

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCION – REY BALDUINO DE BELGICA

SISTEMA ECAS

Trabajo de titulación para optar al título de Técnico Universitario en MECANICA AUTOMOTRIZ

Alumnos:

Pablo José Paredes Navarro

José Francisco de Jesús Romero Pezoa

Profesor Guía:

Ing. Aldo Gabriel Fuentes Troncoso

2017

ÍNDICE DE MATERIAS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: SUSPENSIÓN NEUMÁTICA	5
1. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA	6
1.1. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA EN AUTOMÓVILES	7
1.1.1. ¿EN QUÉ CONSISTE?	7
1.2. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA INTEGRAL	8
1.3. COMPONENTES DE LA SUSPENSIÓN NEUMÁTICA	9
1.3.1. BRAZO MUELLE/AMORTIGUADOR	9
1.3.2. MUELLE NEUMÁTICO	10
1.3.2.1. ESTRUCTURA	10
1.3.2.2. FUNCIONAMIENTO	11
1.3.3. AMORTIGUADOR	11
1.3.3.1. ESTRUCTURA	12
1.3.3.2. FUNCIONAMIENTO	12
1.3.4. GRUPO DE ALIMENTACIÓN DE AIRE	14
1.3.4.1. FUNCIONAMIENTO	15
1.3.5. BLOQUE DE VÁLVULAS ELECTROMAGNÉTICAS	15
1.3.6. ACUMULADOR DE PRESIÓN	15
1.3.6.1. ESTRUCTURA	16
1.3.6.2. FUNCIONAMIENTO	16
1.3.7. SENSOR DE TEMPERATURA DEL COMPRESOR	16
1.3.8. SENSOR DE PRESIÓN	16
1.3.8.1. FUNCIONAMIENTO	17
1.3.9. SENSOR DE ACELERACIÓN	17
1.3.10. SENSORES DE ACELERACIÓN DE LA CARROCERÍA	18
1.3.10.1. FUNCIONAMIENTO	19
1.3.11. SENSORES DE NIVEL DEL VEHÍCULO	20
1.3.11.1. FUNCIONAMIENTO	20
1.3.12. CONCEPTO GENERAL DE REGULACIÓN	21
1.4. FUNCIONAMIENTO DE LA SUSPENSION NEUMATICA	22
1.4.1. PERIODO DE PRESURIZACIÓN	23
1.4.2. DESPRESURIZACIÓN	24
1.4.3. FUNCIÓN POSICIÓN DE BLOQUEO	24
1.5. FUNCIONES DEL SISTEMA	25
1.5.1. OPERACIONES DE FRENADO	25
1.5.2. OPERACIONES DE ARRANCADA	25
1.5.3. MODO ANTICIPADO Y MODO ACTIVO POST-MARCHA	25
1.5.4. MODO DESEXCITADO	26
1.5.5. MODO PARA ELEVADOR	26
1.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SUSPENSION NEUMATICA	26
1.6.1. VENTAJAS	26
1.6.2. DESVENTAJAS	26

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN, FUNCIONES Y CONFIGURACIONES DEL SISTEMA ECAS	29
2. DESCRIPCIÓN, FUNCIONES Y CONFIGURACIONES DEL SISTEMA ECAS	30
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ECAS Y SUS VENTAJAS	30
2.1.1. DESCRIPCIÓN	30
2.1.2. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA ECAS	31
2.2. SIGLAS DE IDENTIFICACIÓN CONSTRUCTIVA	32
2.2.1. EJEMPLO - VEHÍCULO TGX 6X2 BLL CON EJE DIRECCIONAL	32
2.3. SISTEMAS ADICIONALES AL ECAS, EFR/CDC	33
2.3.1. VENTAJAS DEL SISTEMA EFR/CDC	34
2.4. OTRAS VARIANTES DEL SISTEMA	34
2.4.1. AJUSTE DEL NIVEL NORMAL (NIVEL DE CONDUCCIÓN)	34
2.4.2. TOLERANCIAS DEL NIVEL NOMINAL	34
2.4.3. AJUSTES EN CASO DE DISTRIBUCIÓN NO UNIFORME DE CARGA EN EL VEHÍCULO	35
2.4.4. REGULADOR DE INCLINACIÓN FRENTE/ATRÁS	35
2.4.5. TIEMPOS DE ATRASO EN EL AJUSTE DE LA ALTURA	35
2.4.6. AJUSTE DE ALTURA DURANTE EL PROCESO DE FRENADO	35
2.4.7. AJUSTE DE ALTURA DESPUÉS DEL INICIO DE LA CONDUCCIÓN DEL VEHÍCULO	35
2.4.8. AJUSTE DE LA ALTURA DEL REMOLQUE	35
2.5. FUNCIONES DEL SISTEMA ECAS	36
2.5.1. LÍMITES DE ALTURA	36
2.5.2. LÍMITE SUPERIOR DE ALTURA	36
2.5.3. LÍMITE INFERIOR DE ALTURA	36
2.5.4. ESTABILIZACIÓN TRANSVERSAL	37
2.5.5. DIAGNÓSTICO ECAS 2 CON EL MAN-CATS II	38
2.5.6. CALIBRACIÓN	38
2.5.7. MANDO DE LOS EJES	39
2.5.8. INDICACIÓN DE CARGA SOBRE EL EJE (OPCIONAL)	39
2.5.9. ACCIONAMIENTO DE GRÚA CON SUSPENSIÓN NEUMÁTICA ECAS	39
2.5.10. ACCIONAMIENTO DE BASCULANTES, CON SUSPENSIÓN NEUMÁTICA ECAS	40
2.5.11. FUNCIONAMIENTO EN ESPERA (STAND-BY)	40
2.5.12. MECANISMO AUXILIAR DE SALIDA	40
2.6. CONFIGURACIONES DEL SISTEMA	41
2.6.1. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA PARCIAL 4X2 - FAMILIA TG	41
2.6.1.1. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES	41
2.6.2. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA PARCIAL 4X2, 4X4, 6X4 E 8X4 - FAMILIA TG	42
2.6.2.1. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES	42
2.6.3. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA PARCIAL 4X2 CON 3 CANALES - FAMILIA TG	43
2.6.3.1. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES	44
2.6.4. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA TOTAL 6X2 CON 3 CANALES Y GRÚA - FAMILIA TG	45
2.6.4.1. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES	45

CAPÍTULO 3: COMPONENTES DEL SISTEMA ECAS	49
3. COMPONENTES DEL SISTEMA ECAS	50
3.1. MÓDULO ELECTRÓNICO DE CONTROL (WABCO) (A143)	50
3.1.1. FUNCIONES DEL MÓDULO ECAS	51
3.1.2. FUNCIONES ADICIONALES DE LA UNIDAD DE CONTROL	51
3.1.3. DATOS TÉCNICOS	52
3.2. INTERRUPTOR ECAS - NIVEL I Y II (S956)	53
3.2.1. ESQUEMA ELÉCTRICO	54
3.2.2. DATOS TÉCNICOS	54
3.3. INTERRUPTOR DEL PANEL PARA BAJAR O ALZAR EL EJE AUXILIAR EN UN 100% (S954)	54
3.4. ALIVIO DEL EJE AUXILIAR DE AVANCE (EJE NO ELEVABLE)	55
3.5. ALZAR EL EJE AUXILIAR DEL AVANCE (EJE ELEVABLE)	55
3.6. BAJAR EL EJE AUXILIAR DE AVANCE (EJE ELEVABLE)	55
3.7. INTERRUPTOR DEL PANEL PARA BAJAR O ALZAR EL EJE AUXILIAR EN UN 30% (S267)	55
3.8. MECANISMO AUXILIAR DE ARRANQUE	56
3.9. ACTUACIÓN DE LAS VÁLVULAS SOLENOIDE (Y161 E Y162)	57
3.9.1. ESTRUCTURA	58
3.9.2. FUNCIONAMIENTO	59
3.9.2.1. ALTURA DEL VEHÍCULO ESTABILIZADA EN LA POSICIÓN FINAL	59
3.9.2.2. AUMENTANDO LA ALTURA DEL VEHÍCULO	60
3.9.2.3. DISMINUYENDO LA ALTURA DEL VEHÍCULO	61
3.9.3. CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL CONECTOR	63
3.10. VÁLVULA SOLENOIDE DE LAS BOLSAS DE AIRE DE LA SUSPENSIÓN (Y132)	63
3.10.1. ESTRUCTURA	64
3.10.2. FUNCIONAMIENTO	64
3.10.2.1. ALTURA DEL VEHÍCULO ESTABILIZADO EN LA POSICIÓN FINAL	64
3.10.2.2. AUMENTANDO LA ALTURA DEL VEHÍCULO	65
3.10.2.3. DISMINUYENDO LA ALTURA DEL VEHÍCULO	66
3.10.3. CONEXIONES ELÉCTRICAS DE LOS CONECTORES	68
3.11. VÁLVULA SOLENOIDE DE LAS BOLSAS DE AIRE DE LA SUSPENSIÓN DEL EJE DE TRACCIÓN Y DEL EJE AUXILIAR CON SUSPENSOR (Y161)	69
3.11.1. ESTRUCTURA	69
3.11.2. FUNCIONAMIENTO	70
3.11.2.1. ALTURA DEL VEHÍCULO ESTABILIZADO EN LA POSICIÓN FINAL (BLOQUE 1)	70
3.11.2.2. AUMENTANDO LA ALTURA DEL VEHÍCULO (BLOQUE 1)	71

3.11.2.3.DISMINUYENDO LA ALTURA DEL VEHÍCULO (BLOQUE 1)	72
3.11.2.4.POSICIÓN DEL VEHÍCULO CON EL EJE AUXILIAR REBAJADO (BLOQUE 2)	73
3.11.2.5.POSICIÓN DEL VEHÍCULO CON EL EJE AUXILIAR LEVANTANDO (BLOQUE 2)	74
3.11.2.6.VEHÍCULO CON EL EJE AUXILIAR LEVANTADO EN UN 30% (AUXILIO DE ARRANQUE) (BLOQUE 2)	75
3.11.3. CONEXIONES ELÉCTRICAS DE LOS CONECTORES	77
3.12. SENSOR INDUCTIVO DE ALTURA (G74)	78
3.12.1. ESTRUCTURA	78
3.12.2. FUNCIONAMIENTO	79
3.13. SENSOR DEL ÁNGULO DE ROTACIÓN (B310)	81
3.13.1. FUNCIONAMIENTO	82
3.14. SENSOR DE PRESIÓN (ECAS CAN III) (G57.302)	83
3.15. MANDO A DISTANCIA DE LA SUSPENSIÓN (A221)	84
3.15.1. FUNCIONAMIENTO	85
3.15.1.1.SUBIR	85
3.15.1.2.BAJAR	86
3.15.1.3.NIVEL DE CONDUCCIÓN	86
3.15.1.4.INTERRUPCIÓN	86
3.15.1.5.NIVELES DE MEMORIA	86
3.15.1.6.NIVELES DE MEMORIA FUNCIONAMIENTO EN STAND-BY	87
3.15.1.7.DESCONEXIÓN DEL MANDO A DISTANCIA	87
3.15.1.8.ACCIONAMIENTO SIMULTÁNEO DE DIVERSAS TECLAS	87
3.15.2. CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL CONECTOR DEL CONTROL	88
CAPÍTULO 4: CALIBRACIÓN, DIAGRAMAS Y CIRCUITOS DEL SISTEMA ECAS	91
4. CALIBRACIÓN, DIAGRAMAS Y CIRCUITOS DEL SISTEMA ECAS	92
4.1. CALIBRACIÓN	92
4.1.1. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	92
4.1.2. AJUSTE DEL NIVEL DE CONDUCCIÓN (NIVEL NORMAL)	93
4.1.3. AJUSTE DE NIVEL DE LOS TOPES SUPERIORES	93
4.1.4. AJUSTE DE NIVEL DE LOS TOPES INFERIORES	93
4.1.5. FINALIZAR LA CALIBRACIÓN	93
4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PÓRTICOS NEUMÁTICOS ECAS	94
4.2.1. ECAS 4X2	94
4.2.2. ECAS 6X2 CON EJE AUXILIAR DE AVANCE O ARRASTRE	95
4.2.3. ECAS 6X2 CON EJE AUXILIAR DE AVANCE O ARRASTRE	96
4.3. DIAGRAMAS Y CIRCUITOS ECAS	98
4.3.1. VEHÍCULO 4X2 FLL	98
4.3.1.1. SIGLA - VEHÍCULO 4X2 FLL	99
4.3.2. VEHÍCULO 6X2 FNLL TGS/TGX	100
4.3.2.1. SIGLA - VEHÍCULO 6X2 FNLL TGS/TGX	100

4.3.3.	CIRCUITO NEUMÁTICO - VEHÍCULO TG 4X2 BL	102
4.3.4.	CIRCUITO NEUMÁTICO - VEHÍCULO TG 4X2 BLL	103
4.3.5.	CIRCUITO NEUMÁTICO – VEHÍCULO TG 6X2 LLL (CON SUSPENSOR)	104
4.3.6.	CIRCUITO NEUMÁTICO - VEHÍCULO TG 6X2 BLL (CON EJE AUXILIAR DIRECCIONAL)	105
CAPÍTULO 5: MANTENIMIENTO Y COSTOS		105
5.	MANTENIMIENTO Y COSTOS	107
5.1.	MANTENIMIENTO EN SUSPENSIÓN NEUMÁTICA ECAS	107
5.2.	CAMBIO DE SENSOR DEL ÁNGULO DE ROTACIÓN Y SENSOR DE PRESIÓN DEL SISTEMA	108
5.2.1.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL CAMBIO DE SENSOR DEL ÁNGULO DE ROTACIÓN	108
5.2.3.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL CAMBIO DEL SENSOR DE PRESIÓN DE SISTEMA	110
5.3.	COSTOS	111
5.3.1	COSTO DE REPUESTOS	111
5.3.2.	COSTO DE SERVICIOS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Tipos de oscilaciones que intervienen en el vehículo.....	6
Figura 1-2	Suspensión del vehículo.....	7
Figura 1-3	Componentes de la suspensión neumática de un Audi A8.	8
Figura 1-4	Brazo Muelle/Amortiguador neumático delantero.	9
Figura 1-5	Brazo Muelle/Amortiguador neumático trasero.	10
Figura 1-6	Estructura de un muelle neumático.....	11
Figura 1-7	Esquemas de amortiguadores de gas presurizado monotubo y bitubo.	12
Figura 1-8	Esquema de funcionamiento del amortiguador neumático.....	13
Figura 1-9	Grupo de alimentación de aire.	14
Figura 1-10	Bloque de válvulas electromagnéticas.....	15
Figura 1-11	Acumulador de presión.....	16
Figura 1-12	Funcionamiento sensor de presión.....	17
Figura 1-13	Sensor de aceleración.....	18
Figura 1-14	Ubicación sensor de aceleración de la carrocería.	18
Figura 1-15	Funcionamiento del sensor de aceleración de la carrocería en estado de reposo.....	19
Figura 1-16	Funcionamiento sensor de aceleración de la carrocería en estado acelerado.	20
Figura 1-17	Ubicación sensor de nivel del vehículo.	20
Figura 1-18	Operación de cambio de nivel del vehículo.....	21
Figura 1-19	Esquema neumático de la suspensión.....	23
Figura 1-20	Funcionamiento del circuito neumático en el periodo de “Presurización”. 24	
Figura 1-21	Funcionamiento del circuito neumático en periodo de “Despresurización”.	24
Figura 1-22	Vehículo en operación de frenado.	25
Figura 2-1	Circuito de regulación.....	30
Figura 2-2	Vista lateral de una suspensión neumática común, en camiones.....	31
Figura 2-3	Modelos de camiones de MAN, TGX, y TGS.....	32
Figura 2-4	Amortiguador electrónico.....	33
Figura 2-5	Límite superior de altura.....	36
Figura 2-6	Límite inferior de altura.....	37
Figura 2-7	Sensor de altura.....	37
Figura 2-8	Calibración mediante MAN-cats II.....	38
Figura 2-9	MAN-cats II.....	38
Figura 2-10	Eje trasero vehículo 6x2. Eje tractivo y eje auxiliar con mecanismo alzador.	39
Figura 2-11	Ejemplo de activación del mecanismo auxiliar de salida.	40
Figura 2-12	Esquema de suspensión neumática parcial, de un vehículo 4x2 del tipo TG.	41
Figura 2-13	Esquema de suspensión neumática parcial 4x2, 4x4, 6x4 y 8x4, del tipo TG.	42
Figura 2-14	Esquema de suspensión neumática parcial 4x2 con 3 canales, del tipo TG.	43
Figura 2-15	Esquema de suspensión neumática total 6x2 con 3 canales y grúa, del tipo TG.	45
Figura 3-1	Ubicación módulo electrónico de control.....	50
Figura 3-2	Conectores módulo electrónico de control.	51
Figura 3-3	Módulo electrónico de control.....	52
Figura 3-4	Interruptor ECAS Nivel I/II.....	53
Figura 3-5	Esquema eléctrico interruptor ECAS Nivel I/II.....	54
Figura 3-6	Interruptor del panel para bajar o alzar el eje auxiliar en un 100%.	54
Figura 3-7	Interruptor mecanismo auxiliar de arranque.	56
Figura 3-8	Válvulas solenoide Y161, Y162.	57
Figura 3-9	Ubicación del bloque de válvulas solenoide.....	58

Figura 3-10	Detalles constructivos conjunto válvula solenoide/sistema neumático.	58
Figura 3-11	Esquema eléctrico bloque de válvulas solenoide.....	59
Figura 3-12	Altura del vehículo estabilizada en la posición final, válvulas solenoide Y161, Y162.....	60
Figura 3-13	Aumento de la altura del vehículo, válvulas solenoide Y161, Y162.....	61
Figura 3-14	Disminuyendo la altura del vehículo, válvulas solenoide Y161, Y162.....	62
Figura 3-15	Conexiones eléctricas del conector de las válvulas solenoide Y161, Y162.	63
Figura 3-16	Válvula solenoide de las bolsas de aire de la suspensión.	63
Figura 3-17	Esquema eléctrico válvula solenoide Y132.....	64
Figura 3-18	Altura del vehículo estabilizada en la posición final, válvula solenoide Y132.....	65
Figura 3-19	Aumento de la altura del vehículo, válvula solenoide Y132.....	66
Figura 3-20	Disminuyendo la altura del vehículo, válvula solenoide Y132.	67
Figura 3-21	Conexiones eléctricas de los conectores de la válvula solenoide Y132.	68
Figura 3-22	Válvula solenoide de las bolsas de aire de la suspensión del eje de tracción y del eje auxiliar con suspensor.	69
Figura 3-23	Esquema eléctrico válvula solenoide Y161.	69
Figura 3-24	Altura del vehículo estabilizado en la posición final (Bloque 1) válvula solenoide Y161.	70
Figura 3-25	Aumentando la altura del vehículo (Bloque 1) válvula solenoide Y161. ...	71
Figura 3-26	Disminuyendo la altura del vehículo (Bloque 1) válvula solenoide Y161. 72	
Figura 3-27	Posición del vehículo con el eje auxiliar rebajado (Bloque 2) válvula solenoide Y161.	73
Figura 3-28	Posición del vehículo con el eje auxiliar levantando (Bloque 2) válvula solenoide Y161.	74
Figura 3-29	Vehículo con el eje auxiliar levantado en un 30% (Bloque 2), posición inicial, válvula solenoide Y161.	75
Figura 3-30	Vehículo con el eje auxiliar levantado en un 30% (Bloque 2), posición final, válvula solenoide Y161.	76
Figura 3-31	Conexiones eléctricas de los conectores de la válvula solenoide Y161.	77
Figura 3-32	Sensor inductivo de altura.....	78
Figura 3-33	Estructura sensor inductivo de altura.....	78
Figura 3-34	Forma del sensor inductivo de altura.	80
Figura 3-35	Ubicación de un sensor inductivo de altura, eje trasero.	80
Figura 3-36	Sensor del ángulo de rotación y ubicación en el vehículo.....	81
Figura 3-37	Esquema sensor del ángulo de rotación.....	81
Figura 3-38	Funcionamiento sensor del ángulo de rotación.....	82
Figura 3-39	Curva característica sensor del ángulo de rotación.....	82
Figura 3-40	Sensor de presión del sistema.	83
Figura 3-41	Circuito de conexión del sensor y gráfico de presión.....	83
Figura 3-42	Mando a distancia de la suspensión neumática mixta (izquierda), y suspensión neumática completa (derecha).....	84
Figura 3-43	Conexiones eléctricas del conector del control de mando.	88
Figura 4-1	Diagrama eléctrico vehículo 4X2 FLL.	98
Figura 4-2	Diagrama eléctrico vehículo 6X2 FNLL TGS/TGX.	100
Figura 4-3	Circuito neumático vehículo TG 4X2 BL.....	102
Figura 4-4	Circuito neumático vehículo TG 4X2 BLL.	103
Figura 4-5	Circuito neumático vehículo TG 6X2 LLL con suspensor.....	104
Figura 4-6	Circuito neumático vehículo TG 6X2 BLL con eje auxiliar direccional. 105	
Figura 5-1	Camión 8x4 TGX 41.540.....	108
Figura 5-2	Sensor del ángulo de rotación.....	108
Figura 5-3	Ubicación sensor del ángulo de rotación.	109
Figura 5-4	MAN-cats II.....	109
Figura 5-5	Calibración mediante MAN-cats II.....	110
Figura 5-6	Sensor de presión del sistema.	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Componentes del amortiguador neumático.	13
Tabla 1-2	Componentes grupo de alimentación de aire.	14
Tabla 1-3	Componentes esquema neumático de la suspensión.....	23
Tabla 2-1	Componentes circuito de regulación.....	30
Tabla 2-2	Ejemplo de un vehículo TGX 6x2 BLL con eje direccional.	32
Tabla 3-1	Datos técnicos módulo electrónico de control.	52
Tabla 3-2	Datos técnicos interruptor ECAS Nivel I/II.....	54
Tabla 3-3	Especificación conexiones eléctricas del conector de las válvulas solenoide Y161, Y162.....	63
Tabla 3-4	Especificación conexiones eléctricas del bloque 1 del conector de la válvula solenoide Y132.	68
Tabla 3-5	Especificación conexiones eléctricas del bloque 2 del conector de la válvula solenoide Y132.	68
Tabla 3-6	Especificación conexiones eléctricas del bloque 1 del conector de la válvula solenoide Y161.	77
Tabla 3-7	Especificación conexiones eléctricas del bloque 2 del conector de la válvula solenoide Y161.	77
Tabla 3-8	Componentes estructura sensor inductivo de altura.	79
Tabla 3-9	Descripción de cada tecla del control de mando ECAS.	84
Tabla 3-10	Descripción Pin de conexión, conector del control de mando.....	88
Tabla 4-1	Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 4x2.	94
Tabla 4-2	Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.	95
Tabla 4-3	Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.	96
Tabla 4-4	Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.	96
Tabla 4-5	Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.	96
Tabla 4-6	Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.	97
Tabla 4-7	Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.	97
Tabla 4-8	Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.	97

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

ABS	:	Antilock Brake System
ALB	:	Automatisch Lastabhängige Bremskraftregelung
CAN	:	Controlled Area Network
CDC	:	Continuous Damping Control
EBS	:	Electronic Brakeforce System
ECAS	:	Electronically Controlled Air Suspension
ECM	:	Electronic Module Control
EDC	:	Electronic Diesel Control
EFR	:	Elektronisch Fahrwerks Regelung
ESP	:	Elektronisches Stabilitätsprogramm
KWP	:	Key Word Protocol
LED	:	Light Emitting Diode
MAN SE	:	Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg SE
NTC	:	Negative Temperature Coefficient
PIN	:	Personal Identification Number
T-CAN	:	Traction - Controlled Area Network
WABCO	:	Westinghouse Air Brake Company

SIMBOLOGÍA

A	:	Amper
bar	:	Bar
°C	:	Grados Celsius
h	:	Hora
Hz	:	Hertz
km	:	Kilómetro
l	:	Litro
mA	:	Mili Amper
mm	:	Milímetro
s	:	Segundo
µs	:	Micro segundo
v	:	Velocidad
V	:	Volt
W	:	Watt

INTRODUCCIÓN

La suspensión neumática consiste en el aprovechamiento de las propiedades del aire sometido a presión, el propósito de ésta es la de mantener el vehículo a una altura correcta, o también llamada nominal, y para lograrlo el compresor impulsa el aire hacia un fuelle flexible, que levanta o baja así el chasis desde el eje, a la altura nominal.

La compañía WABCO, es un proveedor estadounidense de sistemas electrónicos de automatización de frenado, estabilidad, suspensión y transmisión para vehículos comerciales pesados, y entre sus sistemas, creó el “control electrónico de la suspensión neumática”. Al ser WABCO un proveedor de sistemas, lo ofrece a distintas compañías, las cuales las modifican según sus requerimientos.

En este trabajo de título daremos a conocer el sistema ECAS, que es el nombre otorgado por la compañía alemana de vehículos “MAN SE”. Básicamente el sistema ECAS además de recibir la señal de los sensores para inflar o desinflar los fuelles neumáticos, el conductor puede tener cierto control sobre la regulación de nivel que defina necesaria o que estipule como un nivel nominal, e incluso posee la opción de memorizar uno o dos niveles diferentes.

OBJETIVOS

El objetivo principal es:

- Analizar el funcionamiento del control electrónico de la suspensión neumática, y dar a conocer todos los componentes de éste sistema.

Y los objetivos específicos son:

- Dar a conocer los sistemas adicionales, funciones y las distintas configuraciones que posee del sistema ECAS.
- Comprender el funcionamiento de cada componente del sistema.

CAPÍTULO 1: SUSPENSIÓN NEUMÁTICA

1. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA

Al circular el vehículo, actúan en este, fuerzas e impactos externos que causan movimientos y oscilaciones en dirección de los tres ejes espaciales del vehículo, los que son longitudinal, transversal y vertical.

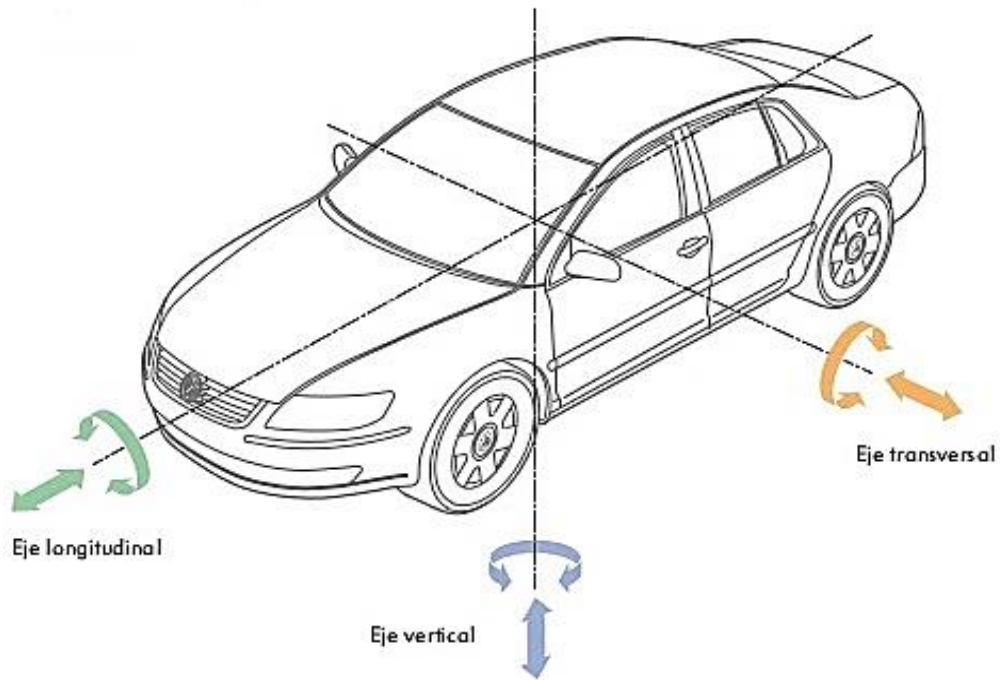


Figura 1-1 Tipos de oscilaciones que intervienen en el vehículo.

Estableciendo un tarado adecuado entre el sistema de muelle y el sistema de amortiguación de oscilaciones, se logra optimizar su efecto sobre el confort y la seguridad de conducción, así como sobre la fiabilidad de funcionamiento del vehículo.

En el caso de la suspensión del vehículo se puede diferenciar básicamente entre el sistema de muelle y el de amortiguación. La misión de ambos sistemas es interceptar las fuerzas que intervienen, degradarlas y, en lo posible, mantenerlas alejadas de la carrocería del vehículo.

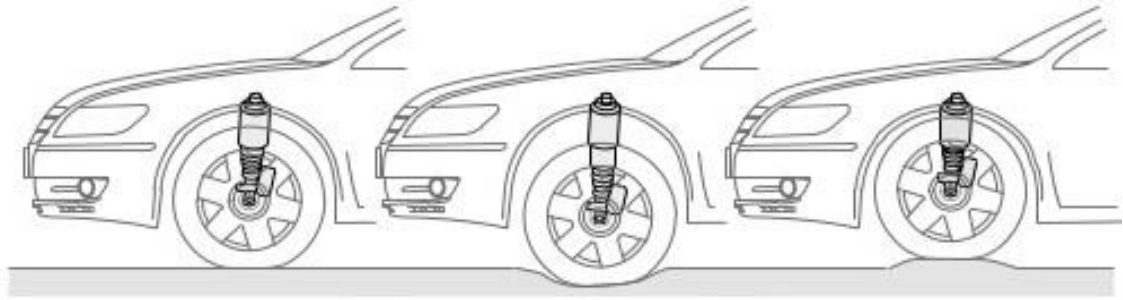


Figura 1-2 Suspensión del vehículo.

1.1. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA EN AUTOMÓVILES

1.1.1. ¿En qué consiste?

La suspensión neumática reemplaza los muelles por un fuelle o cojín inflables. En este caso ya no hay un contacto mecánico directo en sentido vertical entre las ruedas y el habitáculo, por lo que las vibraciones de la carretera son absorbidas por los cojines. En consecuencia, el vehículo gana confort, más seguridad de marcha, mayor estabilidad del vehículo y reducción de vibraciones, entre otras cosas.

Este tipo de suspensión se está utilizando desde hace pocos años sobre todo en vehículos de alta gama. La suspensión neumática basa su funcionamiento en las propiedades que ofrece el aire sometido a presión.

La suspensión neumática permite:

- Adaptar la carrocería a distintas alturas en función de las necesidades de marcha.
- Adaptar la suspensión y la amortiguación a la situación de la calzada y a la forma de conducir.

La suspensión neumática ofrece la posibilidad de regular la altura del chasis. El conductor puede elegir entre diversos programas predefinidos, que van desde un modo confort hasta uno sport. El modo confort se adapta a los baches limitando la amortiguación a bajas velocidades y el modo sport baja la altura del vehículo (alrededor de 20 milímetros, dependiendo del modelo) y la amortiguación se vuelve más firme. Para ser más específicos, este tipo de suspensión baja automáticamente la carrocería a altas velocidades (en torno a los 120 km/h) para mejorar la estabilidad y la aerodinámica (el ahorro de combustible compensa el consumo que conlleva el uso del compresor de aire).

Se caracteriza por su elevada flexibilidad, notable capacidad de amortiguación de las vibraciones y por la autorregulación del sistema que permite mantener constante la

distancia entre el chasis y la superficie de carretera independientemente de la carga presente en el vehículo.

La suspensión neumática es un sistema complejo y de costo elevado, ya que integra numerosos componentes y necesita de una instalación de aire comprimido para su funcionamiento. Esta suspensión es muy utilizada en vehículos industriales (autobuses y camiones en su mayoría).

La suspensión neumática se puede aplicar tanto en el eje trasero o integral a las cuatro ruedas. Con esta suspensión se puede variar la altura de la carrocería manual o automáticamente en función de la velocidad, de las características de la calzada y el estilo de conducción. Se conecta o desconecta la suspensión en los brazos telescópicos con un volumen de aire adicional.

Para efecto de análisis de componentes de la suspensión neumática, se tomará como ejemplo el caso de un vehículo Audi A8

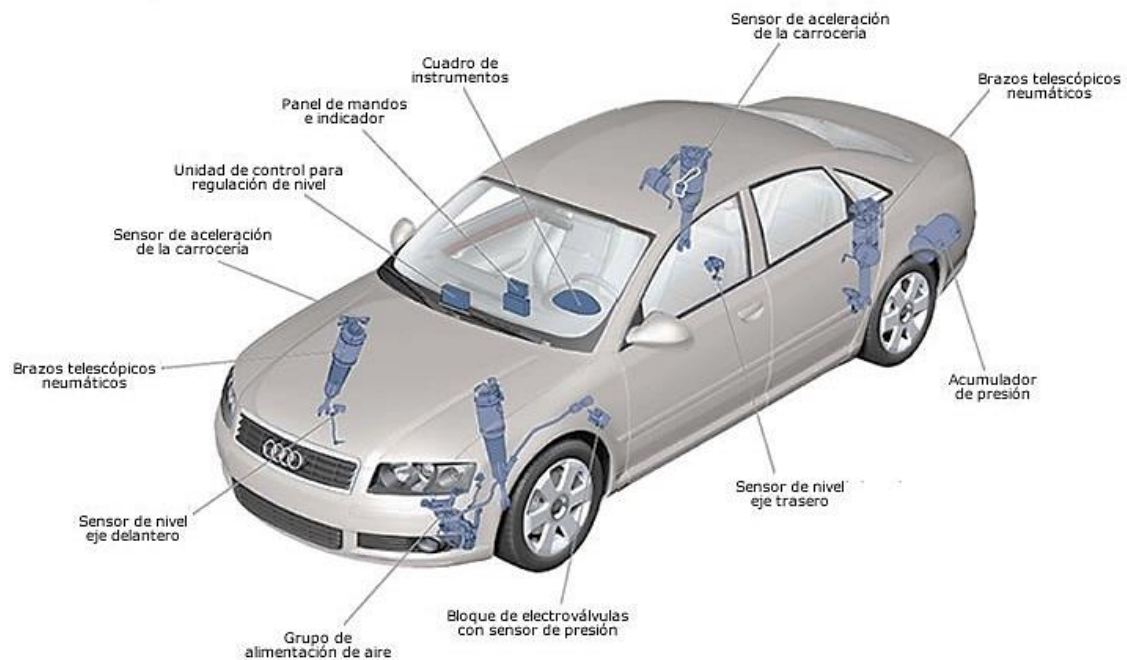


Figura 1-3 Componentes de la suspensión neumática de un Audi A8.

1.2. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA INTEGRAL

Esta suspensión se aplica a las cuatro ruedas, mantiene la altura del vehículo a un valor teórico constante mediante un sistema de amortiguación neumática en el eje delantero y en el eje trasero, independiente de la carga. La distancia entre el eje y la

carrocería es determinada por cuatro sensores de altura llamados transmisores de nivel del vehículo.

En el caso de existir diferencias con respecto al valor teórico, mediante el compresor y las electroválvulas de suspensión se varían el volumen de aire en el muelle neumático, que vuelve a regular la altura de la carrocería hasta alcanzar el valor teórico.

1.3. COMPONENTES DE LA SUSPENSIÓN NEUMÁTICA

1.3.1. Brazo muelle/amortiguador

Es el conjunto formado por un muelle neumático y un amortiguador que se utiliza en vehículos livianos con suspensión neumática.

El esquema de los brazos telescópicos señalado en las figuras corresponde al módulo de un muelle neumático en azul, y al módulo del amortiguador en verde.

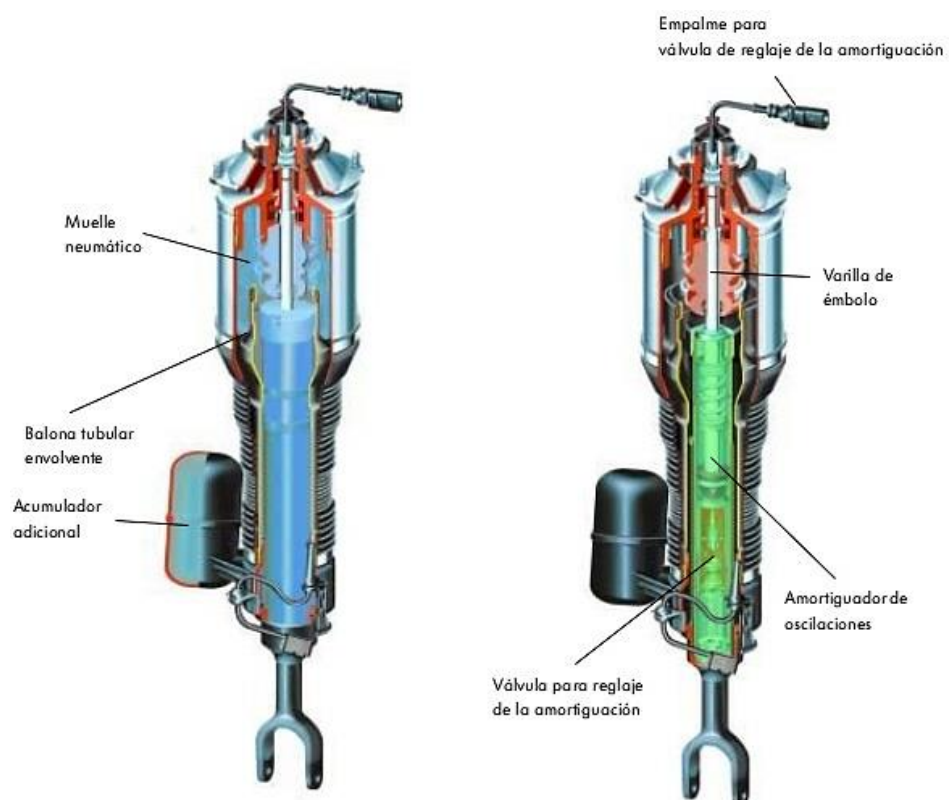


Figura 1-4 Brazo Muelle/Amortiguador neumático delantero.

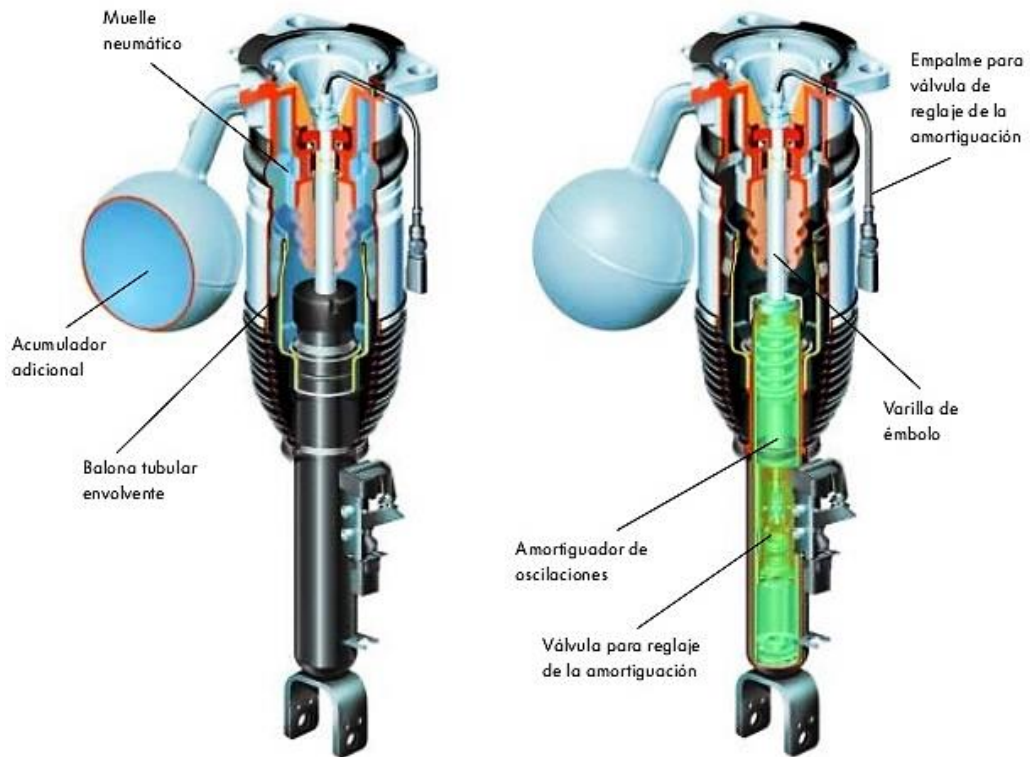


Figura 1-5 Brazo Muelle/Amortiguador neumático trasero.

1.3.2. Muelle neumático

El muelle neumático sustituye al muelle de las suspensiones mecánicas convencionales y su función principal es nivelar la carrocería del vehículo.

1.3.2.1. Estructura

El muelle neumático es una versión guiada exteriormente, es decir, que va abrazada por un cilindro de aluminio. Para evitar la penetración de humedad entre el cilindro y la balona hay un manguito de junta que cierra la zona entre el émbolo de desarrollo de la balona y el cilindro. El manguito de junta puede ser sustituido; la balona no es sustituible por separado. En caso de avería se tiene que sustituir el brazo muelle/amortiguador completo.

Para establecer la mayor capacidad útil posible en el maletero, con una anchura óptima para efectos de carga, se procede a limitar a una cota mínima el diámetro de las balonas en el eje trasero. Para satisfacer las exigencias de confort se requiere un volumen mínimo de aire. La solución de este conflicto entre objetivos consiste en integrar un depósito para un volumen de aire adicional, comunicado con el amortiguador.

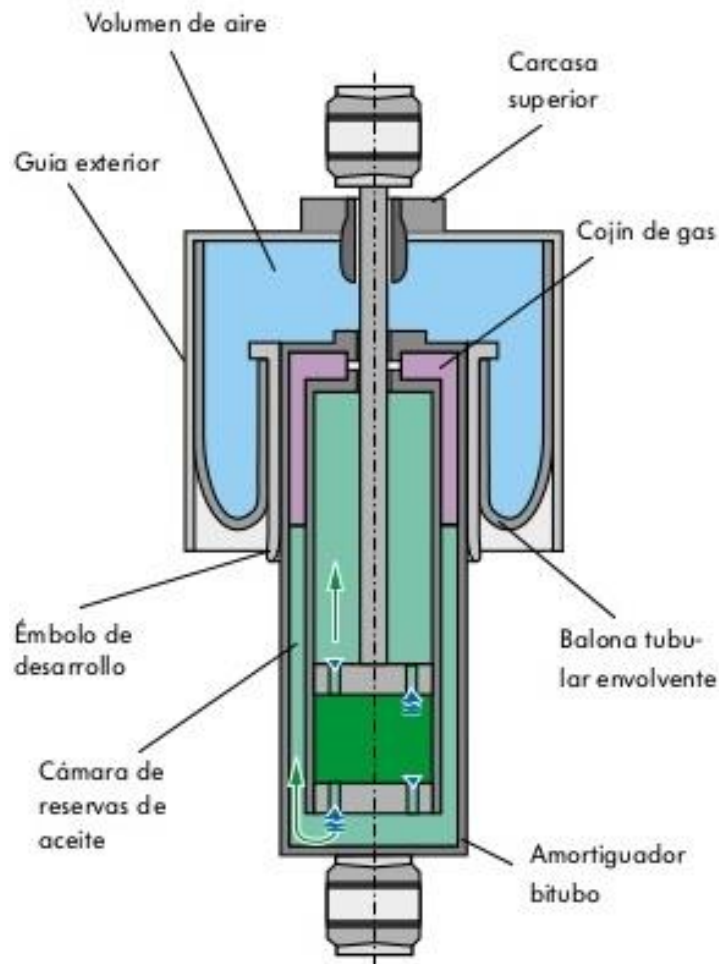


Figura 1-6 Estructura de un muelle neumático.

1.3.2.2. Funcionamiento

Muelle neumático, no sólo viene a sustituir al muelle de acero; en comparación con éste ofrece también ventajas esenciales. El nuevo guiado exterior del muelle neumático por medio de un cilindro de aluminio permite reducir el espesor de pared de la balona. Esto se traduce a una respuesta más suave a las irregularidades del terreno.

1.3.3. Amortiguador

Consiste en una suspensión de reglaje continuo de la amortiguación, para ello se utilizan amortiguadores de tarado variable a través de unas electroválvulas que controlan el paso del aceite.

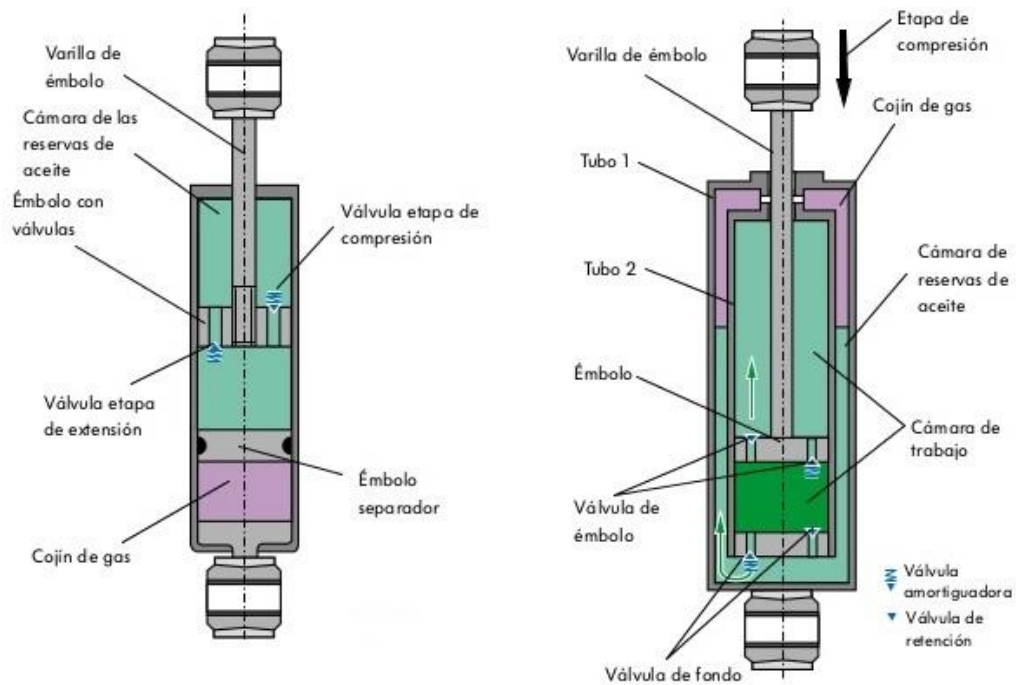


Figura 1-7 Esquemas de amortiguadores de gas presurizado monotubo y bitubo.

1.3.3.1. Estructura

Se monta un amortiguador bitubo de gas presurizado con reglaje eléctrico continuo (continuous damping control = amortiguador CDC). La válvula amortiguadora principal (3) en el émbolo (1) es pretensada mecánicamente por un muelle (4). Sobre la válvula está dispuesta una bobina electromagnética (5); el cable de conexión pasa hacia fuera a través de la varilla de émbolo hueca.

1.3.3.2. Funcionamiento

El amortiguador es el encargado de absorber las vibraciones y movimientos verticales a causa del terreno. En ellos se instala el dispositivo que controla la altura de la suspensión.

La fuerza de amortiguación viene determinada esencialmente por la resistencia que oponen las válvulas al flujo del aceite interno. Cuanto mayor es la resistencia al flujo del aceite que las traspasa, tanto mayor es la fuerza de amortiguación.

Principio de funcionamiento tomando como ejemplo la etapa de contracción (amortiguación en etapa de compresión). La unidad de émbolo (1) completa se desplaza hacia abajo en el tubo cilíndrico (2), a una velocidad (v). La presión del aceite aumenta en la cámara bajo la válvula amortiguadora principal (3). La bobina electromagnética (5) recibe corriente. La fuerza electromagnética (FM) actúa en contra de la fuerza de muelle (FF) y la contrarresta parcialmente.

Si la suma de la fuerza electromagnética y la fuerza de la presión del aceite (F_M+FP) supera a la fuerza de muelle (FF) se genera una fuerza resultante (FR), a través de la cual se produce la apertura de la válvula. La magnitud de la fuerza electromagnética es regulable en función de la intensidad de corriente eléctrica aplicada. Cuanto mayor es la intensidad de la corriente, tanto menor es la resistencia al flujo y la fuerza de amortiguación.

La fuerza de amortiguación máxima viene dada cuando se deja de excitar la bobina electromagnética. Para obtener la menor fuerza de amortiguación se aplica una corriente de aprox. 1.800 mA a la bobina electromagnética.

En la función de emergencia no se excita eléctricamente la bobina electromagnética. En ese caso queda ajustada la fuerza de amortiguación máxima, con lo cual se establecen unas condiciones dinámicas fiables.

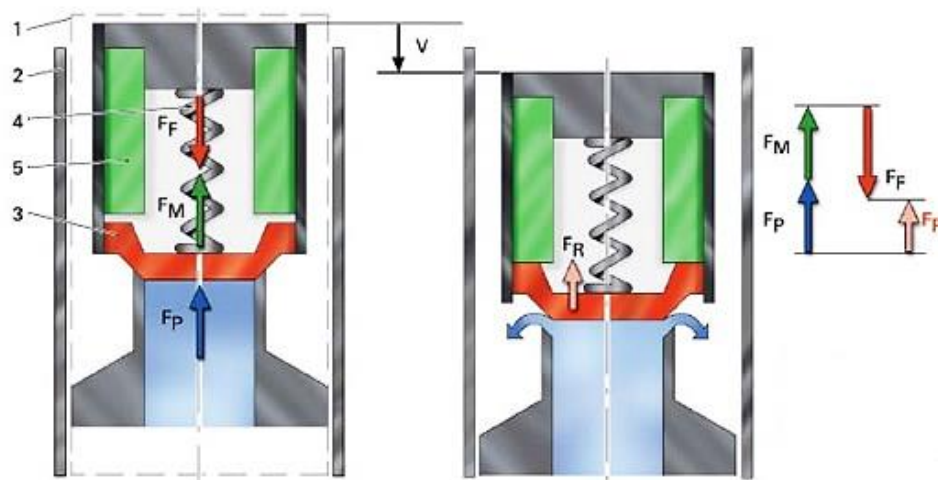


Figura 1-8 Esquema de funcionamiento del amortiguador neumático.

Tabla 1-1 Componentes del amortiguador neumático.

1	Émbolo
2	Cilindro
3	Válvula Amortiguadora
4	Muelle
5	Bobina electromagnética
FM	Fuerza electromagnética
FP	Fuerza de presión del aceite
FF	Fuerza del muelle
FR	Fuerza resultante

1.3.4. Grupo de alimentación de aire

El grupo de alimentación de aire es una unidad compacta que se instala en la parte delantera izquierda del vano motor. De esta forma se evitan influencias negativas en las condiciones acústicas del habitáculo. Asimismo se puede realizar así una refrigeración más eficaz. Esto aumenta la posible duración de la conexión para el compresor y la calidad de la regulación.

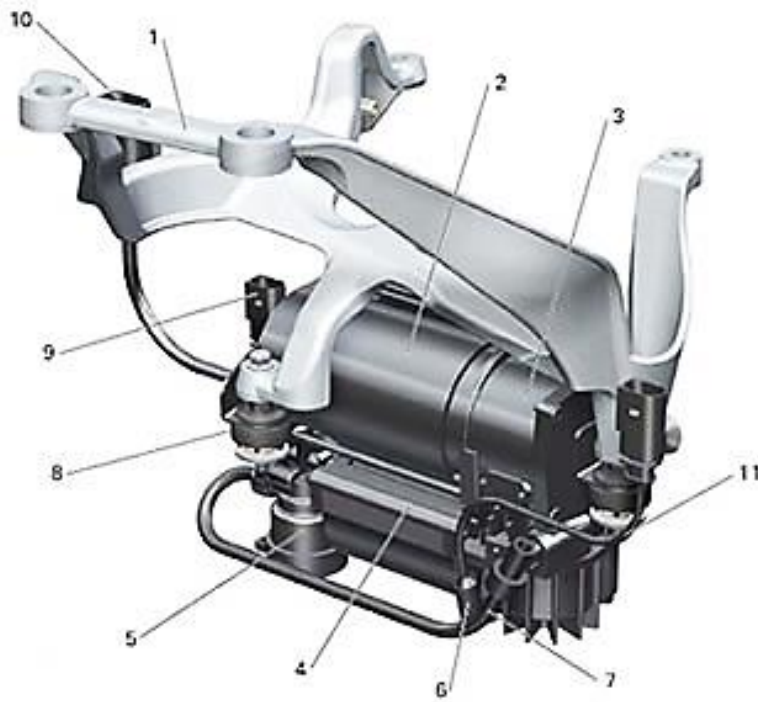


Figura 1-9 Grupo de alimentación de aire.

Tabla 1-2 Componentes grupo de alimentación de aire.

1	Soporte
2	Motor eléctrico
3	Compresor
4	Deshidratador de aire
5	Válvula de descarga neumática
6	Sensor de temperatura
7	Conducto de aspiración y descarga
8	Empalme de aire comprimido hacia el bloque de válvulas electromagnéticas
9	Conexión hacia la electroválvula de descarga
10	Conexión de tensión a bordo 12V
11	Conexión sensor térmico

1.3.4.1. Funcionamiento

Para proteger el compresor contra un posible sobrecalentamiento se procede a desactivarlo si es necesario (temperatura excesiva en la culata). La presión estática máxima del sistema es de 16 bares.

1.3.5. Bloque de válvulas electromagnéticas

El bloque de válvulas electromagnéticas incluye el sensor de presión, las válvulas para excitar los muelles neumáticos, el acumulador de presión y la válvula de alivio. Va instalado en el paso de rueda entre el guardabarros y el pilar del vehículo en el lado izquierdo.

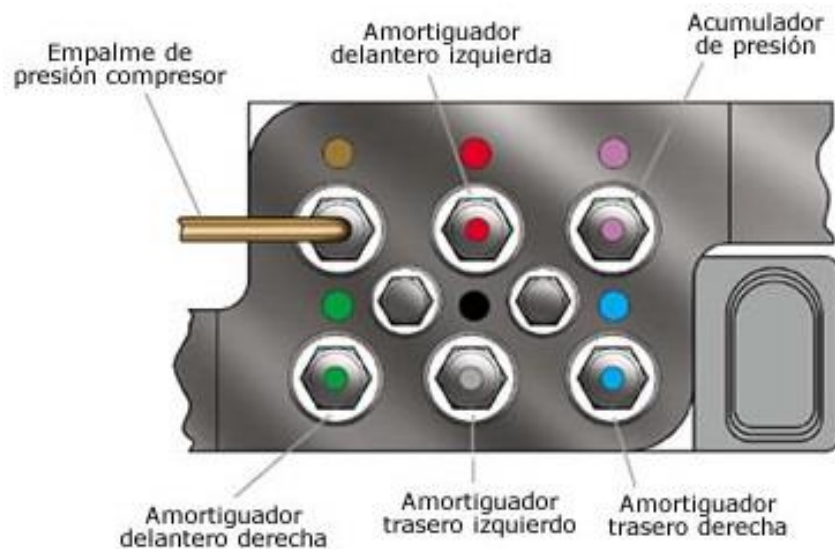


Figura 1-10 Bloque de válvulas electromagnéticas.

1.3.6. Acumulador de presión

La toma del aire comprimido del acumulador permite un ascenso rápido del nivel del vehículo, combinada con sólo reducidas cargas de sonoridad. El acumulador de presión únicamente se carga estando el vehículo en circulación. De esta forma se consigue que el funcionamiento del compresor apenas sea perceptible acústicamente.



Figura 1-11 Acumulador de presión.

1.3.6.1. Estructura

El acumulador de presión es de aluminio. Tiene una capacidad de 5,8 lts. y una presión de servicio máxima de 16 bares.

1.3.6.2. Funcionamiento

El objetivo del acumulador es limitar al mínimo posible la conexión del compresor.

Para que los ciclos de regulaciones ascendentes puedan llevarse a cabo exclusivamente a través del acumulador de presión es preciso que exista una diferencia de presión mínima de 3 bares entre el acumulador de presión y el muelle neumático.

1.3.7. Sensor de temperatura del compresor

Se trata de una resistencia NTC en un pequeño cuerpo de vidrio. El sensor detecta la temperatura en la culata del compresor.

Su resistencia se reduce a medida que aumenta la temperatura (NTC: coeficiente negativo de temperatura). Esta variación de la resistencia es analizada por la unidad de control.

El tiempo máximo de funcionamiento del compresor se calcula en función de la temperatura momentánea.

1.3.8. Sensor de presión

Mide las presiones en los brazos telescópicos de los ejes delantero y trasero y en el acumulador de presión. El sensor va empotrado en el bloque de válvulas electromagnéticas y no está al acceso por fuera.

1.3.8.1. Funcionamiento

El sensor trabaja según el principio de medición capacitiva:

- La presión (p) a medir produce una desviación en una membrana de cerámica. Debido a ello varía la distancia entre un electrodo (1) instalado en la membrana y un electrodo contrario (2) que se encuentra fijo sobre la carcasa del sensor.
- Los electrodos constituyen por sí mismo un condensador. Cuanto menor es la distancia de los electrodos tanto mayor es la capacidad del condensador.
- La capacidad es medida por el sistema electrónico integrado y transformada en una señal lineal de salida.
- Mediante una excitación correspondiente de las electroválvulas es posible determinar las presiones de los muelles neumáticos y del acumulador.

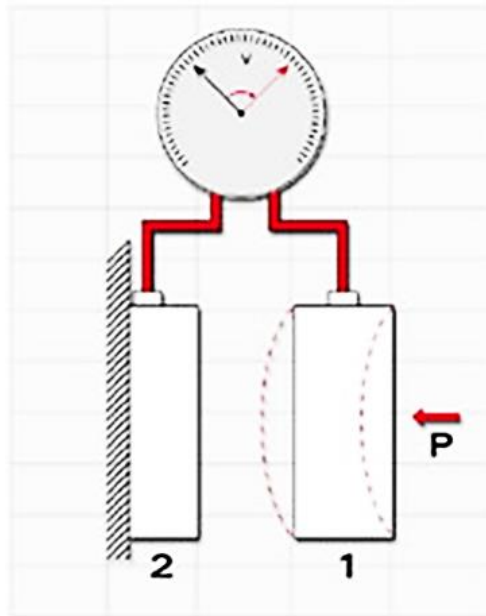


Figura 1-12 Funcionamiento sensor de presión.

1.3.9. Sensor de aceleración

Para poder ajustar la amortiguación óptima en cada situación es preciso conocer el desarrollo cronológico de los movimientos de la carrocería (masa amortiguada) y de los componentes de los ejes (masa no amortiguada).

Las aceleraciones de la carrocería se miden con ayuda de tres sensores.

Dos de ellos se encuentran en las torretas de los brazos telescópicos delanteros; el tercero se encuentra en el guardarruedas trasero derecho.

La aceleración de los componentes de los ejes (masas no amortiguadas) se determina por análisis de las señales procedentes de los sensores de nivel del vehículo.



Figura 1-13 Sensor de aceleración.

1.3.10. Sensores de aceleración de la carrocería

Los sensores miden la aceleración vertical del monocasco. Van atornillados a la carrocería por medio de soportes. El sensor y el soporte están unidos por medio de engarce. Consta de varias capas de silicio y vidrio. La capa intermedia de silicio está diseñada en forma de una lengüeta en alojamiento elástico (masa seísmica). La sensibilidad del sensor viene determinada, en esencia, por el coeficiente de rigidez/elasticidad y la masa de la lengüeta.

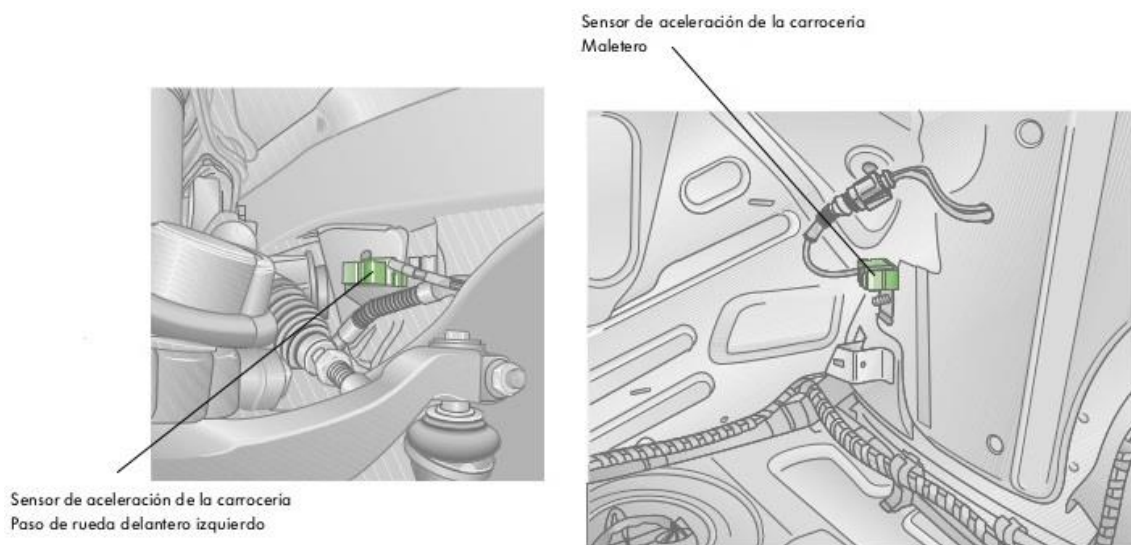


Figura 1-14 Ubicación sensor de aceleración de la carrocería.

1.3.10.1. Funcionamiento

La masa sísmica con recubrimiento de metal se utiliza como electrodo móvil, que, conjuntamente con el contra electrodo superior e inferior, constituye respectivamente un condensador.

La capacidad de este condensador depende de las superficies de los electrodos y su distancia mutua.

Estados de funcionamiento:

- Estado de reposo:

La masa sísmica se encuentra centrada exactamente entre los contra electrodos. Las capacidades de ambos condensadores C1 y C2 son idénticas.

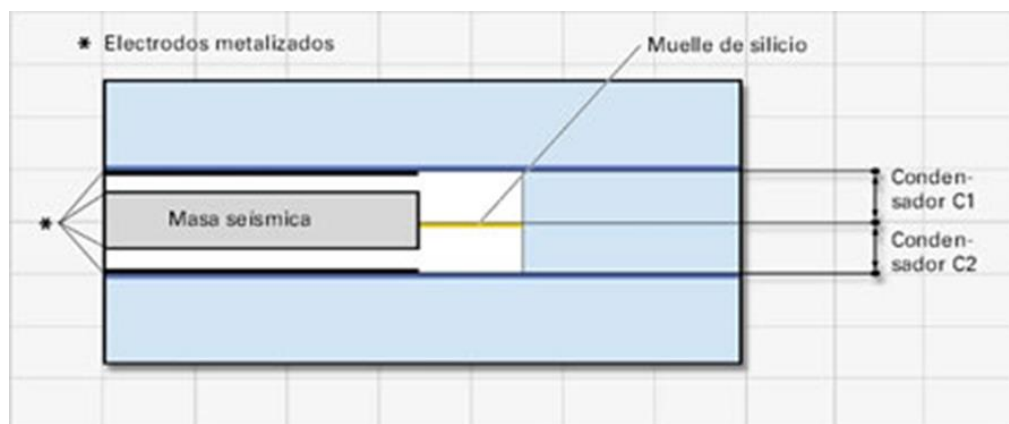


Figura 1-15 Funcionamiento del sensor de aceleración de la carrocería en estado de reposo.

- Estado acelerado:

Debido a efectos de inercia, la masa sísmica sale de su posición central. La distancia de los electrodos varía. La capacidad aumenta a medida que se reduce la distancia.

En nuestro ejemplo aumenta la capacidad del condensador C2 en comparación con la del estado de reposo, mientras que la del condensador C1 disminuye.

La tensión de alimentación es aportada por la unidad de control para el sistema de suspensión neumática. Las tensiones momentáneas correspondientes a la aceleración de la carrocería se pueden consultar a través de bloques de valores de medición.

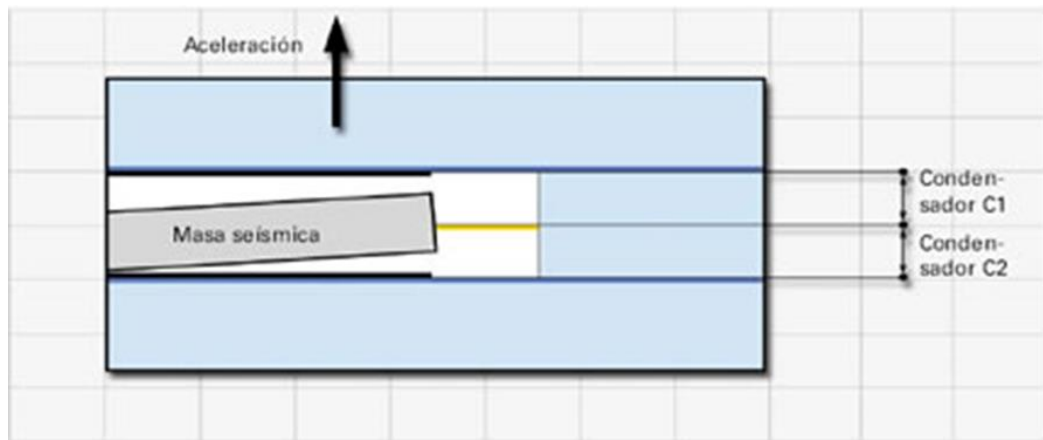


Figura 1-16 Funcionamiento sensor de aceleración de la carrocería en estado acelerado.

1.3.11. Sensores de nivel del vehículo

Los sensores de nivel del vehículo son goniométricos, es decir, con ayuda de un mecanismo de bieletas de acoplamiento, se detectan las variaciones que experimenta el nivel de la carrocería y se transforman en variaciones angulares. Los cuatro sensores son de un mismo diseño, mientras que las sujeciones y bieletas de acoplamiento son específicas por lados y ejes.

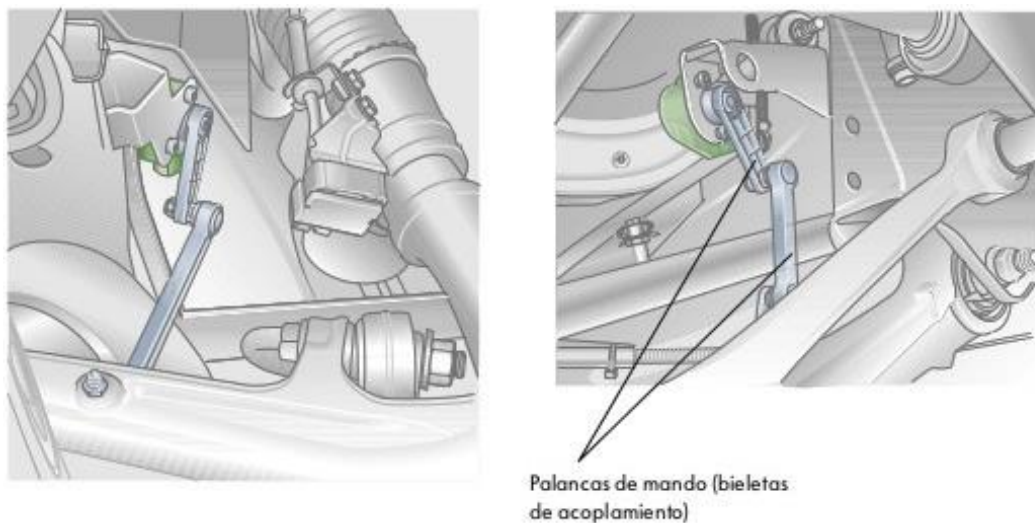


Figura 1-17 Ubicación sensor de nivel del vehículo.

1.3.11.1. Funcionamiento

Los sensores, trabajan según el principio inductivo. Estos detectan la distancia entre los brazos oscilantes del eje y la carrocería, y con ello la altura de nivel del vehículo. La detección se realiza ahora con frecuencias de 800 Hz (en el allroad 200 Hz). Esta tasa de captación es suficiente para determinar la aceleración de las masas no amortiguadas.

1.3.12. Concepto general de regulación

El cambio de nivel se realiza básicamente por ejes, corrigiéndose las diferencias de nivel entre los lados izquierdo y derecho del vehículo (p. ej. causadas por cargas en un solo lado).

Al circular a velocidades por debajo de 35 km/h se emplea preferentemente el acumulador de presión a manera de fuente de energía. Esto presupone una suficiente diferencia de presión de 3 bares como mínimo entre el acumulador de presión y el muelle neumático.

Operación de cambio de nivel:

- Ascenso: Primero asciende el eje trasero y luego el eje delantero
- Descenso: Primero desciende el eje delantero y luego el eje trasero

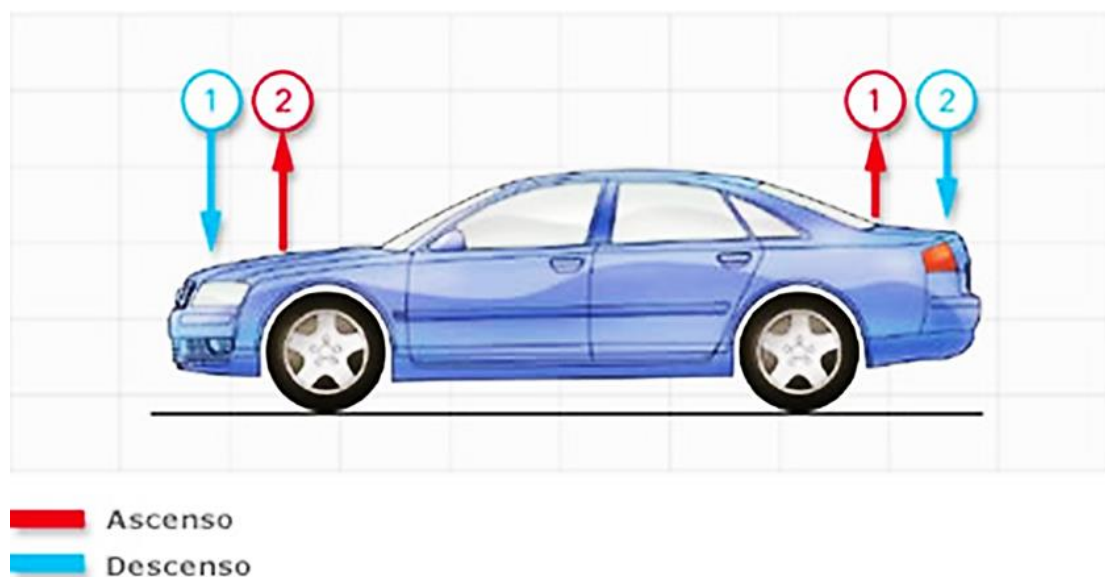


Figura 1-18 Operación de cambio de nivel del vehículo.

Se ha previsto este orden, para descartar fiablemente la posibilidad de deslumbrar a terceros con motivo de los ciclos de regulación en caso de averiarse la regulación del alcance luminoso de los faros.

El sistema de regulación del alcance luminoso se emplea exclusivamente en vehículos con faros de xenón.

1.4. FUNCIONAMIENTO DE LA SUSPENSION NEUMATICA

La suspensión neumática se compone de un circuito de aire a presión (de 10 a 16 bares), de un bloque de distribución, cuatro cojines de aires y numerosos sensores de altura y aceleración. Cada cojín puede modificar la altura de la suspensión variando su volumen de aire. Cuando el vehículo tiene un peso extra, la altura se corrige aumentando la presión de aire en los cojines. La firmeza de la suspensión se controla generalmente mediante un amortiguador pilotado.

Al accionar la suspensión neumática, el compresor impulsa aire a presión a un fuelle que levanta el chasis. Este tipo de suspensión neumática se suele usar en lugar de los muelles de acero tanto en coches como en autobuses o camiones, aunque también se puede usar como refuerzo y complemento a este sistema.

La finalidad de la suspensión de aire es proporcionar una mayor comodidad en la conducción y un mayor confort, tanto para el conductor como para los pasajeros. Su gran ventaja es la flexibilidad y la capacidad para amoldarse a los baches, socavones o irregularidades del terreno. Todo esto es posible gracias a un sistema de regulación que mantiene constante la distancia entre el chasis y la carretera, independientemente de la superficie por la que circule el vehículo o la carga que porte.

Puede ser aplicada sobre el eje trasero o de forma integral sobre las cuatro ruedas. También permite variar la altura de la carrocería de forma manual o automática.

Este sistema mantiene constante el nivel de la carrocería al valor elegido por el conductor, independientemente de la carga. Para hacerlo el sistema utiliza un compresor que envía aire a los brazos telescópicos por medio de las electroválvulas, hasta que se ha ajustado el nivel del vehículo. El nivel de la carrocería en el eje delantero y en el eje trasero es registrado por los sensores de nivel y es transmitido a la unidad de control.

Cada bloque de suspensión o brazo telescópico está comandado por una electroválvula que abre y cierra el paso de la presión de aire. Las electroválvulas de suspensión se excitan eléctricamente por parejas (eje delantero y eje trasero).

El circuito neumático funciona básicamente teniendo en cuenta dos periodos de funcionamiento: presurización y despresurización.

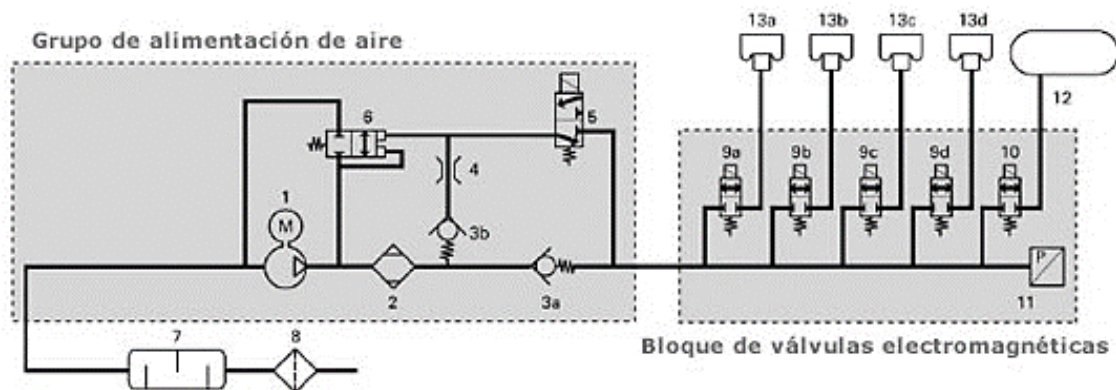


Figura 1-19 Esquema neumático de la suspensión.

Tabla 1-3 Componentes esquema neumático de la suspensión.

1	Compresor	9b	Válvula brazo telescópico DD
2	Deshidratador de aire	9c	Válvula brazo telescópico TI
3a	Válvula de retención	9d	Válvula brazo telescópico TD
3b	Válvula de retención	10	Válvula para acumulador de presión
4	Estrangulador de descarga	11	Sensor de presión
5	Electroválvula de descarga	12	Acumulador de presión
6	Válvula neumática de descarga	13a	Muelle neumático DI
7	Silenciador adicional	13b	Muelle neumático DD
8	Filtro de aire	13c	Muelle neumático TI
9a	Válvula brazo telescópico DI	13d	Muelle neumático TD

1.4.1. Periodo de presurización

Al ser cargados los muelles neumáticos a través del acumulador de presión, la válvula (10) abre las válvulas (9) correspondientes por ejes. El acumulador de presión (12) se carga haciendo que el compresor (1) alimente aire a través de la válvula (10) abierta.

Si el vehículo se encuentra en posición lateralmente desigual también se excitan individualmente las válvulas (9a – 9d) de una lado hasta compensar esta posición.

Las válvulas (9a, 9b y 9c, 9d) son excitadas eléctricamente por parejas (eje delantero y eje trasero)

El aire es aspirado por el compresor (1) a través del filtro (8) y el silenciador adicional (7). El aire comprimido pasa a través del deshidratador (2), la válvula de retención (3^a) y las válvulas (9) hacia los muelles neumáticos.

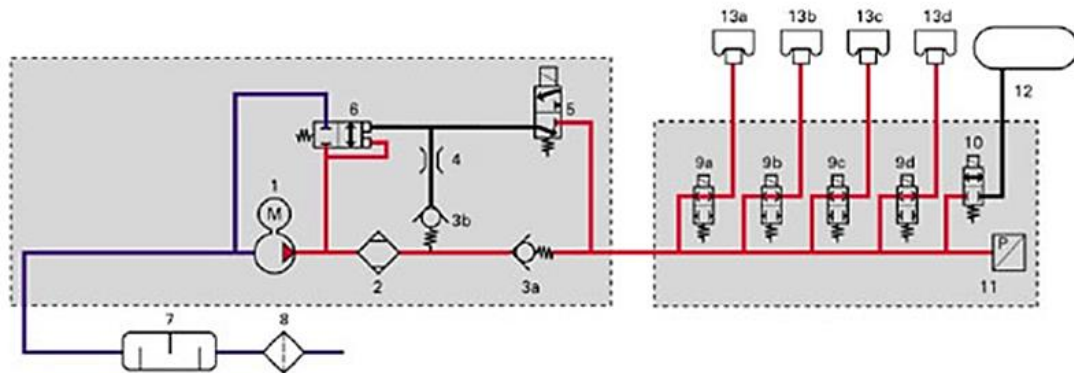


Figura 1-20 Funcionamiento del circuito neumático en el periodo de “Presurización”.

1.4.2. Despresurización

Las válvulas (9a, 9b y 9c, 9d) y la electroválvula de descarga (5) abren. El caudal del aire puede pasar a través de la válvula de descarga (5) y abre así la válvula de descarga (6) neumáticamente pilotada.

El caudal del aire abandona el sistema a través de la válvula de descarga (6), el silenciador adicional (7) y el filtro de aire (8). El agente secante se regenera al pasar el aire por el deshidratador (2).

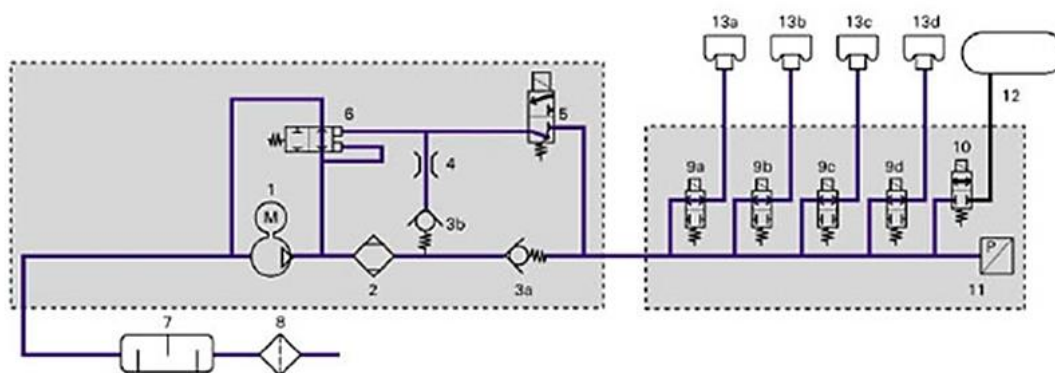


Figura 1-21 Funcionamiento del circuito neumático en periodo de “Despresurización”.

1.4.3. Función posición de bloqueo

Si la unidad de control detecta una descarga de todas las ruedas estando parado el vehículo, se cierran entonces las electroválvulas de los brazos telescópicos. Con ello, el vehículo permanece en el nivel momentáneo. Ello es necesario, por ejemplo, al efectuar un cambio de rueda o en trabajos de reparación sobre plataforma elevadora.

1.5. FUNCIONES DEL SISTEMA

1.5.1. Operaciones de frenado

Sobre todo al frenar con intervención de los sistemas ABS/ESP se incluye la regulación de la amortiguación, la cual actúa en función de la presión aplicada para la frenada. De este modo se limitan al mínimo los movimientos de cabeceo y balanceo de la carrocería.



Figura 1-22 Vehículo en operación de frenado.

1.5.2. Operaciones de arrancada

En las fases de arrancada se producen sobre todo movimientos de cabeceo debidos a la inercia de las masas de la carrocería. Mediante fuerzas de amortiguación adecuadas y adaptadas a cada situación se limitan al mínimo este tipo de movimientos.

1.5.3. Modo anticipado y modo activo post-marcha

Las diferencias con respecto a la altura teórica antes de iniciar la marcha o bien antes de conectar el encendido se compensan por regulación. Al accionar la manilla de la puerta, el capó trasero o el borne 15 se reexcita, en caso dado el sistema que pudiera encontrarse en el modo desexcitado en espera, pasa al modo anticipado.

Una diferencia de altura, causada por ejemplo al bajarse del vehículo o al descargarlo, después de la desconexión del encendido, se compensa por regulación en el modo activo post-marcha.

1.5.4. Modo desexcitado

60 segundos después de haberse encontrado en el modo activo post-marcha sin haber recibido señales de entrada, el sistema pasa al modo desexcitado, con una reducción del consumo energético. El modo desexcitado se abandona brevemente al cabo de 2, 5 y 10 horas, para verificar una vez más la altura del nivel.

Si existen diferencias de altura con respecto al valor teórico se compensan en caso dado con ayuda del acumulador de presión (por ejemplo, diferencia de altura debida al enfriamiento del aire en los muelles neumáticos).

1.5.5. Modo para elevador

El sistema detecta que el vehículo se encuentra en el taller a bordo de un elevador para reparación del vehículo, al analizar las señales de los sensores de nivel del vehículo y la duración del ciclo de regulación correctiva en el vehículo parado.

No se inscribe ninguna avería en la memoria. Este modo operativo no se visualiza a través del testigo luminoso.

1.6. **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SUSPENSION NEUMATICA**

1.6.1. Ventajas

- Mejora el confort de marcha del vehículo.
- La altura de marcha se puede controlar artificialmente en cierta medida por la mejora de la resistencia.
- Ajusta automáticamente la altura de la carrocería de acuerdo con la velocidad del vehículo.
- Reduce de forma efectiva la resistencia del viento y reduce a su vez el consumo de combustible y mejorar la estabilidad del vehículo.
- Altura variable del chasis para diferentes situaciones.
- Optima estabilidad del vehículo.

1.6.2. Desventajas

- No son nuevos sistemas de tecnología por lo que poseen una alta tasa de fracaso.
- Estos sistemas tienen un alto costo de mantenimiento.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN, FUNCIONES Y CONFIGURACIONES DEL
SISTEMA ECAS

2. DESCRIPCIÓN, FUNCIONES Y CONFIGURACIONES DEL SISTEMA ECAS

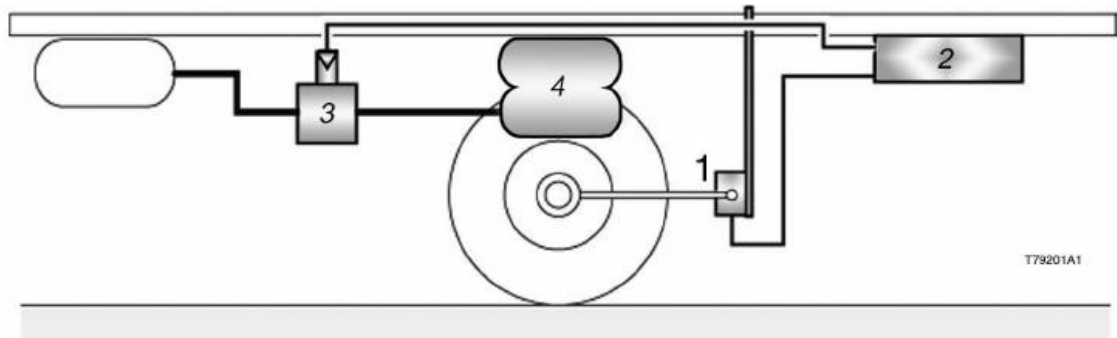


Figura 2-1 Circuito de regulación.

Tabla 2-1 Componentes circuito de regulación.

1	Sensor de recorrido
2	Aparato de mando electrónico ECAS
3	Bloque de válvulas electromagnéticas
4	Fuelle neumático

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ECAS Y SUS VENTAJAS

2.1.1. Descripción

El sistema ECAS corresponde a una suspensión neumática controlada electrónicamente que integra una serie de funciones. La principal de ellas es la de mantener el ajuste de la altura nominal de la suspensión, incluso cuando ocurre alteración del peso de la carga.

Otra ventaja es el aumento del confort en la utilización del vehículo, principalmente con cargas frágiles, cuando en la amortiguación, las vibraciones de impacto de la suspensión son absorbidas en casi su totalidad.

El sistema permite inclusive ajustes en la altura del vehículo (aumento y/o disminución), facilitando la carga y la descarga del mismo.

Con la implantación del módulo de control electrónico para la suspensión, todos los controles y ajustes son coordinados por sensores, posibilitando una mayor precisión de ajustes en la altura del vehículo.

Comparada a la suspensión neumática controlada mecánicamente, en el sistema ECAS el ajuste se realiza por una unidad de Control Electrónico que, después de evaluar las señales de los sensores, activa válvulas solenoide que inflan o vacían las bolsas de aire de la suspensión.

El significado de las siglas ECAS es el siguiente (suspensión neumática de mando electrónico):

- E – ELECTRONICALLY
- C – CONTROLLED
- A – AIR
- S – SUSPENSION



Figura 2-2 Vista lateral de una suspensión neumática común, en camiones.

2.1.2. Ventajas de la utilización del sistema ECAS

- a. Aumento del confort en la dirección y protección de la carga.
- b. Altura del vehículo constante, independientemente de la carga.
- c. Permite nivelar la posición de la suspensión, de modo independiente, en cada uno de los lados del vehículo, por el proceso de rebajamiento y/o levantamiento.
- d. Bajo consumo de aire durante la dirección del vehículo.
- e. Protección contra sobrecargas para auxilio de partida (supervisión por sensor de carga).
- f. Control remoto del control de altura del vehículo (control a distancia).
- g. Válvulas de control electrónico de altura de la suspensión (controla alturas memorizadas).

2.2. SIGLAS DE IDENTIFICACIÓN CONSTRUCTIVA

2.2.1. Ejemplo - Vehículo TGX 6x2 BLL con eje direccional

Tabla 2-2 Ejemplo de un vehículo TGX 6x2 BLL con eje direccional.

Abreviación	Explicación
F	Dirección delantera
L	Suspensión neumática parcial
LL	Suspensión neumática integral
N	Eje muerto
V	Eje muerto delantero
S	Tractor
K	Vehículo basculante
AP	Eje planetario exterior
HY	Eje hipoide
HLP	Paquete de elevada carga = Barra de dirección X y estabilizador



TGX 26.480



TGS 20.430

Figura 2-3 Modelos de camiones de MAN, TGX, y TGS.

2.3. SISTEMAS ADICIONALES AL ECAS, EFR/CDC

Los significados de las siglas EFR y CDC son las siguientes, las cuales se encuentran en idioma alemán (EFR) y en inglés (CDC) respectivamente:

- E – ELEKTRONISCH
- F – FAHRWERKS
- R – REGELUNG

- C – CONTINUOUS
- D – DAMPING
- C – CONTROL

El sistema EFR, quiere decir “Control Electrónico del Chasis”, mientras que CDC es el Control Continuo del “Sistema de Reducción de Oscilaciones”.

El sistema EFR/CDC es un ajuste electrónico de la suspensión que funciona con amortiguadores regulables electrónicamente y que presentan diferentes curvas características pasibles de alteración.

De acuerdo con la carga, el sistema EFR ajusta la situación de conducción en la vía en la que el vehículo transita. En determinadas situaciones actúa también sobre los amortiguadores, dejándolos más o menos rígidos, de acuerdo con la necesidad.



Figura 2-4 Amortiguador electrónico.

2.3.1. Ventajas del Sistema EFR/CDC

- a) Características de conducción mejor y más segura.
- b) Adaptación del vehículo en rectas o curvas.
- c) Confort mejorado en condiciones que produzcan vibraciones.

2.4. OTRAS VARIANTES DEL SISTEMA

Además de los equipos electrónicos de acción y reacción, existe además una barra estabilizadora integrada a los ejes delanteros y traseros que posibilitan una mayor estabilidad al vehículo.

Los brazos traseros construidos en “X” para la suspensión mantiene la estabilidad del vehículo, evitando movimientos laterales indeseables.

2.4.1. Ajuste del nivel normal (nivel de conducción)

Consiste en mantener el vehículo siempre a la misma altura, aunque sea retirada o adicionada la carga. Para ello, los sensores de altura mantienen constantemente informado al módulo de control electrónico.

En caso de altura fuera de los patrones establecidos, el ajuste lo efectuará el módulo de control electrónico, por medio de válvulas solenoide que actúan sobre las bolsas.

2.4.2. Tolerancias del nivel nominal

La tolerancia para el nivel normal es de 5 counts aproximadamente (puede tener una pequeña variación).

La corrección del nivel se inicia si, un valor efectivo de los sensores inductivos de desplazamiento se hallara fuera de la tolerancia (igual o superior a 5 counts) mencionada, para menos o para más.

La altura es considerada normal cuando todos los sensores estén dentro de la tolerancia. Si es necesario, el nivel será corregido hasta que la divergencia permitida en el lado derecho e izquierdo del vehículo se logre y no se superen los límites inferiores y/o superiores de la tolerancia.

2.4.3. Ajustes en caso de distribución no uniforme de carga en el vehículo

En caso de que la carga sea mal distribuida, el vehículo tiende a desequilibrarse durante el proceso de ajuste de la altura de la suspensión.

Para evitar ese tipo de situación, utilizando los respectivos parámetros de divergencia entre los lados derecho e izquierdo, es realizada siempre una nueva medición en la altura (a cada 75 mm) y una respectiva comparación. Si fuesen superados 10 counts al frente y/o atrás, un nuevo ajuste será realizado para que la diferencia vuelva a, como máximo, 5 counts. Si el nivel de equilibrio superase el nivel de tolerancia permitida, la parte que sube o que baja mucho de manera rápida se desactiva, y/o alimentada con aire, hasta alcanzar nuevamente la tolerancia.

2.4.4. Regulador de inclinación frente/atrás

El regulador de inclinación es usado solamente en los vehículos con suspensión de aire completa, o sea, en aquellos en que existen bolsas de aire tanto en la suspensión trasera como en la delantera.

2.4.5. Tiempos de atraso en el ajuste de la altura

Con el vehículo detenido ($V=0$ Km/h), un ajuste inmediato es realizado en el sistema, y otro después de 60 segundos. Este procedimiento es realizado y, en caso de que el vehículo supere los patrones de altura, el sistema hace una corrección.

2.4.6. Ajuste de altura durante el proceso de frenado

Durante el proceso de frenado del vehículo, todas las correcciones automáticas del nivel son interrumpidas; no obstante, se puede ajustar la altura del vehículo utilizando los interruptores o los botones del panel.

2.4.7. Ajuste de altura después del inicio de la conducción del vehículo

A cada 7 segundos, después que el vehículo se ha puesto en marcha, se realiza la medición. En el caso que la variación de la altura esté por encima de los 5 counts, un nuevo ajuste de altura será realizado. Estos atrasos temporarios son necesarios, para que las oscilaciones momentáneas de los ejes, con el vehículo en movimiento (dirección en curvas, irregularidades en el piso) no sean compensadas por el sistema.

2.4.8. Ajuste de la altura del remolque

Para vehículos con remolque y suspensor conectado al sistema ECAS, una medición de altura es realizada cada 30 segundos. En caso de que la altura supere de los patrones establecidos, se realiza el ajuste correspondiente.

Nota: La velocidad $V = 0$ Km/h es considerada solamente 3 segundos después de la parada del vehículo.

2.5. FUNCIONES DEL SISTEMA ECAS

2.5.1. Límites de altura

Los límites de altura son determinados y memorizados automáticamente, ajustando los niveles de apoyo superior e inferior durante la calibración.

2.5.2. Límite superior de altura

Corresponde a la altura máxima que el chasis puede alcanzar sin dañar el tope superior de la suspensión.



Figura 2-5 Límite superior de altura.

2.5.3. Límite inferior de altura

Corresponde a la altura mínima que el chasis puede alcanzar sin dañar el tope superior de la suspensión.

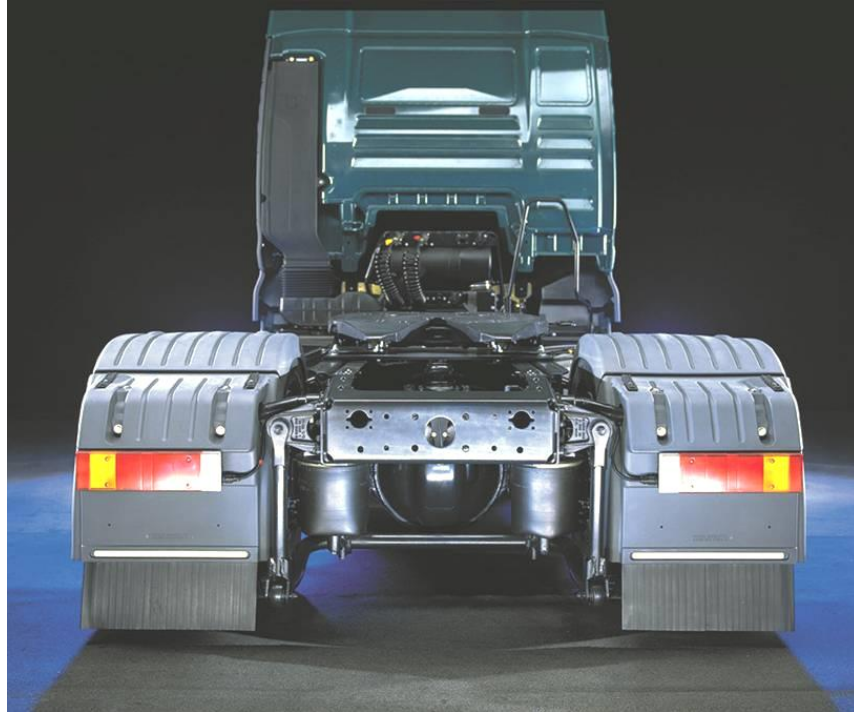


Figura 2-6 Límite inferior de altura.

2.5.4. Estabilización transversal

En vehículos que trabajan con distribución de carga desigual son instalados sensores de altura en ambos lados (derecho e izquierdo) del eje de tracción. De esta forma, la unidad de mando ECAS ajusta la presión de las bolsas de aire con el fin de mantener la altura uniforme.

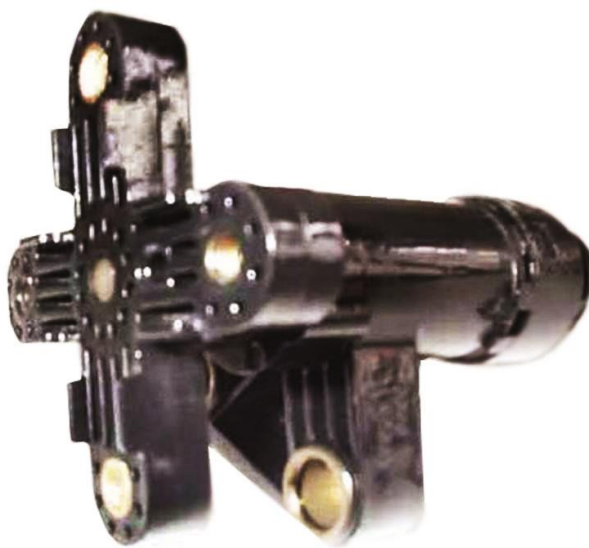


Figura 2-7 Sensor de altura.

2.5.5. Diagnóstico ECAS 2 con el MAN-cats II

La memoria de fallas del módulo ECAS es leída por MAN-cats II.

El módulo ECAS no es proveído de línea KWP; las unidades de Control con diagnóstico KWP vía la red CAN son estimuladas a través de la conexión K del módulo FFR. El módulo FFR abre un “gateway” para la unidad de Control ECAS 2. La parametrización y el diagnóstico son procesados por el módulo FFR del vehículo.



Figura 2-8 Calibración mediante MAN-cats II.

2.5.6. Calibración

La calibración del módulo de Control del ECAS 2 debe ser iniciada siempre con el nivel normal. Es necesario efectuar una calibración siempre que la unidad de Control esté conectada a un nuevo sensor inductivo de altura o incluso a un nuevo sensor de presión. Es importante recordar que la calibración se realiza siempre con el uso del MAN-cats II.



Figura 2-9 MAN-cats II.

2.5.7. Mando de los ejes

Las bolsas del eje principal o auxiliar pueden ser vaciadas o infladas por el interruptor en el panel y/o por el control remoto a distancia.

Al desconectar la llave de ignición, es necesario desconectar la batería (o sea, debe haber una interrupción de la tensión en el módulo ECAS). El eje permanecerá en la posición asumida en el momento de interrupción de la tensión.

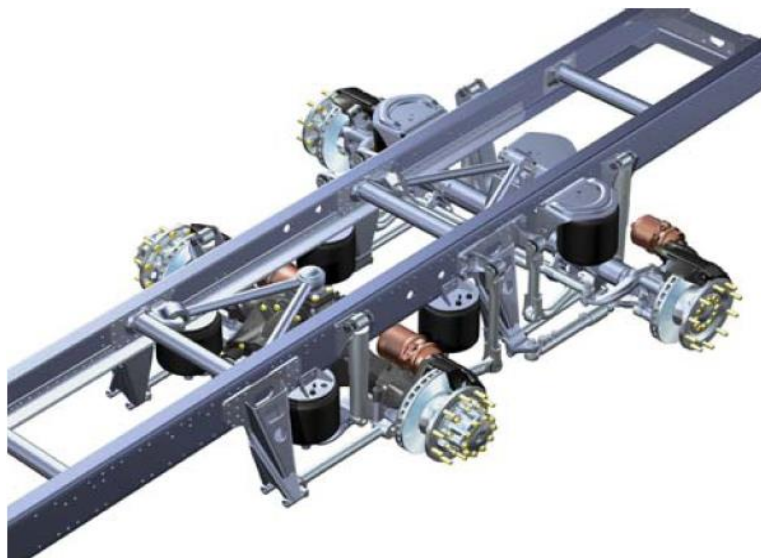


Figura 2-10 Eje trasero vehículo 6x2. Eje tractivo y eje auxiliar con mecanismo alizador.

2.5.8. Indicación de carga sobre el eje (opcional)

A partir de las presiones encontradas en las bolsas, el ECAS calcula la carga de los ejes y transmite la información al panel de instrumentos combinado. La indicación se refiere, como máximo, a cuatro ejes neumáticos.

2.5.9. Accionamiento de grúa con suspensión neumática ECAS

Para evitar daños a las bolsas y topes inferiores durante la utilización de vehículos equipados con grúas, se mantiene una presión residual de 0,4 bar dentro de las bolsas.

Durante la operación, todas las funciones de Control ECAS se interrumpen para alcanzar la presión residual, se montan en cada pórtico de descarga de las válvulas que actúan en las bolsas de aire, una válvula limitadora de presión de 0,4 bar y una válvula de descarga rápida, que impiden la salida libre de aire, al final de la descarga de la bolsa de aire.

2.5.10. Accionamiento de basculantes, con suspensión neumática ECAS

En esta función, al bascular el volquete del vehículo, la altura debe estar un 60 mm por debajo del nivel normal. Se evita así que la suspensión se eleve súbitamente durante el basculamiento con la retirada de la carga. Esta función la poseen los camiones tolva con sistema ECAS incorporado. Cabe destacar que estos no son utilizados en Chile.

2.5.11. Funcionamiento en espera (stand-by)

Para activar la función stand-by en el ECAS 2, es necesario desconectar la ignición y presionar el botón de Control “STOP” (en el control remoto) durante 5 segundos (después de la ignición ser desconectada). Un parámetro de tiempo es definido en 5 horas. El eje auxiliar elevado permanece en esa posición hasta que haya carga en el eje de tracción.

2.5.12. Mecanismo auxiliar de salida

Este equipamiento permite aumentar la carga del eje de tracción durante la salida del vehículo con el fin de evitar que este patine. El proceso se produce por el alivio de las presiones de las bolsas de aire del eje auxiliar, de tal forma que la carga pase a ser soportada por el eje de tracción. Este aporte de carga en el eje de tracción es de un 30% aproximadamente, (11,5 para 14,5 toneladas). El control lo realiza el conductor a través del interruptor en el panel, pudiendo ser interrumpido en cualquier momento. Como resultado, el eje de tracción tiene mayor adherencia al suelo y el efecto de patinado es disminuido, permitiendo que el vehículo se desplace. En el panel del vehículo la función es indicada como “activa” por medio de una señal luminosa.

Esta función también se interrumpe por el módulo ECAS en el caso de que la velocidad del vehículo supere los 30 km/h.



Figura 2-11 Ejemplo de activación del mecanismo auxiliar de salida.

2.6. CONFIGURACIONES DEL SISTEMA

2.6.1. Suspensión neumática parcial 4x2 - Familia TG

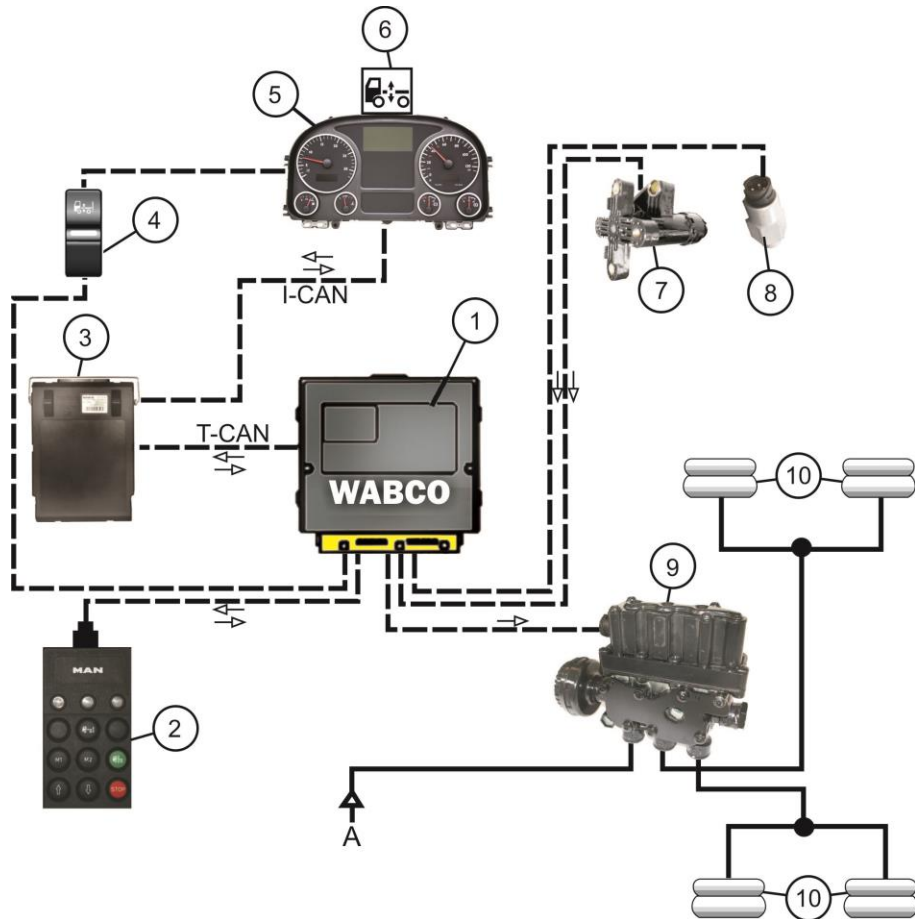


Figura 2-12 Esquema de suspensión neumática parcial, de un vehículo 4x2 del tipo TG.

2.6.1.1. Descripción de componentes

- (1) Unidad de Control ECAS (A143)
- (2) Control a distancia ECAS (A221)
- (3) Control a distancia ECAS (A221)
- (4) Interruptor ECAS - Nivel I/II (S956)
- (5) Panel de Instrumentos/Instrumentación (A407)
- (6) Luz de control ECAS falla/aviso (H394)
- (7) Transductor inductivo de desplazamiento del eje trasero (lado derecho) (B130)
- (8) Sensor de presión del eje trasero (lado izquierdo) (B610)
- (9) Bloque de válvulas solenoide ECAS (Y132)

- (10) Bolsas de aire de la suspensión neumática del eje trasero
- (A) Depósito de aire comprimido
- (I-CAN) Bus de datos CAN “Panel de Instrumentos/Instrumentación”
- (T-CAN) Bus de datos CAN “Sistema de Transmisión”
- — Conductores neumáticos
- - - Conductores eléctricos

2.6.2. Suspensión neumática parcial 4x2, 4x4, 6x4 e 8x4 - Familia TG

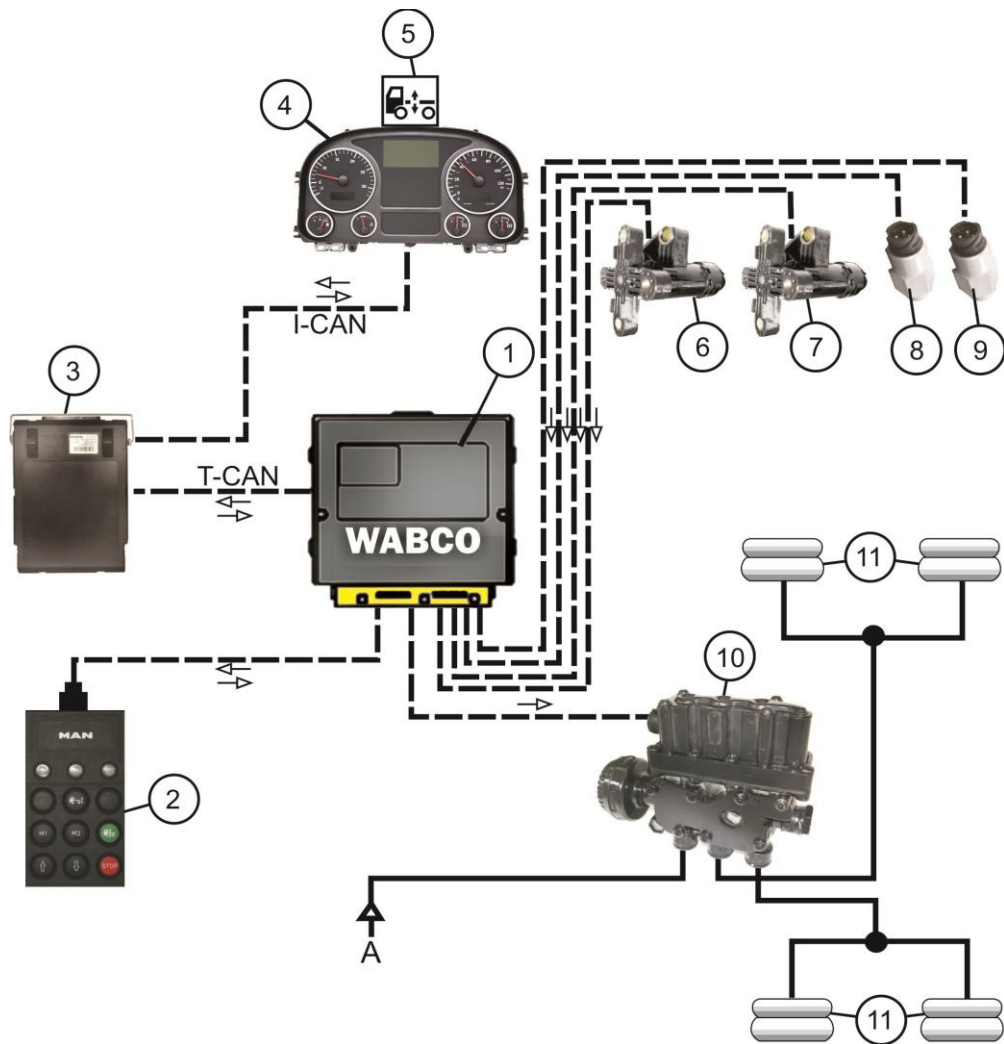


Figura 2-13 Esquema de suspensión neumática parcial 4x2, 4x4, 6x4 y 8x4, del tipo TG.

2.6.2.1. Descripción de componentes

- (1) Unidad de Control ECAS (A143)
- (2) Control a distancia ECAS (A221)
- (3) ZBR (A302)
- (4) Panel de Instrumentos/Instrumentación (A407)

- (5) Luz de control ECAS falla/aviso (H394)
- (6) Transductor inductivo de desplazamiento del eje trasero (lado izquierdo) (B129)
- (7) Transductor inductivo de desplazamiento del eje trasero (lado derecho) (B130)
- (8) Sensor de presión del eje trasero (lado derecho) (B609)
- (9) Sensor de presión del eje trasero (lado izquierdo) (B610)
- (10) Bloque de válvulas solenoide ECAS (Y132)
- (11) Bolsas de aire de la suspensión neumática del eje trasero
- (A) Depósito de aire comprimido
- (I-CAN) Bus de datos CAN “Panel de Instrumentos/Instrumentación”
- (T-CAN) Bus de datos CAN “Sistema de Transmisión”
- — Conductores neumáticos
- - - Conductores eléctricos

2.6.3. Suspensión neumática parcial 4x2 con 3 canales - Familia TG

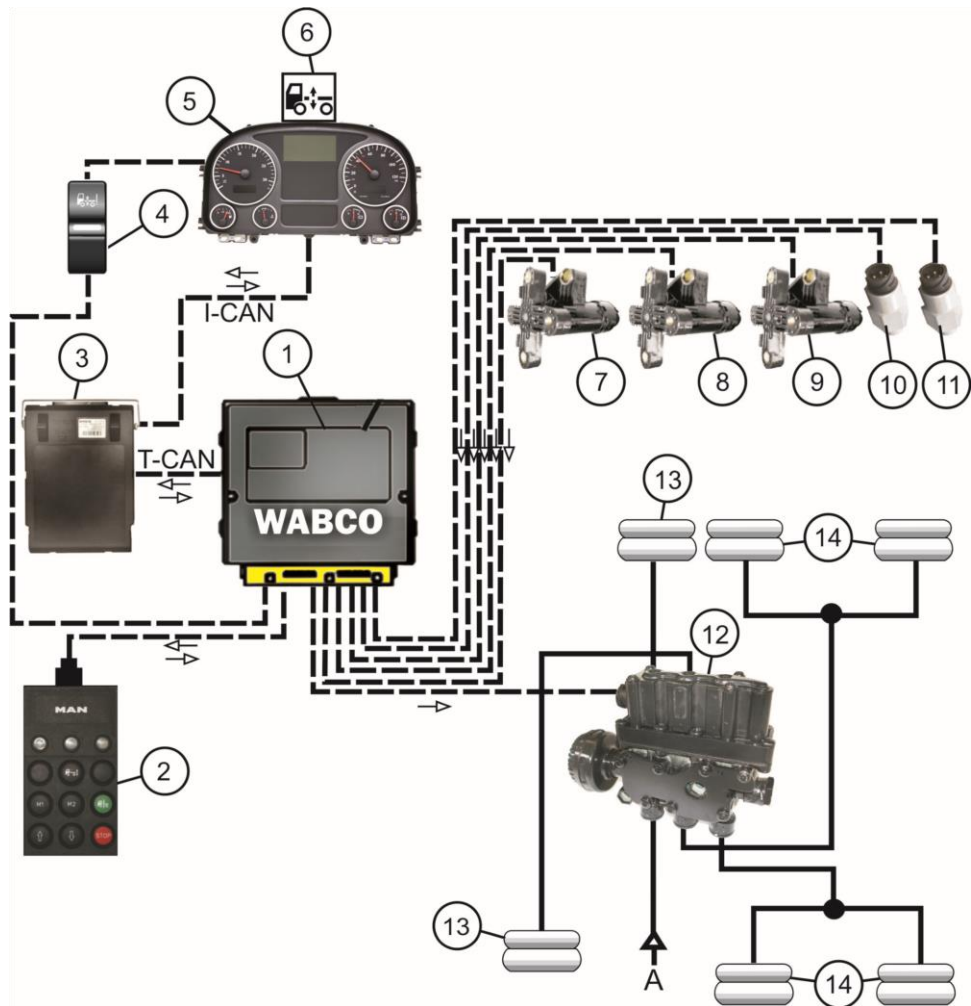




Figura 2-14 Esquema de suspensión neumática parcial 4x2 con 3 canales, del tipo TG.

2.6.3.1. Descripción de componentes

- (1) Unidad de Control ECAS (A143)
- (2) Control a distancia ECAS (A221)
- (3) ZBR 2 (A302)
- (4) Interruptor ECAS - Nivel I/II (S956)
- (5) Panel de Instrumentos/Instrumentación (A407)
- (6) Luz de control ECAS falla/aviso (H394)
- (7) Transductor inductivo de desplazamiento del eje delantero (B128)
- (8) Transductor inductivo de desplazamiento del eje trasero (lado izquierdo) (B129)
- (9) Transductor inductivo de desplazamiento del eje trasero (lado derecho) (B130)
- (10) Sensor de presión del eje trasero (lado izquierdo) (B610)
- (11) Sensor de presión del eje delantero (B611)
- (12) Bloque de válvulas solenoide ECAS (Y132)
- (13) Bolsas de aire de la suspensión neumática del eje delantero
- (14) Bolsas de aire de la suspensión neumática del eje trasero
- (A) Depósito de aire comprimido
- (I-CAN) Bus de datos CAN “Panel de Instrumentos/Instrumentación”
- (T-CAN) Bus de datos CAN “Sistema de Transmisión”
-  Conductores neumáticos
-  Conductores eléctricos

2.6.4. Suspensión neumática total 6x2 con 3 canales y grúa - Familia TG

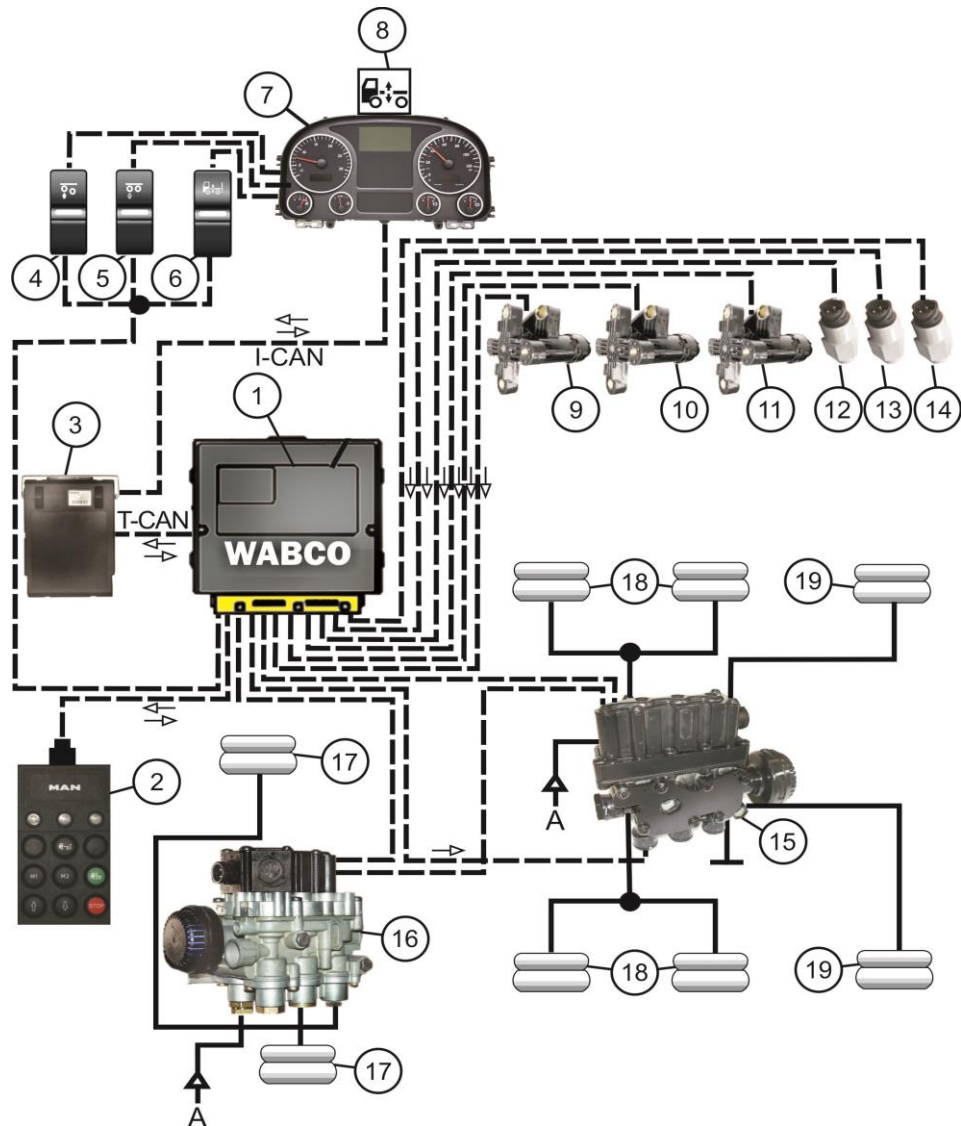


Figura 2-15 Esquema de suspensión neumática total 6x2 con 3 canales y grúa, del tipo TG.

2.6.4.1. Descripción de componentes

- (1) Unidad de Control ECAS (A143)
- (2) Control a distancia ECAS (A221)
- (3) ZBR 2 (A302)
- (4) Interruptor ECAS para elevación/alivio del NLA/VLA (S954)
- (5) Interruptor ECAS del dispositivo auxiliar de arranque (S267)
- (6) Interruptor ECAS - Nivel I/II (S956)
- (7) Panel de Instrumentos/Instrumentación (A407)
- (8) Luz de control ECAS falla/aviso (H394)
- (9) Transductor inductivo de desplazamiento del eje delantero (B128)

- (10) Transductor inductivo de desplazamiento del eje trasero (lado izquierdo) (B129)
- (11) Transductor inductivo de desplazamiento del eje trasero (lado derecho) (B130)
- (12) Sensor de presión del eje trasero (lado derecho) (B609)
- (13) Sensor de presión del eje trasero (lado izquierdo) (B610)
- (14) Sensor de presión del eje delantero (B611)
- (15) Bloque de válvulas solenoide ECAS (I=eje trasero; II=NLA/VLA) (Y161)
- (16) Bloque de válvulas solenoide ECAS del eje delantero (Y162)
- (17) Bolsas de la suspensión neumática del eje delantero
- (18) Bolsas de la suspensión neumática del eje trasero
- (19) Bolsas de la suspensión neumática del eje de arrastre
- (A) Depósito de aire comprimido
- (I-CAN) Bus de datos CAN “Panel de Instrumentos/Instrumentación”
- (T-CAN) Bus de datos CAN “Sistema de Transmisión”
- **——** Conductores neumáticos
- **— —** Conductores eléctricos

CAPÍTULO 3: COMPONENTES DEL SISTEMA ECAS

3. COMPONENTES DEL SISTEMA ECAS

3.1. MÓDULO ELECTRÓNICO DE CONTROL (WABCO) (A143)

El módulo de control electrónico es montado cerca de la central eléctrica, en el lado derecho del panel del vehículo.

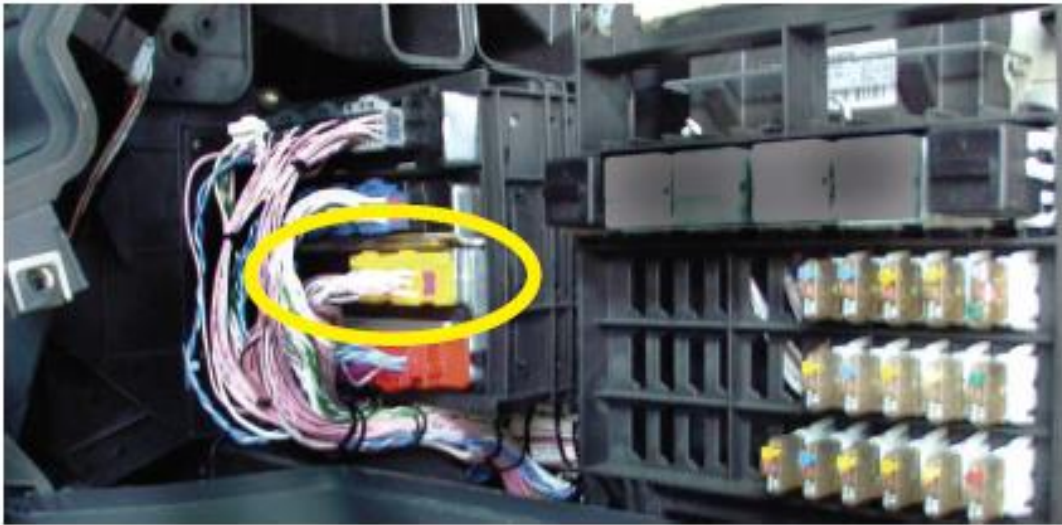


Figura 3-1 Ubicación módulo electrónico de control.

El módulo de control posee 4 conectores: X1, X2, X3 y X4.

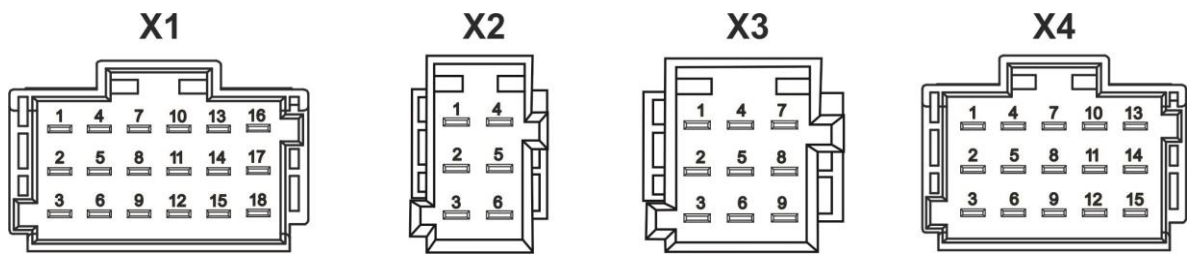


Figura 3-2 Conectores módulo electrónico de control.

Observando el módulo por la frente, la numeración de los conectores debe ser considerada de izquierda a derecha, en la secuencia X1, X2, X3 y X4.

Los conectores del módulo no permiten montajes errados, ya que los encajes son distintos para cada uno de ellos.

3.1.1. Funciones del módulo ECAS

La unidad de control ECAS (A143) está conectada a la red CAN “Sistema de transmisión” y a la “alimentación de tensión”. A través de sus conectores el módulo ECAS gestiona todos los componentes del sistema.

En la unidad de control ECAS, existe un microprocesador el cual posee una memoria para la gestión de los datos y que procesa solo señales digitales. Mientras las conexiones del ECAS y los demás componentes se efectúan por medio de conductores eléctricos, la conexión del bloque de válvulas solenoide con las bolsas de aire de la suspensión neumática.

3.1.2. Funciones adicionales de la unidad de control

- Gestión y memorización de los diferentes valores nominales.
- Intercambio de datos a través de la T-CAN y del MAN-cats II.
- Control periódico y ajuste del funcionamiento de todos los componentes del sistema.
- Verificación de la factibilidad de las señales recibidas para detección de fallas.

Para garantizar una rápida reacción de control para las alteraciones de los valores efectivos, el microprocesador procesa en fracciones de segundos (cíclicamente) un software programado, cumpliendo así un ciclo de programación de todas las funciones ya mencionadas. Este programa es codificado en un módulo de programa (RON), no pudiendo ser alterado.

No obstante, este programa recurre a valores numéricos registrados en una memoria de programación libre. Estos valores numéricos (parámetros), influyen los resultados de los cálculos y, consecuentemente, de la reacción de control de la electrónica.

Los valores de calibración, la configuración del sistema y otras configuraciones y los preajustes en cuestión (vehículo y funciones) se comunican por el conductor al programa de cálculo.



Figura 3-3 Módulo electrónico de control.

3.1.3. Datos técnicos

Tabla 3-1 Datos técnicos módulo electrónico de control.

Tensión de servicio:	$U_{bat} = 22 - 30V$
Tensión nominal:	$U_N = 24V$
Potencia nominal sin toma de potencia de la periferia:	$P_N = 2,4W$ a $U_N = 24V$
Toma de corriente a través del pin X1/10 (borne 15):	máx. 1,4mA
Toma de corriente de reposo a través del pin X1/7 (borne 30):	150mA
Toma de corriente máx. con válvulas accionadas en servicio normal:	$I_{máx} = 2A$
Protección contra polarización inversa:	$U_{rev\ máx} = -30V$
Valor límite para reconocimiento de sobretensión:	$U_{límite\ máx} = 32,2V \pm 2,3V$
Valor límite para reconocimiento de subtensión:	$U_{límite\ mín} = 20,1V \pm 1,4V$
Ámbito de aplicación térmico:	$-40^\circ - +75^\circ C$

- Estado de función del aparato de mando a potencia nominal (ningún error).
- Lámpara de control desconectada, nivel normal, ninguna regulación, telemando desconectado. A subtensión se desconectan las válvulas electromagnéticas, dado que ya no se puede garantizar una función impecable.

3.2. INTERRUPTOR ECAS - NIVEL I Y II (S956)

Por medio del interruptor de nivel se puede rebajar o alzar el chasis. En caso de que el vehículo no transporte carga, el límite de altura impuesto por la ley vigente debe ser respetado.



Figura 3-4 Interruptor ECAS Nivel I/II.

Al presionar el interruptor en la región inferior, el chasis del vehículo es rebajado al nivel de dirección I. El LED integrado al interruptor se enciende. La luz de control amarilla ECAS falla/aviso también se enciende, siendo apagada en el momento en que el nivel II se alcance (nivel de marcha en vacío).

Al presionar el interruptor en la región superior, el chasis del vehículo se eleva hasta la posición de dirección. El LED integrado al interruptor es desactivado. La luz de control amarilla ECAS falla/aviso se enciende, siendo desactivada cuando la posición de dirección se alcanzase.

3.2.1. Esquema eléctrico

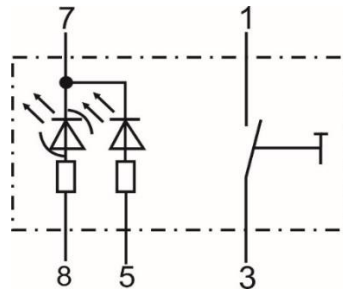


Figura 3-5 Esquema eléctrico interruptor ECAS Nivel I/II.

3.2.2. Datos técnicos

Tabla 3-2 Datos técnicos interruptor ECAS Nivel I/II.

Tensión operacional:	16 a 32 V
Tensión nominal:	24 V
Tensión de ensayo:	27,6 V

3.3. INTERRUPTOR DEL PANEL PARA BAJAR O ALZAR EL EJE AUXILIAR EN UN 100% (S954)

Este interruptor permite alzar y/o rebajar el eje de tracción, levantando el eje auxiliar en un 100%. Esta operación debe ser utilizada solamente con el vehículo sin carga.



Figura 3-6 Interruptor del panel para bajar o alzar el eje auxiliar en un 100%.

3.4. ALIVIO DEL EJE AUXILIAR DE AVANCE (EJE NO ELEVABLE)

Al presionar el interruptor en la región inferior, la presión existente en las bolsas de la suspensión neumática es reducida a una presión residual de aproximadamente 0,2 la 0,3 bar. El LED integrado al interruptor se enciende.

Al presionar el interruptor en la región superior, las bolsas de suspensión neumática son nuevamente infladas, hasta que la presión normal sea alcanzada. El LED integrado al interruptor se apaga.

3.5. ALZAR EL EJE AUXILIAR DEL AVANCE (EJE ELEVABLE)

Al presionar el interruptor en la región inferior, el eje auxiliar de avance se eleva. El LED integrado al interruptor se enciende después de que se eleve el eje auxiliar de avance (confirmación).

3.6. BAJAR EL EJE AUXILIAR DE AVANCE (EJE ELEVABLE)

Al presionar el interruptor en la región superior, el eje auxiliar de avance es rebajado. El LED integrado al interruptor se apaga.

3.7. INTERRUPTOR DEL PANEL PARA BAJAR O ALZAR EL EJE AUXILIAR EN UN 30% (S267)

Este interruptor permite auxiliar la salida del vehículo en caso de patinado (subidas o pisos resbaladizos), permitiendo un aumento de carga en el eje de tracción en un 30%, a fin de mejorar la adherencia al suelo.

En el proceso, el eje auxiliar es levantando, haciendo que un 30% de su carga pase al eje de tracción.

3.8. MECANISMO AUXILIAR DE ARRANQUE

El mecanismo auxiliar de arranque funciona en las siguientes situaciones (eje elevable):

- Si la velocidad del vehículo es inferior a 30 km/h.
- Si no se supera el valor correspondiente al peso admisible del eje trasero más de un 30% de este peso.



Figura 3-7 Interruptor mecanismo auxiliar de arranque.

Al presionar el interruptor en la región inferior, se reduce la presión en las bolsas del eje auxiliar de avance. En este caso, la carga sobre el eje trasero aumenta. El LED integrado al interruptor se enciende después de la reducción de la carga en el eje auxiliar de avance (confirmación).

3.9. ACTUACIÓN DE LAS VÁLVULAS SOLENOIDE (Y161 E Y162)



Figura 3-8 Válvulas solenoide Y161, Y162.

En lo referente al ajuste del sistema, las válvulas solenoide, las cuales se componen de un solenoide y una o dos válvulas distribuidoras (relés neumáticos), transforman las señales electrónicas procedentes del sistema de control en señales que accionarán las bolsas de aire de la suspensión neumática.

El módulo de control ECAS combina las válvulas solenoide como un único bloque, y a través de estas, se generan presiones de carga parciales en las bolsas de aire.

El bloque de válvulas controlado por el ECAS actúa:

- En la alimentación de aire
- En la extracción de aire
- En la posición de altura de la suspensión

Las válvulas solenoide son montadas en un soporte preso al chasis, próximo a las bolsas de aire de la suspensión trasera del vehículo.



Figura 3-9 Ubicación del bloque de válvulas solenoide.

En la figura 3-10 se representan algunos detalles constructivos del conjunto de la válvula solenoide y del sistema neumático.

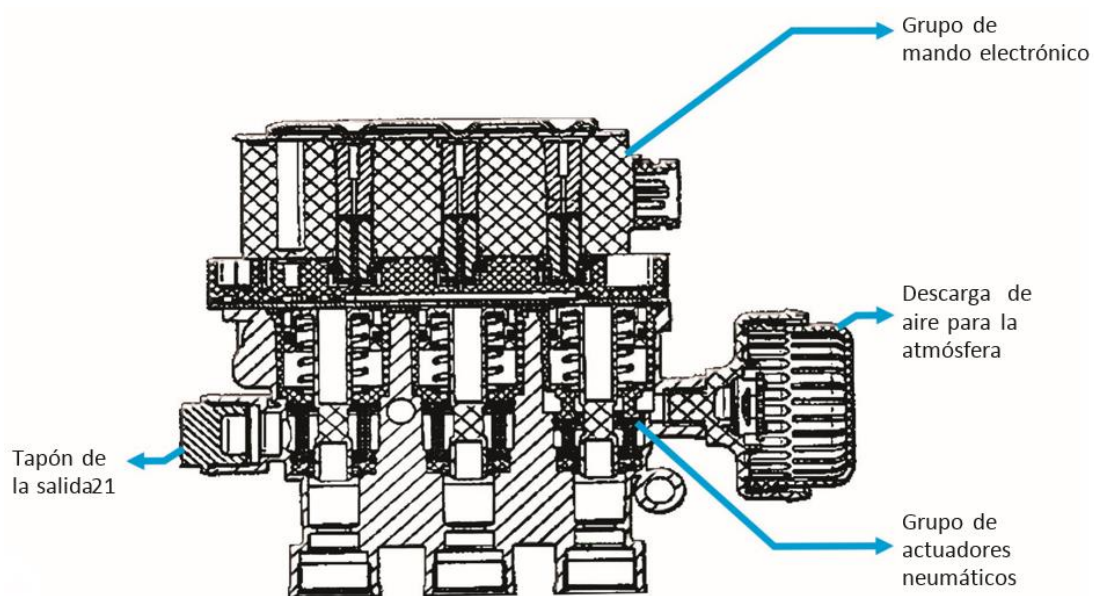


Figura 3-10 Detalles constructivos conjunto válvula solenoide/sistema neumático.

3.9.1. Estructura

El bloque de válvulas solenoide se compone de tres válvulas que controlan tres émbolos de control.

- Con la válvula solenoide 6.1 (A) se establece una salida con la conexión 11 (Entrada de alimentación).
- Con la válvula solenoide 6.2 (B) la salida de la conexión 22 se abre o se cierra.
- Con la válvula solenoide 6.3 (C) la salida de la conexión 23 se abre o se cierra.

En la posición de descanso (posición final), las válvulas solenoide no son energizadas.

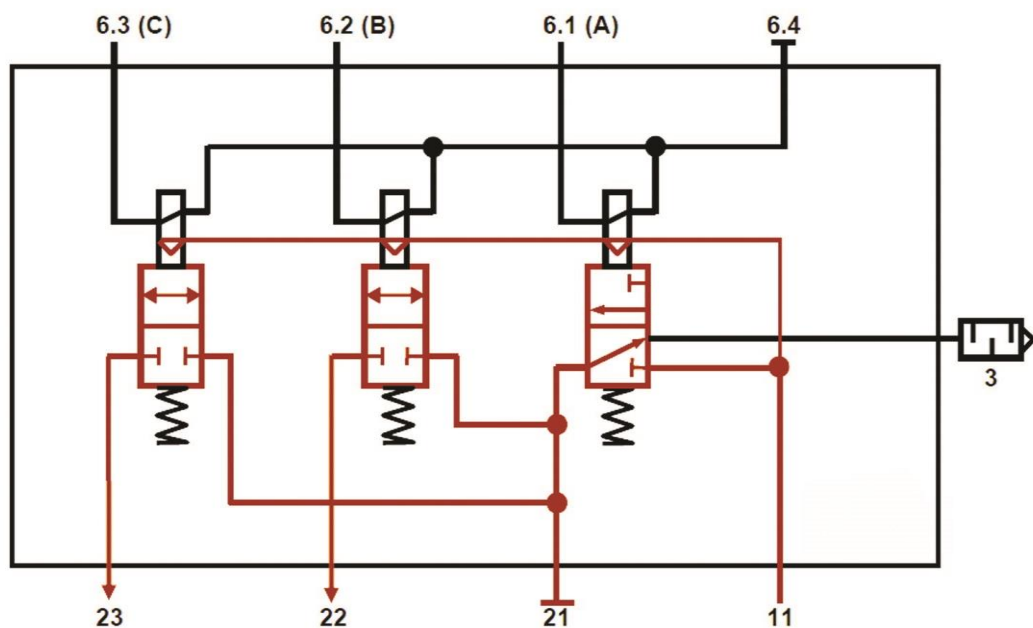


Figura 3-11 Esquema eléctrico bloque de válvulas solenoide.

3.9.2. Funcionamiento

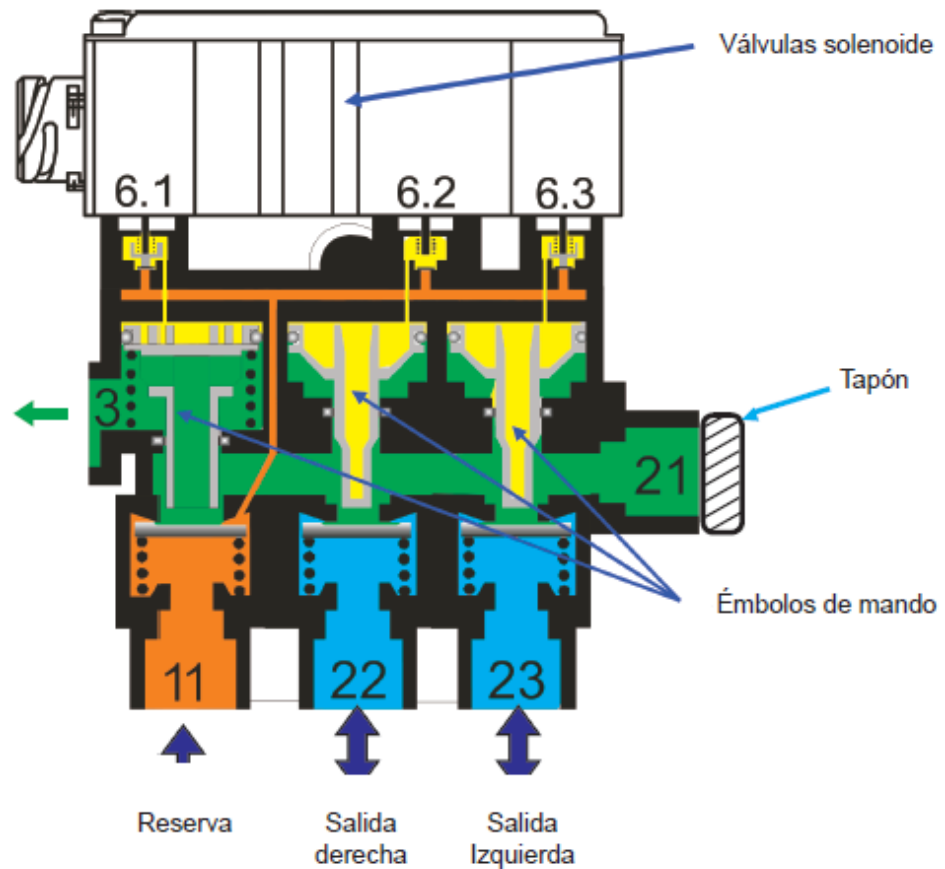
3.9.2.1. Altura del vehículo estabilizada en la posición final

En la posición final, las válvulas solenoide no se accionan, o sea, no son energizadas. El émbolo de control “A” se halla en la parte superior.

De este modo, el aire de la cámara principal es liberado. Así como el émbolo “A”, los émbolos de control “B” y “C” se hallan en la parte superior.

De esta forma, las conexiones para las salidas 22 y 23 se cierran; La presión de las bolsas mantiene entonces la altura del vehículo.

Es importante señalar que, si no se utiliza, la salida 21 recibe un tapón de cierre.



- Sin presión
- Presión estabilizada en la altura nominal
- Presión alimentación (línea 24 de la válvula 4 vías)
- Descarga (presión atmosférica)

Figura 3-12 Altura del vehículo estabilizada en la posición final, válvulas solenoide Y161, Y162.

3.9.2.2. Aumentando la altura del vehículo

Primeramente la válvula solenoide 6.1 es accionada presionando el émbolo de control contra la parte inferior. La salida con la reserva de aire se abre y la presión se envía a la cámara principal.

Las válvulas solenoides 6.2 y 6.3 también son accionadas y los émbolos de control son presionados hasta el fondo de la parte inferior.

La conexión para las salidas 22 y 23 se abre, de modo que la presión pase de la cámara principal a las bolsas de aire, por lo que el vehículo se eleva. Cuando se llegue la altura solicitada, las válvulas solenoide se desactivan.

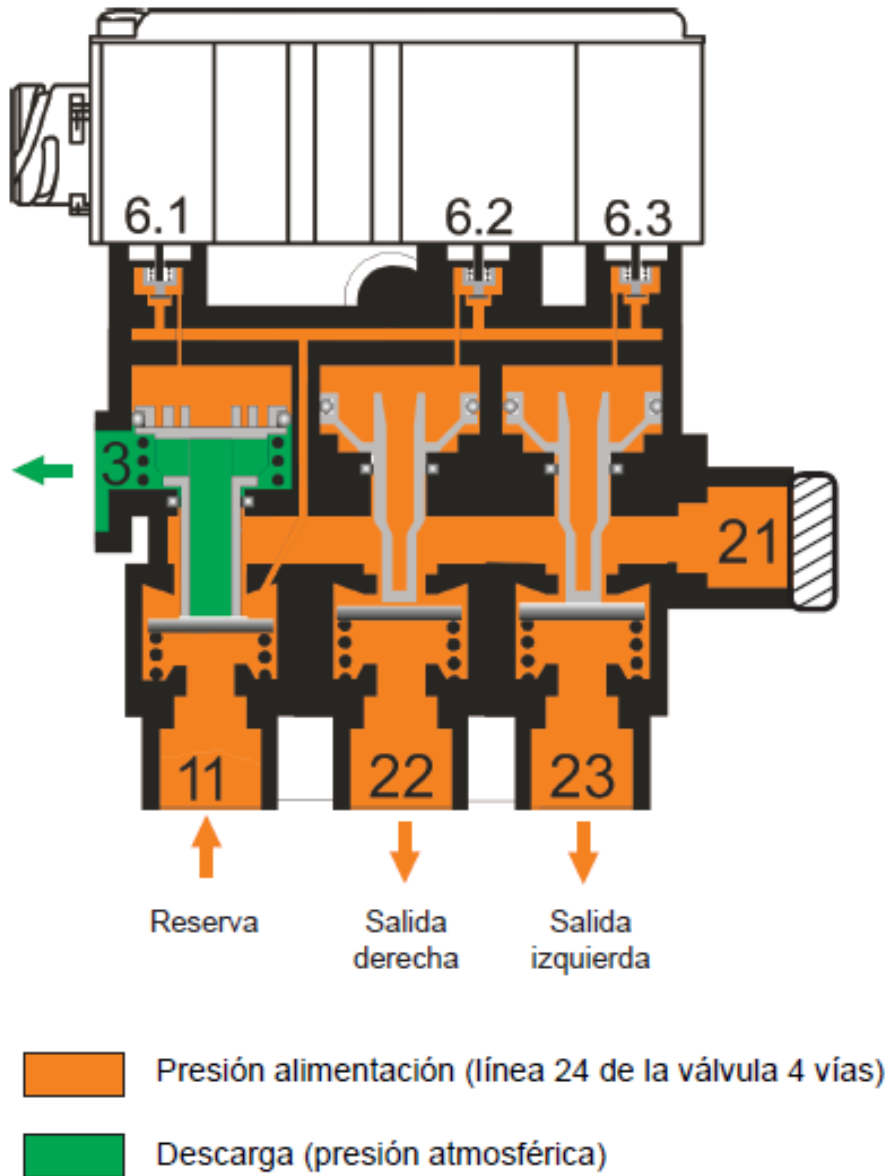


Figura 3-13 Aumento de la altura del vehículo, válvulas solenoide Y161, Y162.

3.9.2.3. Disminuyendo la altura del vehículo

La válvula solenoide 6.1 no se acciona. Por acción del muelle, el émbolo baja y la cámara principal libera el aire.

La comunicación entre las bolsas de aire y las salidas 22 y 23.

Las válvulas solenoide 6.2 y 6.3 están accionadas de forma que permiten que el aire de las bolsas de aire pase a través de la cámara principal.

El vehículo desciende hasta alcanzar la altura solicitada y las válvulas solenoides son desactivadas.

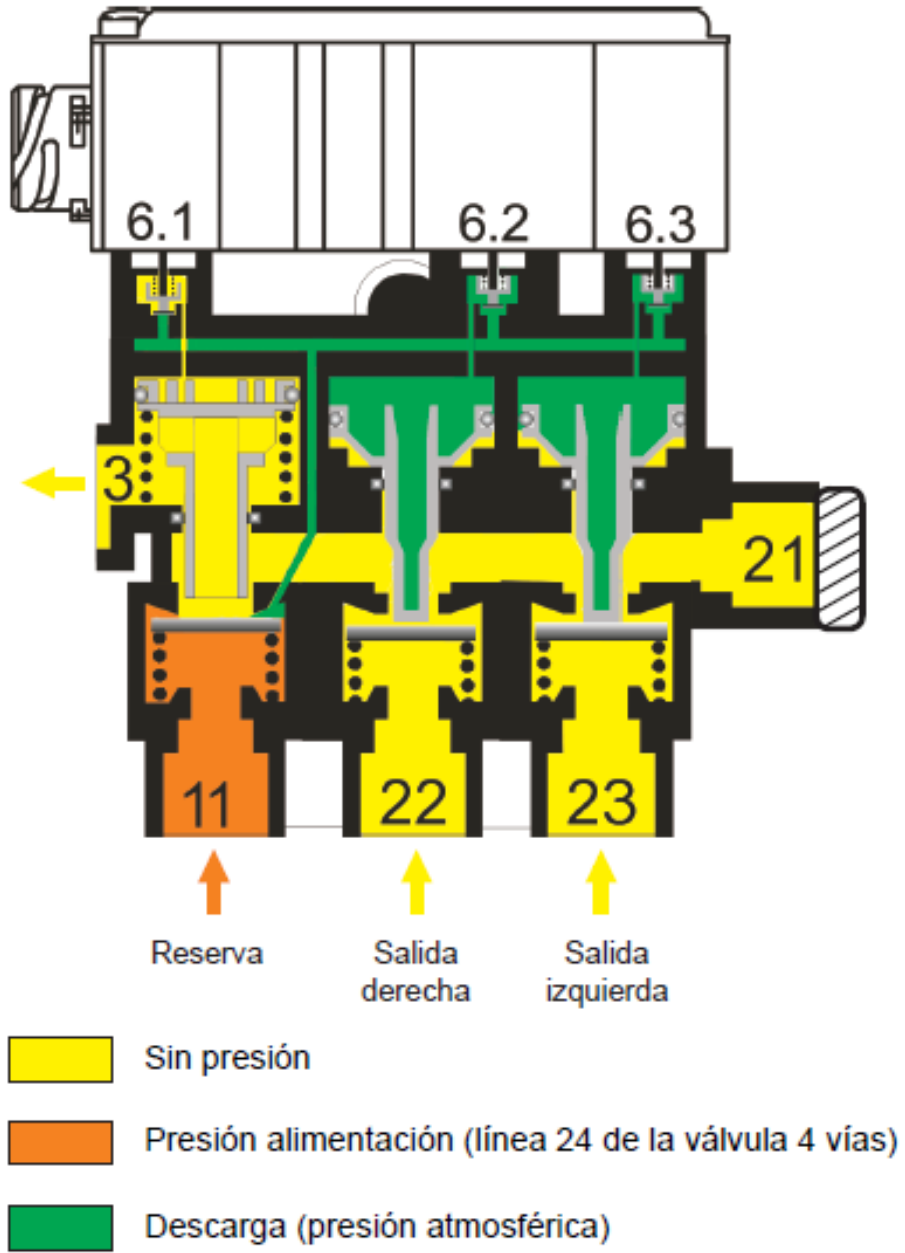


Figura 3-14 Disminuyendo la altura del vehículo, válvulas solenoide Y161, Y162.

3.9.3. Conexiones eléctricas del conector

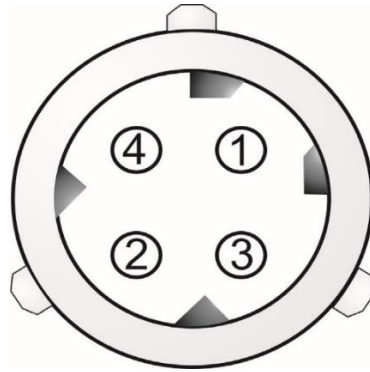


Figura 3-15 Conexiones eléctricas del conector de las válvulas solenoide Y161, Y162.

Tabla 3-3 Especificación conexiones eléctricas del conector de las válvulas solenoide Y161, Y162.

Pin	ECAS sin CAN	ECAS con T-CAN
1	6.1 positivo	6.1 low
2	6.2 positivo	6.2 low
3	6.3 positivo	6.3 low
4	6.4 masa	6.4 high

3.10. VÁLVULA SOLENOIDE DE LAS BOLSAS DE AIRE DE LA SUSPENSIÓN (Y132)

Esta válvula solenoide es para vehículos equipados con suspensión de aire delantera y trasera.



Figura 3-16 Válvula solenoide de las bolsas de aire de la suspensión.

3.10.1. Estructura

El bloque de válvulas solenoide para el vehículo con suspensión exclusivamente neumática es realizado por dos bloques de válvulas que están unidas por una pestaña.

El bloque 1 es idéntico al bloque de válvulas solenoide del eje trasero. El bloque 2 está equipado con una válvula solenoide.

A través de la válvula solenoide 62.1, el conector de las salidas 26 y 27 se abre o se cierra.

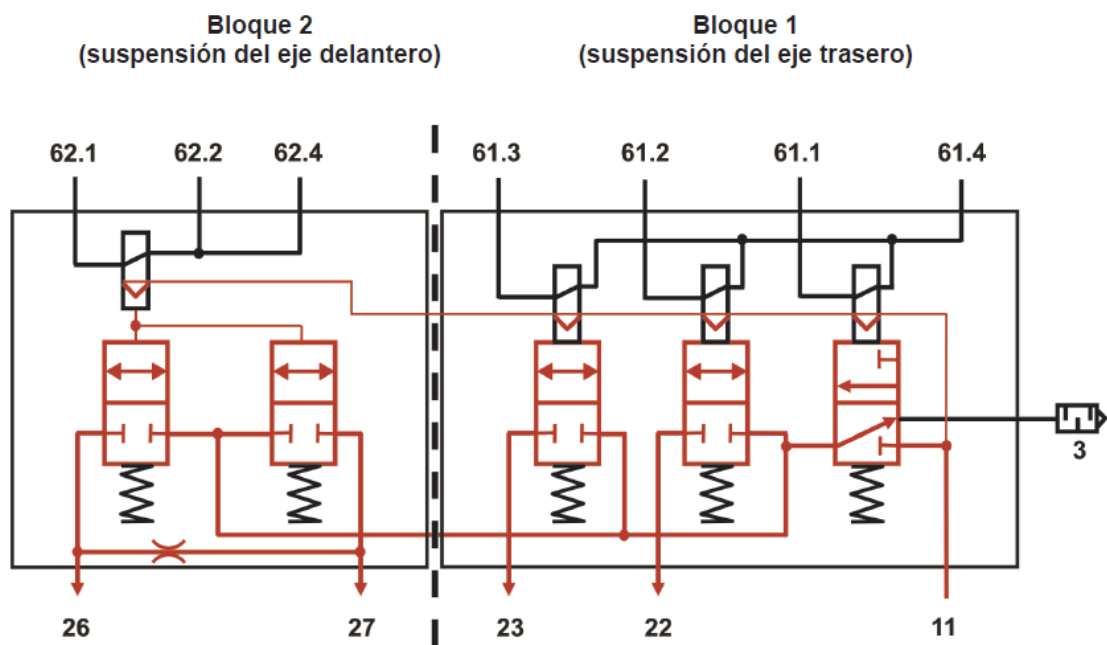


Figura 3-17 Esquema eléctrico válvula solenoide Y132.

3.10.2. Funcionamiento

3.10.2.1. Altura del vehículo estabilizado en la posición final

En la posición final, las válvulas solenoide no son accionadas, o sea, no son energizadas. El émbolo de control 61.1 se halla en la parte superior. De este modo, el aire de la cámara principal es liberado.

Así como el émbolo 61.1, los émbolos de control 61.2, 61.3 y 62.1 se sitúan en la parte superior. De esta forma, las conexiones para las salidas 22, 23, 26 y 27 son cerradas.

La presión de las bolsas mantiene entonces la altura del vehículo.

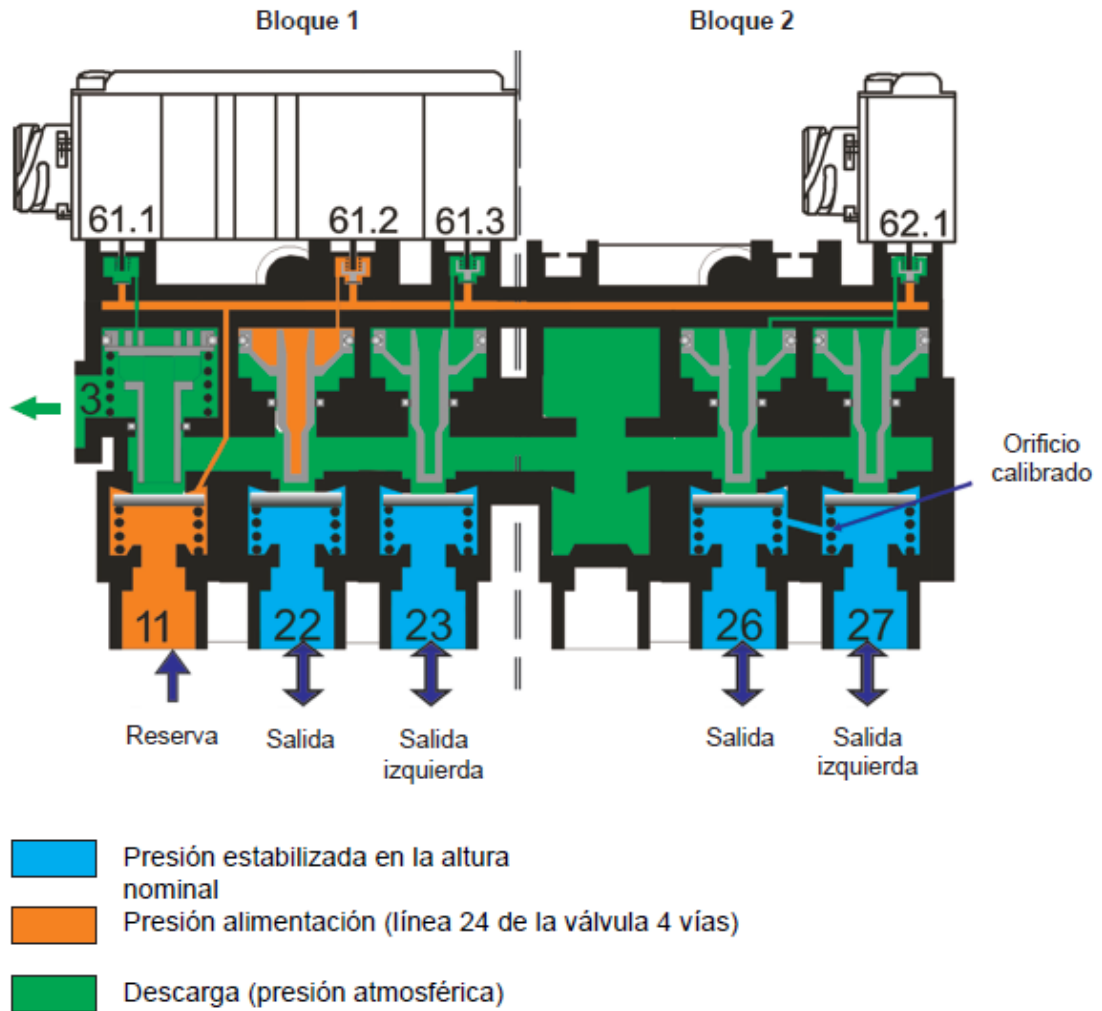


Figura 3-18 Altura del vehículo estabilizada en la posición final, válvula solenoide Y132.

3.10.2.2. Aumentando la altura del vehículo

En esta situación, todas las válvulas solenoide son accionadas. Los émbolos de control son presionados contra la parte inferior.

La presión de reserva es conectada a todas las salidas a través del canal principal. Por tanto, el vehículo sube.

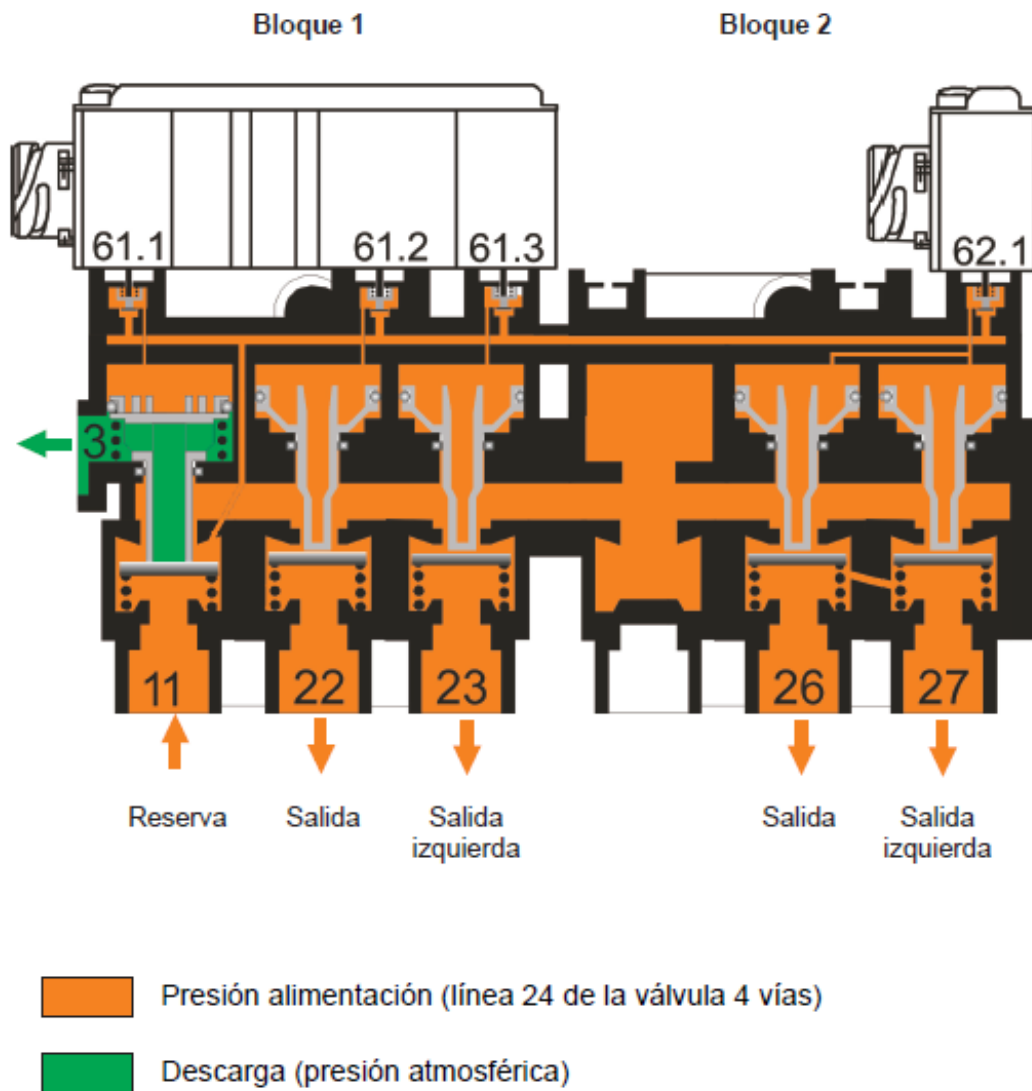


Figura 3-19 Aumento de la altura del vehículo, válvula solenoide Y132.

3.10.2.3. Disminuyendo la altura del vehículo

La válvula solenoide 61.1 está desactivada y el émbolo de control se halla en la parte superior. Las válvulas solenoide y los émbolos de control restantes están en la misma posición (posición de subida).

Las salidas son conectadas para liberar el aire a través del canal principal. Por tanto, el vehículo baja.

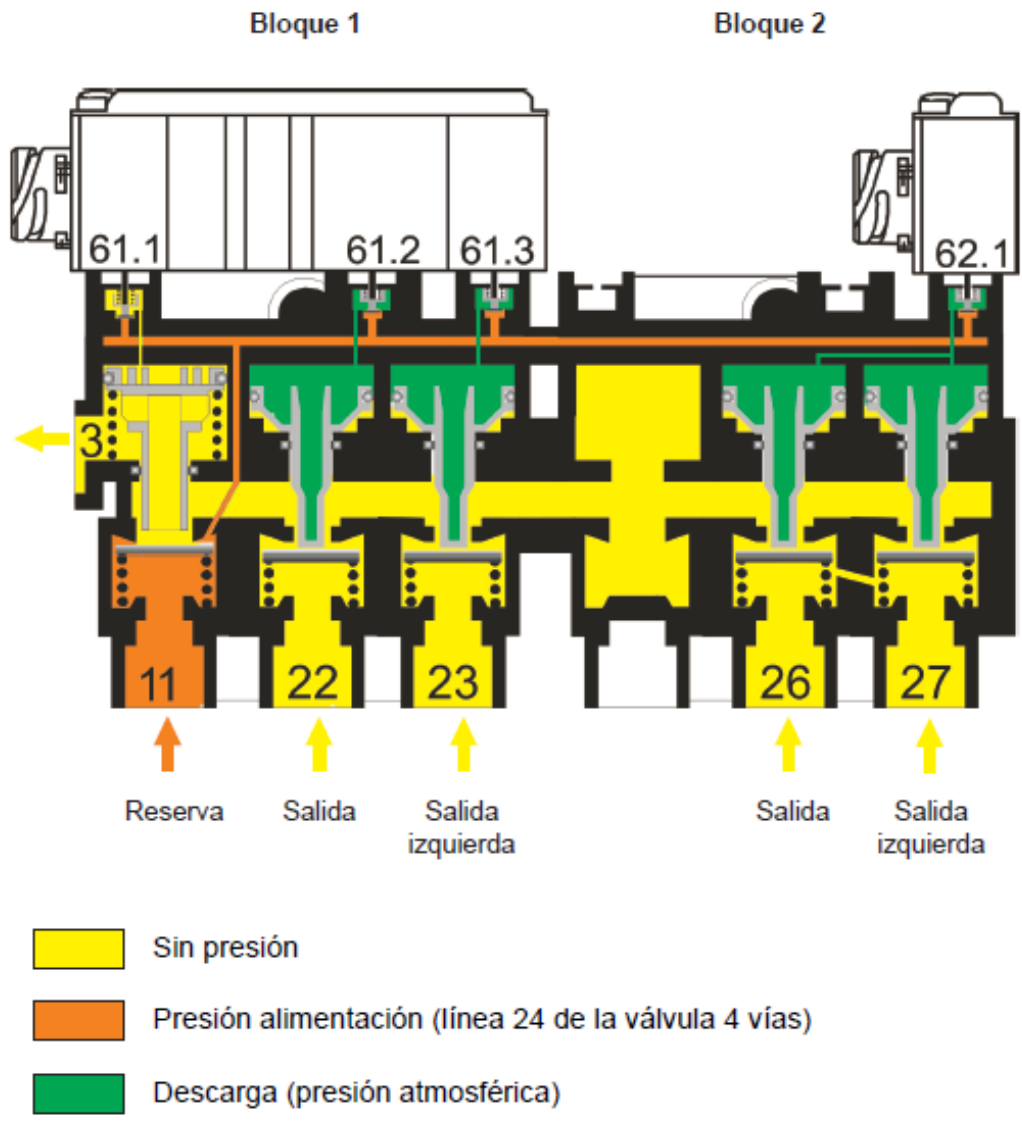


Figura 3-20 Disminuyendo la altura del vehículo, válvula solenoide Y132.

3.10.3. Conexiones eléctricas de los conectores

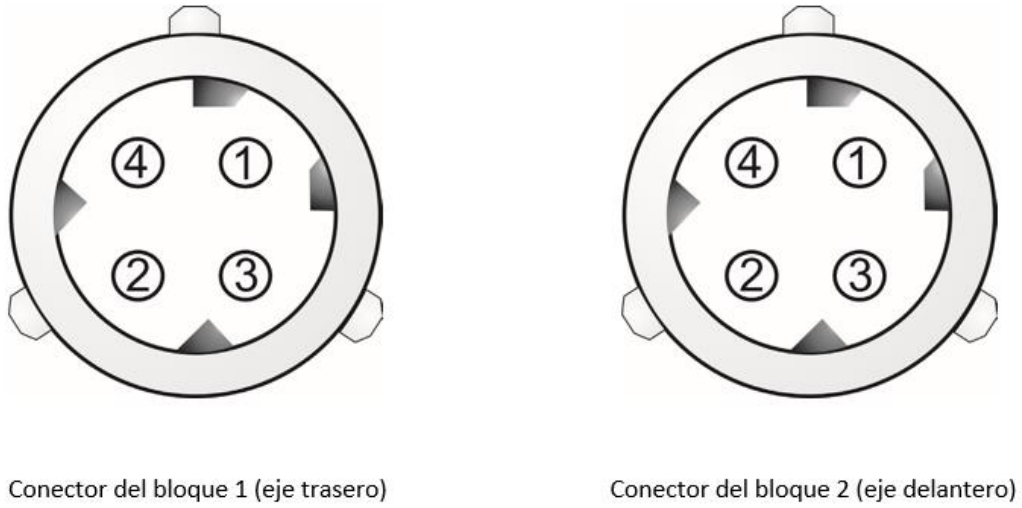


Figura 3-21 Conexiones eléctricas de los conectores de la válvula solenoide Y132.

Bloque 1

Tabla 3-4 Especificación conexiones eléctricas del bloque 1 del conector de la válvula solenoide Y132.

Pin	ECAS sin CAN	ECAS con T-CAN
1	61.1 positivo	61.1 low
2	61.2 positivo	61.2 low
3	61.3 positivo	61.3 low
4	61.4 masa	61.4 high

Bloque 2

Tabla 3-5 Especificación conexiones eléctricas del bloque 2 del conector de la válvula solenoide Y132.

Pin	ECAS sin CAN	ECAS con T-CAN
1	62.1 positivo	62.1 low
2	62.2 masa	62.2 high
4	62.4 positivo	62.4 high

3.11. VÁLVULA SOLENOIDE DE LAS BOLSAS DE AIRE DE LA SUSPENSIÓN DEL EJE DE TRACCIÓN Y DEL EJE AUXILIAR CON SUSPENSOR (Y161)

Esta válvula solenoide es utilizada en la suspensión de vehículos 6x2.

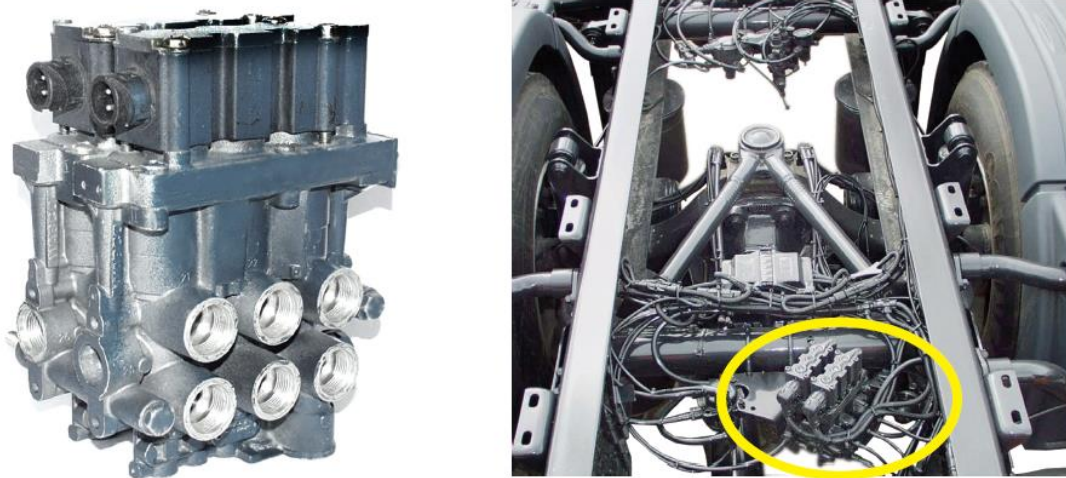


Figura 3-22 Válvula solenoide de las bolsas de aire de la suspensión del eje de tracción y del eje auxiliar con suspensor.

3.11.1. Estructura

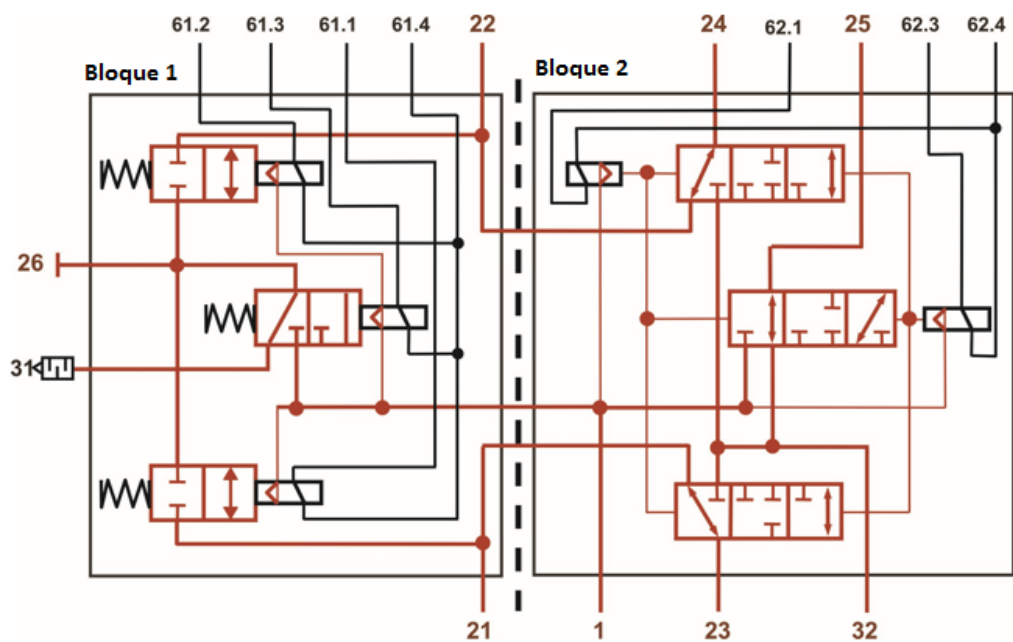


Figura 3-23 Esquema eléctrico válvula solenoide Y161.

3.11.2. Funcionamiento

3.11.2.1. Altura del vehículo estabilizado en la posición final (Bloque 1)

En la posición final, las válvulas solenoide no son accionadas, o sea, no son energizadas. El émbolo de control 61.3 se sitúa en el lado superior. De este modo, el aire de la cámara principal es liberado. Al igual que el émbolo 61.3, los émbolos de control 61.1 y 61.2 se hallan en el lado superior. De esta forma, las salidas 21 y 22 se cierran.

La presión de las bolsas mantiene entonces la altura del vehículo.

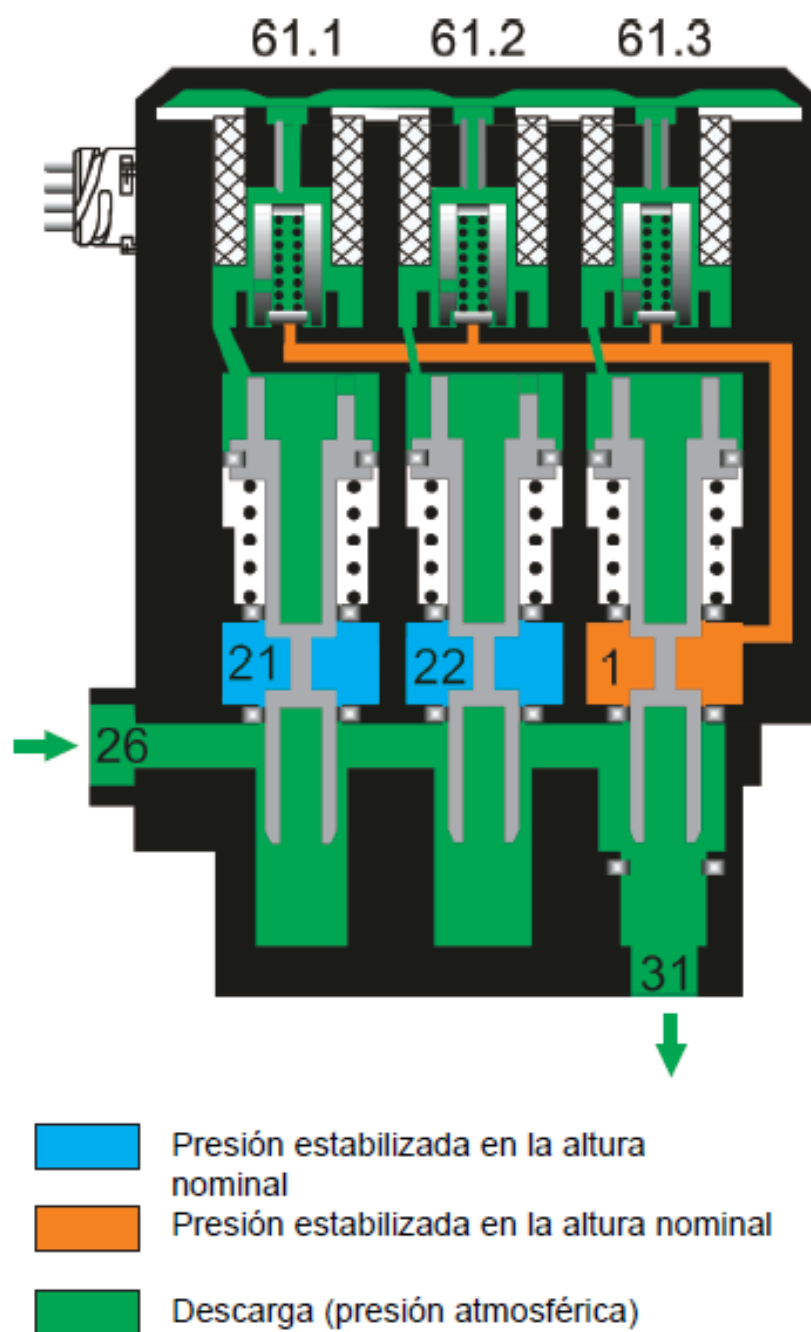


Figura 3-24 Altura del vehículo estabilizado en la posición final (Bloque 1) válvula solenoide Y161.

3.11.2.2. Aumentando la altura del vehículo (Bloque 1)

Primeramente la válvula solenoide 61.3 es accionada presionando el émbolo de control contra la parte inferior. La salida con la reserva de aire se abre y la presión se envía a la cámara principal.

Las válvulas solenoides 61.1 y 61.2 también son accionadas y los émbolos de control son presionados hasta el fondo de la parte inferior.

La conexión para las salidas 21 y 22 se abre, de modo que la presión pase de la cámara principal a las bolsas de aire, por lo que el vehículo se eleva.

Cuando se llegue la altura solicitada, las válvulas solenoide se desactivan.

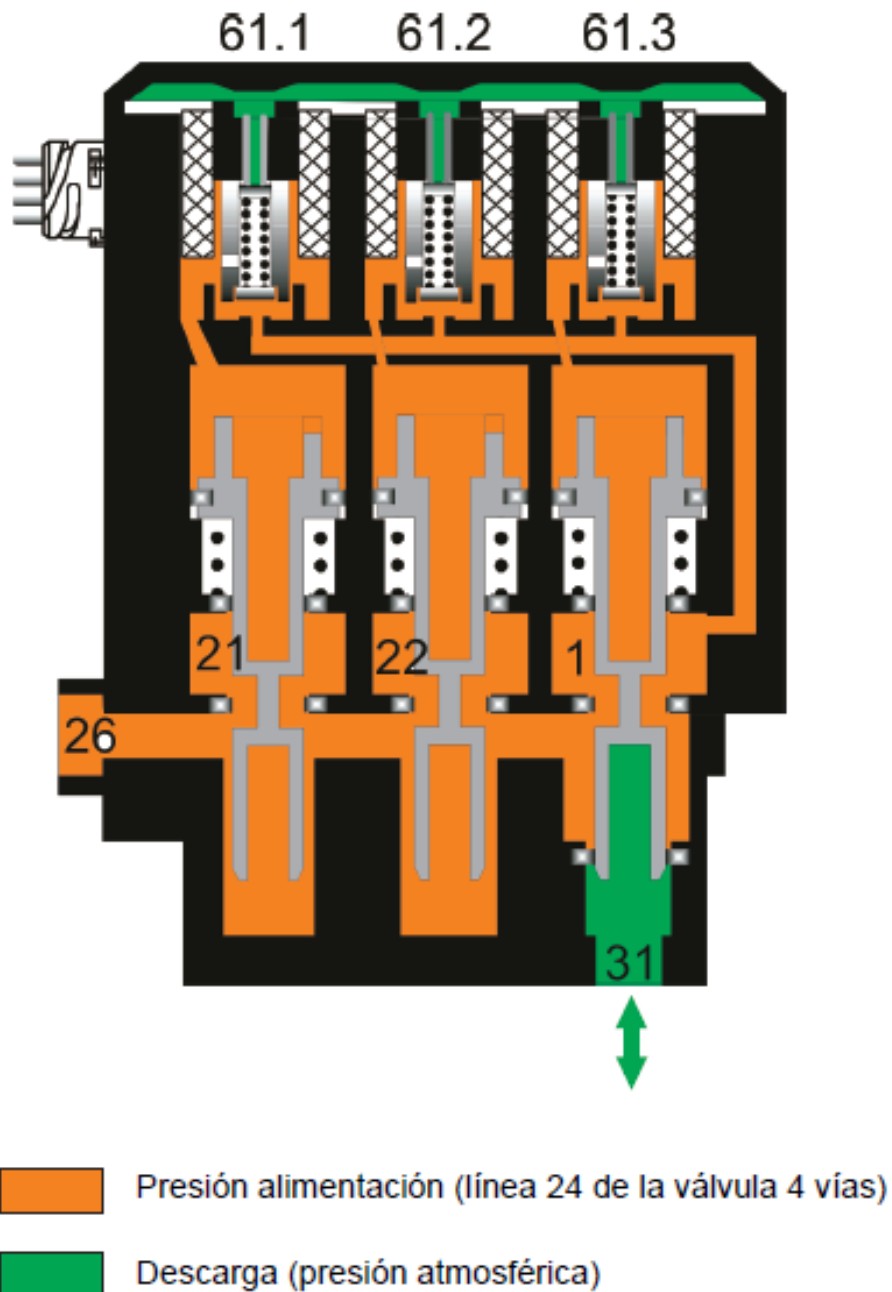


Figura 3-25 Aumentando la altura del vehículo (Bloque 1) válvula solenoide Y161.

3.11.2.3. Disminuyendo la altura del vehículo (Bloque 1)

La válvula solenoide 61.3 no es accionada. Por la acción del muelle, el émbolo de control se halla en la parte inferior y la cámara principal dispone de un conector para la salida de aire.

Las conexiones para las cámaras están abiertas, ya que las válvulas solenoides están accionadas. De este modo, el aire de las bolsas se libera a través de la cámara principal.

El vehículo baja hasta la altura solicitada y las válvulas solenoides son desactivadas.

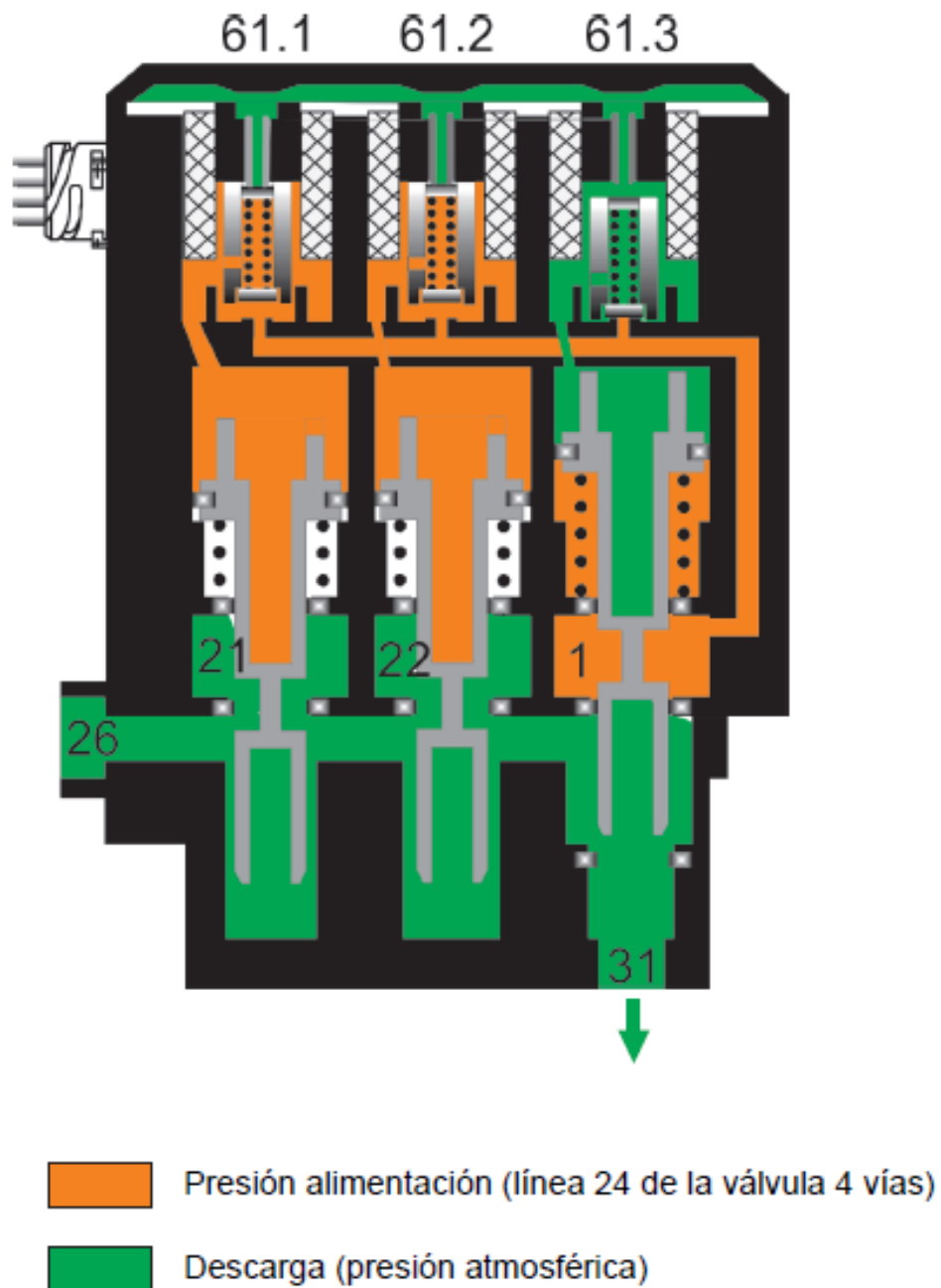


Figura 3-26 Disminuyendo la altura del vehículo (Bloque 1) válvula solenoide Y161.

3.11.2.4. Posición del vehículo con el eje auxiliar rebajado (Bloque 2)

En esta situación, las válvulas solenoide no son accionadas. La válvula corrediza del lado derecho se halla en el lado inferior. De este modo, la salida 32 se conecta a la salida 25.

En la salida 32 la presión es limitada a 0,7 bar. Esta presión pasa a través de la salida 25 para la cámara de elevación del eje de arrastre. Las otras dos válvulas corredizas se hallan en la parte superior.

De este modo, en las salidas 23 y 24 se genera la misma presión existente en las cámaras de soporte del eje de tracción.

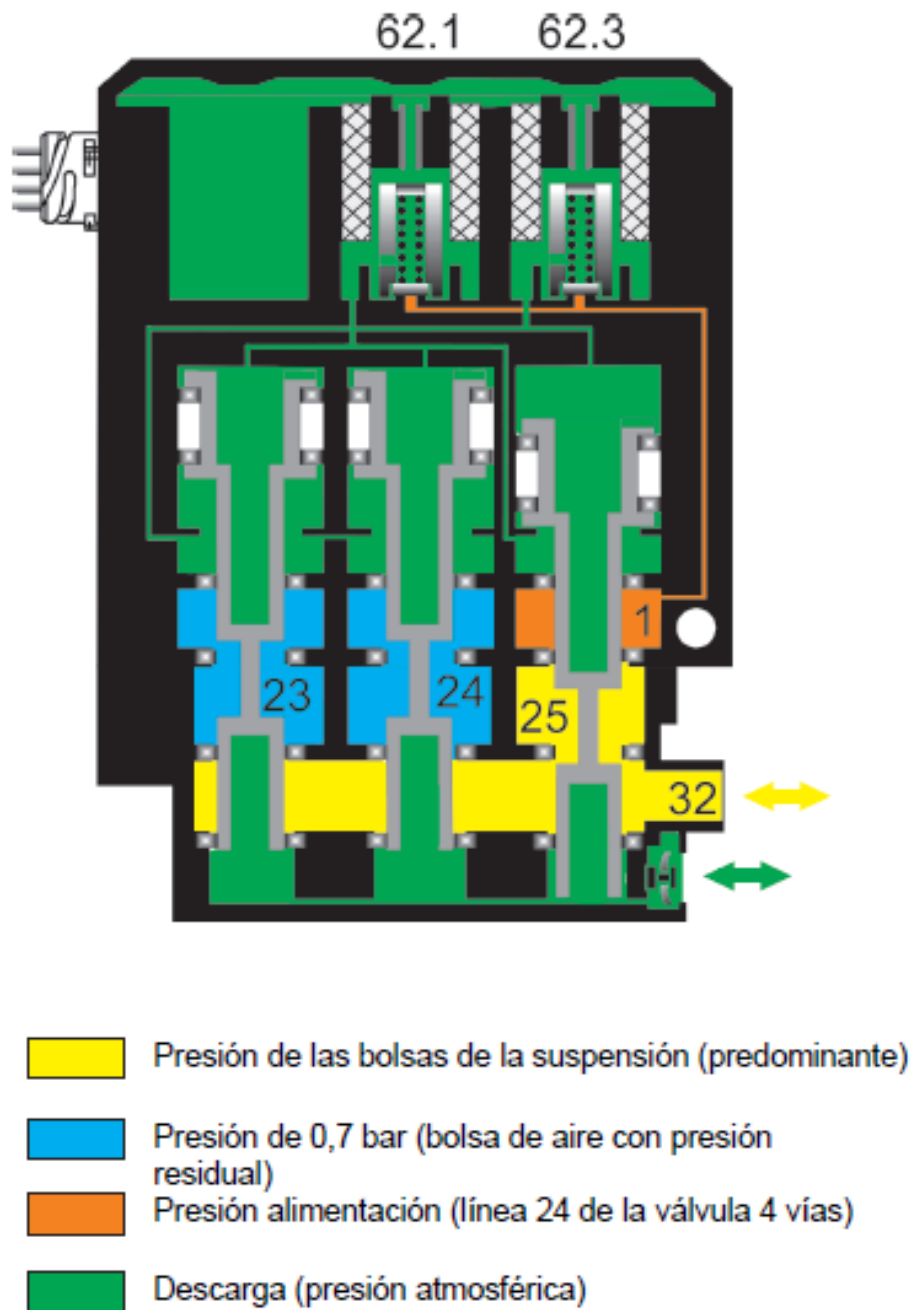


Figura 3-27 Posición del vehículo con el eje auxiliar rebajado (Bloque 2) válvula solenoide Y161.

3.11.2.5. Posición del vehículo con el eje auxiliar levantando (Bloque 2)

La válvula solenoide 62.3 se acciona y las dos válvulas corredizas del lado izquierdo son presionadas contra el lado inferior. De este modo, las salidas 23 y 24 se conectan a la salida 32.

El aire de las bolsas de aire de soporte del eje de arrastre es extraído hasta que se llegue a la presión residual de 0,7 bar.

La válvula corrediza del lado derecho es desplazada para la parte superior y conecta la salida 1 a la salida 25. La presión de reserva en la salida 1 pasa a la 25, es ahí cuando, por medio de un limitador de presión, el aire pasa hacia la bolsa de aire de elevación.

El limitador de presión está regulado en $7,4 + 0,2$ bar. Con esta presión, el eje de arrastre es elevado por la bolsa de aire de elevación

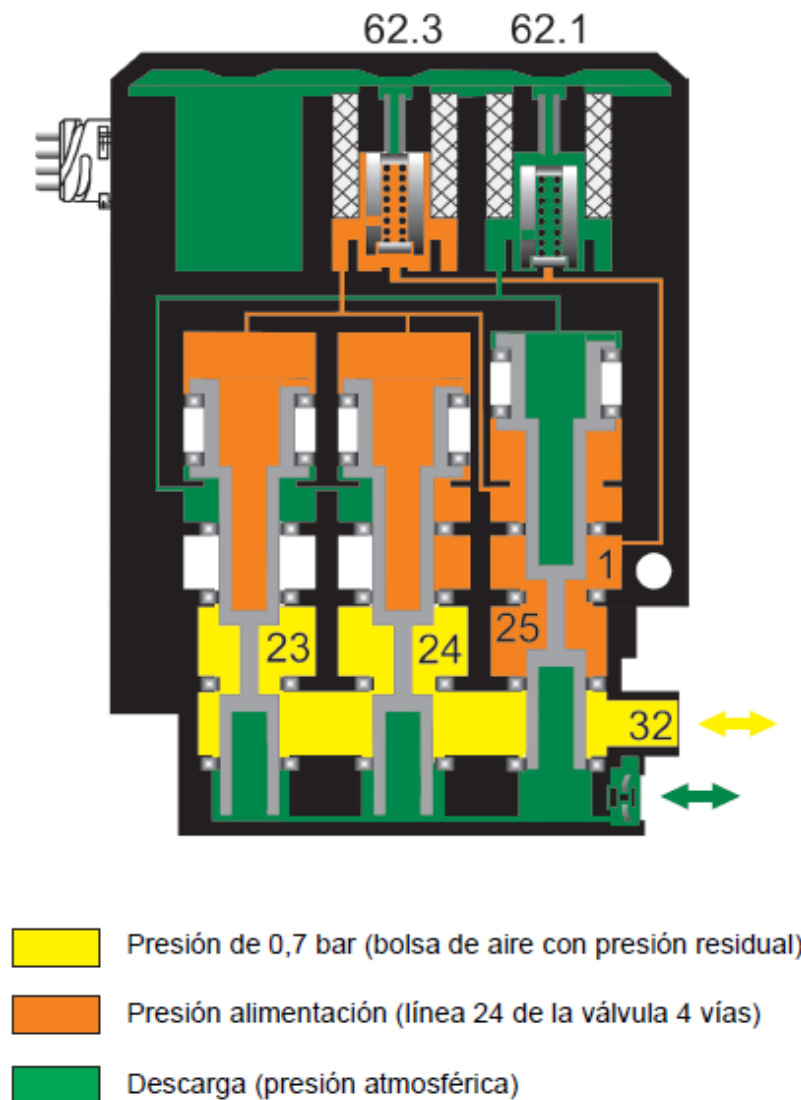


Figura 3-28 Posición del vehículo con el eje auxiliar levantando (Bloque 2) válvula solenoide Y161.

3.11.2.6. Vehículo con el eje auxiliar levantado en un 30% (auxilio de arranque) (Bloque 2)

Si la tecla de auxilio de arranque se acciona, las válvulas corredizas son colocadas en la misma posición en que se produce la subida del eje de arrastre.

El aire de las bolsas de la suspensión es extraído y la bolsa de aire de elevación es alimentada.

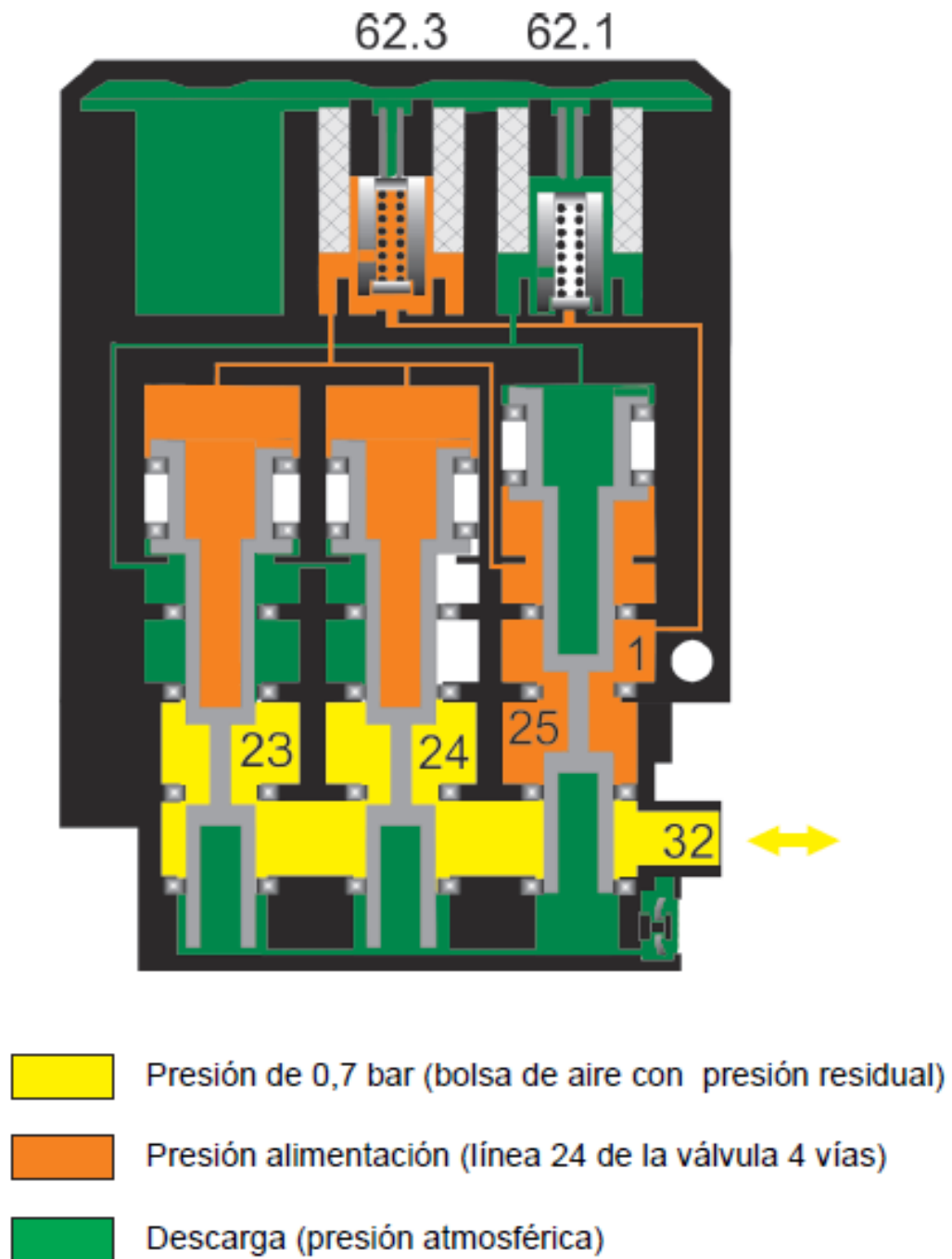


Figura 3-29 Vehículo con el eje auxiliar levantado en un 30% (Bloque 2), posición inicial, válvula solenoide Y161.

Si se alcanza la capacidad máxima de carga para el eje de tracción, las dos válvulas solenoide se accionan y las válvulas corredizas se desplazan a la posición central.

En esta posición, todas las conexiones están cerradas. El eje de arrastre permanece en la posición de media carga y las ruedas del eje de tracción se sujetan a una carga mayor.

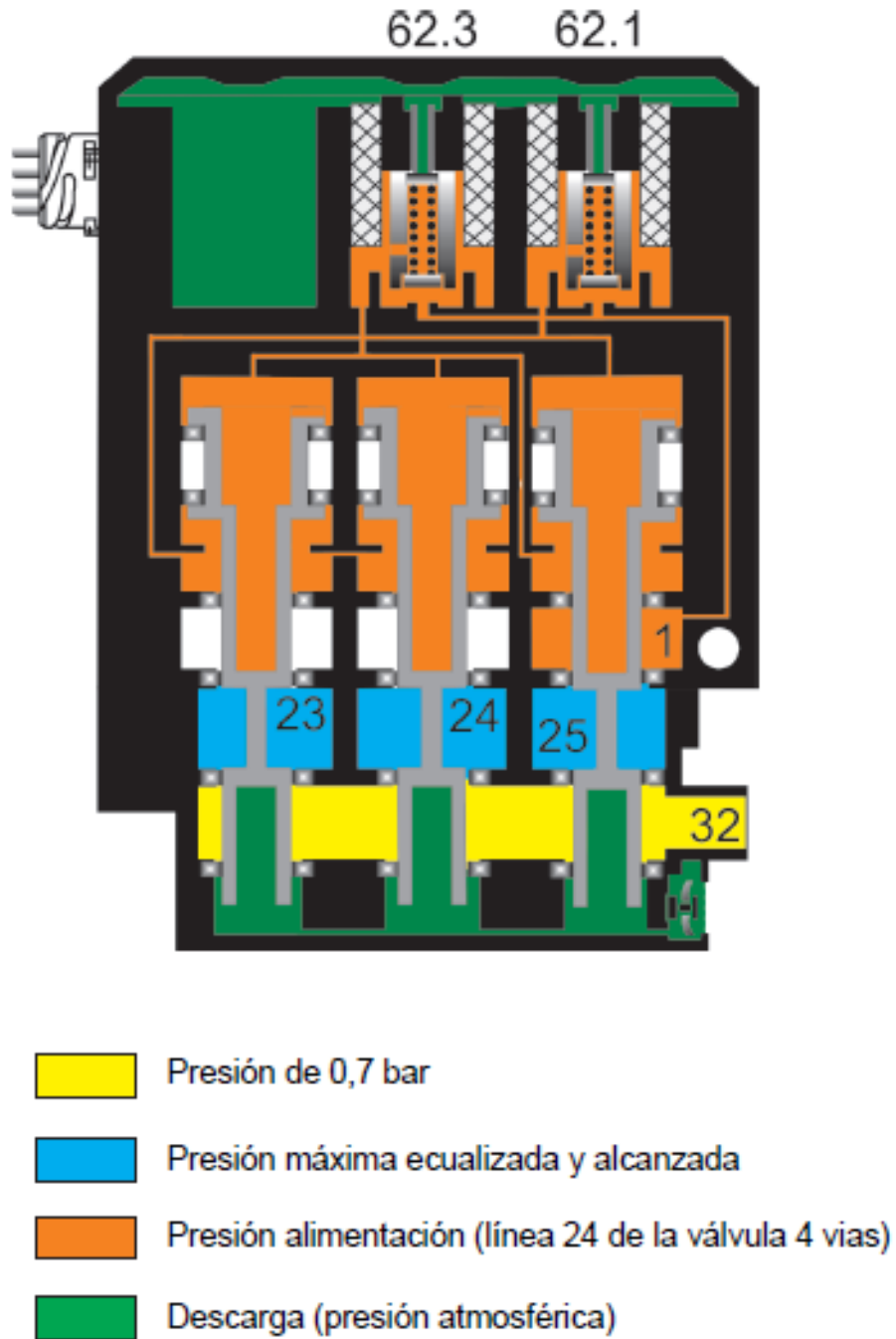


Figura 3-30 Vehículo con el eje auxiliar levantado en un 30% (Bloque 2), posición final, válvula solenoide Y161.

3.11.3. Conexiones eléctricas de los conectores

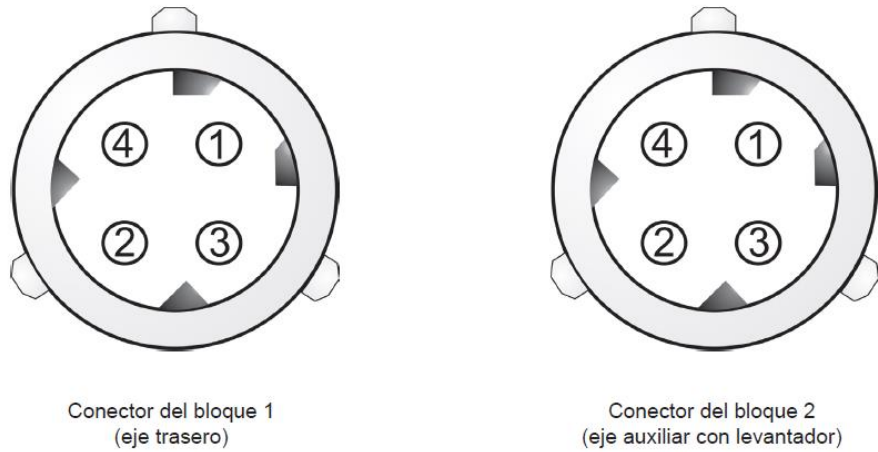


Figura 3-31 Conexiones eléctricas de los conectores de la válvula solenoide Y161.

Bloque 1

Tabla 3-6 Especificación conexiones eléctricas del bloque 1 del conector de la válvula solenoide Y161.

Pin	ECAS sin CAN	ECAS con T-CAN
1	61.1 positivo	61.1 low
2	61.2 positivo	61.2 low
3	61.3 positivo	61.3 low
4	61.4 masa	61.4 high

Bloque 2

Tabla 3-7 Especificación conexiones eléctricas del bloque 2 del conector de la válvula solenoide Y161.

Pin	ECAS sin CAN	ECAS con T-CAN
1	62.1 positivo	62.1 low
2		62.2 high
3	62.3 positivo	62.3 low
4	62.4 masa	62.4 high

3.12. SENSOR INDUCTIVO DE ALTURA (G74)

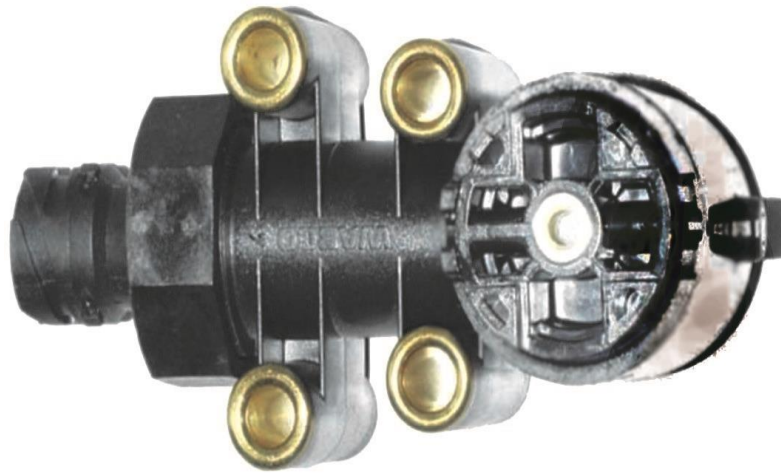


Figura 3-32 Sensor inductivo de altura.

3.12.1. Estructura

El sensor inductivo de altura es compuesto por una bobina y un émbolo con armadura. De acuerdo con el desplazamiento del émbolo, para arriba y para abajo, se producirá una alteración correspondiente en la inductancia de la bobina del sensor. El émbolo está unido a una biela fijada al eje excéntrico de la ranura.

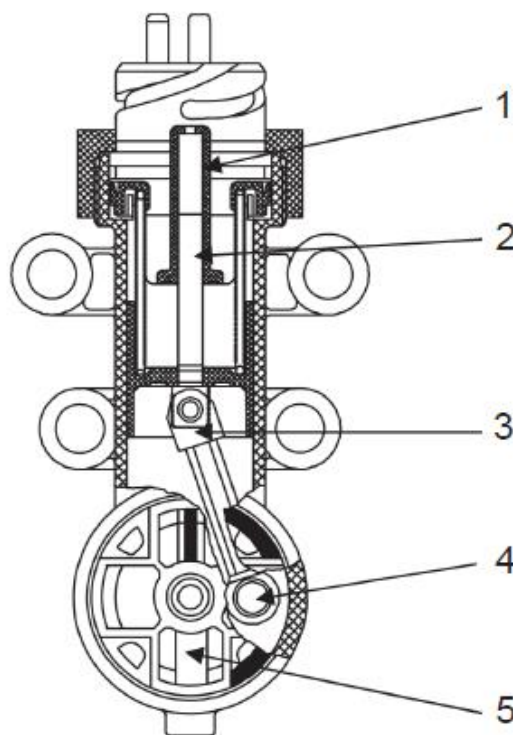


Figura 3-33 Estructura sensor inductivo de altura.

Tabla 3-8 Componentes estructura sensor inductivo de altura.

1	Bobina
2	Armadura
3	Biela
4	Excéntrico
5	Ranura

3.12.2. Funcionamiento

El sensor inductivo de altura supervisa continuamente el nivel, las oscilaciones generadas en la conducción, la inclinación y la elevación del vehículo. A determinados intervalos de tiempo, este sensor es abastecido con una tensión de, como máximo, 14 V.

El principio de medición del sensor de altura es inductivo y la evaluación de la inductancia es realizada a más de 50 veces por segundo por medio de un circuito de evaluación específico del módulo ECN. La electrónica del vehículo determina el tiempo transcurrido hasta ser alcanzado un valor nominal predefinido; este tiempo depende de la inductancia de la bobina.

Sin embargo, la inductancia de la bobina depende de la profundidad de inmersión de la armadura y, consecuentemente, del ángulo de rotación de la palanca. Después de la realización del proceso de medición, la tensión es desactivada por la electrónica y un nuevo intervalo de medición es realizado.

Los intervalos transcurren en una amplitud de microsegundos.

Los sensores inductivos son siempre activados consecutivamente por la electrónica. El sensor dispone de un área de medición que varía entre los $+43^\circ$ y los -40° en torno a la posición inicial.

De este modo, hasta una pequeña alteración de altura resulta en una señal alterada del sensor, caso de que el campo angular sea el más utilizado posible.

La mejor situación para la alteración de altura se verifica cuando el excéntrico se halla en un ángulo recto en relación al eje del émbolo. Una alteración del ángulo de la palanca lleva a una alteración.

Es importante considerar la eficacia del sensor inductivo. Una elevación en la carrocería debe proporcionar un aumento de valor (counts) en la representación del MAN-cats I.

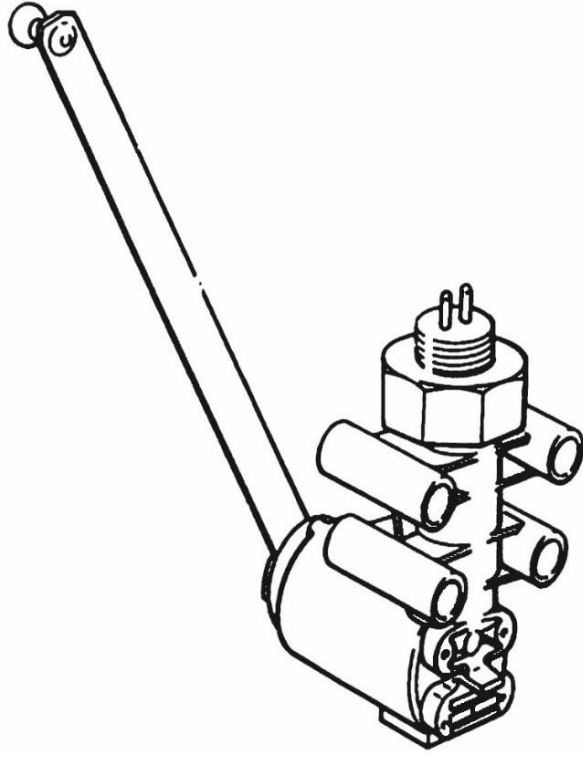


Figura 3-34 Forma del sensor inductivo de altura.

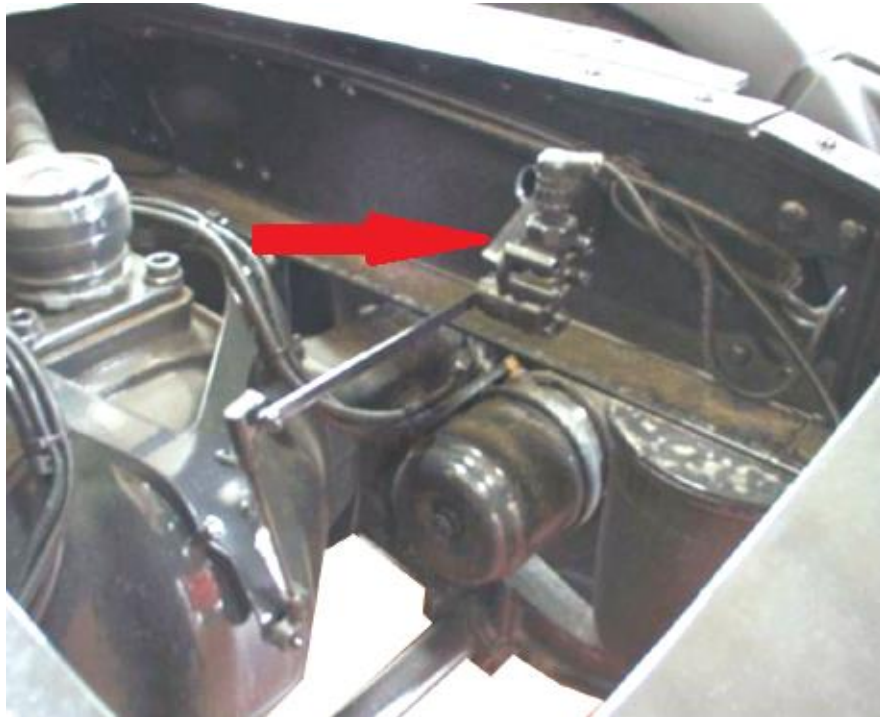


Figura 3-35 Ubicación de un sensor inductivo de altura, eje trasero.

3.13. SENSOR DEL ÁNGULO DE ROTACIÓN (B310)

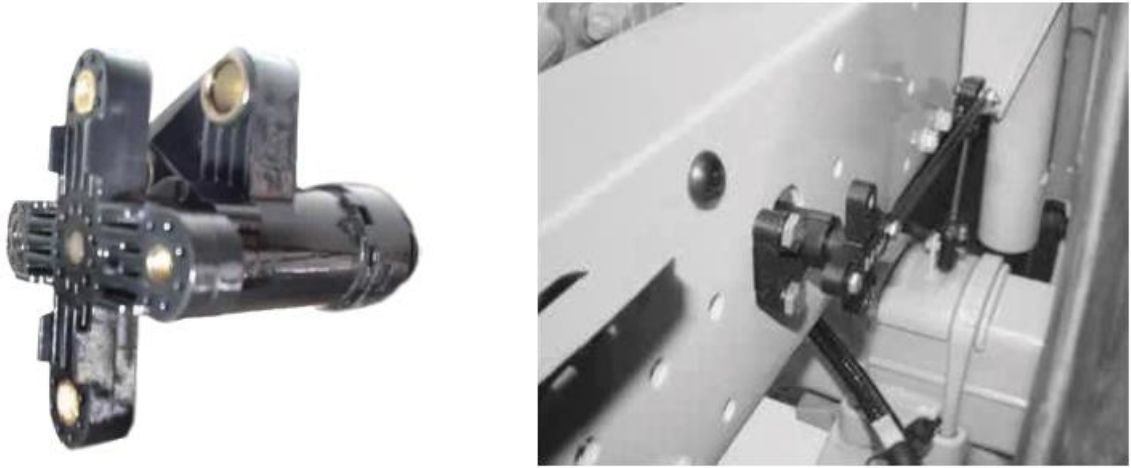


Figura 3-36 Sensor del ángulo de rotación y ubicación en el vehículo.

En lo que se refiere a la localización, el punto de montaje del sensor es idéntico al del sensor con mecanismo de transmisión por manivela. En vehículos articulados con transductor inductivo de desplazamiento en el eje, el mismo no se encuentra unido al centro por el cuerpo del eje, sino en el lado derecho del vehículo, en la abertura del chasis prevista para ello.

En el montaje del sensor es importante poner atención a la posición de la palanca y al orificio de referencia de la misma, conforme indicado en las figuras abajo.

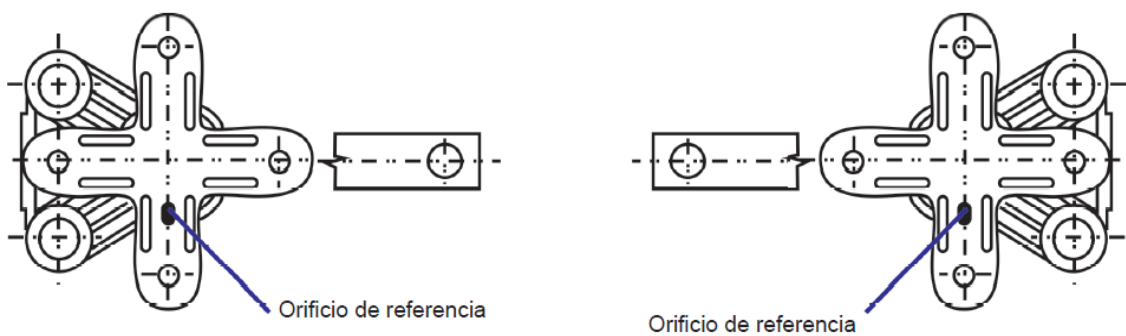


Figura 3-37 Esquema sensor del ángulo de rotación.

3.13.1. Funcionamiento

El sensor del ángulo de rotación mide la distancia entre la carrocería y el eje del vehículo y envía esta señal de desplazamiento a la electrónica. El principio de medición de este sensor es inductivo.

En este sensor del ángulo de rotación (palanca en cruz), la alteración de inductancia es generada por el movimiento rotativo del eje del sensor y no debido al movimiento rectilíneo de una armadura en una bobina.

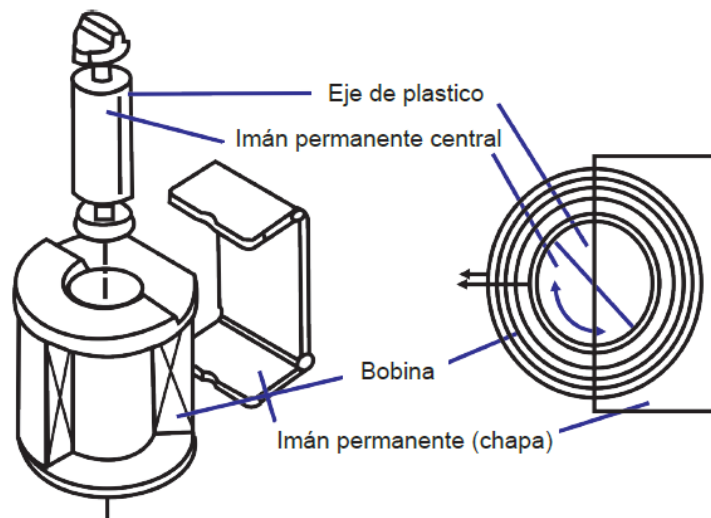


Figura 3-38 Funcionamiento sensor del ángulo de rotación.

La palanca en cruz del sensor “0040” presenta la siguiente curva característica:

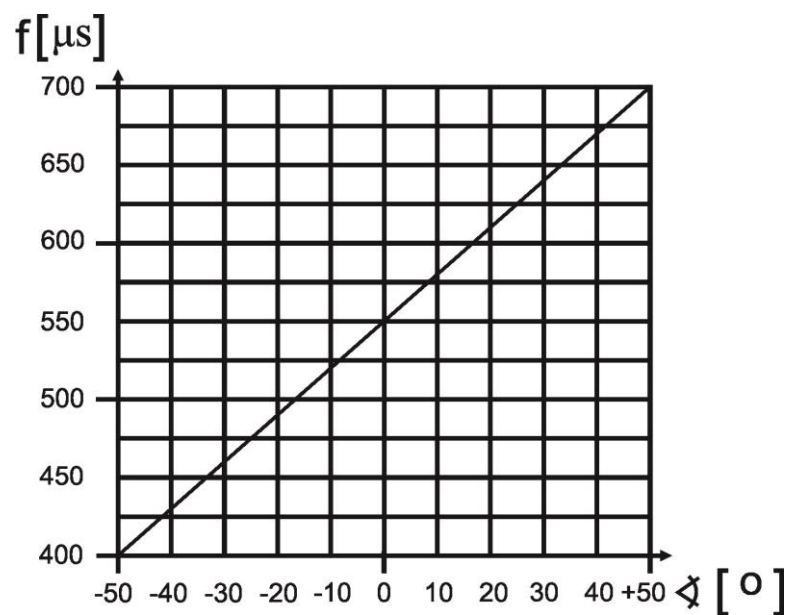


Figura 3-39 Curva característica sensor del ángulo de rotación.

3.14. SENSOR DE PRESIÓN (ECAS CAN III) (G57.302)

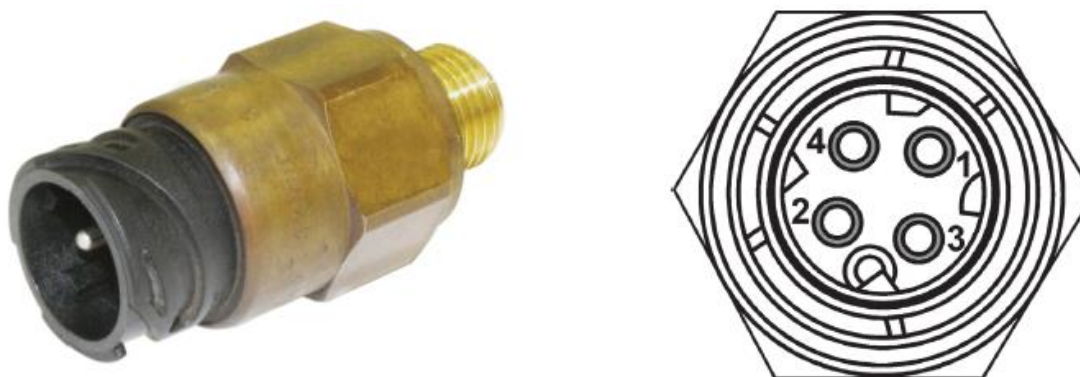


Figura 3-40 Sensor de presión del sistema.

El sensor de presión tiene por función monitorear las cargas sobre los ejes en los vehículos con eje auxiliar de avance o de arrastre (control del eje auxiliar de avance, de arrastre y de auxilio de arranque).

Este sensor se monta detrás del soporte izquierdo de la bolsa de suspensión del eje de tracción y está conectado al módulo de control por el conector X2, por las entradas 1 (tensión de alimentación, 24 V), 7 (masa) y 6 (tensión de salida dependiente de la presión). El sensor también evalúa la presión en vehículos con un indicador opcional de carga sobre los ejes. Es posible que haya un sensor de presión para cada transductor inductivo de desplazamiento. Estos se conectan al módulo ECAS de forma correspondiente. El sensor de presión está presente en vehículos que utilizan el sistema Knorr EBS 5, una vez que estos no poseen el sensor “ALB” (Freno de Carga Independiente Automático).

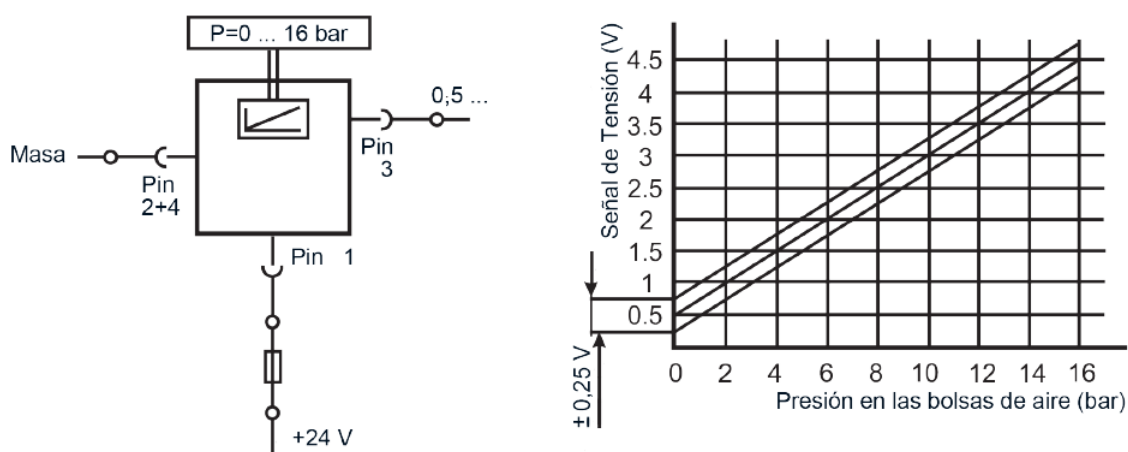












Figura 3-41 Circuito de conexión del sensor y gráfico de presión.

3.15. MANDO A DISTANCIA DE LA SUSPENSIÓN (A221)



Figura 3-42 Mando a distancia de la suspensión neumática mixta (izquierda), y suspensión neumática completa (derecha).

Tabla 3-9 Descripción de cada tecla del control de mando ECAS.

	Indicadores luminosos (no utilizados)		Memoria 2
	Eje delantero		Nivel de conducción
	Eje trasero		Subir
	Sin utilización		Bajar
	Memoria 1		Tecla Stop

3.15.1. Funcionamiento

Los accionamientos de las teclas se realizan por medio de una interfaz de datos de serie a través del módulo ECAS.

El módulo a distancia se activa con la ignición encendida. La luz de control del eje trasero (en el eje trasero o delantero LL) está desprovista de función. La activación solamente es posible con la ignición encendida y es realizada por el accionamiento de uno de los botones de preselección. La activación se produce tanto con el vehículo inmovilizado como con el vehículo en marcha.

El mando a distancia se activa por el accionamiento del botón de selección del respectivo eje. Tras ello, la luz de control se enciende. Este mismo botón sirve para activar y desactivar la función. Si se pulsa la tecla roja “STOP” todos los procesos del ajuste activados por la unidad de control o por el control la distancia serán interrumpidos. Con el auxilio de arranque en funcionamiento, el mando a distancia no está operativo.

En los vehículos con suspensión neumática completa es posible efectuar, en la parte delantera y en la parte trasera, alteraciones de altura específicas, separada o simultáneamente, utilizando las teclas “Subir” y “Bajar”. Sin embargo, con las teclas “Normal”, “M1” y “M2” (memorias) así como también por el interruptor “Nivel normal I/II”, la subida o bajada es siempre efectuada en conjunto entre el eje delantero y trasero. Si se altera una selección del eje durante un ajuste se interrumpirá el proceso.

3.15.1.1. Subir

Con la tecla “Subir”, la presurización de las bolsas de aire de soporte del(los) eje(s) activado(s) es realizada hasta que los niveles nominales superiores sean alcanzados. Sin embargo, la presurización también puede producirse hasta que:

- La tecla “Subir” se suelte
- La tecla “Stop” se presione
- La selección del eje sea alterada
- Una solicitud de función sea enviada a través de CAN Identifier FFR 1.

La elevación se permite solamente con el vehículo inmovilizado o hasta una velocidad predefinida (parámetro 19).

En los autobuses (R02/R03/R07/R08), la carrocería puede ser levantada aproximadamente en 60 mm (máximo).

3.15.1.2. Bajar

Con la tecla “Bajar”, el aire de las bolsas de aire de la suspensión de soporte del eje/de los ejes activado(s) es extraído hasta que:

- Los niveles nominales inferiores sean alcanzados
- Sea detectado el funcionamiento de la grúa
- La tecla “Bajar” se suelte
- La tecla “Stop” se presione
- La selección del eje se altere
- Un pedido de función sea enviado a través de la CAN Identifier FFR 1

El descenso se permite solamente con el vehículo inmobilizado o hasta una velocidad predefinida (parámetro 19).

En los autobuses (R02/R03/R07/R08), la carrocería puede ser bajada aproximadamente en 60 mm (máximo).

3.15.1.3. Nivel de conducción

Con el mando a distancia activado, si se presiona la tecla “Nivel de conducción” se produce una alteración de la altura para los niveles normal, I o II. El ajuste se interrumpe cuando:

- Es detectado el funcionamiento de la grúa
- Es alterada la selección del eje
- Una solicitud de función se envíe a través de la CAN Identifier FFR 1.

3.15.1.4. Interrupción

Con la tecla “Stop” todos los procesos del regulado para el ajuste del nivel se interrumpen. Los niveles hasta entonces activados son memorizados como nuevos niveles nominales. La interrupción puede ser activada en cualquier momento, independientemente de la velocidad del vehículo.

La tecla “Stop” puede ser utilizada tanto con el mando activado como desactivado. Un ejemplo de ello es la interrupción del proceso del ajuste en curso o auxilio de arranque.

3.15.1.5. Niveles de memoria

Accionando la tecla “Stop” en combinación con una de las teclas de memoria, “M1” o “M2”, es posible grabar un nivel de memoria para todo el vehículo (en la delantera o en la trasera del vehículo, respectivamente).

La memorización de un nivel de memoria puede ser efectuada solamente con el vehículo inmovilizado. Los datos memorizados son preservados inclusive después de la ignición se apaga. Al presionar la tecla “M1” o “M2” se recuperan los ajustes del nivel de altura guardados en la memoria.

Si, después de la colocación en funcionamiento del sistema, aun no hubiese sido registrado en la memoria ningún parámetro, la alteración de la altura a través de M1 y M2 no se realiza. El control de los niveles de memoria es posible solamente con el vehículo inmovilizado o hasta una velocidad predefinida.

Cuando se produce un proceso de calibración, todos los niveles de memoria almacenados son borrados.

3.15.1.6. Niveles de memoria Funcionamiento en stand-by

Si mientras está presionada la tecla “Stop” se desconecta la ignición, es activado un funcionamiento en stand-by para un tiempo predefinido (hasta 5 horas).

El mando a distancia (y sus funciones) se mantiene operativo hasta 3 seg después de la desconexión de la ignición.

3.15.1.7. Desconexión del mando a distancia

Si el mando a distancia se desconectase durante el proceso de subida o bajada, a través de la tecla Stop, los procesos del ajuste en curso se interrumpen. Los niveles hasta entonces activados son memorizados como nuevos niveles nominales.

El auxilio de arranque en curso y el funcionamiento en stand-by se interrumpe y se identifica una falla.

3.15.1.8. Accionamiento simultáneo de diversas teclas

En el caso de que se activen simultáneamente diversas teclas de la unidad operacional activada (excepto la selección del eje), no se asume cualquier control. La excepción reside en el caso de que se produce el accionamiento simultáneo de las teclas “Stop” y “M1/M2” para la memorización de los niveles de memoria.

3.15.2. Conexiones eléctricas del conector del control

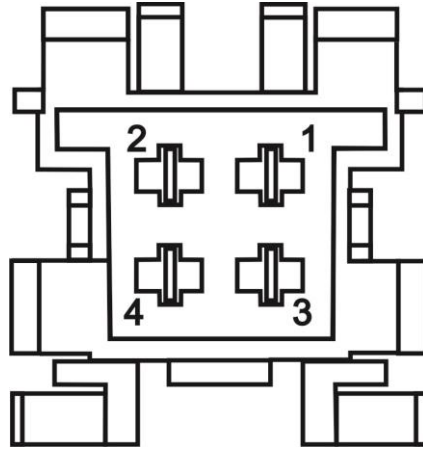


Figura 3-43 Conexiones eléctricas del conector del control de mando.

Tabla 3-10 Descripción Pin de conexión, conector del control de mando.

Pin	Descripción
1	+ UB línea 15
2	Masa
3	Ciclo (clock)
4	Datos

CAPÍTULO 4: CALIBRACIÓN, DIAGRAMAS Y CIRCUITOS DEL SISTEMA

ECAS

4. CALIBRACIÓN, DIAGRAMAS Y CIRCUITOS DEL SISTEMA ECAS

4.1. CALIBRACIÓN

La calibración o ajuste de altura del sistema de suspensión neumática es necesaria, en la mayoría de las veces, después de la sustitución de ciertos componentes, como la unidad de mando o el sensor inductivo de altura.

La calibración puede ser realizada manualmente con el botón de diagnóstico o con la ayuda del MAN-cats II.

En las unidades de control, además de la calibración del nivel de conducción y de los niveles superior e inferior, se realiza una identificación automática de los componentes.

Debido a la identificación automática de los componentes, es necesario que todos los sensores inductivos y las válvulas solenoide estén conectados, o sea, que el sistema esté operativo.

Como la medida de ajuste para el nivel de dirección se refiere al nivel de los topes inferiores, en todos los sistemas ECAS es necesario que el vehículo sea completamente rebajado y la altura reducida sea anotada como medida de referencia.

Para realizar una calibración correcta y precisa es necesario poner atención a los siguientes aspectos:

- El vehículo debe ser colocado sobre una superficie nivelada
- La presión recomendada para los neumáticos debe mantenerse
- La presión de reserva debe ser suficiente
- La tensión de alimentación del vehículo debe ser garantizada
- El freno de estacionamiento y el freno de servicio deben estar sueltos.
- Durante el proceso no se permite dejar a personas sobre el vehículo por peligro de accidentes

4.1.1. Procedimiento de calibración

- Desconectar la ignición del vehículo (como mínimo, durante 7s)
- Accionar el botón de llamada del conector de 4 pines X272 (LFK - calibrar la suspensión neumática)
- Presionar el botón

- Conectar la ignición - las luces de aviso (amarilla) y de falla (roja) se encienden aproximadamente durante 2s
- Mantener el botón presionado entre 3s (mínimo) y 5s (máximo)

Para indicar que el proceso de calibración fue identificado por la unidad de mando, la luz de aviso amarilla se activa y permanece encendida durante todo el proceso.

Nota: En la calibración del sistema, el vehículo debe ser inmovilizado de forma que se evite desplazamientos inadvertidos.

4.1.2. Ajuste del nivel de conducción (nivel normal)

- Realizando la presurización de las bolsas de aire de la suspensión del respectivo eje, ajustar la carrocería del vehículo a la medida de ajuste necesaria
- Durante el proceso es necesario verificar si las barras de accionamiento de los sensores inductivos de altura se encuentran en la posición horizontal, en el nivel normal
- Accionar durante aproximadamente 1s el botón de llamada, para calibrar el nivel normal

4.1.3. Ajuste de nivel de los topes superiores

- Realizando la presurización de las bolsas de aire de la suspensión, elevar la carrocería del vehículo hasta los topes superiores
- Accionar el botón de llamada para calibrar el nivel de los topes superiores durante aproximadamente 1s

4.1.4. Ajuste de nivel de los topes inferiores

- Extrayendo todo el aire de las bolsas de aire de la suspensión, bajar la carrocería del vehículo hasta los amortiguadores
- Accionar el botón de llamada para calibrar el nivel de los topes inferiores durante aproximadamente 1s
- Durante el ajuste de los niveles de los topes superiores y topes inferiores se debe evitar provocar daños a los amortiguadores o a otras piezas

4.1.5. Finalizar la calibración

Después de finalizar la calibración, la luz de falla roja se enciende. Caso de que la calibración termine sin errores, la luz de aviso amarilla se desconecta. Sin embargo, si ocurriese una falla, la luz de aviso amarilla permanecerá encendida.

Al término de la calibración, es necesario desconectar la ignición y volver a conectarla después de 7 segundos. La carrocería del vehículo será automáticamente colocada al nivel de conducción. El vehículo ya está operativo.

Si la calibración no hubiera sido realizada de modo correcto, la luz de falla roja permanece encendida y la luz de aviso se apaga después de 2 segundos. En este caso, la calibración debe ser realizada nuevamente.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PÓRTICOS NEUMÁTICOS ECAS

4.2.1. ECAS 4x2

Tabla 4-1 Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 4x2.

<p>Marcación neumática de las conexiones</p> <p>G73.220 - Camión BL/Autobús articulado eje de tracción (2 transductores inductivos de desplazamiento. Eje de tracción).</p> <p>G73.221 - Semirremolque BL (1 transductor inductivo de desplazamiento eje de tracción + restrictor transversal).</p> <p>G73.240 - Camión/Semirremolque LL/Autobús (2 transductores inductivos de desplazamiento eje de tracción + 1 transductor inductivo de desplazamiento eje delantero + eje central; bloque para el eje delantero con restrictor transversal).</p> <p>G73.241 - Autobús (2 transductores inductivos de desplazamiento eje de tracción + 1 transductor inductivo de desplazamiento eje delantero + eje central; bloque para eje delantero con restrictor transversal). Para el eje delantero con restrictor transversal).</p>	<p>Significado/aparato encendido</p>
<p>11</p>	<p>Aire de reserva suspensión neumática</p>
<p>21</p>	<p>X</p>

22	Bolsa de aire de la suspensión neumática del eje de tracción lado derecho.
23	Bolsa de aire de la suspensión neumática del eje de tracción lado izquierdo.
26	Bolsa de aire de la suspensión eje delantero lado derecho
27	Bolsa de aire de la suspensión eje delantero lado izquierdo.
3	Extracción de aire/atmósfera

4.2.2. ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre

Tabla 4-2 Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.

Marcación neumática de las conexiones	
G73.230 - (2 transductores inductivos de desplazamiento eje de tracción + eje central; bloque eje de arrastre/ auxiliar de arranque).	Significado/aparato encendido
1	Aire de reserva suspensión neumática
21	Bolsa de aire de la suspensión neumática eje de tracción lado izquierdo
22	22 Bolsa de aire de la suspensión neumática eje de tracción lado derecho
23	Bolsa de aire de la suspensión neumática del eje de arrastre/auxiliar lado izquierdo
24	Bolsa de aire de la suspensión neumática del eje de arrastre/auxiliar lado derecho
25	Bolsa elevable/bolsa de elevación o G24.9

26	Conector de presión al eje central-bloque
31	Extracción de aire/atmósfera
32	Extracción de aire eje de arrastre/auxiliar de avance frontal de la válvula de desconexión rápida o del limitador de presión

4.2.3. ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre

Tabla 4-3 Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.

Marcación neumática de las conexiones G73.210/211 - (eje central; bloque eje delantero con restrictor transversal).	Significado/aparato encendido
12/11	Aire de reserva suspensión neumática
12/21	Conector de presión al eje central-bloque(26/21)
22	Bolsa de aire de la suspensión neumática del eje delantero lado derecho
23	Bolsa de aire de la suspensión neumática eje delantero lado izquierdo

Tabla 4-4 Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.

Marcación neumática de la conexiones G5.1 - Limitador de presión 0,3 + 0,05 bares/- 0,05 bar.	Significado/aparato encendido
1	Aire de reserva suspensión neumática
2	Salida de energía para la conexión 1 en la G22.62 (Válvula de desconexión rápida)

Tabla 4-5 Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.

Marcación neumática de la conexiones G5.1 - Limitador de presión 7,4 + 0,2 bar.	Significado/aparato encendido
1	Entrada de energía de la G73.230 Conexión 25
2	Salida de energía para el eje elevable/eje de elevación

Tabla 4-6 Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.

Marcación neumática de las conexiones G5.8 - Limitador de presión 0,7 - 0,1 bar	Significado/aparato encendido
1	Aire de reserva - suspensión neumática
2	Salida de energía para la conexión 1 en la G22.62 (válvula de desconexión rápida)

Tabla 4-7 Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.

Marcación neumática de las conexiones G22.62 - Válvula de desconexión rápida	Significado/aparato encendido
1	Entrada de energía del limitador de presión G5 a partir de la conexión 2
2	salida de energía para la conexión 32 en la G73.230

Tabla 4-8 Identificación de los pórticos neumáticos ECAS 6x2 con eje auxiliar de avance o arrastre.

Marcación neumática de las conexiones G24.9 - Válvula de alimentación de la bolsa de aire levantadora.	Significado/aparato encendido
Z	Control de la G73.230 conexión 25
A	Salida de energía para G14.66 en la conexión 4
P2	Presión de trabamiento de la G21.11 conexión 2
R2	Extracción de aire/atmósfera

4.3. DIAGRAMAS Y CIRCUITOS ECAS

4.3.1. Vehículo 4X2 FLL

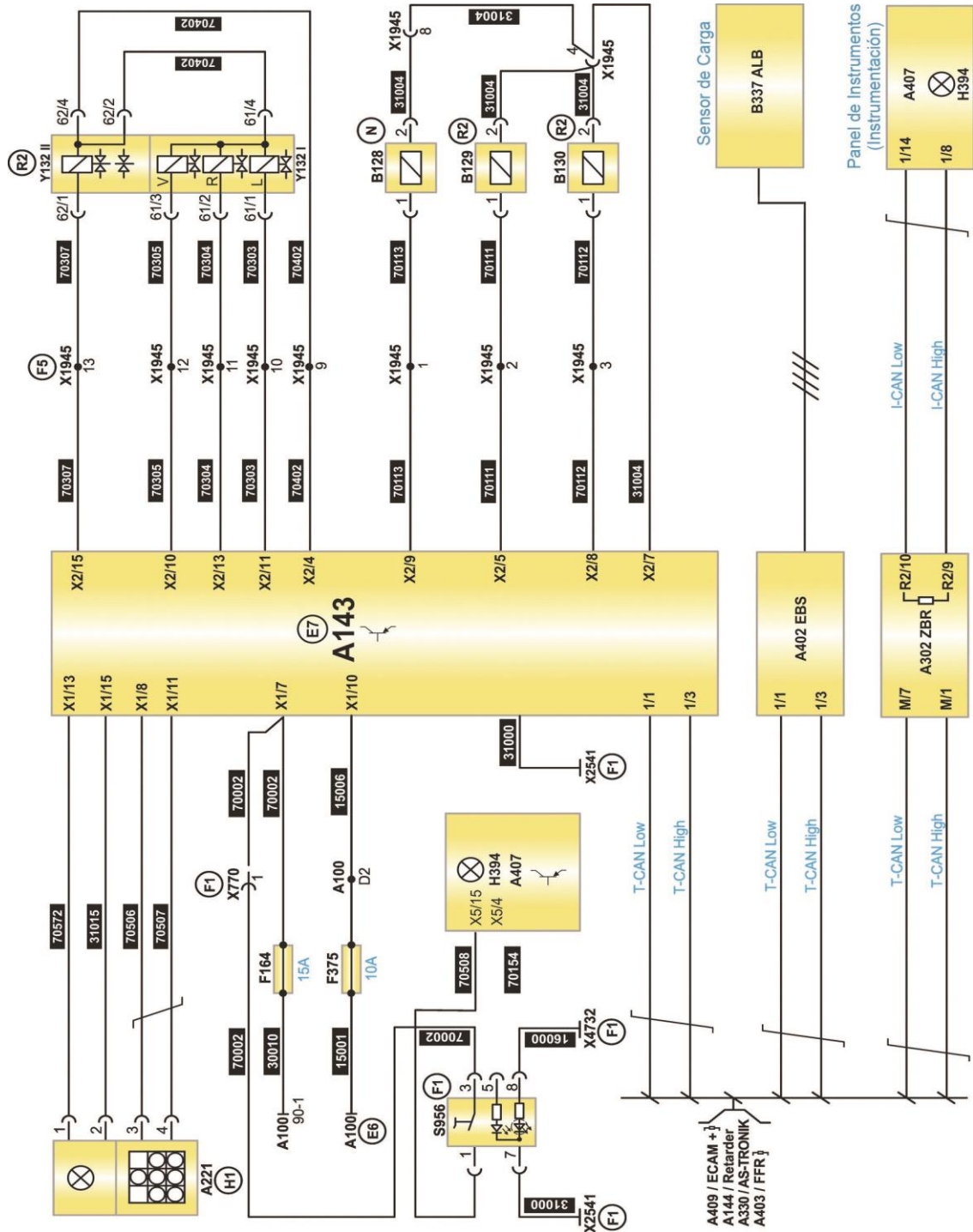


Figura 4-1 Diagrama eléctrico vehículo 4X2 FLL.

4.3.1.1. Sigla - Vehículo 4X2 FLL

- A100: Sistema eléctrico central
- A143: Unidad de Control ECAS
- A221: Control a distancia ECAS
- A302: ZBR 2
- A407: Panel de instrumentos/ instrumentación
- B128: Transductor inductivo de desplazamiento montado en el eje delantero
- B129: Transductor inductivo de desplazamiento montado en el eje trasero, lado izquierdo
- B130: Transductor inductivo de desplazamiento montado en el eje trasero, lado derecho
- B610: Transductor de presión del eje trasero del lado izquierdo
- F164: Fusible ECAS (línea 30)
- F375: Fusible (línea 15) de la parte exterior de la cabina del conductor
- H394: Luz de control ECAS: - Aviso de fallas X770 Conector ECAS, nivel de dirección II
- S956: Botón ECAS nivel I/II
- X1644: Punto de masa de la cabina, junto al sistema eléctrico central
- X1945: Conector ECAS/CDC
- X2541: Distribuidor de potencial de 21 pines, conductor 31000
- X4732: Distribuidor de potencia del conductor 16000 para iluminación de interruptores
- Y132: Bloque de válvulas solenoide (ECAS)
- E6: Emplazamiento de montaje en la zona del sistema eléctrico central
- E7: Emplazamiento de montaje de las unidades de control proximo a la central eléctrica (a la derecha de panel de instrumentos)
- F1: Emplazamiento de montaje de la parte central
- F5: Emplazamiento de montaje en el panel divisorio delantero interior del lado derecho
- H1: Emplazamiento de montaje en el pilar B del lado del conductor
- N: Emplazamiento de montaje en el eje delantero
- R2: Emplazamiento de montaje en la pieza trasera del chasis

- B128: Transductor inductivo de desplazamiento montado en el eje trasero, lado izquierdo
- B129: Transductor inductivo de desplazamiento montado en el eje trasero, lado izquierdo
- B130: Transductor inductivo de desplazamiento montado en el eje trasero, lado derecho
- B610: Transductor de presión del eje trasero del lado izquierdo
- F164: Fusible ECAS (línea 30)
- F375: Fusible (línea 15) de la parte exterior de la cabina del conductor
- H394: Luz de control ECAS falla/aviso
- S267: Botón ECAS del dispositivo auxiliar de arranque
- S954: Botón ECAS para elevación/alivio del F1 NLA/VLA (eje de arrastre/eje auxiliar de F5 avance)
- S956: Botón ECAS nivel I/II
- X770: Conector ECAS, nivel de dirección II
- X1644: Punto de masa de la cabina, al lado del sistema eléctrico central
- X1945: Conector ECAS/CDC
- X2541: Distribuidor de potencia de 21 pines, conductor 31000
- X4732: Distribuidor de potencia del conductor 16000 para iluminación de interruptores
- Y161: Bloque de válvulas solenoide ECAS en el eje trasero
- Y162: Bloque de válvulas solenoide (ECAS) en el eje delantero
- E6: Emplazamiento de montaje en la zona del sistema eléctrico central
- E7: Emplazamiento de montaje de las unidades de control central eléctrica junto al panel de instrumentos
- F: Emplazamiento de montaje en el panel de instrumentos
- F1: Emplazamiento de montaje en la parte central
- F5: Emplazamiento de montaje en el panel divisorio delantero interior del lado derecho
- H1: Emplazamiento de montaje en el pilar B del lado del conductor
- N: Emplazamiento de montaje en el eje delantero
- R2: Emplazamiento de montaje en la pieza trasera del chasis

4.3.3. Circuito neumático - Vehículo TG 4X2 BL

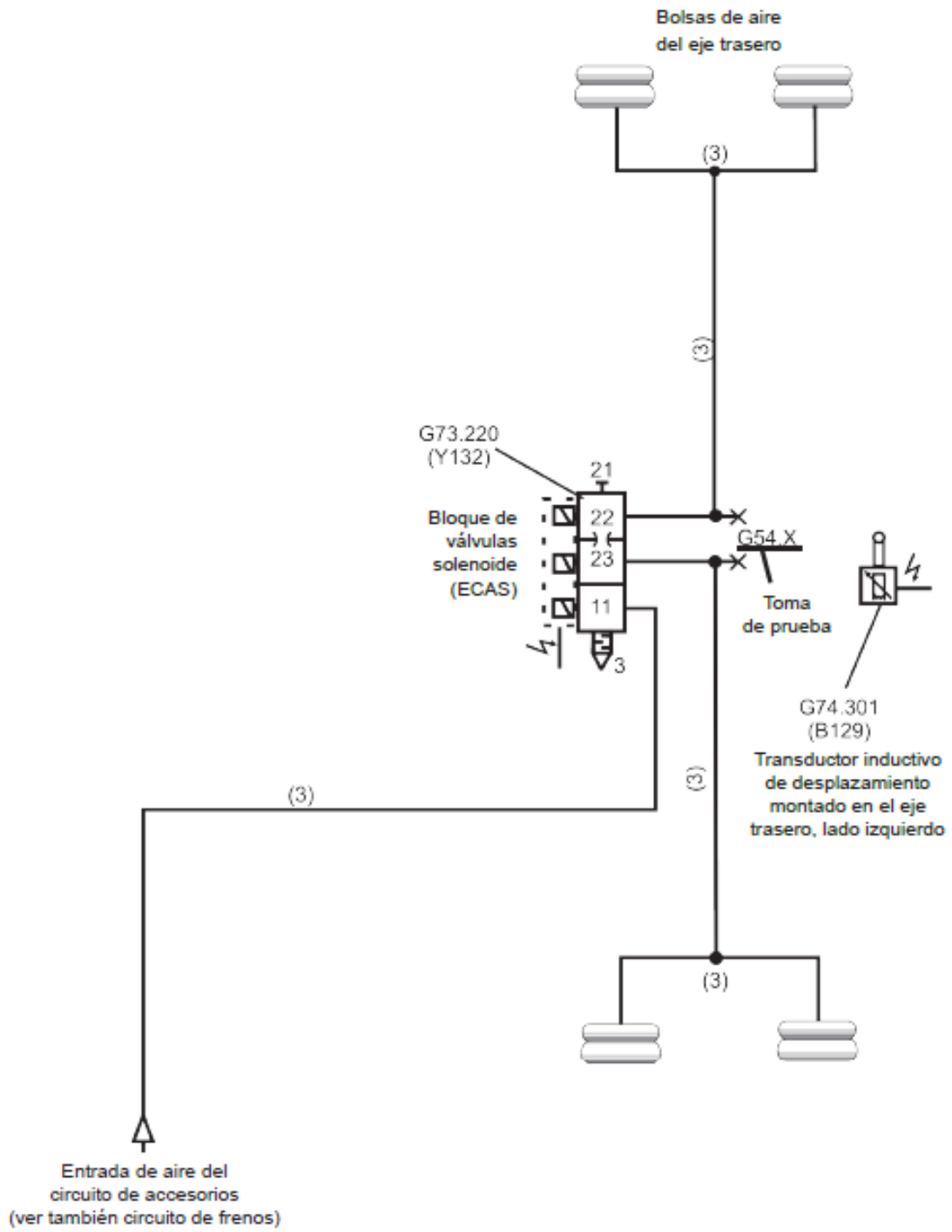


Figura 4-3 Circuito neumático vehículo TG 4X2 BL.

4.3.4. Circuito neumático - Vehículo TG 4X2 BLL

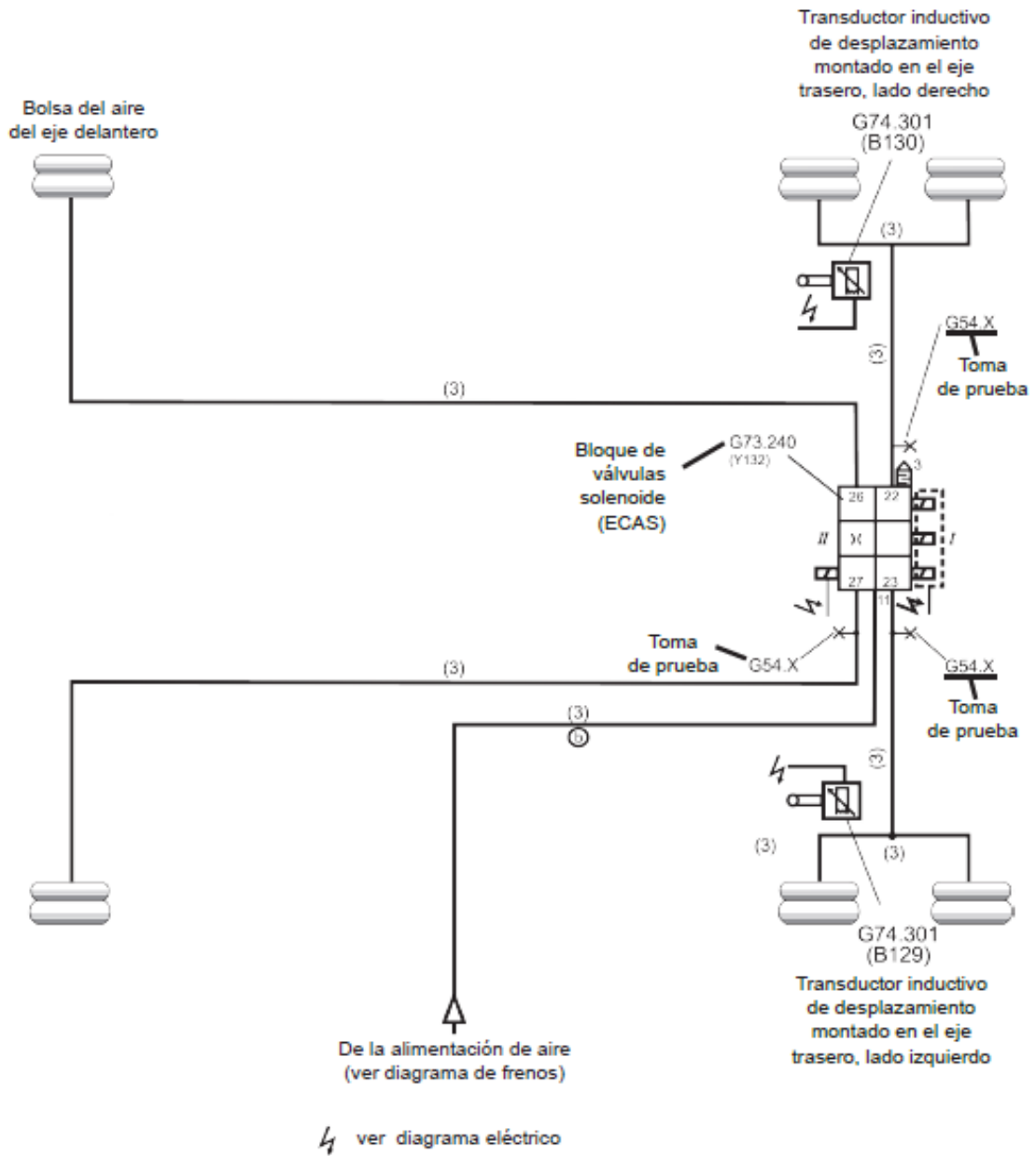


Figura 4-4 Circuito neumático vehículo TG 4X2 BLL.

4.3.5. Circuito neumático – Vehículo TG 6X2 LLL (con suspensor)

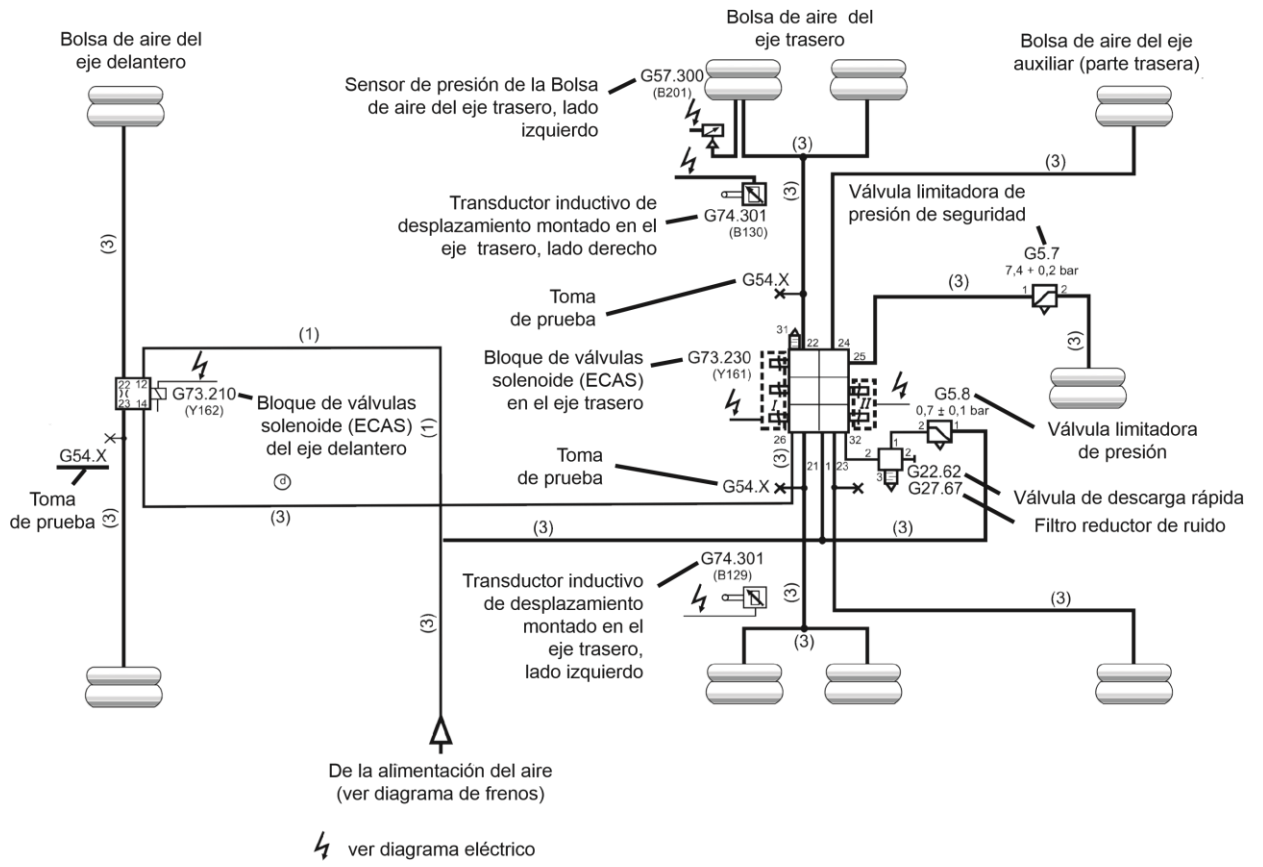


Figura 4-5 Circuito neumático vehículo TG 6X2 LLL con suspensor.

4.3.6. Circuito neumático - Vehículo TG 6X2 BLL (con eje auxiliar direccional)

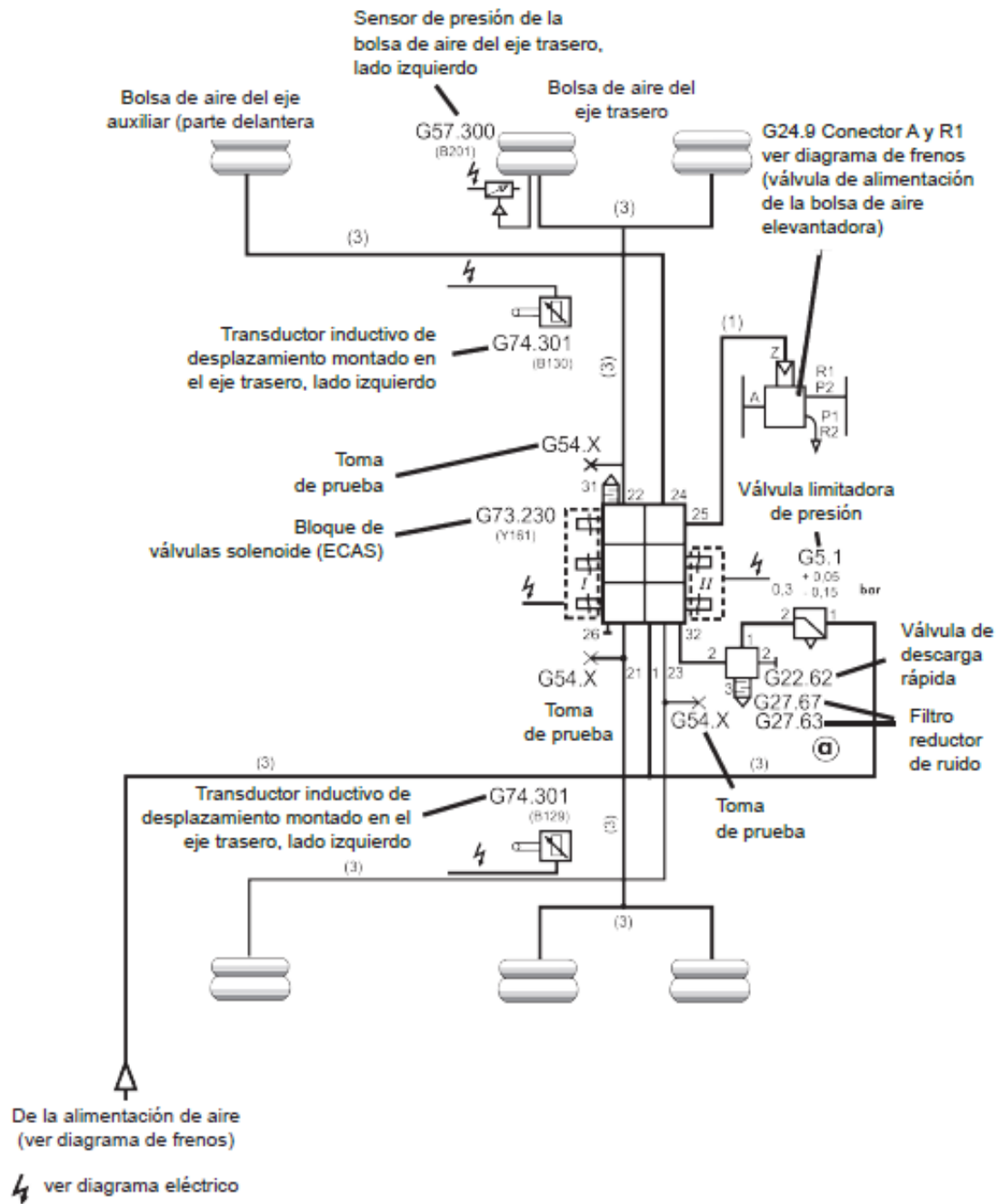


Figura 4-6 Circuito neumático vehículo TG 6X2 BLL con eje auxiliar direccional.

CAPÍTULO 5: MANTENIMIENTO Y COSTOS

5. MANTENIMIENTO Y COSTOS

Un sistema de suspensión en mal estado, aumenta la distancia de frenado, provoca que la fatiga en el conductor aparezca con mayor facilidad, se producen balanceos de la carrocería en la curvas y frenadas, los neumáticos se desgastan irregularmente y disminuye la adherencia, sobre todo en pavimento mojado.

Es necesario comprobar la fijación de los elementos de la suspensión (uniones con la carrocería), la horizontalidad del vehículo y la limpieza de los fuelles.

Los vehículos actuales suelen disponer de un gestor de engrase conectado a un sistema eléctrico que controla la frecuencia y cantidad de lubricación.

En la suspensión neumática se debe comprobar:

- El estado de las canalizaciones, que no presente roturas, deformaciones o golpes, ya que podrían producirse fugas.
- La regulación de las válvulas que controla el nivel de la carrocería del vehículo.

5.1. MANTENIMIENTO EN SUSPENSIÓN NEUMÁTICA ECAS

El sistema ECAS es un sistema de suspensión neumática relativamente nuevo que es utilizado en camiones y buses, para mejorar enormemente el confort en la conducción del vehículo y protección de la carga. Al igual este sistema de suspensión permite que pueda ser regulada la altura del vehículo por el conductor a través de un control de mando a distancia.

A este sistema no se le realizan mantenciones preventivas en los talleres de las concesionarias, debido a que es un sistema nuevo. Lo que sí se puede hacer como mantención preventiva a este sistema, es el estar constantemente revisando el estado del varillaje del sensor inductivo de altura y el sensor de ángulo de rotación, ya que, los camiones que trabajan en caminos y rutas más complicados, es más fácil que sufran algún daño o que con algún golpe inesperado se flecten y eso conlleva a una lectura errónea del sensor. Si el vehículo trabaja constantemente en carretera rara vez estos sensores fallan.

Uno de los mantenimientos más comunes que se le realizan al sistema ECAS es el cambio del sensor del ángulo de rotación. Otros mantenimientos muy comunes son el cambio de sensor de presión del sistema, o que el sistema tenga algún corte en el cableado eléctrico, y lo que más se realiza a este sistema, es la calibración de altura, el que depende

netamente de los requerimientos que tengan el conductor y/o la empresa a cargo del vehículo.

5.2. CAMBIO DE SENSOR DEL ÁNGULO DE ROTACIÓN Y SENSOR DE PRESIÓN DEL SISTEMA

Se detallan los procedimientos para los dos mantenimientos más comunes que se le hacen al sistema ECAS, los cuales son el cambio de dos sensores, el sensor del ángulo de rotación, y el sensor de presión del sistema.



Figura 5-1 Camión 8x4 TGX 41.540.

5.2.1. Procedimiento a seguir para el cambio de sensor del ángulo de rotación



Figura 5-2 Sensor del ángulo de rotación

1. Limpieza en el lugar de trabajo.

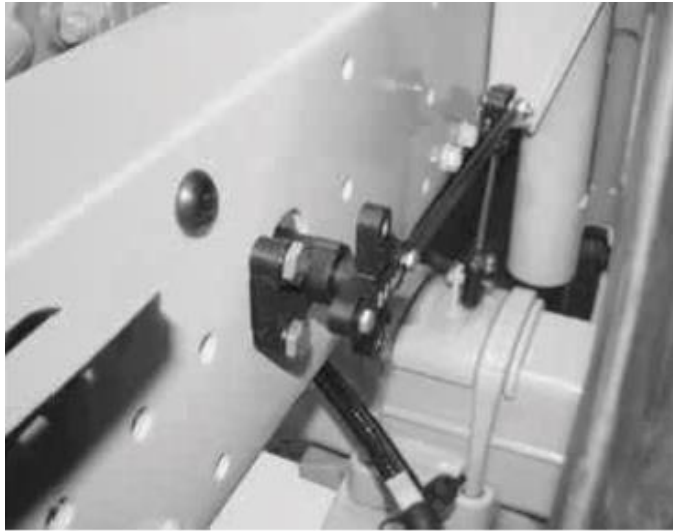


Figura 5-3 Ubicación sensor del ángulo de rotación.

2. La seguridad está ante todo por lo que se debe utilizar guantes de trabajo, zapatos de seguridad, etc.
3. Realizar un diagnóstico visual y también con el MAN CATS para encontrar e identificar la falla.



Figura 5-4 MAN-cats II.

4. Se debe limpiar el lugar donde se va a intervenir si es que es necesario, ya que muchas veces se encuentra con mucha suciedad por los caminos donde debe transitar el vehículo.

5. Al detectar la falla del sensor, se procede a cambiarlo.
6. Para cambiar el sensor, primero se debe dejar el vehículo a la misma altura, tanto el lado derecho como el izquierdo, de ser necesario se utiliza una regla métrica para corroborar la distancia desde el suelo.
7. Luego se monta el nuevo sensor del ángulo de rotación en el vehículo.
8. Con el sensor ya montado en su posición, se debe calibrar con el MAN CATS.



Figura 5-5 Calibración mediante MAN-cats II.

9. Finalmente se corroboran los datos del nuevo sensor con el MAN-CATS.

5.2.3. Procedimiento a seguir para el cambio del sensor de presión de sistema



Figura 5-6 Sensor de presión del sistema.

1. Limpieza en el lugar de trabajo.
2. Se deben utilizar guantes de trabajo, zapatos de seguridad, etc.
3. Realizar un diagnóstico visual y también con el MAN CATS.
4. Se debe limpiar el lugar donde se va a intervenir.

5. Al detectar la falla del sensor, se debe proceder a cambiarlo.
6. Para cambiar el sensor, primero se debe despresurizar el sistema de aire.
7. Ya con el sistema completamente despresurizado, se extrae el sensor de presión de sistema.
8. Luego se monta el nuevo sensor de presión del sistema.
9. Con el sensor de presión de sistema montado en su posición, se enciende el motor del camión.
10. Se espera unos minutos para que el camión vuelva a cargar el aire correspondiente en el sistema.
11. Finalmente se corroboran los datos del nuevo sensor con el MAN-CATS.

5.3. COSTOS

5.3.1 Costo de repuestos

A continuación se detalla el costo de dos repuestos de este sistema de suspensión, uno de ellos corresponde al sensor del ángulo de rotación, que es una de las mantenciones más comunes que se le realizan al sistema ECAS, y el otro corresponde a un fuelle de suspensión neumática, que es la principal característica de las suspensiones neumáticas.

El valor del sensor del ángulo de rotación es de aproximadamente \$160.000, más IVA.

El valor de un fuelle de suspensión neumática es de \$210.000 aproximadamente, más IVA.

5.3.2. Costo de servicios

Si el sensor del ángulo de rotación es cambiado en la empresa MAN de San Pedro De La Paz, el valor de cambio de este es de: \$24.864 por cada lado de vehículo.

Al cambiar el sensor del ángulo de rotación se debe hacer una configuración del sistema. Esta configuración en la empresa MAN cuesta: \$48.000 más IVA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema ECAS es un sistema moderno e innovador, presente en vehículos de la compañía alemana “MAN SE”, enfocados al transporte de pasajeros (buses) y transporte de carga (camiones). Este sistema viene a mejorar el concepto de confort y seguridad al volante, mediante sensores que envían la información a la unidad de control, y éste a su vez alimenta válvulas solenoides que permiten una regulación de la altura, dependiendo de la carga del vehículo y/o de los requerimientos que el conductor estime conveniente, es decir, además del cálculo que realiza la unidad de control, el conductor, mediante un control remoto (y en algunos modelos en el tablero de mando), puede modificar la altura del vehículo adaptándolo a los requerimientos necesarios.

El ECAS es complementado por dos sistemas, los cuales son el EFR y el CDC. Los cuales corresponden a un ajuste electrónico de la suspensión, que funciona con amortiguadores regulables electrónicamente, de tal manera que puede ajustar la situación de conducción en la vía en la que el vehículo transita. En determinadas situaciones actúa también sobre los amortiguadores, dejándolos más o menos rígidos, de acuerdo a los requerimientos del vehículo.

El ECAS en sí, junto a sus dos sistemas adicionales, trae múltiples beneficios a los vehículos que lo poseen, los cuales son, un mayor confort en la conducción, una mayor seguridad de marcha, ya que posee una óptima estabilidad del vehículo durante todo el rodaje (incluyendo en curvas), reduce las vibraciones, se puede aumentar la capacidad transportadora, disminuye el peso del vehículo, e incluso podríamos decir que existe un porcentaje de reducción de desgaste desproporcionado en las ruedas del vehículo.

BIBLIOGRAFÍA

AGUAYO, J. Porsche Inter Auto (Entrevista). San Pedro de la Paz, 2017.

BRUNO JUAN. SlideShare [en línea]. 5 de Agosto, 2013 <<https://es.slideshare.net/jbrunocalvay1/suspension-neumatica-con-amortiguacion-regulada-275-i>> [consulta: 16 de Agosto, 2017]

BRUNO JUAN. SlideShare [en línea]. 5 de Agosto, 2013 <<https://es.slideshare.net/jbrunocalvay1/suspension-neumatica-con-amortiguacion-regulada-275-ii>> [consulta: 16 de Agosto, 2017]

BRUNO JUAN. SlideShare [en línea]. 5 de Agosto, 2013 <<https://es.slideshare.net/jbrunocalvay1/suspension-neumatica-con-amortiguacion-regulada-275-iii>> [consulta: 16 de Agosto, 2017]

BURGHOLZER R., Suspensión Neumática TGA. [PDF]. Austria: Service akademie VNSA. 2002. 117 hojas, col.

Manual de capacitación para el perfeccionamiento del personal de la red autorizada de servicios, MAN Latin América. [PDF]. Resende, Brasil. Febrero 2012. 72 hojas, col.

MEGANEBOY DANI. Aficionados a la mecánica [en línea]. 2014 <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension9.htm> [consulta: 14 de Agosto, 2017]