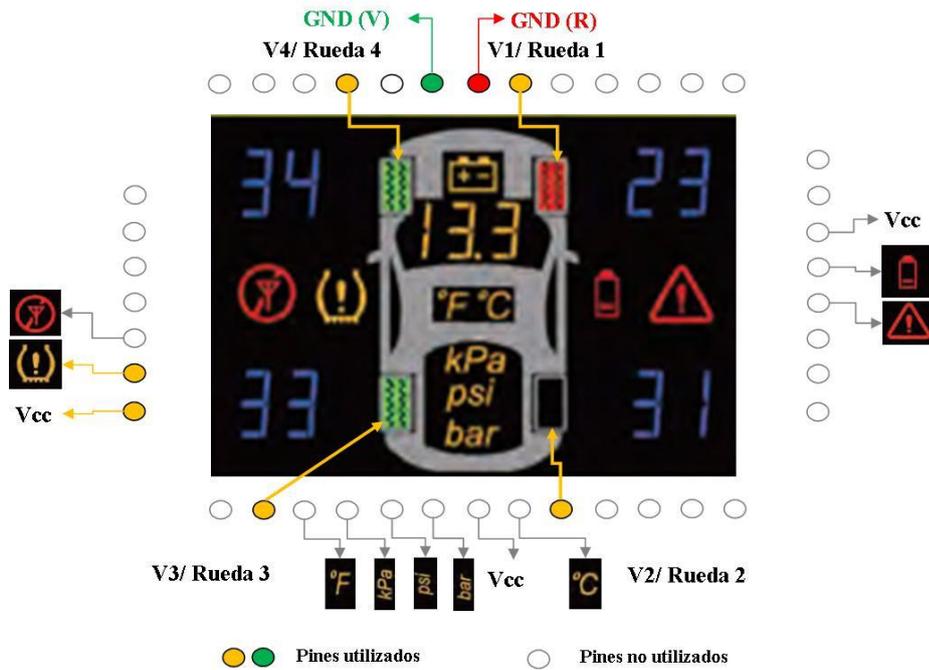
Además de ello tenemos la señal de falla general que se encenderá cuando cualquiera de los neumáticos este con una presión incorrecta.

Con lo descrito anteriormente empezamos la búsqueda de estas señales en la placa del monitor, esto lo realizamos con la ayuda de un multímetro en la función de probador de led (continuidad), con esta herramienta podemos ir verificando cada pin del monitor e ir encontrando cual es la función de cada uno de ellos, con lo que obtenemos la función de cada pin que se muestra en la siguiente figura.



**Fig. 2.15** Detalle de pines /Monitor TPMS, vista posterior

**Fuente:** Loa autores

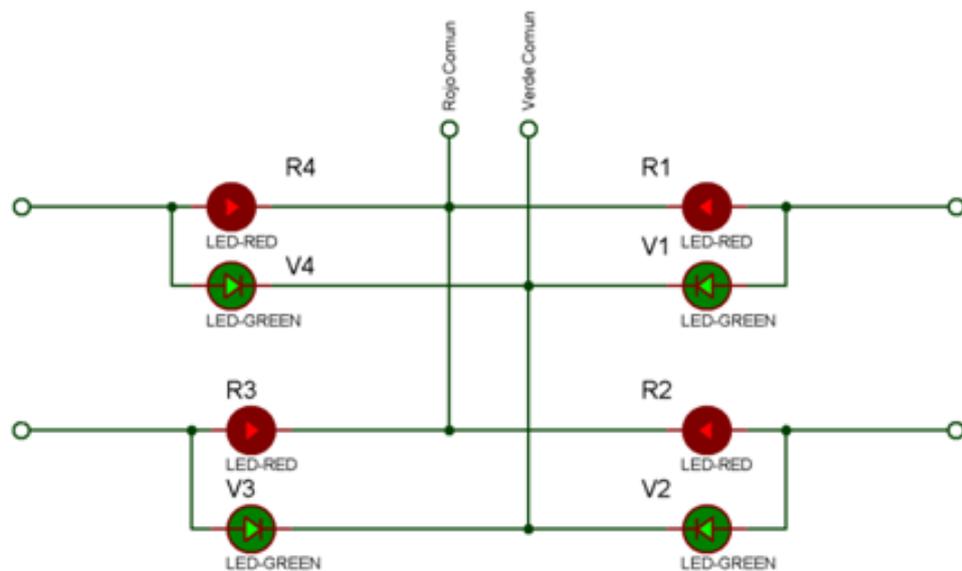


**Fig. 2.16** Detalle de pines/Monitor, vista frontal

**Fuente:** Los autores

Como se puede observar no solo encontramos las señales que estuvimos buscando sino que obtuvimos otras señales como la de voltaje bajo de la batería del vehículo, voltaje bajo de la batería del sensor de presión, pérdida de señal del sensor de presión, entre otras.

Mediante pruebas deducimos que el circuito para los diodos LED de dos colores de cada neumático es el siguiente:



**Fig. 2.17** Diagrama de DIODOS LED

**Fuente:** Los autores

Y para la señal general (SG) es:



**Fig. 2.18** Diagrama, Señal General

**Fuente:** Los autores

En el primer circuito para cada color los diodos led comparten un común diferente (Común verde y común rojo), y tendrán una señal individual para cada uno, y la señal general tendrá un negativo, y un positivo para su activación.

Mediante realización de pruebas podemos determinar un común negativo y un positivo individual para cada diodo led con esto podemos obtener los valores de voltaje de cada diodo led de cada uno de los neumáticos en su funcionamiento correcto (verde), e incorrecto (rojo), que se muestran en la siguiente tabla.

<b>Valores de voltaje de las señales del monitor</b>	
Rojo (Presión incorrecta)	2.363-2.380 V
Verde(presión correcta)	2.560-2.620 V

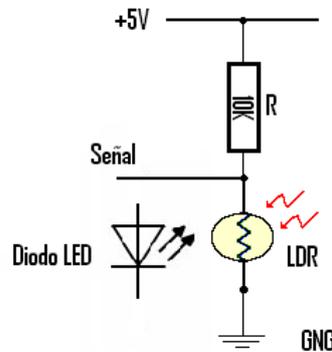
**Tabla 2.5** Valores de voltaje de las señales del monitor

**Fuente:** Los autores

Al tratar de usar estos valores de voltaje directamente en la programación de los PIC's el monitor TPMS empezó a fallar, con lo que no se obtuvo los resultados deseados. Por tal motivo con estos valores de voltaje y conociendo la circuitería de los diodos led, se procede al encendido de un diodo led para cada neumático además de un diodo led de la señal general, y con ello se forma un sensor opto eléctrico con una LDR para determinar la señal de falla de cada neumático, e igualmente realizamos esto para la señal de falla general.

Esto lo realizamos con un partidor de tensión que como podemos observar se convierte en un circuito independiente del monitor TPMS con los que no se produce ningún daño al monitor, el partidor de tensión está conformado por una resistencia de 10kΩ que se conecta por un lado al negativo del circuito, y una LDR que se conecta

por un lado al positivo (+5V) y por el otro se conecta en serie con la resistencia de  $10k\Omega$  la señal que obtendremos será la que se encuentre en la unión de la LDR y la resistencia de  $10k\Omega$ , y esta será la señal que ingresara al PIC para su respectiva programación.

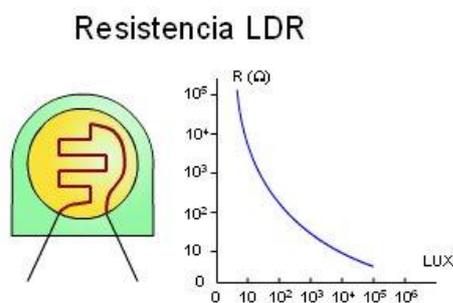


**Fig. 2.19** Partidor de tensión con LDR

**Fuente:** Los autores

La señal obtenida será la variación de la intensidad del diodo led y para que esta sea lo más correcta posible diseñamos un encapsulado que contenga tanto al led conjuntamente con la LDR para que la luminosidad del diodo led no se afecte con la luminosidad del ambiente, con ello logramos un valor permanente en cualquier situación de luminosidad del ambiente.

Esta señal variara de 0 a 5V según la intensidad con que el diodo led se encienda, es decir mientras el diodo led permanezca apagado la señal será 0 V y mientras la intensidad del diodo led sea más grande la señal se ira aproximando a los 5V, esto se debe a la variación de la LDR como se muestra en la siguiente figura.



**Fig. 2.20** Variación de LDR

**Fuente:** [www.portaleso.com/usuarios/Toni/web\\_electronica\\_3/electronica\\_indice.html](http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_electronica_3/electronica_indice.html)

Es decir mientras la luminosidad del diodo LED aumente la resistencia disminuirá por lo que el voltaje en la señal de salida ira aumentando.

Los cuatro diodos LED que representa a cada uno de los neumáticos los cuales conseguimos encender tendrá dos tipos de encendido con diferente intensidad, cuando se encuentren en el color rojo (falla de presión) se encenderán con una intensidad baja, y cuando se encuentren en el color verde (presión correcta) se encenderán con una intensidad más alta, con la realización de las diferentes pruebas obtuvimos los siguientes valores de voltaje los cuales nos servirán para la programación de los PIC's.

Neumático →				
Color ↓	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Verde</b>	2,99 V	3,06 V	3,31 V	3,11V
<b>Rojo</b>	0,96 V	0,83 V	1,06 V	0,71V

**Tabla 2.6** Valores de voltaje de las señales de los neumáticos

**Fuente:** Los Autores

Con el diodo led que se obtuvo de la señal general tendremos que este se encenderá solo cuando la señal de falla general de monitor se encienda y se obtuvo los siguientes valores de voltaje.

<b>Apagada</b>	<b>Encendida</b>
0.01 V	4.46 V

**Tabla 2.7** Valor de voltaje de señal general

**Fuente:** Los Autores

Encontradas las señales necesarias empezamos con el diseño del circuito electrónico.

## 2.2.2 DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO DE CONTROL

En el diseño del circuito electrónico tenemos en cuenta los siguientes requerimientos para el funcionamiento del circuito:

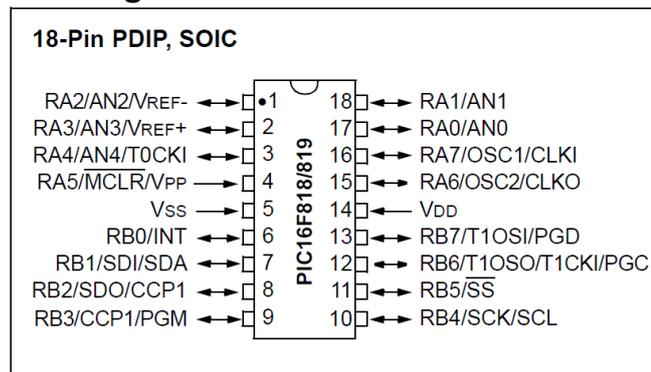
- Controlar automáticamente la presión correcta de los neumáticos.

- Que tenga una opción para inflar manualmente los neumáticos siempre y cuando estos estén con una presión incorrecta.
- Informar al conductor que neumático está fallando.
- Ser independiente para cada neumático es decir poder inflar los cuatro neumáticos al mismo tiempo si los cuatro estuviesen fallando.
- Ser lo más eficiente, fiable, y fácil uso posible.

### 2.2.2.1 LECTURA DE SEÑALES POR EL PIC

Las señales obtenidas se encuentran entre un rango de 0.8 y 2.2 V, por lo que la opción para poder manejar este tipo de señal es de un convertidor analógico digital, el cual nos permitirá reconocer cualquier voltaje desde 0 a 5V, para ello utilizamos un PIC que nos brinde esta opción, con lo que trabajamos con el PIC 16 F 819 el cual es de 18 pines, más características en el ANEXO II, pagina 108.

#### Pin Diagram



**Fig. 2.21** Diagrama del PIC 16 f 619

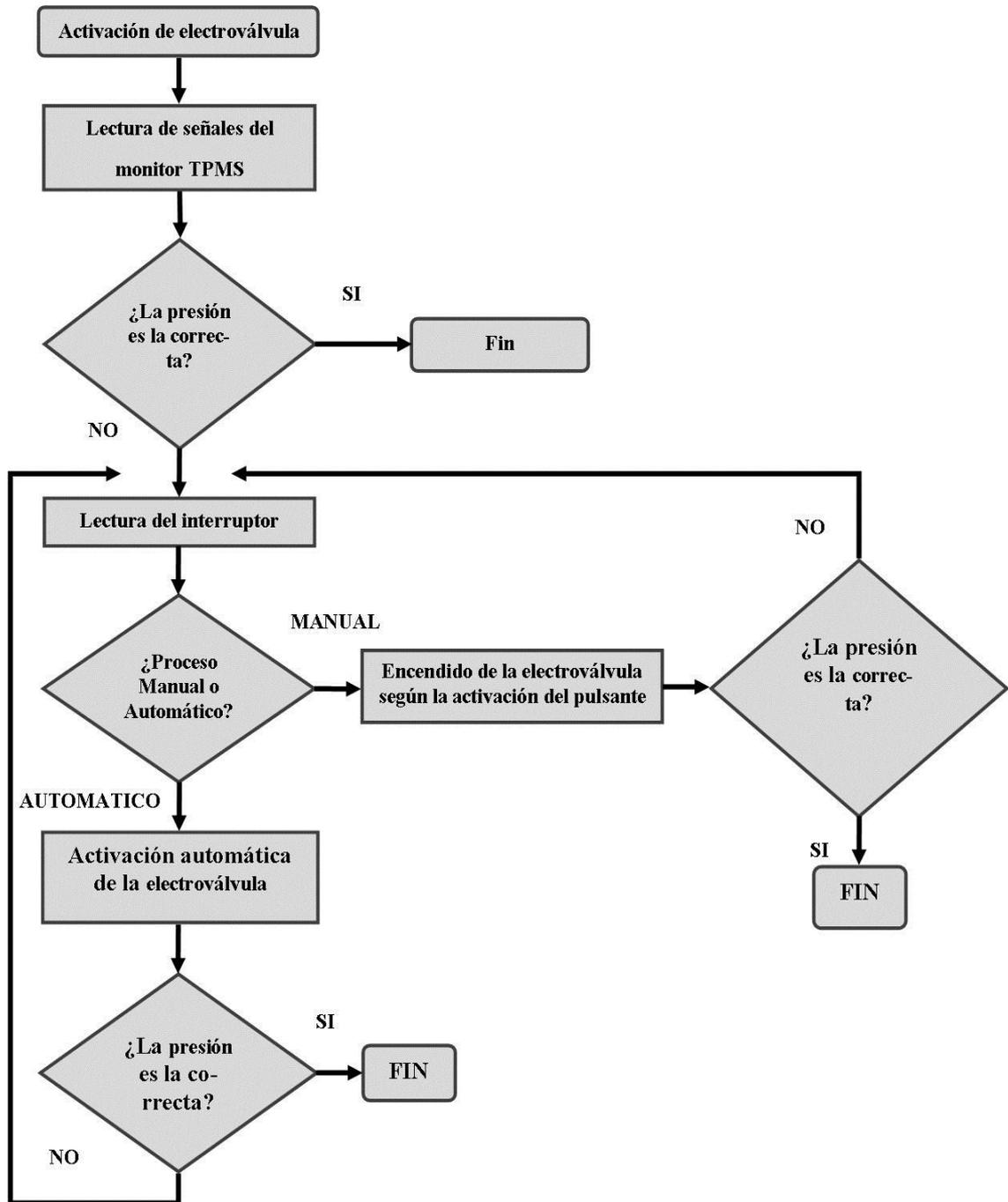
**Fuente:** Datasheet PIC16F619

El circuito además de funcionar automáticamente también podrá hacerlo de forma manual, disponemos de cuatro pulsantes (uno para cada neumático) que inflaran al neumático correspondiente, siempre y cuando estos estén con una presión incorrecta, para ello realizamos que el PIC reconozca unos y ceros para la programación.

El control de los cuatro neumáticos será independiente uno del otro, por ello para el control de cada una de las electroválvulas se usara un PIC para cada neumático.

### 2.2.2.2 PROGRAMACIÓN DEL PIC

Realizamos el diagrama de flujo con el proceso de trabajo del PIC 16 F 819.



### 2.2.2.3 LÍNEAS DE PROGRAMACIÓN DEL PIC

La programación la realizamos en lenguaje Basic y utilizamos el programa Microcode. Esta programación será la misma para los cuatro PICS 16 F 819 de cada uno de los neumáticos, la únicas variaciones que tendrán serán los valores de las señales de ingreso individual (LDR) ya que no son las mismas para todos los neumáticos, también en esta programación incluimos un tiempo de espera de 60 segundos para que empiece el funcionamiento de Lectura de señales ya que este es un tiempo promedio de demora del monitor TPMS para la lectura de las presiones de todos los neumáticos.

Además de ello en la parte automática activaremos la electroválvula por 2 segundos y tendremos una espera de 8 segundos ya que este también es un tiempo promedio que se demora en llegar la nueva lectura de presión del neumático.

```
;------  
  
; Líneas de programación que nos facilitaran la grabación del PIC.  
  
;------  
  
@ device pic16F819 , hs_osc , wdt_off , bod_off , lvp_off ;  
  
;------  
  
; Entradas de las señales y valores que tendrán.  
  
;------  
  
LDR var BYTE  
  
SG var BYTE  
  
trisb=0  
  
;------  
  
; Puertos de ingreso y salida de las señales.  
  
;------  
  
Electrovalvula VAR PORTB.3
```

Ledfalla VAR PORTB.4

Interruptor VAR PORTA.2

Pulsante VAR PORTA.4

HIGH TRISA.0

HIGH TRISA.1

;------

; Configuración del convertidor A/D

;------

ADCON1=%0100 ; ACTIVAR EL ADO

PAUSA 60000 ; Espera para la lectura de señales.

;------

; Lectura de señales y activación de las electroválvulas, inicio del trabajo.

;------

**INICIO:**

PAUSE 250

ADCIN 0,LDR ; Lectura de la señal individual

ADCIN 1,sg ; Lectura de la señal general

;------

; Lectura de opción del interruptor Manual o Automático

;------

IF INTERRUPTOR = 1 THEN Automatico

IF INTERRUPTOR = 0 THEN Manual

GOTO INICIO

;-----

; Proceso automático de activación de electroválvulas

;-----

**Automatico:**

IF SG > 150 AND LDR < 100 THEN ; Comparación de las señales.

Electrovalvula=1 ; Activación de la Electroválvula .

LEDFALLA = 1 ; Encendido del LED de falla

PAUSE 2000

Electrovalvula=0 ; Apagado de la electroválvula

LEDFALLA = 1

PAUSE 8000

ELSE

Electrovalvula=0

LEDFALLA = 0

ENDIF ; Fin de la rutina Automático.

GOTO INICIO ; Ir a la rutina Inicio

;-----

; Proceso manual de activación de las electroválvulas

;-----

**Manual:**

IF SG > 150 AND LDR < 100 THEN ; Comparación de las señales.

LEDFALLA = 1 ; Encendido del LED de falla.

ELSE

Ledfalla = 0 ; Desactivación del LED de falla.

ENDIF

IF SG > 150 AND LDR < 100 AND Pulsante = 0 THEN

Electrovalvula=1 ; Activación de la electrovalvula

LEDFALLA = 1

ELSE

Electrovalvula=0

ENDIF ; Fin de la rutina Manual

GOTO INICIO

END

# CIRCUITO ELECTRÓNICO

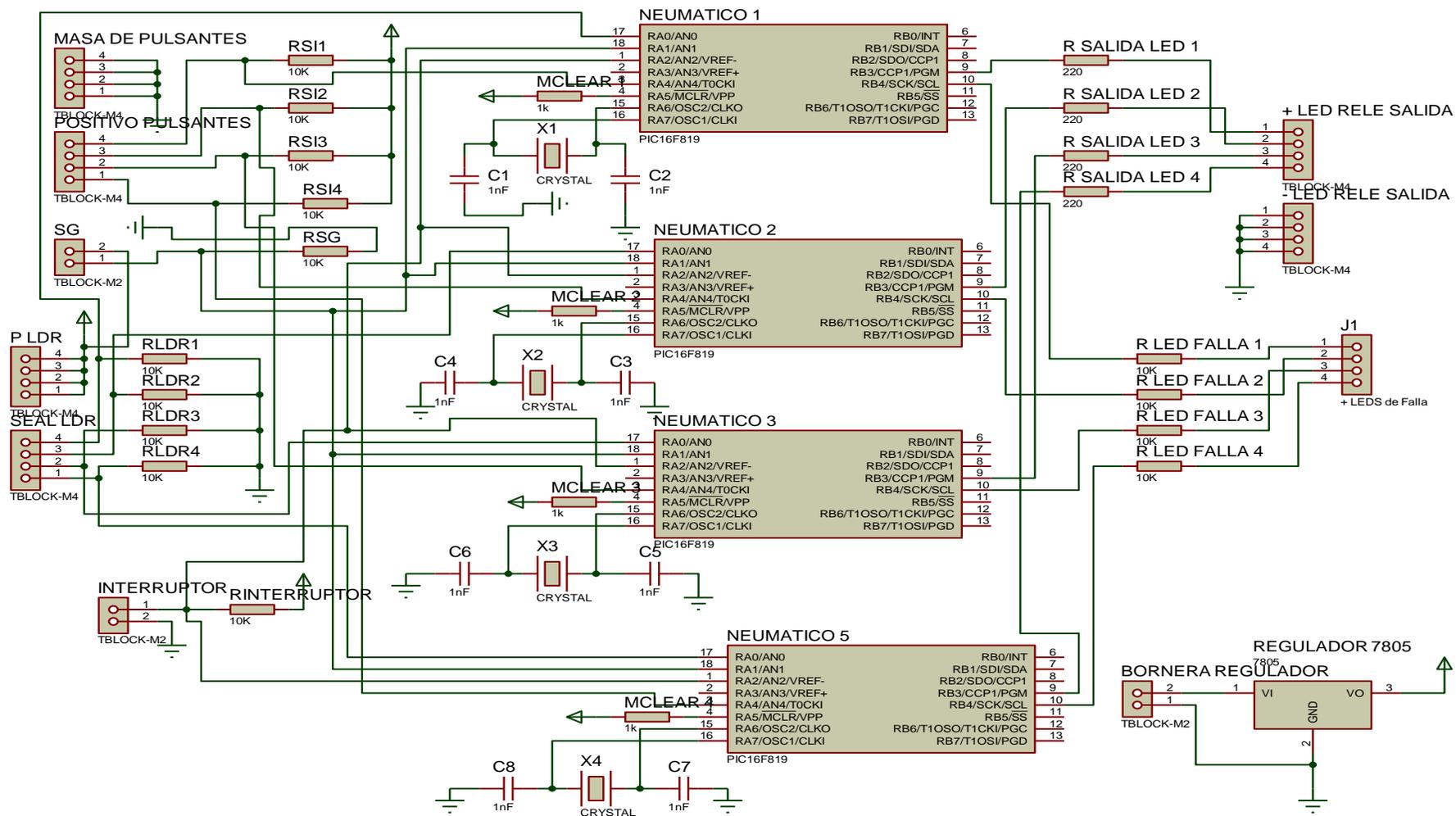


Fig. 2.22 Circuito electrónico lógico

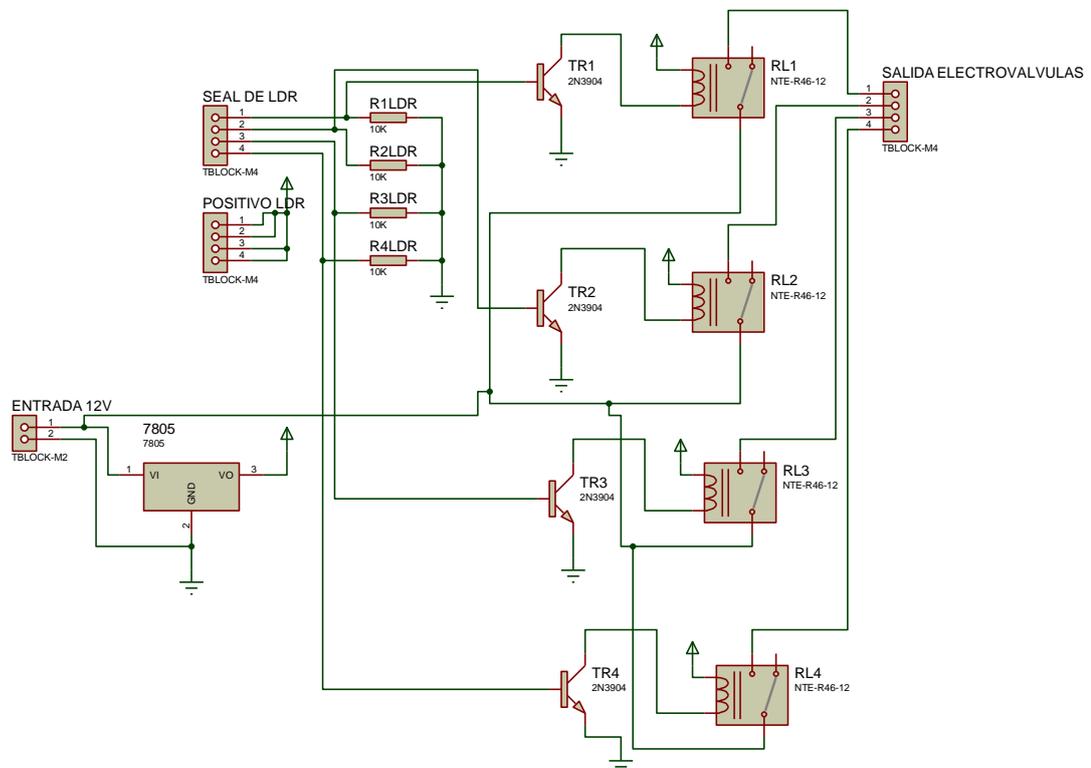
Fuente: Los autores

Este circuito nos enviara las señales para activar un circuito de potencia que controlara las electroválvula, el circuito está compuesto por cuatro PICS 16 F 819, que son los encargados de recibir las señales, procesar estas y controlar las electroválvulas.

### 2.2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO DE POTENCIA

Las electroválvulas que se utiliza para enviar aire a los neumáticos producen corriente parasitas que afectan al correcto funcionamiento del PIC, por ello diseñamos un circuito para que estas corrientes no interfieran en el funcionamiento.

El circuito está compuesto para cada neumático por un transistor, y un relé. Para activar el transistor obtenemos la señal del circuito electrónico, que mediante un partidor de tensión llegara a la base del transistor, y cuando esta se sature activara al relé que a su vez dejara pasar 12 V a su respectiva electroválvula.

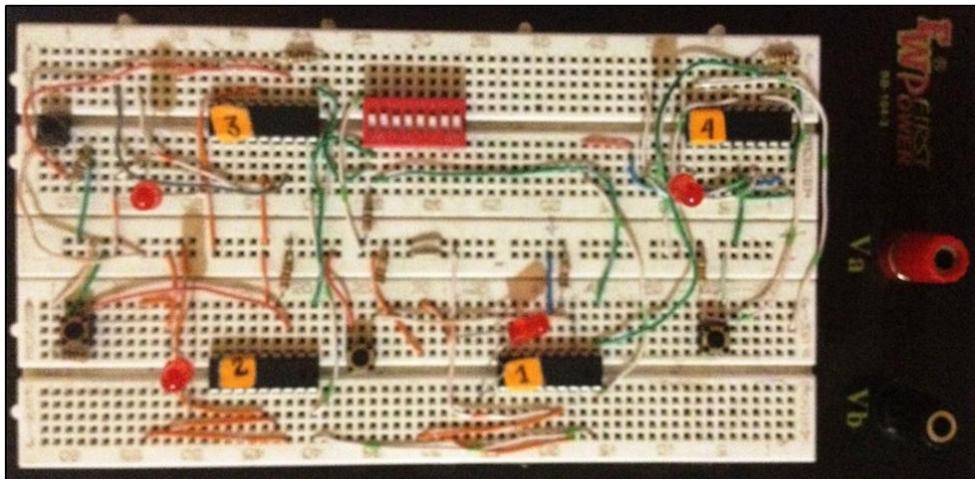


**Fig. 2.23** Circuito electrónico de potencia

**Fuente:** Los autores

## 2.2.4 PRUEBAS DEL CIRCUITO EN LA BACETA

Antes de la impresión de las placas realizamos las pruebas correspondientes en la baceta o protoboard, esto lo realizamos con el fin de encontrar problemas con el circuito electrónico, y posteriormente encontrar sus soluciones, en nuestro caso la primera prueba que realizamos en la baceta fue la del reconocimiento de las señales del falla individuales, y la señal de falla general. Posterior programamos los PICS 16F619 para que funcione con la parte automática del proyecto, logrado este objetivo incluimos una programación para que el circuito funcione de forma manual o automáticas dependiendo de la posición de un interruptor, además de ello una salida que nos dé una señal de que neumático está fallando, con esto se consiguió todos los objetivos del circuito.



**Fig. 2.24** Pruebas realizadas en la baceta

**Fuente:** Los autores

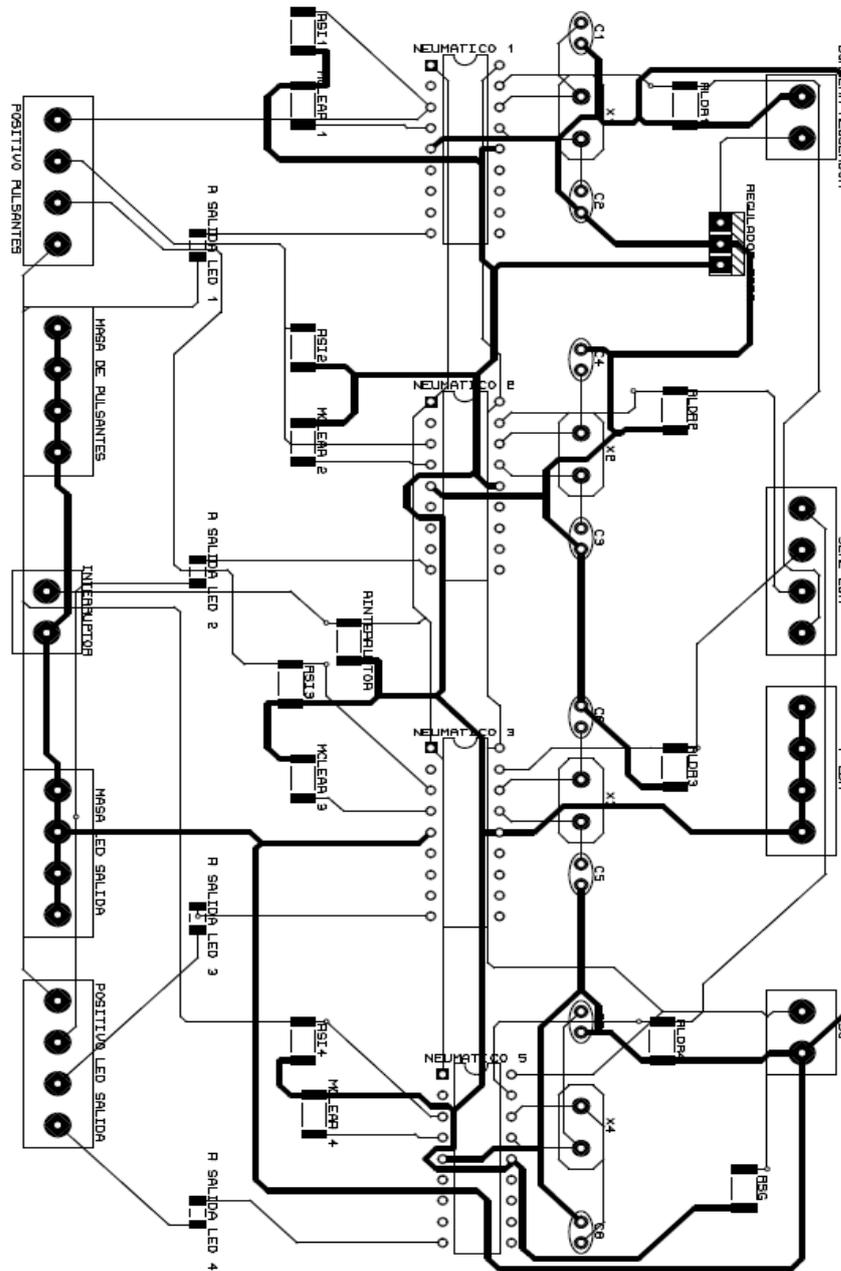
## 2.2.5 CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA

Para la construcción de la placa primero realizamos el ruteo de los circuitos, luego la impresión del circuito, y por último soldamos los elementos electrónicos.

### 2.2.5.1 RUTEADO DEL CIRCUITO

Realizamos el ruteo de la placa, como se muestra en las siguientes figuras, para ello utilizamos el programa Proteus, esto lo realizamos para las dos placas que son; la

placa electrónica que contiene los PIC's y para la placa de potencia que comanda las electroválvulas.

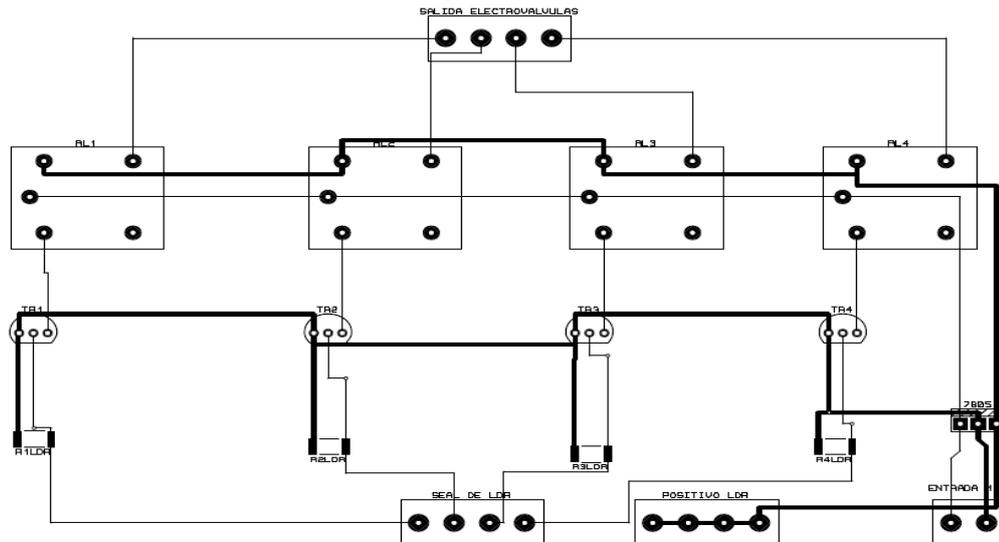


**Fig. 2.25** Circuito electrónico

**Fuente:** Los autores

Como se puede observar utilizamos para el ingreso y salida de señales utilizamos borneras y peinetas, este circuito será alimentado con 12 V, por ello utilizamos un integrado 7805 para regular el voltaje a 5 V con los que se alimentan los PIC's.

Por seguridad colocamos diodos en las entradas de alimentación de los 12 V.



**Fig. 2.26** Circuito de potencia

**Fuente:** Los autores

La activación de las electroválvulas será con 12V, es por ello que también utilizara un regulador de voltaje 7805, que nos dará 5V con los cuales funcionara los transistores y los relés, también colocamos diodos en las entradas del regulador y en las salidas del relé

### 2.2.5.2 IMPRESIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN LA PLACA

Al tener diseñado el ruteo de los dos circuitos utilizamos placas de fibra de vidrio para imprimirlas en estas, para ello utilizamos el método de la plancha y el papel fotográfico que consiste en realizar los siguientes pasos:

**Paso1:** Imprimir el circuito en el papel fotográfico, en modo espejo con una impresora láser y con toda la resolución torne que se pueda utilizar.

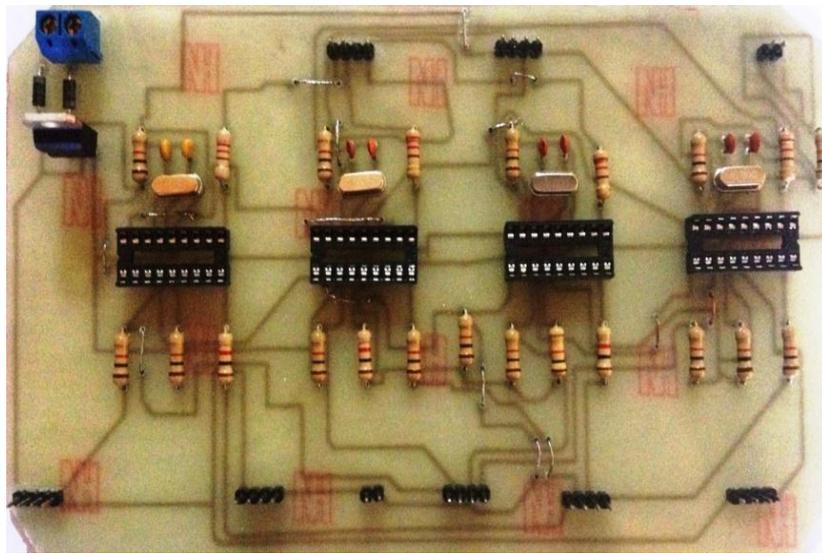
**Paso2:** Esta impresión la cortamos del tamaño de la placa y la colocamos encima de esta con la cara impresa con la parte de cobre de la placa y encima de esta colocamos un paño.

**Paso3:** Lijamos la parte de la placa donde será impreso el circuito con una lija fina, también realizamos esto en los bordes y la lavamos para prevenir presencia de grasas en esta.

**Paso 4:** Este paso consiste en adherir el torner al cobre, esto lo realizamos con una plancha doméstica, colocándola sobre el paño por unos 15 segundos.

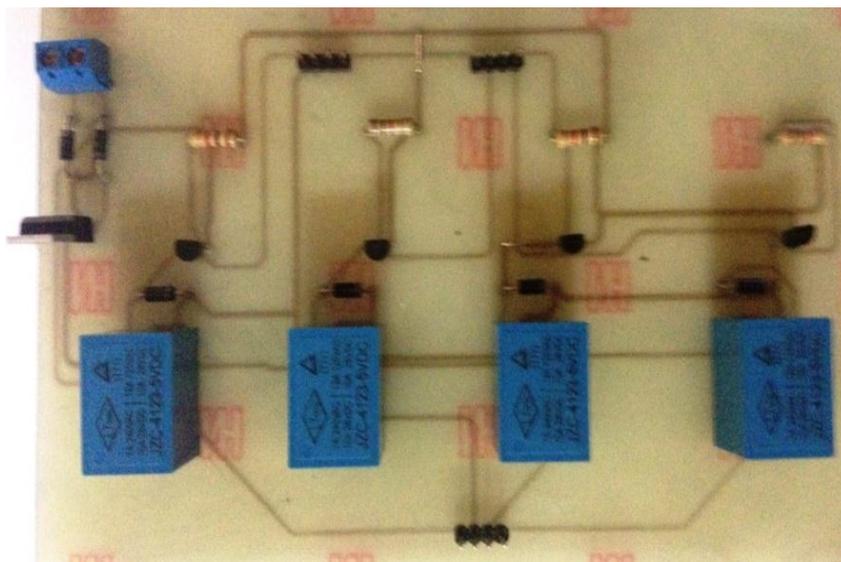
**Paso5:** Sumergimos la placa en agua con jabón para retirar el papel fotográfico.

**Paso 6:** Mezclamos en un recipiente plástico el ácido clorhídrico con el agua oxigenada en una proporción de 50% y sumergimos la placa en esta mezcla, luego de unos pocos segundos tendremos la placa lista para empezar con la perforación de los agujeros. Realizado esto en las dos placas, luego soldamos los componentes en las placas con lo que obtenemos el resultado final.



**Fig. 2.27** Circuito electrónico impreso en la placa.

**Fuente:** Los autores



**Fig. 2.28** Circuito electrónico impreso en la placa.

**Fuente:** Los autores

## 2.3 CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE CONTROL

Para el funcionamiento del circuito necesitamos que en el monitor TPMS se encuentren un interruptor que encienda y desactive tanto el monitor TPMS como el circuito electrónico, además de ello disponemos de otro interruptor que cumpla la función de seleccionar la opción de trabajo manual o automático, y un LED (verde) que nos indicara que opción esta activa. Estos tres elementos, los dos interruptores y el LED los colocamos en la parte superior del monitor TPMS para obtener un fácil acceso a estos.

Para la opción de trabajo manual disponemos de un pulsante para cada neumático los cuales están ubicados en la parte delantera del monitor TPMS, adyacentes en la lectura de la presión de cada uno de ellos, por ultimo tenemos cuatro diodos LED (rojos) que igualmente irán a la par con cada pulsante, y si estas se activan nos informara que la presión es incorrecta en el neumático correspondiente.

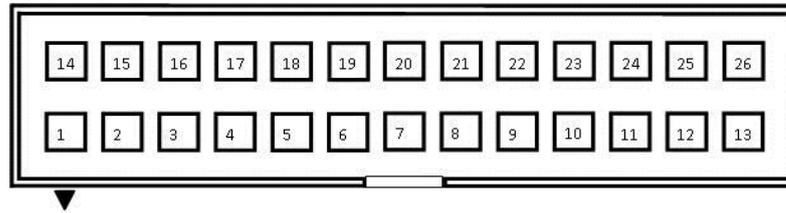


**Fig. 2.29** Vista frontal del Monitor, detalle de funciones de elementos de mando

**Fuete:** Los autores

Para la comunicación de las señales utilizamos un conector IDC hembra de 26 pines que se utiliza en las computadoras, este conector lo ubicamos en la parte posterior del monitor TPMS. Para el cableado de las señales del monitor al conector IDC utilizamos cable multifilar ya que este nos brinda la facilidad de ser manejable y delgado, además de ello en la parte posterior del monitor TPMS está la alimentación USB de este.

Para la conexión de señales al conector IDC hembra utilizamos la siguiente configuración de pines que nos facilitara la conexión en la caja que contiene los circuitos.



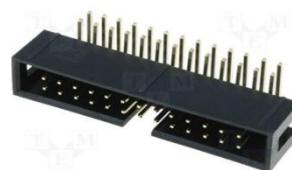
**Fig. 2.30** Detalle de pines del conector hembra IDC Pin 26

**Fuente:** Los autores

<b>Descripción de Pines del conector hembra IDC PIN26</b>			
<b>1</b>	Señal (+) Neumático 1	<b>14</b>	Señal (+) Neumático 2
<b>2</b>	Señal (+) Neumático 3	<b>15</b>	Señal (+) Neumático 4
<b>3</b>	Negativo (-) común LEDS	<b>16</b>	Señal (-) común de Neumáticos
<b>4</b>	Red 4 Positivo (+)	<b>17</b>	Señal General (-)
<b>5</b>	Señal General (+)	<b>18</b>	Positivo (+) Pulsante 4
<b>6</b>	LED 3 Positivo (+)	<b>19</b>	Positivo (+) Pulsante 3
<b>7</b>	LED 2 Positivo (+)	<b>20</b>	Positivo (+) Pulsante 1
<b>8</b>	LED 1 Positivo (+)	<b>21</b>	Switch OUT
<b>9</b>	Switch INPUT	<b>22</b>	Negativo (-) común Pulsantes
<b>10</b>	Positivo (+) Pulsante 2	<b>23</b>	Puerto A conmutador
<b>11</b>	Puerto B conmutador	<b>24</b>	Puerto C conmutador
<b>12</b>	-----	<b>25</b>	-----
<b>13</b>	-----	<b>26</b>	-----

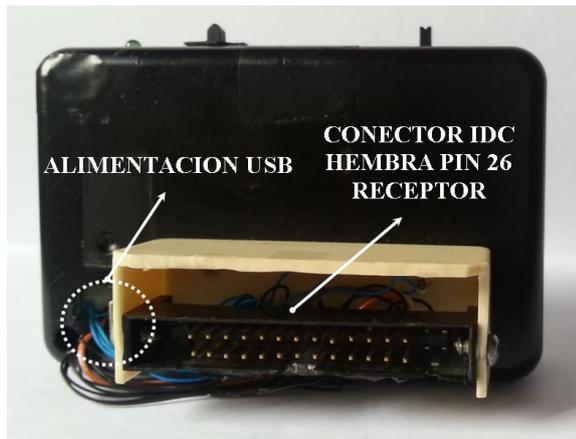
**Tabla 2.8** Descripción de Pines del conector hembra IDC PIN26

**Fuente:** Los autores



**Fig. 2.31** Conector hembra; IDC; PIN: 26 para el Receptor

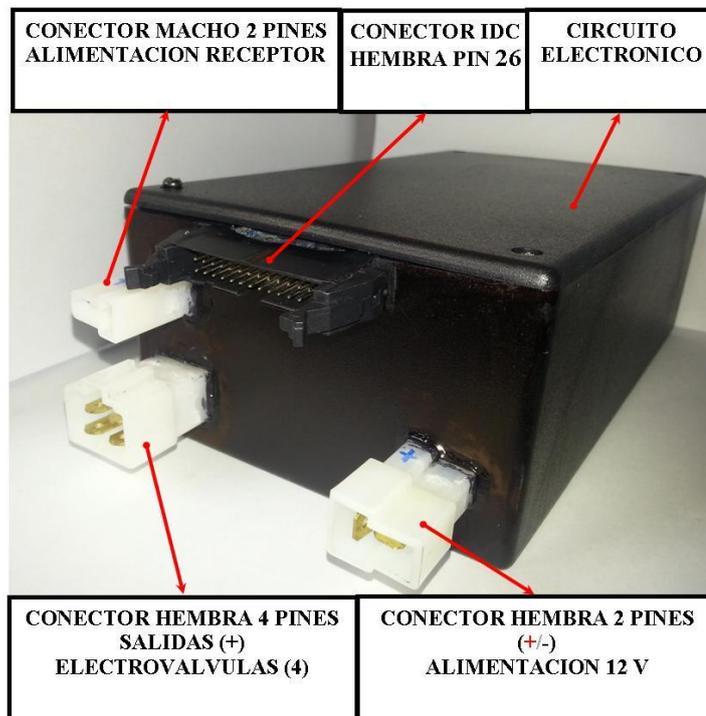
**Fuente:** [www.tme.eu/es/](http://www.tme.eu/es/)



**Fig. 2.32** Vista posterior del Monitor, alimentación USB y conector hembra IDC

**Fuente:** Los autores

Los circuitos electrónicos los colocamos en una caja que además de contener esas placas tendrán conectores los cuales tienen la función de: alimentación del circuito (socket hembra 2 pines), salida para la activación de las electroválvulas (socket hembra 4 pines), alimentación del monitor TPMS (socket macho 2 pines), y entrada de señales (conector IDC hembra de 26 pines).



**Fig. 2.33** Caja y detalle de sockets

**Fuente:** Los autores

La conexión entre el monitor TPMS y la caja de circuitos la realizamos con cable plano IDC de 26 vías (bus de datos) que se unirá a los conectores hembra IDC, para la alimentación del Monitor se utiliza el cable que saldrá del socket macho de 2 pines de la caja y se conectara al puerto de alimentación USB de monitor.



**Fig. 2.34** Bus de datos de 26 vías, con conectores machos IDC

**Fuente:** Los autores

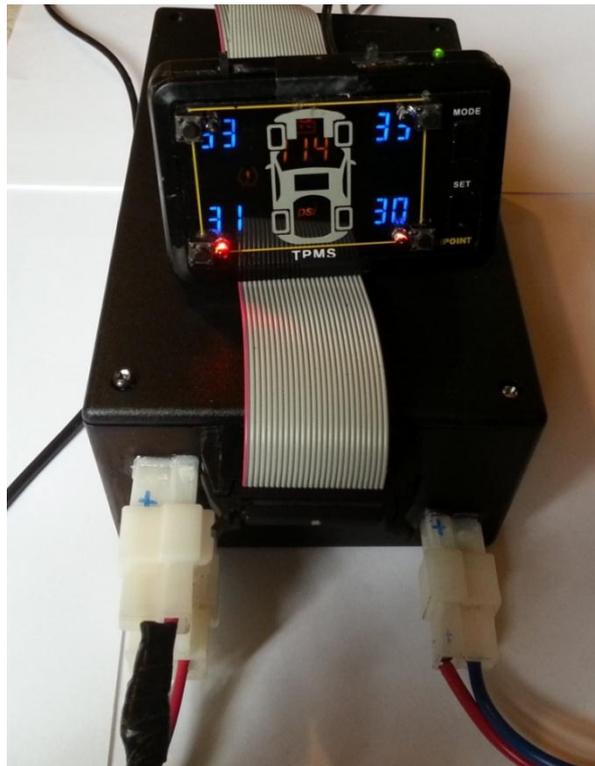


**Fig. 2.35** Cable alimentación del monitor TPMS

**Fuente:** Los autores

Realizadas todas las conexiones tenemos el siguiente resultado; monitor, circuito de control y circuito de potencia en funcionamiento.

**Nota:** Los LED's (verdes-rojos) originales de receptor TPMS, no se visualizan ya que están cubiertos con aislante negro internamente en el receptor, pero no influyen en el funcionamiento optimo del sistema. En la Fig. 2.36 se muestra dos LED's encendidos que indican que los neumáticos No2 y No3 están con presiones incorrectas, y los LED's apagados indican que las presiones en los neumáticos No1 y No4 están correctos.



**Fig. 2.36** Caja y monitor TPMS, en funcionamiento

**Fuente:** Los autores

## **CAPITULO III**

# **IMPLEMENTACION DEL CIRCUITO ELECTRONEUMATICO EN UN VEHICULO GMC JIMMY.**

## INTRODUCCIÓN

En esta etapa se lleva a cabo la implementación del sistema electro-neumático en el vehículo GMC JIMMY año 1982, 4x4; este vehículo posee características estándar, y adaptaciones como el sistema de alimentación de combustible de gas (GLP), sistema de suspensión neumática, acelerador electrónico y otros sistemas electrónicos.

La implementación del sistema electro-neumático implica hacer modificaciones y adaptaciones específicas para que el sistema sea confiable y que no interfiera en la seguridad e integridad de los usuarios como también del vehículo.

Se considera normas técnicas, en la implementación del sistema neumático y sistema de control electrónico, para dar características de seguridad, facilidad de operación y mantenimiento al usuario.

### 3.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO

#### 3.1.1 ELEMENTOS DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE

En la línea neumática principal de 3/8", que comunica el compresor de aire con el depósito; se dispone de una válvula check, para su ensamblaje tomar en cuenta la simbología como es la entrada (P) y la salida (A) inscritas en la propia válvula.



**Fig. 3.1** Válvula check

**Fuente:** Los Autores

Se instala el presostato que cumple la función abrir o cerrar el circuito eléctrico del electro embrague del compresor, según la presión calibrada que esta entre 90-130 Psi, esta presión de aire se obtiene mediante una cañería neumática de 1/4" que esta comunicada con el depósito de aire comprimido.

Este presostato cuenta en su cuerpo con una válvula de seguridad tarada a 150 Psi, para protección de todo el sistema neumático.

El usuario puede abrir el circuito eléctrico manualmente al actuar sobre un pulsante de apagado que se encuentra en la parte superior de la carcasa el cual es de color rojo, este a la vez actúa abriendo los contactos internos. El presostato está ubicado en la pared izquierda cerca del pedal del embrague.



**Fig. 3.1** Presostato, válvula de seguridad, pulsante de apagado

**Fuente:** Los Autores

Se tiene un manómetro que indica la presión del aire en el depósito, además cuenta con testigo visual rojo tipo led, que se enciende cuando el compresor está trabajando, y para protección del electro embrague cuenta con un fusible. Estos elementos están ubicados al lado izquierdo a la altura del volante para visualización y lectura.



**Fig. 3.1** Manómetro, indica la presión de aire en el depósito

**Fuente:** Los Autores

La línea neumática de servicio de 6 mm de diámetro que comunica el depósito de aire con las electroválvulas 2/2, posee un regulador de presión calibrado a 90 Psi máximo, el cual cuenta con una entrada y dos salidas, una de las salidas se conecta

con las electroválvulas 2/2 y la otra se usa para drenar el aire del sistema neumático en caso de mantenimiento.



**Fig. 3.1** Regulador de presión de aire.

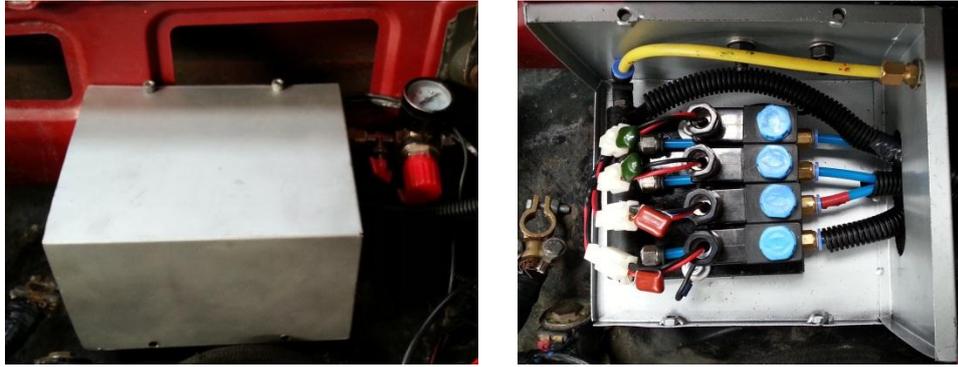
**Fuente:** Los Autores

### **3.1.2 RED NEUMÁTICA DE SERVICIO**

Las cañerías neumáticas se instalan de acuerdo al esquema de diseño establecido en el Capítulo 2, en la **Fig. 2.14**. Por seguridad las cañerías se dejan con una longitud mayor para eventuales necesidades. También en lo posible las cañerías tomaran un solo camino hasta el destino del neumático y se conducen por el interior del chasis en la medida de lo posible. Como medida de protección las cañerías están dentro de una carcasa plástica (tubo anillado) que las protege de factores como la humedad, el calor y vibraciones propias del vehículo.

### **3.1.3 CAJA DE ELECTROVÁLVULAS**

Para protección de las electroválvulas contra peligros como el agua, la suciedad, polvo, etc., las 4 unidades están aseguradas en una caja metálica que está ubicada al lado derecho del compartimento del motor. La caja posee una tapa para el acceso a las electroválvulas la misma que está asegurada con cuatro pernos de llave allen número 5mm.



**Fig. 3.1** Caja de las 4 Electroválvulas 2/2

**Fuente:** Los Autores

### 3.1.4 SISTEMA EXTERNO DE BAJADA

Para el ensamblaje, se parte de que los neumáticos están en la posición correcta y asegurados.

El procedimiento para el ensamblaje es repetitivo y es el siguiente:

- A. Retirar 2 tuercas (19 mm) opuestas de los pernos de rueda, pero perpendicular a la válvula de inflado del neumático.
- B. Fijamos el rotor o cinemático al soporte metálico “U” por medio de su tuerca.
- C. Asegurar el soporte metálico “U” a la rueda por medio de las 2 tuercas retiradas en el paso A, por cuanto el rotor queda centrado con respecto al neumático.
- D. Desmontar la tapa de la válvula de inflado y retirar el “gusanillo”, luego acoplar una válvula Check en la rosca externa de la válvula de inflado.



**Fig. 3.1** Procedimientos A,B,C y D.

**Fuente:** Los Autores

- E. Con cañería neumática unimos la válvula check instalada en la válvula de inflado del neumático con el conector de salida de rotor, aseguramos las uniones por medio de tuercas hexagonales NPT de llave 9/16 pulg.



- A. Aseguramos con una tuerca hexagonal NPT una cañería al conector de entrada del rotor, el otro extremo de la cañería la pasamos por la carcasa de protección por medio de su orificio, de igual manera lo hacemos con el muelle cromado, el tubo de aluminio, y un segundo muelle cromado; y aseguramos la cañería al extremo del **cuerpo hexagonal** por medio de su tuerca hexagonal NPT de llave 9/16 pulg.



**Fig. 3.1** Procedimientos F

**Fuente:** Los Autores

- B. Se realiza un orificio en la parte superior de la carrocería, el cual sirve para fijar el **cuerpo hexagonal** por medio de una arandela plástica y su tuerca hexagonal de llave 5/8". Este orificio debe quedar al centro o al lado derecho de la línea imaginaria de referencia del eje del neumático.



**Fig. 3.1** Procedimientos G

**Fuente:** Los Autores

C. Por último fijamos la carcasa de protección en el eje del rotor y la aseguramos por medio de su tuerca de llave 12 mm.

A continuación se observa el montaje del sistema de bajada externo instalado en los neumáticos delanteros.



**Fig. 3.1** Sistema de bajada externo, lado derecho e izquierdo del vehículo

**Fuente:** Los Autores

### 3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SISTEMA

El sistema de control automático de la presión de aire de los neumáticos, solo es alimentado cuando el conductor activa el switch de encendido del vehículo a la posición ON (+15).

Como se observa en el esquema se tiene dos circuitos, el uno que controla el electro embrague del compresor de aire AC en función de la presión de aire en el depósito a través del presostato, dicho circuito tiene la función de mantener aire a una presión calibrada, en caso contrario dar marcha al motor para cargar aire en el depósito.

El otro circuito alimenta la caja de Control Electrónico y al Monitor TPMS, que trabajan simultáneamente para alimentar a las cuatro electroválvulas 2/2.

Los dos circuitos están protegidos por fusibles automotrices tipo Clavija de 10A rojos.

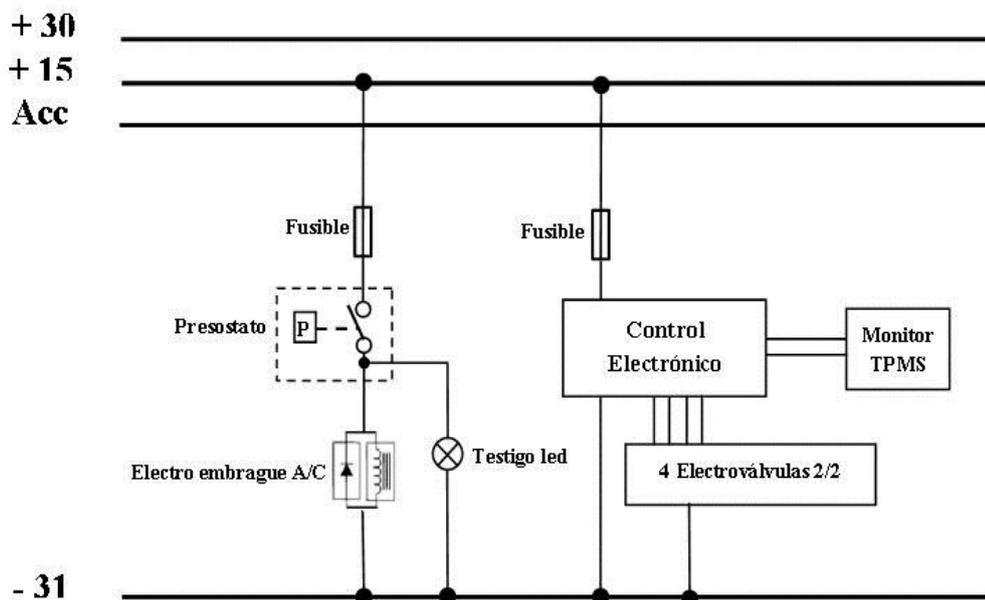


Fig. 3.1 Instalación eléctrica del sistema

Fuente: Los Autores

Toda la instalación eléctrica funciona una vez que el switch de encendido del vehículo está en posición ON.

### 3.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DEL CONTROL ELECTRÓNICO

#### 3.3.1 INSTALACIÓN DE LOS SENSORES

Para la instalación de los sensores de los neumáticos, tomar en cuenta las referencias inscritas en cada uno de los sensores y seguir el procedimiento de instalación del sistema TPMS, descrito en el Anexo III, en la página 109.



**Fig. 3.1** Sensores TPMS, referencias LF, LR, RF y RR

**Fuente:** Los Autores

#### 3.3.2 INSTALACIÓN DEL MONITOR TPMS

Para comodidad de montaje, al monitor TPMS se ha ensamblado un mecanismo con articulaciones que permite un aseguramiento rígido al parabrisas por medio de una ventosa. Por cuanto el usuario puede desmontarlo y llevarlo consigo o guardarlo para protección de algún percance como algún robo.



**Fig. 3.1** Articulación con ventosa

**Fuente:** Los Autores

Otra de las facilidades es su conexión eléctrica, uno es el cable de alimentación tipo USB y el otro es de tipo Bus de datos con conector macho Pin 26, el cual sirve de interfaz entre el Monitor TPMS y la caja de control electrónico.



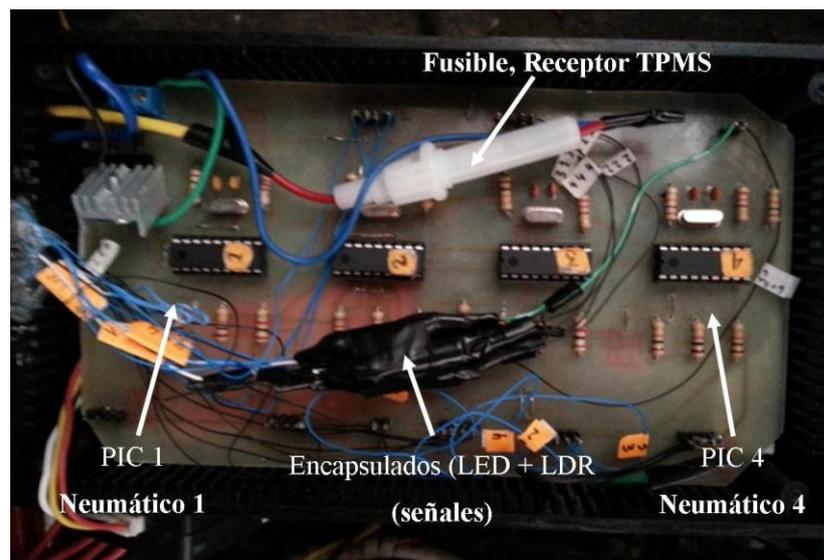
**Fig. 3.1** Instalación del monitor TPMS

**Fuente:** Los Autores

### 3.3.3 CAJA DE CONTROL ELECTRÓNICO

La caja que contiene el circuito electrónico lógico y el de potencia, está ubicada en la parte baja izquierda del tablero al lado de la guantera.

Los cables de alimentación tipo USB y el de Interfaz tipo bus de datos están dirigidos hacia el monitor a través de la parte interior posterior del tablero.



**Fig. 3.1** Interior de la caja de control electrónico

**Fuente:** Los Autores

## **CAPITULO IV**

### **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.**

## INTRODUCCIÓN

En la última etapa es necesario realizar pruebas específicas tanto en el sistema neumático como en la parte electrónica para así dar seguridad y fiabilidad al proyecto.

Se describe el manual para la operación óptima del sistema instalado en el vehículo, además cabe mencionar que el proyecto no influye negativamente en la seguridad e integridad del usuario u operador.

### 4.1 MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

#### 4.1.1 ENCENDIDO Y APAGADO

Para que el sistema funcione deberá encontrarse en la posición ON la llave de encendido del vehículo, además de ello en el monitor del TPMS en la parte superior izquierda (vista de frente) se encuentra un interruptor mediante el cual podremos encender y apagar el sistema.



**Fig. 4.1** Lectura de las presiones

**Fuente:** Los Autores

El circuito lógico empieza a funcionar solo después que el monitor visualice de forma numérica las presiones de cada neumático, cabe destacar que el mayor tiempo de espera para visualización numérica es cuando las presiones son bajas en todos los neumáticos.

#### **4.1.2 SELECCIÓN DE LA FUNCIÓN MANUAL O AUTOMÁTICA**

Para la forma de funcionamiento del sistema automática o manual tenemos en el monitor TPMS en la parte superior derecha (vista de frente) un interruptor el cual nos permitirá dicha selección. Además de ello tendremos un LED de color verde que nos indicara que la función automática esta activada.

##### **Función automática**

El sistema funcionara solo, es decir bastara con seleccionar esta función, si algunos de los neumáticos estuviesen con la presión incorrecta el sistema activara una electroválvula para inflar el neumático.

Esta función será útil cuando la presión en el neumático sea inferior en 10 psi a la calibrada en el monitor TPMS, caso contrario le tomara al sistema mayor tiempo.

##### **Función manual**

Cuando esta opción esta activada, en el caso de que un neumático se encuentre con una presión baja el sistema nos permitirá inflar dicho neumático, con la activación manual de un pulsante que se encuentra junto a la lectura de la presión del neumático correspondiente.

#### **4.2 CALIBRACIÓN DE LA PRESIÓN EN EL MONITOR TPMS**

Para la operación de calibración de la presión en el dispositivo, se debe realizarlo según el manual del usuario descrito en el **ANEXO III** en la página 109.

Según el manual, el sistema proporcionara una señal de baja presión (led rojo) en el neumático, cuando la presión de la misma sea menor en un 25% a la presión calibrada, y también lo proporcionara cuando exceda en un 25% sobre la presión calibrada.

**Es importante hacer la calibración cuando los neumáticos estén a temperatura ambiente o hayan recorrido menos de 3km, caso contrario tomar en cuenta la temperatura para la calibración de la presión.**

Los neumáticos delanteros serán calibrados a 30Psi y los posteriores a 32 Psi  
Entonces para las ruedas delanteras lo calibraremos de la siguiente manera:

$$\text{Presión a calibrar en el dispositivo} = \frac{\text{Presión deseada}}{0,75}$$

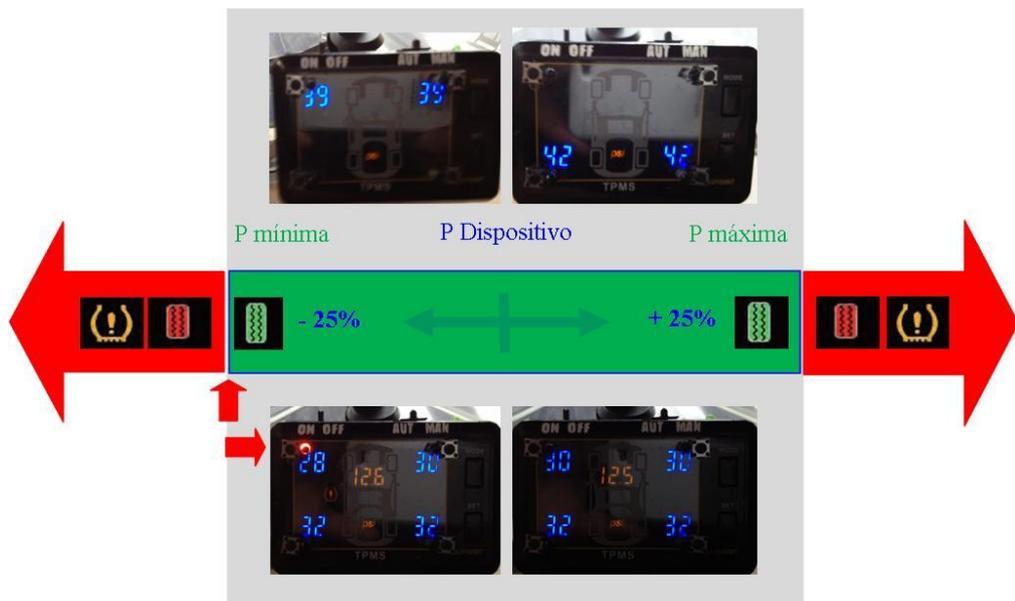
$$\text{Presión a calibrar en el dispositivo} = \frac{30}{0,75} = 40 \text{ Psi}$$

Calibrando el dispositivo a 40 psi, el sistema proporcionara falla cuando la presión en la rueda sea menor a 30 ó mayor a 50 psi, pero cuando la presión se mantenga dentro de este rango el sistema lo reconoce como una presión correcta.

De igual forma calculamos la presión para los neumáticos posteriores:

$$\text{Presión a calibrar en el dispositivo} = \frac{32}{0,75} = 42,6 \approx 42\text{Psi}$$

Por cuanto calibramos en el dispositivo una presión de 42 psi para los neumáticos posteriores.



**Fig. 4.2** Calibración de la presión de los neumáticos delanteros y posteriores

**Fuente:** Los Autores

### 4.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA NEUMÁTICO

En las pruebas de funcionamiento de este circuito comprobamos lo siguiente:

### **Carga del sistema (funcionamiento del compresor)**

Para que el compresor empiece con la carga del sistema, se debe tener dos condiciones, la primera es que el motor térmico este encendido, ya que mediante poleas y bandas se obtiene el movimiento rotativo que necesita el compresor, y la segunda es energizar el electro embrague del compresor, el cual funciona con 12 V DC los cuales tomamos de la batería del vehículo, el compresor posee un cable en el cual comandaremos el positivo, ya que la propia carcasa del compresor será el común negativo. Esta comprobación la realizamos con el objetivo de determinar si el compresor se está activando y desactivando correctamente, y si genera aire presurizado.

### **Funcionamiento del presostato**

Como se menciona anteriormente, el presostato será el elemento encargado de comandar el electro embrague, esto dependerá de la presión regulada, esta presión podrá ser regulada por un perno que se encuentra en el presostato, dependiendo de la necesidad de la presión, para nuestro caso la presión máxima regulada para el sistema será de 130 psi, es decir que el compresor estará activado hasta obtener esa presión.

El presostato posee un interruptor mediante el cual el usuario podrá desactivar manualmente el compresor cuando el caso amerite.



**Fig. 4.3** Manómetro, presión de Aire en el sistema neumático

**Fuente:** Los autores

Con el uso del aire almacenado la presión descenderá y cuando la presión del sistema llegue aproximadamente a 90 psi el presostato activara nuevamente al compresor hasta llegar a los 130 psi.



**Fig. 4.4** Compresor activado, carga de aire.

**Fuente:** Los autores

Con las pruebas realizadas determinamos los tiempos de demora de carga del compresor, si la presión de aire se encuentra en 0 el compresor tardara 27 segundos en cargar al depósito de aire hasta los 130 psi, y cuando en la presión del sistema se encuentre en 90 psi tardara 13 segundos en volver a los 130 psi.

### **Fugas en el sistema**

Eliminar las fugas del sistema nos ayudara a mantener la estanqueidad del sistema para un mejor desempeño del proyecto, estas fugas se comprobaron en las uniones que se encuentran en el depósito en los acoples de las electroválvulas, presostato y manómetros, además de ello verificamos que los acoples rápidos este fijados de una manera correcta en las cañerías.

## **4.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TPMS**

Para las comprobaciones del monitor revisamos la alimentación de este, la cual debe ser de la posición de accesorios, debe ser de 12 V, además esta debe poseer un elemento de protección cuyo valor será el recomendado por el fabricante, además se revisa el correcto funcionamiento del interruptor que activa el sistema.

Las pruebas que realizamos también son del tiempo que tarda el sistema en leer las presiones de los neumáticos, esto es muy importante ya que de estos tiempos podremos realizar la programación de los PICS para el funcionamiento correcto del sistema.

#### **4.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE POTENCIA**

Del circuito de potencia las pruebas que se realizaron son las correctas activaciones de las electroválvulas, además de ello este circuito es de vital importancia eliminar las corrientes parasitas producidas por la activación de las electroválvulas, ya que estas afectarían directamente al circuito de control.

Para la eliminación de estas corrientes parasitas producidas por las electroválvulas 2/2 se instala condensadores cerámicos en paralelo a la alimentación, además de ello se instala un diodo invertido en paralelo.



**Fig. 4.5** Instalación de los condensadores cerámicos

**Fuente:** Los autores

#### **4.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE CIRCUITO DE CONTROL**

Una vez realizadas las comprobaciones del TPMS, corregidas las señales de este, tenemos dos pruebas que comprobar que son de:

### Prueba en modo automático

El funcionamiento automático realizamos varias pruebas, variando el tiempo de activación de las electroválvulas, y el tiempo de espera que se da para que el TPMS reconozca la nueva lectura de presión.

Se comprueba el tiempo necesario para que el sistema electro-neumático en modo automático presurice el neumático desde la presión de 0 psi hasta el valor de presión calibrado en el dispositivo el cual es de 30psi, el tiempo necesario que el sistema necesita para hacer el trabajo es de 10 minutos.

Por cuanto el sistema en modo automático presurizara el neumático en 3 psi por cada minuto.



**Fig. 4.6** Neumático No.4 (DI)

**Fuente:** Los autores

Se realiza la verificación de los tiempos de activación y apagado de la electroválvula comprobando si la presión llega hasta el valor deseado, con lo cual podremos tener un valor de tolerancia de máximo + 1 psi.



**Fig. 4.7** Funcionamiento en modo Automático

**Fuente:** Los autores

Se realizaron pruebas en los neumáticos delanteros como se observa en la figura anterior, en los cuales se muestra presiones incorrectas; esta prueba se realiza con el sistema en modo automático, el tiempo necesario para que el sistema corrija las presiones es de máx. 2 minutos en la situación como se muestra en la figura anterior.

### **Prueba en modo manual**

Las comprobaciones se realizan verificando la correcta activación de los pulsantes solo cuando la presión sea incorrecta, además comprobamos el tiempo que se tarda en inflar un neumático desde que esté con una presión de 0 psi.

Realizadas las pruebas del sistema en modo automático surge la necesidad de calibrar las presiones en los neumáticos en un menor tiempo. La función manual del sistema solo se utilizara cuando los neumáticos estén con presiones muy bajas o de 0 psi.

Mediante pruebas realizadas con el sistema en modo manual, es decir con el pulsante activado, se obtuvo un tiempo de 45 segundos en presurizar el neumático de 0 a 27 psi, se recomienda luego poner a funcionar el sistema en modo automático para obtener presiones semejantes en los neumáticos de un mismo eje.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalizado el proyecto conseguimos controlar la presión correcta en los cuatro neumáticos del vehículo GMC Jimmy, de manera que una persona con capacidades diferentes (paraplégicas) controle el sistema de una forma sencilla, facilitándole la conducción del vehículo en caso de que algún neumático presente una presión incorrecta.

Las señales necesarias se obtuvieron desde el receptor/monitor TPMS, las mismas que encienden un LED, lo cual es captado por una LDR en un encapsulado; mediante varias pruebas realizadas con diferentes LEDs se obtuvo una señal estable con el LED de color tomate el cual da mayor luminosidad al ser energizado; este fue el proceso de tratamiento de las señales.

La presión correcta en los neumáticos es muy importante en el funcionamiento del vehículo ya que por intermedio de ellas se transmiten las fuerzas de tracción y frenado, con ello conseguiremos una buena adherencia a la calzada con lo que se economizará combustible, disminuirá la contaminación, mejor desempeño del sistema de frenado, y tendremos seguridad en las curvas, los neumáticos se gastarán regularmente, se tendrá un mayor confort en el manejo.

En los sistemas electrónico y neumático, se realizaron pruebas diferentes y separadas, en el sistema electrónico se realizaron pruebas de activación de las electroválvulas sin que estas produzcan corrientes parasitas y afecten al funcionamiento correcto, en el sistema neumático se comprobó el funcionamiento de la carga automática de aire, y luego se procedió con las pruebas de los sistemas de forma conjunta.

En la implementación del circuito neumático de bajada externa, que se incorpora a los neumáticos se tuvo en cuenta que estos no influyan en el movimiento de la dirección de las ruedas delanteras, así como en los movimientos del vehículo cuando este circula.

Se diseñó el circuito de manera que este nos brinde una función automática y otra manual, la función manual nos disminuirá el tiempo de inflado del neumático en caso de que esté presente una presión muy baja o esté completamente bajo (sin presión de aire).

Para la determinación de los tiempos de activación de las electroválvulas en la función automática se realizaron diferentes pruebas para que el sistema funcione de una forma correcta.

Ya que el sistema funciona con un circuito neumático que se alimenta de un compresor, el funcionamiento más eficiente se dará cuando el vehículo esta encendido ya que si faltase presión en el acumulador se cargara automáticamente, mientras tanto que con el vehículo apagado podría agotarse el aire en el acumulador y no llegarse a inflar correctamente los neumáticos.

Para un acceso fácil y una visibilidad optima del monitor TPMS utilizamos un sistema articulado móvil que se puede acomodar de la manera que el conductor desee, además de ello se puede observar en el tablero la presión del acumulador, una luz testigo indicara cuando el compresor este activado, y se encuentran los elementos de protección (fusibles) al alcance del conductor para fácil mantenimiento cuando sea necesario la sustitución de los mismos.

Una opción para el mejoramiento del proyecto, es la sustitución del TPMS por uno con mejores características técnicas que el mercado si ofrece; la característica más importante es la trasmisión de las señales de presión (Psi) en tiempo real, ya que el TPMS usado en nuestro proyecto lo realiza en periodos de 30 segundos. Para el mejoramiento del proyecto, en la parte neumática; es necesario sustituir el compresor por uno que sea hecho para realizar este tipo de trabajo; ya que el ensamblado en el proyecto es un compresor de A/C el cual si cumple con las expectativas pero tiende a generar mucha temperatura internamente por lo que necesita un mayor mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] IZQUIERDO APARICIO, Francisco, y otros, *Teoría de los Vehículos Automóviles*, 2<sup>da</sup> Edición, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2001.
- [2] MUY LANDI, Mauro; OCHOA CABRERA, Galo; y otros; “*Estudio e implementación de un sistema de suspensión neumática a un vehículo 4x4 GMC modelo Jymmi*”, Tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingenierías, Cuenca, julio 2010.
- [3] CARLOS A. REYES, *Microcontroladores*, Programación en BASIC, 3<sup>ra</sup> Edición, Volumen 1.
- [4] MEIXNER, H.; KOBLER, R, *Introducción en la neumática*, Festo Didactic. Esslingen. 3a. ed.
- [5] FONT MEZQUITA, José; y otros; *Tratado sobre automóviles: la dinámica del automóvil*; Valencia. 2006. T. IV.
- [6] GOMEZ GOMEZ, Manuel; *Electrónica general*; México. 2007.
- [7] ALONSO PEREZ, José Manuel; *Electricidad del automóvil*; Editorial Paraninfo. Madrid. 9a. ed. 1998.

## REFERENCIAS DE INTERNET

- [1] PERSONAS REGISTRADAS EN EL CONADIS  
<http://www.conadis.gob.ec/provincias.php>
- [2] DISCAPACIDAD-PARAPLEJÍA  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Paraplej%C3%ADa>
- [3] LEGISLACION DEL TPMS  
<http://www.nhtsa.gov/cars/rules/rulings/tirepresfinal/index.html>
- [4] SISTEMAS CALIBRADORES TACO-AR  
<http://www.tacoar.com.br/portugues/index.php>
- [5] SISTEMAS CALIBRADORES VIGIA INTERNO Y EXTERNO  
<http://www.vigia.com.ar/productos.asp?pid=25>
- [6] SISTEMA DE MONITOREO AVANZADO (TPMS) DE JOHNSON CONTROLS  
[http://www.johnsoncontrols.com/content/us/en/products/automotive\\_experience/featured-stories/advanced-tpms.html](http://www.johnsoncontrols.com/content/us/en/products/automotive_experience/featured-stories/advanced-tpms.html)
- [7] SISTEMA TPMS DE MICROCHIP, PDF  
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00238C.pdf>
- [8] COMPRESORES DE A/C PARA AUTOMOCIÓN, PDF  
<http://www.escueladerefrigeracion.com.pe/docs/COMPRESORES%20AA%20AUTOMOTRIZ.pdf>
- [9] SISTEMA TPMS CON SP 37, PDF  
[http://www.infineon.com/cms/cn/corporate/promopages/ATV\\_Symposium/China\\_AV\\_Symposium\\_TPMS.pdf](http://www.infineon.com/cms/cn/corporate/promopages/ATV_Symposium/China_AV_Symposium_TPMS.pdf)
- [10] COMUNICACIONES INALÁMBRICAS (RF), PDF  
[http://www.jcee.upc.edu/JCEE2004/pdf/EstadoActual\\_WirelessRF\\_SILICA.pdf](http://www.jcee.upc.edu/JCEE2004/pdf/EstadoActual_WirelessRF_SILICA.pdf)
- [11] HERRAMIENTAS PARA EL TPMS  
<http://www.bartecusa.com/espanol-mexicano/tech400sd.html>
- [12] CAUDAL DE DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS, TABLA 2.1  
[http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2\\_apartado1.htm](http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo2/C2_apartado1.htm)

# **ANEXOS**

## **ANEXO I**

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

En el siguiente cuadro se tiene los costos de fabricación del proyecto “Sistema Electro-neumático para el Control Automático de la presión en los neumáticos”.

<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO [USD]</b>
Diseño y construcción de placas	60,00
Materiales electrónicos	50,00
Sistema TPMS (KIT)	220,00
Compresor A/C	65,00
Sistema neumático de Bajada Externo	200,00
Materiales neumáticos	30,00
Neumáticos 235/70 R15 TUBELESS	320,00
Mano de obra	50,00
<b>TOTAL USD</b>	<b>995,00</b>

## ANEXO II

### CARACTERÍSTICAS PIC 16 F 819 USADO EN EL CIRCUITO ELECTRÓNICO DE CONTROL

#### CARACTERÍSTICAS POTENCIA

• Alimentación- modos de administración:

- Arranque primario: XT, RC oscilador, 87  $\mu$ A, 1 MHz, 2V

- INTRC: 7  $\mu$ A, 31.25 kHz, 2V

- Sleep: 0.2  $\mu$ A, 2V

• Timer1 oscilador: 1.8  $\mu$ A, 32 kHz, 2V

• Watchdog Timer: 0.7  $\mu$ A, 2V

• Ancho de rango de voltaje de operación: - Industrial: 2.0V a 5.5V

#### OSCILADOR

• Tres modos de Crystal : - LP, XT, HS: hasta 20 MHz

• Dos modos externos RC

• Un modo externo Clock: - ECIO: hasta 20 MHz

• Bloque interno del oscilador: - 8 usos de frecuencia seleccionables: 31 kHz, 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz

#### CARACTERÍSTICAS PERIFÉRICAS

• 16 I/O pines con control de dirección individual

• High sink/corriente: 25 mA

• Timer0: 8-bit timer/contador con 8-bit prescaler

• Timer1: 16-bit timer/contador con prescaler, puede incrementarse durante pasos vía crystal/ clock externo

• Timer2: 8-bit timer/contador con 8-bit periodo de registro, prescaler and postscaler

• Captura, Comparador, PWM (CCP) modulo:- Captura es 16-bit, max. resolución es 12.5 ns- Comparador es 16-bit, max. resolución es 200 ns

- PWM max. resolución es 10-bit

• 10-bit, 5-canales Analógicos-a- convertidor digital

• Sincronizador Puerto serial (SSP) con SPI™ (Master/Slave) y I2C™ (Slave)

#### CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL MICROCONTROLADOR

• 100,000 ciclos típicos borrado/grabado en la memoria Flash

• 1,000,000 ciclos típicos borrado/grabado en la memoria EEPROM

• EEPROM retención de datos: > 40 años

• Interno-Circuito serial programador™ (ICSPTM) vía dos pines

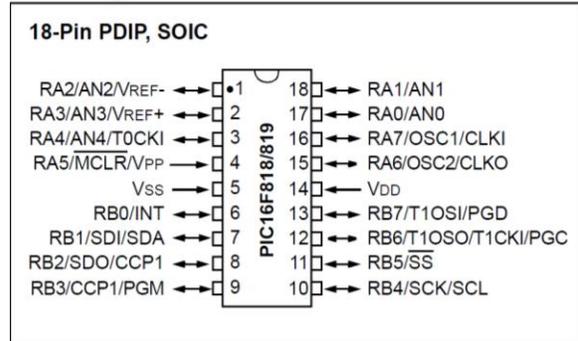
• Procesador lector/escritor acceso para programa de memoria

• Bajo-Voltage Pogramado

• Interno-Depuración del circuito dos pines

**FUENTE:** PIC16F818/819 DATA SHEET

#### BAJA Pin Diagram



## **ANEXO III**

### **MANUAL DEL USUARIO PARA INSTALACIÓN DEL TPMS**

#### **Sistema de monitoreo de presión de los neumáticos.**

Para asegurar un correcto funcionamiento y servicio por favor, lea estas instrucciones antes de instalar y operar el TPMS

.....

#### **Tabla de contenidos**

**1. Nota (pág. 110)**

**2. KI-TP1 Sistema de Monitoreo de Presión de los Neumáticos (pág. 111)**

**3. KI-TP1 TPMS Especificación (pág. 112)**

**4. KI-TP1 TPMS Accesorios (pág. 113)**

**5. KI-TP1 TPMS Instalación (pág. 113)**

Instalación de la unidad de Visualización

Instalación del sensor del neumático

**6. KI-TP1 Funcionamiento del Sistema (pág. 117)**

1. Descripción de señales de Visualización

2. Operación para cambiar el modo de visualización

3. Operación de Cambio de la unidad de la presión de los neumáticos y la temperatura

4. Operación para modificar valores predeterminados de fábrica

Neumático delantero- Modo de ajuste de la Presión de neumáticos en frío

Neumático posterior- Modo de ajuste de la Presión de neumáticos en frío

Temperatura del neumático- Modo de ajuste de la temperatura

Modo de ajuste del encendido

**7. KI-TP1 Descripción del Modo del Sistema de Alarma (pág. 123)**

**8. KI-TP1 Reajuste por rotación y cambio de neumático (pág. 126)**

Modo 1: Cambio en paralelo de Neumáticos delanteros y traseros.

Modo 2: Cambio diagonal de neumáticos

Modo 3: Cambio en diagonal de neumáticos delanteros, cambio paralelo de neumáticos posteriores al frontal.

Modo 4: Cambio en paralelo de los neumáticos del lado derecho al lado izquierdo.

Modo 5: Reposicionamiento al azar

Modo 6: Sustitución de un sensor

**9. Apéndice (pág. 134)**

**10. KI-TP1 Problemas- Solución de problemas (pág. 134)**

.....

**Nota 1**

**FCC & CE**

Este dispositivo cumple con las normas FCC y CE. La operación está sujeta a las siguientes condiciones:

- (1) La instalación incorrecta, uso indebido o interferencias de radio, las ondas pueden causar mal funcionamiento de este dispositivo.
- (2) Si este dispositivo causa interferencias perjudiciales a los productos electrónicos o electrodomésticos, el usuario puede aumentar la distancia entre el producto y el dispositivo electrónico ó eliminar este dispositivo.

**Uso y advertencias de alcance del sistema**

- **Uso e instalación del sistema**  
El uso de los TPMS requiere el personal calificado de acuerdo con las instrucciones que aquí se recomienda. Este sistema es adecuado para su uso en un automóvil de pasajeros, SUV y 4X4, con un máximo de presión de inflado en frío de 600 kPa = 87 psi (calibre) o 700kPa = 101psi (Absoluto), por debajo del valor indicador mencionado.
- **En respuesta a las alertas**  
Cuando hay una alerta o aviso recibido, reducir la velocidad del vehículo y proceder a un lugar seguro para que el neumático pueda ser inspeccionado y / o revisado.

La alerta de baja presión indica que la presión del aire se ha reducido a un mínimo seleccionado y una alerta de alta temperatura indica que la temperatura del contenido del neumático ha superado el valor umbral establecido.

### **Precaución**

El sistema es un producto inalámbrico de RF, por lo que no puede recibir una señal debido a las malas condiciones ambientales, mal funcionamiento o incorrecta instalación.

Cuando el sistema continuamente no puede recibir ninguna señal de cualquier sensor de neumáticos durante más de 10 minutos desde que el sistema ha sido encendido, la pantalla mostrará "E2" y activar la RED anormales, la luz LED, junto con un sonido de alerta. En este caso, un ambiente de interferencias de radiofrecuencia puede haber causado, el conductor deberá conducir el vehículo a una ubicación diferente.

Si la pantalla está todavía no puede recibir ninguna señal correcta desde el sensor de los neumáticos, el conductor tendrá que encontrar un centro de servicio calificado para mantenimiento de los neumáticos, para comprobar o realizar tareas de mantenimiento. Esta anomalía puede ser causada por un sensor de neumático dañado o el consumo excesivo de energía de la batería.

### **KI-TP1 Sistema de Monitoreo de Presión de los Neumáticos**

El Sistema de Monitoreo de Presión de neumáticos (TPMS), puede monitorear y proporcionar la presión de los neumáticos, temperatura de los neumáticos y de la batería de coche en tiempo real para ayudar al conductor a controlar y mantener la presión de los neumáticos normales con el fin de reducir el consumo de combustible y extender la vida útil del neumático, a través de la información de la batería, el conductor puede cambiar la batería antes de que cualquier incidente se produzca y reducir la posibilidad de avería del vehículo en las carreteras.

El Sistema de Monitoreo de Presión de neumáticos, incluye 4 sensores y 1 pantalla receptora, el TPMS puede controlar la presión / temperatura por complemento de instalado en el neumático, y transmitir la información de los neumáticos para el receptor

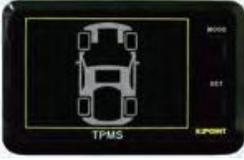
inalámbrico. La pantalla del TPMS disparará una alarma cuando cualquier anomalía en la cubierta de neumático ocurra, con el fin de prevenir posibles accidentes que pueden ocurrir al conductor / vehículo.

### **KI-TP1** Especificaciones del TPMS

<b>1. Especificación del módulo transmisor</b>	
Duración de la batería	De 5 - 7 años en uso normal
Fuente de alimentación	Batería de litio de 3,6 V
Humedad de funcionamiento	Max 95%
Temperatura de almacenamiento	-40 ° C a 125 ° C
Temperatura de funcionamiento	-40 ° C a 125 ° C
Transmisión de Potencia	Max 5 dBm
La frecuencia de transmisión	433,92 MHz
Rango de presión de Vigilancia	0 ~ 87 psi (o de 0 -600 kPa ó 0 -6 bar)
Presión de precisión de la lectura	± 1 psi (10 kPa ± 0; ± 0,1 bar)
Rango de temperatura de Vigilancia	-40 ° C a 115 ° C
Precisión de lectura de temperatura	± 4 ° C
Módulo de Peso	31.6 g ± 1g

<b>2. Especificaciones del módulo receptor</b>	
Fuente de alimentación	DC 9V-16V
Humedad de operación	Max 95%
Corriente de Operación	<200mA a 12V DC
Temperatura de almacenamiento	-40 ° C a 90 ° C
Temperatura de operación	-25 ° C a 85 ° C
Margen de presión de visualización	0- 87 psi
Margen de temperatura de visualización	-40 ° C a 115 ° C

**KI-TP1** Accesorios del TPMS

Accesorios	Fotografía	Cantidad
Visualizador/pantalla		1
Sensor de presión para neumático		4
Cable de alimentación de		1
Manual en ingles		1
Tornillo Nylok		4
Base magnética		1
Válvula de aluminio para el aro		4

**KI-TP1** Instalación del TPMS**1. Instalación de la unidad de Visualización**

- a. Fije bien el soporte magnético en un lugar adecuado. (Sugerido lugar como se muestra en la imagen)
- b. Conecte el cable de alimentación USB en la parte posterior del receptor.
- c. Poner la pantalla en el soporte magnético.
- d. Conecte el cable de alimentación a la conexión de alimentación de cigarrillos más ligero.

e. Mantenga a 20cm de distancia del GPS, televisión digital, dispositivo de medida de velocidad o de otros dispositivos electrónicos automotriz mientras está instalando TPMS con el fin de evitar cualquier posible de interferencias.



Si el usuario desea conectar la alimentación directamente, visite una tienda eléctrica, desmonte el enchufe y suelde el cable rojo y verde para la alimentación de CC, los cables negro y blanco son para conexión a tierra.

## 2. Instalación del sensor del neumático

Pasos	Proceso de Operación	Fotografías
a	<p>Retire los 4 neumáticos y márkelos del 1-4 para cada posición.</p> <p>No. 4= N. Frontal Izq. No. 1= N. Frontal Der.            No. 3= N. Post. Izq. No. 2= N. Post. Der.</p> 	 
b	<p>Purgue el aire y retire el neumático , luego cambie las válvulas , siga los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coloque la válvula desde el lado interno del aro.</li> </ol>	

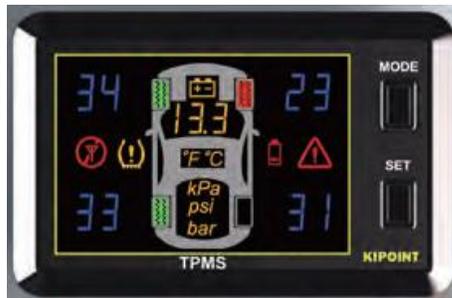
	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Ajuste el ángulo de las válvulas, y asegúrese de que la válvula está en posición vertical hasta el borde de la rueda.</li> <li>3. Poner el anillo desde el lado de afuera del aro.</li> <li>4. Apretarla válvula con la tuerca desde el lado de afuera del aro.</li> <li>5. Utilice la llave Allen suministrada para apretar.</li> </ol>	   
c	<p>Poner el sensor de neumático No.1 con el neumático marcado correspondiente No.1, siga los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instale el sensor a la válvula.</li> <li>2. Use el tornillo Nylok y apriete el sensor.</li> <li>3. Ajuste el ángulo del sensor, luego apriete con el tornillo Nylok.</li> </ol>	

	<p>4. Ponga la tapa de la válvula y terminada la instalación.</p> <p>Cuando hay una necesidad de volver a instalar el sensor del neumático, por favor, utilice un tornillo nylok nuevo para evitar el uso de los antiguos.</p>	
d	<p>Coloque el sensor del neumático No.2 a la llanta que es marcada No. 2, y establecer los otros 2 sensores de la misma manera como se muestra en el paso "c".</p>	
e	<p>Asegúrese de que no hay ningún otro líquido o polvo presente en todo el área del sensor de los neumáticos.</p>	
f	<p>Después de la instalación, inflar el neumático a la presión de aire apropiada como se sugiere en el manual de usuario de cada vehículo.</p>	
g	<p>Balance de los neumáticos con la máquina de balanceo de llanta</p>	
h	<p>Coloque los neumáticos de nuevo a su posición correspondiente como se muestra en la fotografía en la etapa "a".</p>	

Una vez que el TPMS está instalado correctamente, encienda para iniciar el control de la presión / temperatura de los neumáticos y el voltaje.

## **KI-TP1** Funcionamiento del Sistema

### 1. Descripción de las señales de visualización/pantalla



Señal de mala transmisión



Señal de neumático desinflado



Batería baja en el sensor del neumático



Condición anormal de la señal del neumático



Señal de batería



Unidad de voltaje de batería



Unidad de temperatura



Unidad de visualización de presión/ temperatura del neumático



Unidad de Presión



Neumático normal



Presión anormal del neumático

## NOTA

Hay un sensor de luz ambiental en la parte superior derecha de la pantalla, TPMS es capaz de ajustar automáticamente el brillo de la pantalla LED. La pantalla será brillante en el día y más oscuro en la noche para asegurar que el usuario sea capaz de Leer la pantalla LED con claridad y no ser afectado por la iluminación externa.

### 2. Operación para cambiar el modo de visualización

El TPMS tiene 3 diferentes modos de visualización, visualización de la Presión de Neumáticos, visualización de la temperatura de los neumáticos, y modo de rotación de presión y temperatura. La pantalla mostrará el modo de presión de los neumáticos una vez que se enciende, para entrar en el modo de temperatura presionar en el **botón MODE** una vez y para mostrar la presión-temperatura, pulsar otra vez.

El sistema de seguimiento continuo de la presión de los neumáticos, la temperatura de los neumáticos, voltaje de la batería, no importa qué tipo de información muestre notificará al conductor cada vez que algo anormal ocurre. Si el usuario no cambia el valor predeterminado de fábrica, el sistema mostrará la pantalla de presión de neumáticos, los 3 modos de visualización son los siguientes:

- a. Modo de visualización de la presión: Se visualiza 4 datos de la presión de los neumáticos y la unidad de voltaje de la batería solamente.
- b. Modo de visualización de la Temperatura: Se visualiza 4 datos de la temperatura y la unidad de voltaje de la batería solamente.
- c. Modo de rotación de presión y temperatura: Se visualiza la presión y temperatura de los neumáticos y con una visualización constante de tensión de la batería.

### 3. Operación de Cambio de la unidad de la presión de los neumáticos y la temperatura

Se muestra 3 tipos de unidades de presión, bar, kPa y Psi. Para la visualización de la temperatura son °C, °F. El valor por defecto para la unidad de presión es psi, el usuario puede cambiar la unidad de la presión pulsando el **botón MODE** durante 3 segundos., y la unidad por defecto de fabrica de la temperatura es °C, el usuario puede cambiar la unidad de temperatura pulsando **el botón MODE** durante 3 segundos.

#### 4. Operación para modificar valores predeterminados de fábrica

KI-TP1 tiene 4 modos predeterminados de fábrica para que los usuarios puedan elegir. Pulse el **botón SET** de forma continua durante 3 seg., para entrar en el modo de configuración para configurar los neumáticos delanteros, establecer la presión, luego neumáticos posteriores, establecer la presión; temperatura del neumático, encima de la temperatura de advertencia, para otros ajustes de parámetros y modos de funcionamiento, por favor consulte a continuación para el proceso correspondiente:

**NOTA: El usuario debe cambiar la unidad de presión adecuada para el vehículo antes de entrar en el modo de configuración.**

##### Neumáticos delanteros - Modo de ajuste de la presión de los neumáticos en frío

Cuando el neumático esta bajo condición normal de inflado, la presión aumenta y disminuye simultáneamente con la temperatura, normalmente, habrá 1 psi (7 kPa) de fluctuación cuando la temperatura difiere sobre 10° F (6° C), este fenómeno físico es normal. KIPOINT sugiere que, al comprobar la presión de los neumáticos, es importante mantener la presión de los neumáticos bajo las especificaciones sugeridas, el ajuste de presión de los neumáticos en frío y mínimo serán reconocidos como una advertencia, sin embargo, cuando la presión es mayor o menor que 25% del valor de ajuste de la presión en frío, el sistema le notificará al conductor.

**Advertencia:** El valor de ajuste de la presión de los neumáticos en frío, por favor compruebe con el manual del usuario de cada vehículo.

Pasos	Proceso de Operación	Fotografías
a	Presionar el <b>botón SET</b> por mas de 3 segundos para entrar en el modo de configuración de la presión de los neumáticos en frío Delanteros	
b	El receptor inalámbrico y una unidad receptora muestran la presión estándar de los neumáticos	

	<p>en frío. El valor por defecto de fábrica (35psi) se muestra en azul y la luz amarilla indica los "psi", o unidad pre-seleccionada (kPa o bar). Si no hay modificación necesaria, pulse el <b>botón SET</b> para entrar en el modo de configuración siguiente.</p> <p>NOTA: Si la unidad de presión esta en "kPa", la pantalla parpadeará 250 y 2,5 para el "bar".</p>	
	<p>Al pulsar el botón MODE una vez, aumentará el valor de la presión de los neumáticos en frío en 1 unidad, y la unidad se incrementa en 1 psi cada vez que presione el botón, cuando se ha llegado a 50 psi, al pulsar el botón de nuevo volverá la unidad del sistema a 27 psi .</p> <p><b>NOTA: Si el usuario elige el modo kPa, 10 kPa será añadido con cada pulsación del botón, el rango de kPa es 190kPa-350 kPa, y 1.9 - 3.5 para la unidad de la bar.</b></p>	
d	<p>Pulse el <b>botón SET</b> para completar el ajuste de la presión de los neumáticos en frío delanteros.</p> <p>El sistema automáticamente entrará en el modo de ajuste de la presión de los neumáticos en frío posteriores.</p>	

### Neumáticos posteriores - Modo de ajuste de la Presión de neumáticos en frío

Pasos	Proceso de Operación	Fotografías
a	<p>El sistema entrara automáticamente en el modo de ajuste de la presión de los neumáticos en frío posteriores después del ajuste de la presión de los neumáticos en frío delanteros.</p>	
b	<p>El receptor inalámbrico y una unidad de visualización muestran la presión estándar de</p>	

	<p>los neumáticos en frío. El valor por defecto de fábrica (35psi) se muestra en azul y la luz amarilla indica los "psi", o unidad pre-seleccionada (kPa o bar). Si no hay modificación necesaria, pulse el botón SET para entrar en el modo de configuración siguiente.</p> <p><b>NOTA: Si la unidad de presión esta en "kPa", la pantalla parpadeará 250 y 2,5 para el "bar".</b></p>	
c	<p>Al pulsar el botón MODE una vez, aumentará el valor de la presión de los neumáticos en frío en 1 unidad, y la unidad se incrementa en 1 psi cada vez que presione el botón, cuando se ha llegado a 50 psi, al pulsar el botón de nuevo volverá la unidad del sistema a 27 psi .</p> <p><b>NOTA: Si el usuario elige el modo kPa, 10 kPa será añadido con cada pulsación del botón, el rango de kPa es 190kPa-350 kPa, y 1.9 - 3.5 para la unidad de la bar.</b></p>	
d	<p>Presione el botón SET para completar el ajuste de la presión de los neumáticos en frío posteriores.</p> <p>El sistema entra automáticamente en el Modo de ajuste de la temperatura sobre los neumáticos.</p>	

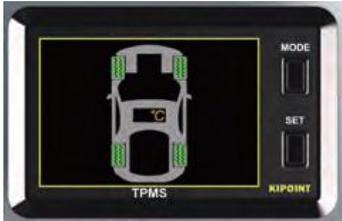
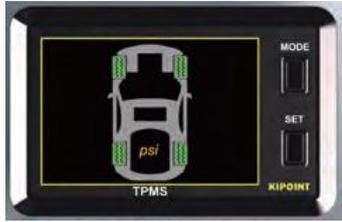
**Temperatura de los Neumáticos- Modo de ajuste sobre la temperatura**

Pasos	Proceso de Operación	Fotografías
a	El sistema entra automáticamente en el modo de ajuste sobre la temperatura después del	

	ajuste de la presión en frío de los neumáticos posteriores.	
b	La pantalla mostrara por defecto de fabrica la temperatura limite para los neumáticos (80°C) en color azul. Si no es necesaria ninguna modificación, presione el botón SET para entrar en el siguiente modo. <b>Nota: Si la unidad esta en °F el numero 176 parpadeara.</b>	
c	Presione el botón MODE para cambiar el limite de la temperatura, por cada presión se incrementara en unidad de 1°C. El rango de temperatura esta entre 60°C -90°C, el sistema regresara a 60°C después de llegar a 99°C. <b>NOTA: Si la unidad esta en °F por cada presión aumentara en 1°F, el rango para el °F es de 140°F-212°F</b>	
d	Presione el botón SET para completar el ajuste sobre la temperatura de los neumáticos, y la pantalla entrara en Modo de ajuste del Encendido.	

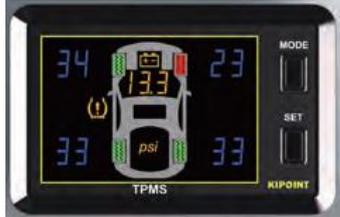
### Modo de ajuste del encendido

Pasos	Proceso de Operación	Fotografías
a	El sistema entra automáticamente en el modo de ajuste de encendido después de ajustar el modo de ajuste sobre la temperatura del neumático.	
b	La pantalla mostrara el valor de la presión por defecto de fábrica. En amarillo esta “psi”. <b>NOTA: El sistema puede usar otra unidad de presión diferente a psi, puede ser kPa o Bar dependiendo de la región.</b>	

c	<p>Presione el botón MODE para entrar en la visualización de la temperatura como la que aparece en el lado derecho y la unidad de temperatura es °C.</p> <p><b>NOTA: El sistema puede usar otras unidades diferentes de °C, °F, dependiendo del área donde se encuentre.</b></p>	
d	<p>Presione el botón MODE para entrar en el modo de rotación Presión/Temperatura del neumático.</p> <p>EL voltaje de la batería se mostrara permanentemente.</p>	 
e	<p>Presione el botón SET y el sistema completara el modo de ajuste de Encendido y regresara a la operación normal al modo de monitoreo de la Presión/ Temperatura y voltaje de la batería.</p>	

**KI-TP1 Descripción del Modo del Sistema de Alarma**

Modo	Condición de advertencia y método de alerta	Visualización
a	<p>Situación de advertencia: Cuando presión de neumático presente <math>&gt;1.25</math> *Presión del neumático estándar en frio ó Presión del neumático <math>&lt; 0.75*</math> Presión del neumático</p>	

	<p>estándar en frío, el sistema lanzara una advertencia.</p> <p><b>Por defecto de fabrica el valor de presión baja del neumático es de 35 psi, por lo que los sistemas de alerta iniciaran cuando la presión de los neumáticos &gt; 44psi y por debajo &lt; 26psi.</b></p> <p>Sistema de alerta: Un pitido se escucha como una advertencia cuando la señal de neumáticos de condición anormal se visualiza en la pantalla y el símbolo de neumáticos anormal se muestra en rojo.</p>	 <p>The image shows a TPMS display with a car icon in the center. The front-left tire pressure is 34 psi, front-right is 23 psi, rear-left is 33 psi, and rear-right is 33 psi. A yellow warning symbol is on the left, and a red warning symbol is on the right. The word 'psi' is displayed below the car icon. The display is labeled 'TPMS' and 'KIPOINT'.</p>
b	<p>Situación Advertencia: Cuando la temperatura es más alta que el límite establecido. Por defecto de fábrica es de 80 ° C y 176 ° F</p> <p>Sistema de alerta: Un pitido se escucha como una advertencia cuando la señal de neumáticos de condición anormal se visualiza en la pantalla y el símbolo de neumáticos anormal se muestra en rojo.</p>	 <p>The image shows a TPMS display with a car icon in the center. The front-left tire temperature is 52 °C, front-right is 83 °C, rear-left is 49 °C, and rear-right is 48 °C. A yellow warning symbol is on the left, and a red warning symbol is on the right. The word '°C' is displayed below the car icon. The display is labeled 'TPMS' and 'KIPOINT'.</p>
c	<p>Situación de Advertencia: Cuando la presión del neumático esta descendiendo rápidamente.</p> <p>Cuando las presiones cambian mas de 2 psi en 30 segundos.</p> <p>Sistema de Alerta: Los destellos rojos de neumáticos afectados junto con la señal intermitente de desinflado generan mas de un pitido.</p>	 <p>The image shows a TPMS display with a car icon in the center. The front-left tire pressure is 34 psi, front-right is 34 psi, rear-left is 33 psi, and rear-right is 29 psi. A yellow warning symbol is on the left, and a red warning symbol is on the right. The word 'psi' is displayed below the car icon. The display is labeled 'TPMS' and 'KIPOINT'.</p>  <p>The image shows a TPMS display with a car icon in the center. The front-left tire pressure is 34 psi, front-right is 34 psi, rear-left is 33 psi, and rear-right is 29 psi. A yellow warning symbol is on the left, and a red warning symbol is on the right. The word 'psi' is displayed below the car icon. The display is labeled 'TPMS' and 'KIPOINT'.</p>

d	<p>Situación de Advertencia: Cuando el voltaje de la batería está por debajo del límite que se ha creado.</p> <p>Por defecto de fabrica la advertencia es de 11.5V</p> <p>Sistema de Alerta: Se muestra el símbolo de la batería en color rojo.</p>	
e	<p>Situación de Advertencia: Cuando la batería del sensor del neumático es bajo.</p> <p>Se sigue cambiando el sensor tan pronto como sea posible.</p> <p>Sistema de Alerta: El neumático anormal parpadea en verde, y el símbolo de batería baja se enciende.</p>	 
f	<p>Situación Advertencia: Cuando el monitor se queda sin configuración inicial por defecto de fábrica.</p> <p>Sistema de Alerta: La pantalla muestra E1 y no enciende los cuatro símbolos de los neumáticos.</p>	
g	<p>Situación de Alerta: Cuando la unidad de visualización es incapaz de recibir una señal desde un sensor de la llanta durante más de 10 minutos.</p> <p>Sistema de Alerta: Las luces de mala</p>	

	transmisión se enciende y el símbolo del neumático afectado no se iluminó con una lectura de E2.	
--	--	--

**NOTA: El usuario puede pulsar el botón MODE de forma continua durante 3 segundos para detener el sonido de advertencia.**

### **KI-TP1 Reajuste por rotación y cambio de neumático**

Al completar el cambio o rotación de los neumáticos, el usuario también debe restablecer la posición de las llantas en unidad de visualización. El TPMS ha proporcionado 6 modos donde los usuarios pueden restablecer rápidamente y mantener la posición del neumático en la unidad de visualización.

El usuario debe asegurarse de que la pantalla está activa, al estar en el modo de cambio/ rotación de neumáticos, si se interrumpe la alimentación, por favor siga el proceso de reajuste en orden para su éxito. El usuario debe confirmar si la pantalla es capaz de supervisar toda la información de neumáticos, si no, por favor, llevar a cabo el proceso de restablecimiento.

### **Para entrar en el proceso de configuración de Cambio y rotación del neumático**

Presione el botón SET y MODE al mismo tiempo durante 3 segundos., Y el sistema entrará en el modo de configuración 1, pulsando una vez mas le permitirá al usuario recorrer desde el modo 1 al 6 y volver al modo de pantalla normal.

### **Descripción del proceso para cada configuración**

#### **MODO1: Cambio en paralelo de neumáticos delanteros y posteriores**

La pantalla se mostrara por debajo de la figuras. Cuando la pantalla muestra un "1" de color amarillo esto significa que la pantalla se encuentra ahora en el modo 1 y las 4 luces rojas significan que la posición de los neumáticos no se ha establecido, como se muestra en la figura 1. Las 4 luces verdes indican la posición de los neumáticos que el usuario quiere establecer como se muestra en la figura 2. Pulse el botón SET de forma continua durante 3 segundos hasta escuchar el pitido que significa que ha logrado la puesta en marcha para el modo 1.

(Cambie los neumáticos delanteros y posteriores), entonces el sistema volverá a la pantalla normal de funcionamiento.



Fig. 1

Fig.2

### **MODO 2: Cambio de neumáticos en diagonal.**

La pantalla se mostrará por debajo de la figuras. Cuando la pantalla muestre un "2" de color amarillo esto significa que la pantalla se encuentra ahora en el modo 2 y las 4 luces rojas significan que la posición de los neumáticos no se ha establecido, como se muestra en la figura 1. Las 4 luces verdes indican la posición de los neumáticos que el usuario quiere establecer como se muestra en la figura 2. Pulse el botón SET de forma continua durante 3 segundos hasta escuchar el pitido que significa que ha logrado la puesta en marcha para el modo 2.

(Cambie los neumáticos en diagonal), entonces el sistema volverá a la pantalla normal de funcionamiento.



Fig. 1

Fig.2

**MODO 3:** Cambio en diagonal de los neumáticos delanteros, cambio en paralelo de los neumáticos posteriores a la parte delantera.

La pantalla se mostrará por debajo de la figuras. Cuando la pantalla muestre un "3" de color amarillo esto significa que la pantalla se encuentra ahora en el modo 3 y las

4 luces rojas significan que la posición de los neumáticos no se ha establecido, como se muestra en la figura 1. Las 4 luces verdes indican la posición de los neumáticos que el usuario quiere establecer como se muestra en la figura 2. Pulse el botón SET de forma continua durante 3 segundos hasta escuchar el pitido que significa que ha logrado la puesta en marcha para el modo 3.

(Cambie en diagonal de los neumáticos delanteros, cambie en paralelo los neumáticos posteriores a la parte delantera), entonces el sistema volverá a la pantalla normal de funcionamiento.

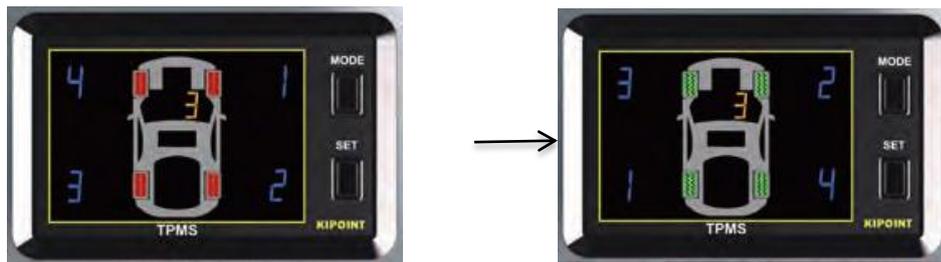


Fig. 1

Fig.2

**MODO 4: Cambio en paralelo de los neumáticos del lado izquierdo al lado derecho.**

La pantalla se mostrará por debajo de la figuras. Cuando la pantalla muestre un "4" de color amarillo esto significa que la pantalla se encuentra ahora en el modo 4 y las 4 luces rojas significan que la posición de los neumáticos no se ha establecido, como se muestra en la figura 1. Las 4 luces verdes indican la posición de los neumáticos que el usuario quiere establecer como se muestra en la figura 2. Pulse el botón SET de forma continua durante 3 segundos hasta escuchar el pitido que significa que ha logrado la puesta en marcha para el modo 4.

(Cambie en paralelo los neumáticos del lado izquierdo al lado derecho), entonces el sistema volverá a la pantalla normal de funcionamiento.



Fig.1

Fig.2

## **MODO 5: Posicionamiento al azar.**

El usuario debe instalar el neumático a la posición deseada antes de entrar en el modo 5. Cuando la pantalla muestra un color amarillo "5", esto significa que está ahora en modo 5.

Reajustar a partir de neumático delantero derecho >> neumático trasero derecho >> neumático trasero izquierdo >> neumático frontal izquierdo con el fin de completar en modo de configuración 5.

### **1. Configuración del sensor delantero derecho (RF)**

El símbolo del neumático RF se parpadea en color verde, y la pantalla muestra "1" de color azul, significa que el neumático RF está listo para ser configurado, figura 1, mientras tanto, el usuario debe despresurizar el neumático rápidamente sobre los 0.3bar/30kPa ó 4psi dentro de los 15 segundos, hasta que haya un pitido, lo que significa que el usuario ha completado la configuración del neumático RF. Entonces el sistema procederá con la configuración del sensor del neumático RR como se muestra en la figura 2, si no es necesaria la configuración del sensor RF solo presione el botón SET para omitir el proceso.

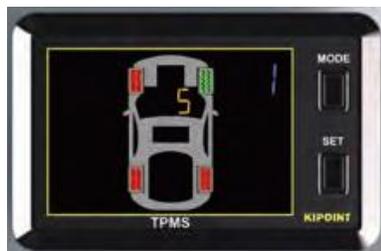


Fig. 1

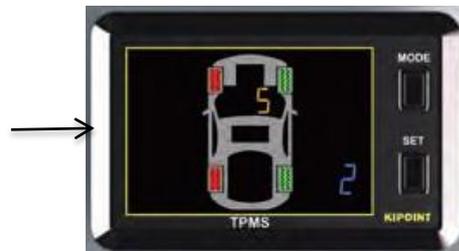


Fig.2

### **2. Configuración del sensor posterior derecho (RR)**

El símbolo del neumático RR se parpadea en color verde, y la pantalla muestra "2" de color azul, significa que el neumático RR está listo para ser configurado, figura 1, mientras tanto, el usuario debe despresurizar el neumático rápidamente sobre los 0.3bar/30kPa ó 4psi dentro de los 15 segundos, hasta que haya un pitido, lo que significa que el usuario ha completado la configuración del neumático RR. Entonces el sistema procederá con la configuración del sensor del neumático LR como se

muestra en la figura 2, si no es necesaria la configuración del sensor RR solo presione el botón SET para omitir el proceso.

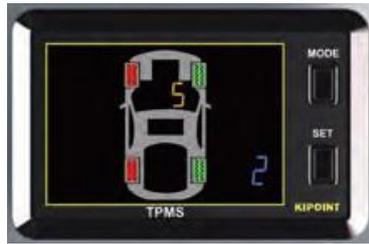


Fig. 1

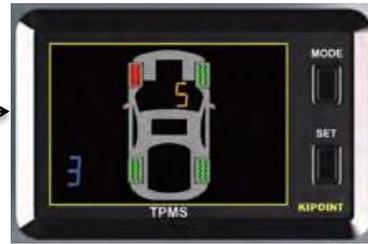


Fig.2

### 3. Configuración del sensor posterior izquierdo (LR)

El símbolo del neumático **LR** se parpadea en color verde, y la pantalla muestra "3" de color azul, significa que el neumático **LR** esta listo para ser configurado, figura 1, mientras tanto, el usuario debe despresurizar el neumático rápidamente sobre los 0.3bar/30kPa ó 4psi dentro de los 15 segundos, hasta que haya un pitido, lo que significa que el usuario a completado la configuración del neumático **LR**. Entonces el sistema procederá con la configuración del sensor del neumático **LF** como se muestra en la figura 2, si no es necesaria la configuración del sensor **LR** solo presione el botón SET para omitir el proceso.

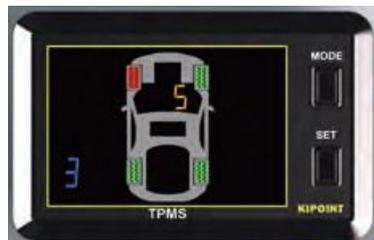


Fig. 1



Fig.2

### 4. Configuración del sensor delantero izquierdo (LF)

El símbolo del neumático **LF** se parpadea en color verde, y la pantalla muestra "4" de color azul, significa que el neumático **LF** esta listo para ser configurado, figura 1, mientras tanto, el usuario debe despresurizar el neumático rápidamente sobre los 0.3bar/30kPa ó 4psi dentro de los 15 segundos, hasta que haya un pitido, lo que significa que el usuario a completado la configuración del neumático **LF**. Entonces el sistema regresara al modo de pantalla normal, si no es necesaria la configuración

del sensor **LF** solo presione el botón SET para omitir el proceso. EL sistema procederá al modo de pantalla normal, sin ninguna modificación.



Fig.1

### **MODO 6: Reemplazo de un sensor**

El usuario debe confirmar que todos los sensores son fabricados por KIPOINT antes de realizar cualquier cambio o sustitución, si no, el usuario no podrá tener éxito la configuración o hacer que el sistema funcione con normalidad.

La pantalla mostrará No. 6 en color amarillo que significa que el sistema está en modo 6.

Elija un sensor que será sustituido a partir del neumático delantero derecho >> posterior derecho >> posterior izquierdo >> delantero izquierdo, complete la configuración en Modo 6 y regrese al modo de funcionamiento normal.

#### **1. Configuración del sensor delantero derecho (RF)**

El símbolo del neumático **RF** se parpadea en color verde, y la pantalla muestra "1" de color azul, significa que el neumático **RF** esta listo para ser configurado, figura 1, mientras tanto, el usuario debe despresurizar el neumático rápidamente sobre los 0.3bar/30kPa ó 4psi dentro de los 15 segundos, hasta que haya un pitido, lo que significa que el usuario a completado la configuración del neumático **RF**. El sistema procederá a regresar al modo de visualización normal.

Si no hay necesidad de configurar el sensor de neumáticos RF, sólo tiene que pulsar el botón SET para omitir este proceso. Luego el sistema procederá con la configuración del sensor RR como se muestra en la figura 2.



Fig. 1



Fig.2

## 2. Configuración del sensor posterior derecho (RR)

El símbolo del neumático **RR** se parpadea en color verde, y la pantalla muestra "2" de color azul, significa que el neumático **RR** esta listo para ser configurado, figura 1, mientras tanto, el usuario debe despresurizar el neumático rápidamente sobre los 0.3bar/30kPa ó 4psi dentro de los 15 segundos, hasta que haya un pitido, lo que significa que el usuario a completado la configuración del neumático **RR**. El sistema procederá a regresar al modo de visualización normal.

Si no hay necesidad de configurar el sensor de neumáticos RR, sólo tiene que pulsar el botón SET para omitir este proceso. Luego el sistema procederá con la configuración del sensor LR como se muestra en la figura 2.

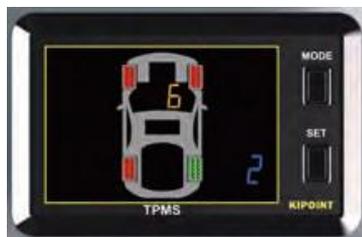


Fig. 1



Fig.2

## 3. Configuración del sensor posterior izquierdo (LR)

El símbolo del neumático LR se parpadea en color verde, y la pantalla muestra "3" de color azul, significa que el neumático LR esta listo para ser configurado, figura 1, mientras tanto, el usuario debe despresurizar el neumático rápidamente sobre los 0.3bar/30kPa ó 4psi dentro de los 15 segundos, hasta que haya un pitido, lo que significa que el usuario a completado la configuración del neumático LR. El sistema procederá a regresar al modo de visualización normal.

Si no hay necesidad de configurar el sensor de neumáticos LR, sólo tiene que pulsar el botón SET para omitir este proceso. Luego el sistema procederá con la configuración del sensor LF como se muestra en la figura 2.



Fig. 1

Fig.2

#### 4. Configuración del sensor delantero izquierdo (LF)

El símbolo del neumático LF se parpadea en color verde, y la pantalla muestra "4" de color azul, significa que el neumático LF esta listo para ser configurado, figura 1, mientras tanto, el usuario debe despresurizar el neumático rápidamente sobre los 0.3bar/30kPa ó 4psi dentro de los 15 segundos, hasta que haya un pitido, lo que significa que el usuario a completado la configuración del neumático LF. El sistema procederá a regresar al modo de visualización normal.

Si no hay necesidad de configurar el sensor de neumáticos LF, sólo tiene que pulsar el botón SET para omitir este proceso. El sistema regresara al modo de visualización normal, sin ninguna modificación.



Fig. 1

## Apéndice

bar	Unidad de Presión, 1bar=0.1N/mm <sup>2</sup>
psi	Unidad de Presión, 1psi=0.0689bar
kPa	Unidad de Presión, 1kPa=0.01bar
°C	Unidad de Temperatura, centígrado=(Fahrenheit -32) x 5/9
°F	Fahrenheit

### **KI-TP1** Problemas - Solución de problemas

Descripción de la falla	Causa posible	Pasos de solución de la falla
1. No hay respuesta después de conectar la alimentación	1. El enchufe entre la pantalla y el cable de alimentación puede estar suelto	Reconectar correctamente, entre la pantalla y el puerto USB
	2. Cable de poder defectuoso	Cambiarlo en el distribuidor
	3. Fusible defectuoso en el interior del dispositivo de visualización.	Después de la reparación por el distribuidor, debería configurarse usando el Modo 5.
2. Anormalidad visualización del numero y luz	Falla en la pantalla	Después de la reparación, debería configurarse usando el Modo 5.
3. La pantalla no recibe ninguna señal de los 4 sensores pero se visualiza E2 después de conectar la alimentación	1. Ajuste incorrecto ID en la 4 ruedas	Reajuste el ID usando el Modo 5
	2. Falla en el circuito receptor.	Después de la reparación por el distribuidor, debería configurarse usando el Modo 5.

4. No se muestra ninguna señal de 2 o mas de 3 neumáticos pero se muestra E2 cuando se conecta la alimentación	1. Configuración incorrecto del ID	Reajuste el ID usando el Modo 6
	2. Falla en el sensor del neumático	Solicite un nuevo sensor al distribuidor y configure usando el Modo 6 en orden para cambiar el ID
5. No responde el botón MODE y SET	Falla de la pantalla	Después de la reparación por el distribuidor, debería configurarse el ID usando el Modo 5.
6. La presión o temperatura se muestran equivocadamente	1. Posición incorrecta del neumático	Asegure de colocar los neumáticos en la posición correcta.
	2. Mala configuración del ID en las 4 neumáticos	Configure el ID usando el Modo 5
7. No hay sonido en la pantalla	Falla de la pantalla	Después de la reparación por el distribuidor, debería configurarse el ID usando el Modo 5.