

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL ABS PARA EL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS, DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE PATIO - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA.”

LUIS MARCELO ARELLANO RODRÍGUEZ

SANTIAGO DAVID NORIEGA BRITO

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Mayo 2013

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: Luis Marcelo Arellano Rodríguez

Yo: Santiago David Noriega Brito

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL ABS PARA EL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS, DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE PATIO - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA**”, ha sido desarrollado con base a una investigación científica, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Mayo de 2013

Luis Marcelo Arellano Rodríguez

CI: 171787948-8

Santiago David Noriega Brito

CI: 172022059-7

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICADO

Ing. Juan Castro (DIRECTOR)
Ing. Mauricio Cruz (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL ABS PARA EL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS, DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE PATIO - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA**”, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con normas y estatutos establecidos, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (PDF). Autorizan a los señores: LUIS MARCELO ARELLANO RODRÍGUEZ y SANTIAGO DAVID NORIEGA BRITO que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Mayo de 2013

Ing. Juan Castro
DIRECTOR

Ing. Mauricio Cruz
CODIRECTOR

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Yo: Luis Marcelo Arellano Rodríguez

Yo: Santiago David Noriega Brito

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército para que publique en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL ABS PARA EL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS, DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE PATIO - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA**”, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que hemos desarrollado bajo nuestra exclusiva autoría.

Latacunga, Mayo de 2013

Luis Marcelo Arellano Rodríguez

CI: 171787948-8

Santiago David Noriega Brito

CI: 172022059-7

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo y la dedicación que he demostrado a lo largo de mi formación profesional es fruto de la educación recibida en mi familia, es por ello que este trabajo, se lo dedico a ellos, a mi mamá Eve, mi papá Luis, mis Hermanas: Tatiana, Verónica y Karla; mi sobrino Axel y a mis sobrinas Anahí, Danna y Camila. Cada uno de ustedes son el motor que me impulsa a ser mejor cada día.

Marcelo Arellano

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi madre Elena y hermana María José que con su apoyo incondicional supieron guiarme no solo a la culminación de los estudios, sino también para ser un excelente ser humano.

A toda mi familia que de una o de otra forma supieron hacer llegar su apoyo para alcanzar mis metas propuestas.

Santiago Noriega.

AGRADECIMIENTO

"El mayor estímulo para esforzarnos en el estudio y en la vida es el placer del mismo trabajo, el placer de los resultados y la conciencia del valor de esos resultados para la comunidad"

Albert Einstein

Agradezco a todas las personas que de una u otra forma me acompañaron a lo largo de mi preparación profesional, a mi compañero de tesis, y en especial a los docentes que ayudaron a que hoy, me convierta en un ser humano capaz de servir a la sociedad a través del conocimiento que he adquirido durante estos años

A mi director y codirector de proyecto de grado, quienes han sido un apoyo importante para poder culminar esta etapa que me ha llenado de satisfacción.

Marcelo Arellano

AGRADECIMIENTO

Para la realización de la tesis agradezco a mi madre y familiares que directa o indirectamente supieron brindarme su apoyo para culminar mis estudios.

Un especial agradecimiento a la institución y a mis maestros que brindaron sus conocimientos y experiencias para llegar a ser mejor profesional.

Agradezco a mis amigos que con ellos se compartió buenos momentos para culminar esta etapa de la vida, además a mi compañero de tesis que con su persistencia se pudo salir con el proyecto.

Santiago Noriega.

RESUMEN

El presente proyecto tiene el objetivo de diseñar y construir un módulo ABS para frenos neumáticos, el cual contará con un sistema de conexiones de acoples rápidos que permitan el montaje y desmontaje de todos sus componentes para su estudio individual, va a permitir el ingreso de fallas de manera manual para resolverlas de manera deductiva y obviamente va a permitir constatar el funcionamiento del sistema de frenos neumáticos a través del accionamiento desde el pedal de freno.

En el circuito neumático se incorporará las válvulas moduladoras ABS, que serán controladas por el módulo, de acuerdo a la condición de velocidad determinada por la simulación de señal de los sensores de rueda, incorporados en un tablero de control.

Se podrá verificar mediciones de las respectivas señales y presiones a las que trabaja el sistema neumático de frenos ABS.

Se investigará y recopilará información acerca de las partes del sistema de frenos neumáticos, las partes que incorpora el sistema ABS neumático, los componentes electrónicos utilizados, manuales de mantenimiento, y manuales de operación.

ABSTRACT

This project aims to design and build a pneumatic brake ABS module, the project will have a system of quick coupling connections that allow the assembly and disassembly of all components for self-study, will allow the entry of failures manually to resolve them in a deductive way, and obviously finding will allow the operation of the air brake system through the drive from the brake pedal.

In the pneumatic circuit will incorporate ABS modulator valves which are controlled by the module, according to the speed condition determined by the simulation signal of the wheel speed sensors incorporated in a control board.

It can check the measurements of the respective signals and pressure to pneumatic system works.

We will investigate and collect information about the parts of the air brake system, the components that incorporates the ABS pneumatic, electronic components used, maintenance manuals, and operation manuals.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICADO	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxii
CAPÍTULO 1.....	1
GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5. METAS DEL PROYECTO	5
1.6. HIPÓTESIS	6
1.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	6
1.7.1. VARIABLE DEPENDIENTE	6
1.7.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	6
CAPÍTULO 2.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS.....	7
2.1.1. INTRODUCCIÓN A LOS FRENOS NEUMÁTICOS.....	7
2.1.2. FUNDAMENTOS DE LOS FRENOS NEUMÁTICOS	7

2.1.3.	PARTES DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS	8
a)	COMPRESOR.....	8
b)	REGULADOR DE PRESIÓN.....	11
c)	FILTROS DE AIRE	11
d)	DEPÓSITO DE AIRE COMPRIMIDO	12
e)	MANÓMETROS	13
f)	VÁLVULA MANUAL DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO	13
g)	VÁLVULA DE ACCIONAMIENTO (PEDAL).....	14
h)	CILINDRO DE FRENO.....	15
i)	VÁLVULA RELÉ.....	16
j)	VÁLVULA DE DESCARGA RÁPIDA	16
k)	CILINDRO DE FRENOS COMBINADOS	17
2.1.4.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA FRENOS NEUMÁTICOS	18
a)	CIRCUITO DE CARGA.....	18
b)	CIRCUITO DE FRENADO PRINCIPAL O DE SERVICIO	19
c)	CIRCUITO DE PARQUEO.	19
2.1.5.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS FRENOS NEUMÁTICOS	20
2.1.6.	ANOMALÍAS CAUSAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS	22
2.2.	SISTEMAS DE FRENOS NEUMÁTICOS ANTIBLOQUEO ABS.	24
2.2.1.	SISTEMAS DE FRENOS NEUMÁTICOS ANTIBLOQUEO ABS	24
2.2.2.	COMPONENTES DEL SISTEMA FRENOS NEUMÁTICOS ANTIBLOQUEO ABS	25
a)	SENSOR DE VELOCIDAD DE LA RUEDA	25
b)	VÁLVULAS MODULADORAS DEL ABS	27
c)	UNIDAD DE CONTROL (ECU).....	27
d)	LUZ INDICADORA DE ABS	28
2.2.3.	FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS NEUMÁTICOS ANTIBLOQUEO ABS	28

2.2.4.	CONFIGURACIONES DEL SISTEMA 4 SENSORES Y 4 VÁLVULAS MODULADORAS.....	30
2.2.5.	BENEFICIOS DEL ABS	31
2.2.6.	ANÁLISIS DE FALLAS SISTEMA ABS NEUMÁTICO	32
a)	DIAGNÓSTICOS DE CÓDIGOS POR DESTELLOS	32
b)	DIAGNÓSTICOS POR ESCÁNER	33
2.2.7.	ANOMALÍAS CAUSAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS NEUMÁTICOS	33
CAPÍTULO 3.....		35
SELECCIÓN DE COMPONENTES Y CONSTRUCCIÓN MÓDULO.....		35
3.1.	REDISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO	35
3.1.1.	CIRCUITO NEUMÁTICO.....	35
3.1.2.	PARÁMETROS NEUMÁTICOS.....	36
a)	VÁLVULAS MODULADORAS	36
b)	ACOPLES NEUMÁTICOS.....	37
c)	ESPECIFICACIONES DE LOS ACOPLES	38
3.2.	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE COMPONENTES NEUMÁTICOS Y ELECTRÓNICOS	39
3.2.1.	COMPONENTES NEUMÁTICOS.....	39
a)	SELECCIÓN DE VÁLVULAS MODULADORAS.....	40
3.2.2.	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE DISEÑO ELECTRÓNICO	42
3.2.3.	DISEÑO DEL HARDWARE	43
3.2.4.	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	44
a.	MICROCONTROLADOR UTILIZADO	44
a.1.	INTRODUCCIÓN	44
a.2.	MICROCONTROLADOR ATMEGA16	44
a.3.	PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR.....	47
b.	REGULADORES DE VOLTAJE 7805.....	47
c.	ATTINY 2313.....	48
3.3.	DISEÑO DEL DIAGRAMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	49

3.3.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE SIMULACIÓN	49
3.3.2.	DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA	49
a.	FUNCIONES DEL MÓDULO ABS	50
3.3.4.	DIAGRAMA ELÉCTRICO ABS	54
3.4.	CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO	55
3.4.1.	DISEÑO DE LA PLACA DEL MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO ABS	55
3.4.2.	INSTALACIÓN DE COMPONENTES.....	56
3.5.	ELABORACIÓN Y MANEJO DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO.	58
3.5.1.	TABLERO DE CONTROL	58
3.5.2.	COMPONENTES DEL TABLERO DE CONTROL.....	58
a.	PANTALLA LCD 16X2.....	58
b.	PILOTO DE ABS	60
c.	MANÓMETROS	61
d.	PULSADORES	62
3.5.3.	SIMULACIÓN DE RUEDAS	62
3.5.4.	DIAGRAMA DE FLUJO SIMULACIÓN DE RUEDAS	63
3.5.5.	DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LA SIMULACIÓN DE RUEDA	64
CAPÍTULO 4.....		65
PRUEBAS DEL MÓDULO		65
4.1.	ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO	65
4.1.1.	FINALIDAD	65
4.1.2.	ESTRUCTURA DEL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS	65
4.1.3.	DIAGRAMA NEUMÁTICO DE COMPONENTES PARA LA SIMULACIÓN DE FALLAS MECÁNICAS.....	70
4.1.4.	FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES EN EL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS	71
4.2.	PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DE COMPONENTES	75
4.2.1.	SIMULACIÓN DE FALLAS MECÁNICAS.....	76

a)	ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO	76
b)	ANOMALÍA DE LA VÁLVULA RELÉ.....	78
c)	LÍNEA DE ALIMENTACIÓN ROTA DE FRENOS POSTERIORES	79
d)	ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE REMOLQUE	80
e)	ANOMALÍA EN LOS PULMONES DE FRENO DE REMOLQUE	82
f)	ANOMALÍA EN EL PEDAL AL APLICAR LOS DE SERVICIO.	83
4.2.2.	SIMULACIÓN FALLAS DEL SISTEMA ABS	84
a)	FALLA DE ALIMENTACIÓN	84
b)	FALLA DEL SENSOR	85
c)	LÁMPARA ABS QUEMADA	87
d)	ANOMALÍA EN LA VÁLVULAS MODULADORAS ABS.....	88
e)	MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO ABS AVERIADO...	89
4.2.3.	PRUEBAS CON EL MULTÍMETRO	91
a)	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN AL MÓDULO	91
b)	RESISTENCIA DE LAS VÁLVULAS MODULADORAS ABS ...	92
4.3.	PRUEBAS DEL SISTEMA CARGA MÍNIMA, CARGA PARCIAL Y PLENA CARGA.....	92
4.4.	CODIFICACIÓN DE FALLAS PARA EL SISTEMA DE FRENOS ABS NEUMÁTICOS	94
4.4.1.	DIAGRAMA DE FLUJO PARA FALLAS MECÁNICAS DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS	94
4.4.2.	DIAGRAMA DE FLUJO PARA FALLA ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS	98
CAPÍTULO 5.....		100
MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....		100
5.1.	MANUAL DE OPERACIÓN	100
5.1.1.	NORMAS DE SEGURIDAD	100
5.1.2.	INSTALACIÓN	101

a)	INSTALACIÓN DEL TABLERO DE SIMULACIÓN ABS	102
b)	INSTALACIÓN DEL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS ...	104
c)	FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE GIRO DE LA RUEDA	105
d)	SIMULACIONES DE FALLAS	106
5.1.3.	USO DE LOS FRENOS DE AIRE	106
a)	FRENADO NORMAL.....	106
b)	FRENADO CON EL SISTEMA ABS	107
c)	FRENADO DE EMERGENCIA O BRUSCO.	107
d)	FRENOS DE ESTACIONAMIENTO POSTERIORES	108
e)	FRENOS DE ESTACIONAMIENTO DEL REMOLQUE	108
f)	SIMULACIÓN DE BLOQUEO INDIVIDUAL DE RUEDA.....	109
5.2.	MANUAL DE MANTENIMIENTO	110
5.2.1.	NORMAS DE SEGURIDAD	110
5.2.2.	PRUEBAS DE COMPONENTES	112
a)	DRENADO DE LOS DEPÓSITOS DE AIRE.....	112
b)	INSPECCIÓN Y PRUEBA DE FUGA DEL FRENO DE AIRE	113
c)	INSPECCIÓN DE LOS CILINDROS DE FRENO.....	113
d)	COMPROBACIÓN DEL ESTADO DEL GOBERNADOR DEL COMPRESOR DEL AIRE	114
e)	COMPROBACIÓN DE VOLTAJE	115
f)	MANTENIMIENTO Y PRUEBAS DE COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL TABLERO.....	116
g)	MANTENIMIENTO Y VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LAS VÁLVULAS MODULADORAS.....	116
5.2.3.	DESMONTAJE E INSTALACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS	117
a)	DESMONTAJE E INSTALACIÓN DE LAS VÁLVULA MODULADORA DE ABS	118
b)	LIBERACIÓN MANUAL DE FRENOS DE ESTACIONAMIENTO	120
	CONCLUSIONES	123
	RECOMENDACIONES.....	125

BIBLIOGRAFÍA.....	126
NETGRAFÍA.....	127
ANEXO A. CONFIGURACIONES ABS.....	128
ANEXO B. DIAGNÓSTICOS DE FALLAS CON CÓDIGO DE DESTELLOS	131
ANEXO C. DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR SCANNER.....	135
ANEXO D. PROGRAMACIÓN DE ATMEGA 16	138
ANEXO E. PROGRAMACIÓN DE ATTINY2313.....	144
CERTIFICACIÓN	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Sistema antibloqueo de frenos neumáticos.....	2
Figura 2.1: Fundamentos del aire comprimido.....	8
Figura 2.2. Circuito de frenos neumáticos.....	9
Figura 2.3. Compresor de aire.....	10
Figura 2.4. Funcionamiento del compresor de aire.....	10
Figura 2.5: Reguladores de presión.....	11
Figura 2.6: Filtros de aire.....	12
Figura 2.7: Tanque de almacenamiento de aire.....	12
Figura 2.8: Válvulas de drenaje.....	13
Figura 2.9: Medidor de presión.....	13
Figura 2.10: Válvula de control de estacionamiento.....	14
Figura 2.11: Válvula de pedal.....	15
Figura 2.12: Cilindro de freno (pulmón delantero).....	15
Figura 2.13: Válvula relé.....	16
Figura 2.14 Válvulas de escape rápido.....	17
Figura 2.15: Cilindro doble efecto (pulmones traseros).....	17
Figura 2.16: Circuito de carga.....	18
Figura 2.17: Circuito de frenado principal o de servicio.....	19
Figura 2.18: Circuito de frenado de estacionamiento.....	20
Figura 2.19: Componentes del sistema de frenos neumáticos con ABS.	25
Figura 2.20: Sensor de velocidad de rueda ABS.....	26
Figura 2.21: Funcionamiento de sensor.....	26
Figura 2.22: Válvulas moduladoras.....	27
Figura 2.23: Unidad de control (ECU).....	28
Figura 2.24: Luz indicadora.....	28
Figura 2.25: Esquema de un sistema neumático con ABS.....	29
Figura 2.26: Configuración 4S/4M.....	30
Figura 2.27: Código a destellos para las configuraciones de los sistemas ABS.....	33

Figura 3.1: Sistema neumático sin ABS.....	35
Figura 3.2: Electro-válvulas ABS.....	35
Figura 3.3: Sistema neumático con ABS.....	37
Figura 3.4. Modelos de acoples rápidos.....	38
Figura 3.5: Conexión de los acoples.....	39
Figura 3.6: Conjunto de válvula moduladora ABS.....	41
Figura 3.7: Válvula moduladora individual.....	41
Figura 3.8: Parámetros de funcionamiento ABS.....	43
Figura 3.9: Pines de Entrada/Salida del ATMEGA16.....	45
Figura 3.10: Pines del Regulador de Voltaje 7805.....	48
Figura 3.11: Pines de Entrada/Salida del Attiny 2313.....	49
Figura 3.12: Diagrama de Bloques del Sistema ABS.....	50
Figura 3.13: Diagrama de Flujo para Control ABS de acuerdo a la condición de frenado.....	51
Figura 3.14: Diagrama de flujo de la condición de velocidad de acuerdo a la simulación de la señal del sensor de rueda.....	52
Figura 3.15: Subrutina de actuación de las válvulas moduladoras con freno ligero y la condición de velocidad.....	53
Figura 3.16: Subrutina de actuación de las válvulas moduladoras con freno brusco y la condición de velocidad.....	53
Figura 3.17: Subrutina de actuación de las válvulas moduladoras con bloqueo en alguna rueda.....	54
Figura 3.18: Diagrama Eléctrico ABS.....	55
Figura 3.19: Diseño de la placa del módulo ABS.....	56
Figura 3.20: Placa del módulo ABS (Parte Frontal).....	57
Figura 3.21: Placa del módulo ABS (Parte Posterior).....	57
Figura 3.22: Pantalla LCD 16x2.....	58
Figura 3.23: Conexión del módulo LCD con el ATMEGA16.....	59
Figura 3.24: Luz ABS.....	60
Figura 3.25: Luz indicadora del tablero ABS.....	60
Figura 3.26: Manómetro.....	61

Figura 3.27: Montaje de los pulsadores en el panel.....	62
Figura 3.28: Diagrama de flujo de la simulación de rueda.....	63
Figura 3.29: Circuito eléctrico de la simulación de rueda.....	64
Figura 3.30: Disposición de los LED en la rueda.....	64
Figura 4.1: Componentes montados en el tablero de control (vista frontal)	65
Figura 4.2: Componentes montados en el tablero de control (Vista lateral)	66
Figura 4.3: Componentes montados en el tablero de control (Vista posterior).....	67
Figura 4.4: Relé de desactivación del motor eléctrico.....	67
Figura 4.5: Estructura para el giro de la rueda.....	68
Figura 4.6: Válvulas moduladoras ABS.....	68
Figura 4.7: Válvulas moduladoras ABS.....	69
Figura 4.8: Regulador de presión.....	69
Figura 4.9: Enchufe de conexión 110 V	69
Figura 4.10: Enchufe de conexión 220 V	70
Figura 4.11: Distribución estratégica de las válvulas de simulación de fallas	70
Figura 4.12: Simulación fallas mecánicas.....	76
Figura 4.13: Válvula de freno de resorte o de estacionamiento.....	77
Figura 4.14: Válvula relé de frenos posteriores.....	78
Figura 4.15: Cañerías de los frenos posteriores.....	79
Figura 4.16: Válvula control de remolque.....	81
Figura 4.17: Pulmones de freno de remolque.....	82
Figura 4.18: Pedal de freno.....	84
Figura 4.19: Simulación falla de alimentación.....	85
Figura 4.20: Ubicación del interruptor de la simulación de falla del sensor	86
Figura 4.21: Ubicación del interruptor de la simulación de falla del indicador ABS.....	88

Figura 4.22: Ubicación del interruptor de la simulación de falla del indicador ABS.....	88
Figura 4.23: simulación de falla del módulo ABS.....	90
Figura 4.24.: Medición de voltaje alimentación del módulo.....	91
Figura 4.25: medición de resistencia válvula moduladora.....	92
Figura 4.26: Diagrama de flujo de la simulación de fallas mecánicas 1... 95	
Figura 4.27: Diagrama de flujo de la simulación de fallas mecánicas 2.. 96	
Figura 4.28: Diagrama de flujo de la simulación de fallas mecánicas 3.. 97	
Figura 4.29: Diagrama de flujo de la simulación de fallas eléctricas y electrónicas 1.....	98
Figura 4.30: Diagrama de flujo de la simulación de fallas eléctricas y electrónicas 2.....	99
Figura 5.1: Enchufe de 110v.....	102
Figura 5.2: Interruptor de encendido en la posición OFF.....	102
Figura 5.3: Breaker del motor en la posición OFF.....	103
Figura 5.4: Interruptor de encendido en la posición OFF.....	103
Figura 5.5: Conexión del compresor a la fuente.....	104
Figura 5.6: Manómetro del tanque.....	104
Figura 5.7: Conexiones del motor.....	105
Figura 5.8: Verificación del accionamiento del freno de estacionamiento	106
Figura 5.9: Verificación del accionamiento del freno de estacionamiento del remolque.....	109
Figura 5.10: Ubicación del pulsador de bloqueo individual.....	109
Figura 5.11: Entrada de alimentación de ECM.....	115
Figura 5.12: Medición de voltaje ECU.....	115
Figura 5.13: Pruebas de válvulas moduladoras.....	117
Figura 5.14: Desmontaje válvula moduladora ABS.....	118
Figura 5.15: Perno de seguridad.....	120
Figura 5.16: Inserción del perno de seguridad.....	120
Figura 5.17: Ajuste del perno de seguridad.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Anomalías sistema de frenos neumáticos.....	22
Tabla 2.2 Anomalías sistema de frenos ABS neumáticos.....	33
Tabla 3.1. Especificaciones técnicas acoples rápidos, catálogo Micro conexiones rápidas, serie micro-legris	38
Tabla 3.2. Distribución de pines del ATMEGA16.....	46
Tabla 3.3. Distribución de pines del LCD 16x2.....	59
Tabla 3.4. Funcionamiento de la lámpara ABS.....	61
Tabla 4.1. Funcionamiento del ECM de acuerdo a la carga.....	93

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de hacer la frenada más eficiente y segura se ideó y se ha ido perfeccionando el llamado sistema de frenado antibloqueo ("Antilock Braking System", o ABS), básicamente consiste un sistema que evita el bloqueo de las ruedas al frenar, y por tanto evita que se pierda el control direccional del vehículo. Esto es así porque sólo una rueda que gira, sin bloquearse, puede generar unas fuerzas laterales que pueden cumplir con las funciones de dirección y control del vehículo.

Este sistema de regulación de la frenada comienza con unos sensores ubicados en las ruedas que controlan permanentemente la velocidad de giro de las mismas, por eso que también se les llama captadores RPM de ruedas. A partir de los datos que suministra cada uno de los sensores, la unidad de control electrónica (la ECU) es capaz de calcular mediante un algoritmo matemático una velocidad media, que se toma que corresponde aproximadamente a la velocidad del vehículo. Comparando las distintas velocidades que va adquiriendo una rueda con la media global se puede saber si esta rueda amenaza o no con bloquearse.

Si es así, el sistema ABS se activa reduciendo automáticamente la presión de frenado en la rueda en cuestión hasta alcanzar un valor umbral fijado de antemano y que queda por debajo del límite de bloqueo. Cuando la rueda vuelve a girar libremente se vuelve a aumentar al máximo la presión de frenado. Este proceso (reducir la presión de frenado /

aumentar la presión de frenado) se repite hasta que el conductor retira el pie del freno o disminuye la fuerza de activación del mismo.

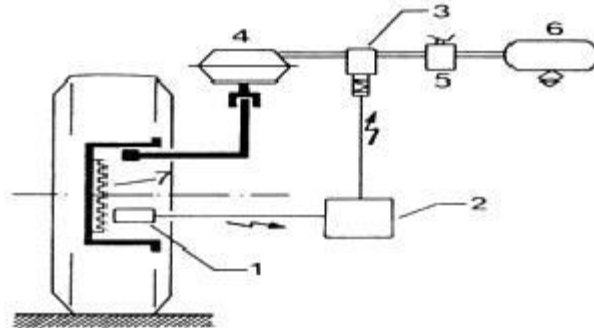


Figura 1.1. Sistema antibloqueo de frenos neumáticos

Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/abs.html>

1. Sensores de velocidad en las ruedas.
2. Una Unidad Electrónica de Control (ECU).
3. Válvulas moduladoras de presión.
4. Cilindro de diafragma.
5. Válvula de pedal de freno.
6. Tanque de aire comprimido.
7. Ruedas dentadas.

El sistema antibloqueo ABS constituye un elemento de seguridad adicional en el vehículo. Durante un frenado que presente riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS actúa evitando este riesgo, y consiguiéndose además las siguientes ventajas:

- Estabilidad en la conducción: es importante mantener la estabilidad del vehículo durante la frenada en cualquier situación.
- Control de la conducción: se debe mantener el control direccional del vehículo en todo momento, incluso en situaciones extremas de frenada en curva, y aunque se pierda adherencia en algunas ruedas.

- Distancia de frenado: con el uso del ABS las distancias de frenado en condiciones límites se reducen considerablemente, manteniéndose el control del vehículo.

Debido a que la respuesta del sistema para que sea efectiva debe ser muy rápida y exacta, el sistema cuenta con un componente electrónico muy potente, que permite además un análisis de la situación en cada instante y una respuesta en consonancia con la nueva situación. Los nuevos sistemas permiten tomar datos hasta quince veces por segundo de la situación de cada rueda y obrar en consecuencia.

En este trabajo se expone principalmente el sistema de frenos neumáticos antibloqueo de ruedas (ABS) que relacionado con la seguridad activa automovilística sobre todo en los vehículos de transporte masivo es de fundamental preocupación.

1.2. ANTECEDENTES

La Escuela Politécnica del Ejército es una institución con un sólido prestigio a nivel nacional, destacándose por formar profesionales e investigadores de excelencia, creativos, humanistas, con capacidad de liderazgo, pensamiento crítico y alta conciencia ciudadana; generar, aplicar y difundir el conocimiento y proporcionar e implantar alternativas de solución a los problemas de la colectividad, para promover el desarrollo integral del Ecuador. Además tiene como visión ser Líder en la gestión del conocimiento y de la tecnología en el Sistema Nacional de Educación Superior, con reconocimiento en América Latina y referente de práctica de valores éticos, cívicos y de servicio a la sociedad.

Ante estos aspectos de su direccionamiento estratégico vemos que la institución constantemente vela por mantenerse actualizada en cuanto a la investigación de nuevas tecnologías para satisfacer constantemente

los requerimientos de la de la sociedad y conociendo que a comienzos del siglo XXI, los automóviles se enfrentan a dos desafíos fundamentales: por un lado, aumentar la seguridad de los ocupantes para reducir así el número de víctimas de los accidentes de tránsito, pues en los países industrializados constituyen una de las primeras causas de mortalidad en la población no anciana. Además de mejorar la protección ofrecida por las carrocerías, se han desarrollado diversos mecanismos de seguridad activa del vehículo, como el sistema antibloqueo de frenos (ABS) o los airbag y los controles de estabilidad entre otros.

“En Estados Unidos, el uso del ABS en el tracto-camión es obligatorio desde hace más de 5 años. Desde la introducción del ABS para camiones pesados en los Estados Unidos hubo una reducción de 35% de los accidentes producidos en ese segmento, aún a pesar que la cantidad estimada de kilometraje recorrido aumentó en un 40%. Para finales del año pasado se comenzó en los Estados Unidos la legislación referente al uso obligatorio del ABS en tráiler y remolques para camiones pesados.¹

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ingeniería automotriz y la seguridad de los conductores, exigen mucho del automóvil. Estas exigencias deben satisfacerse de forma óptima en condiciones extremas. Es aquí donde interviene la electrónica aplicada en el sistema de frenos. El bloqueo de las ruedas es una situación crítica puesto que limita la capacidad de control del automóvil por parte del conductor, ya que puede derrapar, perder estabilidad, aumentar la distancia de parada, y todo eso en cuestión de segundos y aún más en los vehículos de carga, he aquí la necesidad

¹ <http://www.automotriz.net/tecnica/abs.html>

de diseñar y construir un módulo de control ABS neumático que permita mejorar la seguridad activa del vehículo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir un módulo de control ABS en el banco de frenos neumáticos, del laboratorio de mecánica de patio – ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el algoritmo para determinar el funcionamiento del módulo de control electrónico.
- Diseñar la unidad de control electrónica ECU para seleccionar los componentes electrónicos de acuerdo a sus características.
- Diseñar el circuito eléctrico para la activación de componentes electromecánicos.
- Diseñar el circuito neumático para establecer la presión de funcionamiento.
- Formular un manual de operación para establecer un adecuado manual de mantenimiento.

1.5. METAS DEL PROYECTO

- Establecer el algoritmo de funcionamiento en el cual se sustente el funcionamiento del ABS en un plazo de un mes.
- Construir la unidad de control electrónico ABS para el banco de frenos neumático en el plazo de 3 meses.

- Constituir el circuito eléctrico en banco de frenos neumáticos en un plazo de 4 meses.
- Implementar los componentes neumáticos y electromecánicos para comprobar el correcto funcionamiento en banco de frenos neumáticos en un plazo de 5 meses.
- Servir como un referente en el sector industrial y comercial de maquinaria y equipo pesado para la implementación de sistemas de antibloqueo de frenos neumáticos.

1.6. HIPÓTESIS

¿El diseño y construcción del módulo de control ABS para el banco de frenos neumáticos, del laboratorio de mecánica de patio en la ESPE Extensión Latacunga permitirá ser referente en el país en el sector industrial y comercial de camiones y autobuses para la implementación de sistemas de frenos ABS neumáticos y mejorar la seguridad activa de los vehículos?

1.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

1.7.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- Diseño y construcción del módulo de frenos neumáticos ABS.

1.7.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Creación del protocolo de información para la implementación de simuladores de rueda.
- Formulación de condiciones de la adaptación de solenoides.
- Análisis de operación de las conexiones con acoples rápidos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS

En los inicios de los sistemas de frenos neumáticos fueron utilizados en equipos ferroviarios y estos contribuyeron mucho para el desarrollo y aplicación en vehículos de carretera, estos sistemas pueden reducir la velocidad o parar el vehículo sin que realice mucho esfuerzo el conductor, además no quitan maniobrabilidad y aumenta la seguridad en la vía.

2.1.1. INTRODUCCIÓN A LOS FRENOS NEUMÁTICOS

Los frenos neumáticos utilizan al aire comprimido para transmisión de fuerza, el aire comprimido es producido por un compresor luego almacenado y posteriormente utilizado para que realice un trabajo específico.

Otra de las características del aire comprimido es la facilidad de transportación, y se lo puede conducir a través de conductos, luego de la utilización del aire regresa a la atmosfera sin ningún contaminante.

2.1.2. FUNDAMENTOS DE LOS FRENOS NEUMÁTICOS

El aire cuando pasa por el compresor es reducido su volumen, por lo cual este es obligado a ocupar un espacio menor que el que ocupa en estado natural, como resultado se reduce su volumen pero aumenta su presión y la temperatura a medida que siga comprimiéndose a esto se le conoce como ley general de los gases.²

² FUNDAMENTOS BASICOS DE NEUMATICA CAP. 1 PAG 9

Un gas comprimido cuando se encuentra en un recipiente cerrado (tanque) ejerce la misma presión en todos los sectores del mismo. Esta presión también puede ser la misma cuando se lo lleva por medio de cañerías hacia un pistón o embolo móvil. El movimiento del pistón puede ser regulado mediante una válvula por la diferencia de presión que existe.

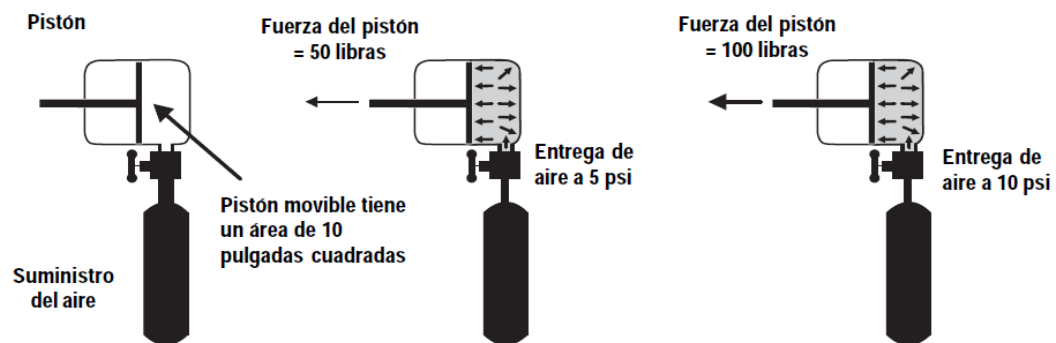


Figura 2.1: Fundamentos del aire comprimido

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

2.1.3. PARTES DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS

Las partes del sistema de frenos neumáticos se muestran en la Figura 2.2 con el fin de comparar el sistema convencional con el sistema ABS.

a) COMPRESOR

El compresor es el encargado de aspirar el aire directamente de la atmósfera para comprimirlo y enviarlo a su almacenamiento. Este elemento es accionado por el motor de combustión a través de engranajes o de una banda en V. El enfriamiento del compresor se lo realiza por aire o por el sistema de enfriamiento del motor, además puede contar su propia provisión de aceite lubricante o estar lubricado con aceite del motor.

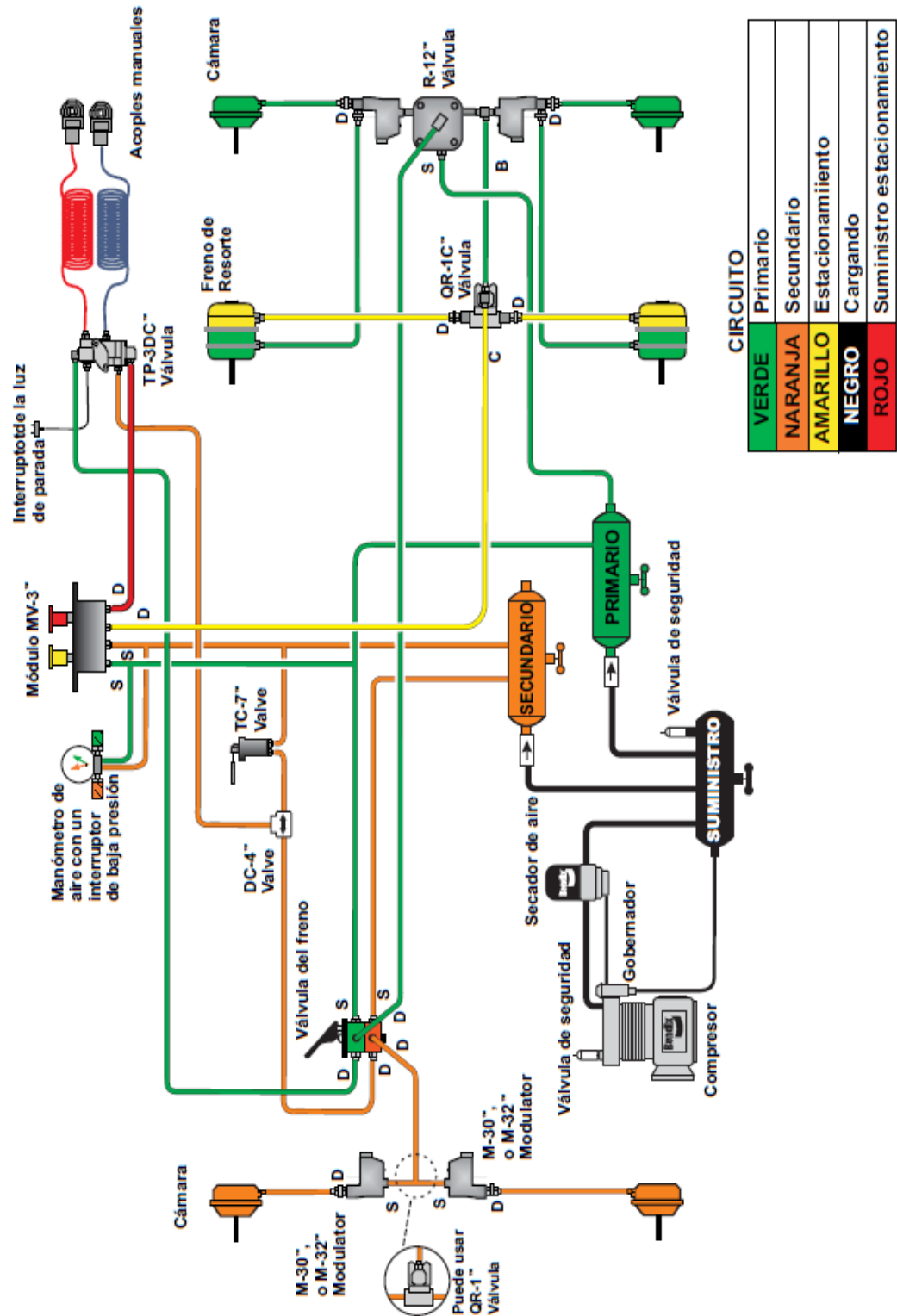


Figura 2.2. Circuito de frenos neumáticos.

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

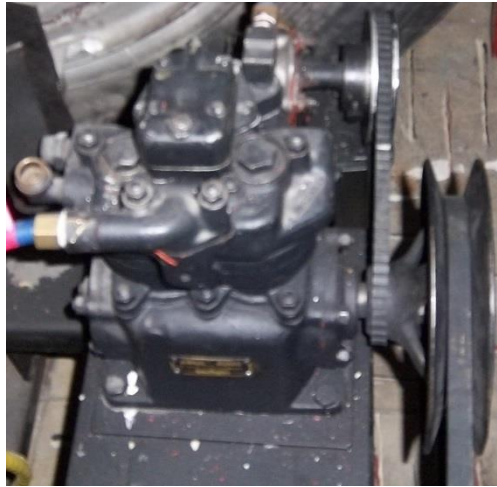


Figura 2.3. Compresor de aire.

Fuente: Autores de Tesis

El compresor funciona realizando dos etapas o tiempos, admisión y compresión. En el tiempo de admisión, el pistón se desplaza al punto muerto inferior y aspira el aire atmosférico por la válvula de admisión que se abre. Las válvulas de admisión y escape son de láminas de acero que se abren y cierran por el flujo del aire (figura 2.4a). En el tiempo de compresión, el pistón, se desplaza al punto muerto superior y comprime el aire obligándolo a salir por la válvula de escape que se abre (figura 2.4b).

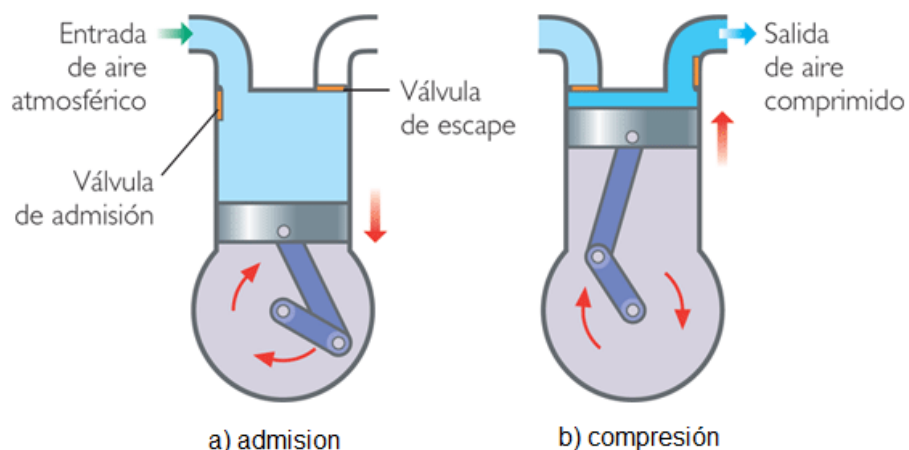


Figura 2.4. Funcionamiento del compresor de aire.

Fuente:http://www.kalipedia.com/kalipediamedia/ingenieria/media/200708/21/informatica/20070821klpinginf_57.Ees.SCO.png

b) REGULADOR DE PRESIÓN

El regulador controla el funcionamiento del compresor de aire. Cuando la presión del tanque de aire se eleva al nivel de “corte” (alrededor de 125 libras por pulgada cuadrada o “psi”), el regulador detiene el compresor para que deje de bombear aire. Cuando la presión del tanque cae hasta la presión de “bombeo” (alrededor de 100 psi), el regulador permite que el compresor comience a bombear aire nuevamente.



Figura 2.5: Reguladores de presión

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

c) FILTROS DE AIRE

Luego de que el aire sale del compresor este puede llevar partículas de agua como de aceite, estos elementos en un sistema neumático restan eficiencia como precisión en el sistema.

Para limpiar el aire de agua, aceite y algunas partículas extrañas se utiliza el filtros que se localizado entre el compresor y el tanque, están constituidos por unos cartuchos de material desecante, un separador de aceite y una válvula de seguridad además en algunos tipos de filtros constan con salidas auxiliares para el inflado de neumáticos.

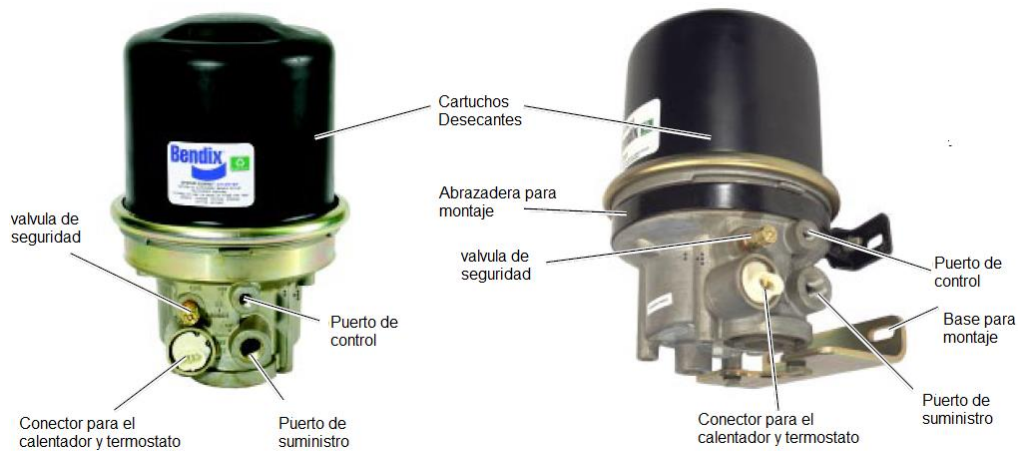


Figura 2.6: Filtros de aire

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

d) DEPÓSITO DE AIRE COMPRIMIDO

Los tanques almacenan el aire comprimido que viene del compresor luego de pasar por un sistema de filtrado. La capacidad de almacenamiento y la cantidad de los tanques varían según los diseño de los vehículos y las aplicaciones del sistema neumático. Los tanques contienen aire suficiente para permitir que los frenos se utilicen varias veces, así también se los use en otros elementos neumáticos, aunque el compresor deje de funcionar.



Figura 2.7: Tanque de almacenamiento de aire

Fuente: Autores de Tesis

El agua y el aceite tienden a acumularse en el fondo de los tanques de almacenamiento luego de haber pasado un sistema de filtrado por tal motivo los tanques vienen incorporados una válvula de drenaje que se encuentra en la parte inferior de cada tanque.



Figura 2.8: Válvulas de drenaje

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

e) MANÓMETROS

Todos los vehículos que llevan incorporados frenos de aire tienen un medidor de presión conectados a los diferentes circuitos del sistema de frenos neumáticos. Los medidores señalan cuánta presión hay en los tanques de aire.



Figura 2.9: Medidor de presión

Fuente: Autores de Tesis

f) VÁLVULA MANUAL DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO³

La válvula de estacionamiento es una válvula abrir-cerrar, operable manualmente de empujar-halar. Generalmente va montada en el tablero

³ Manual de frenos de aire Bendix Sección4 Sistema de estacionamiento pág.28

de instrumentos y provee un control en la cabina de los frenos de estacionamiento del camión o bus. Manualmente empujando o halando el botón, liberará o aplicará los frenos de estacionamiento. La válvula es sensible a la presión y automáticamente se mueve desde la ubicación de aplicado (ubicado en la carretera) a la de escape (aplicando así los frenos de estacionamiento) si la presión total del sistema (en ambos tanques del eje frontal y trasero) cae por debajo de 20 a 30 psi.



Figura 2.10: Válvula de control de estacionamiento

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

g) VÁLVULA DE ACCIONAMIENTO (PEDAL)⁴

Los frenos son accionados al presionar el pedal (también llamado válvula de pie o válvula de pedal). Si se pisa el pedal con mayor fuerza, se aplica más presión de aire. Si se suelta el pedal, se disminuye la presión y se sueltan los frenos. Cuando esto sucede, una parte del aire comprimido del sistema se libera, con lo que disminuye la presión de aire en los tanques.

Pisar y soltar el pedal innecesariamente puede dejar escapar aire más pronto de lo que el compresor puede reponerlo. Si la presión baja demasiado, los frenos no funcionarán.

⁴ Manual de frenos de aire Bendix Sección3 Sistema de control pág.15

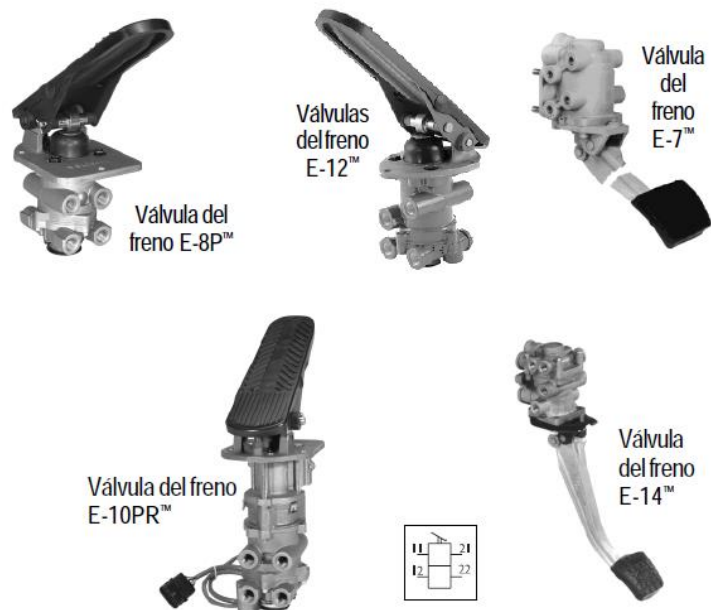


Figura 2.11: Válvula de pedal

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

h) CILINDRO DE FRENO⁵

Los cilindros de freno convierten la presión de aire en una fuerza mecánica de la varilla de empuje que actúa sobre la base de los frenos. El aire entra al cilindro y presuriza una cámara conteniendo un diafragma de caucho/ hule. El aire empuja contra el diafragma, empujando contra el resorte de recuperación y moviendo la varilla de empuje hacia adelante.



Figura 2.12: Cilindro de freno (pulmón delantero)

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

⁵ Manual de frenos de aire Bendix Sección3 Sistema de control pág. 18

i) VÁLVULA RELÉ⁶

Las válvulas Relé son usadas principalmente en vehículos para aplicar y liberar los frenos de estacionamiento o servicio, en el eje(s) trasero. Cuando el conductor aplica los frenos, el aire fluye a través de la línea de entrega (en este caso la señal) a la válvula relé y mueve hacia abajo un pistón interno. Esto cierra el escape y abre la entrega de aire a los frenos. La fuerza del freno es ajustable y cuando la válvula relé lo libera, escapa a la atmósfera. Las válvulas relé son generalmente montadas cerca de los actuadores.

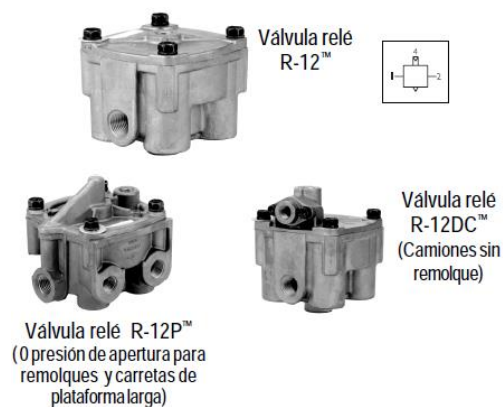


Figura 2.13: Válvula relé

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

j) VÁLVULA DE DESCARGA RÁPIDA⁷

La función de la válvula de escape rápido es acelerar el escape de aire de los cilindros de freno. Es montada cerca a los cilindros a las que sirve. En su configuración normal, la válvula es diseñada para liberar presión no mayor de 1 psi de control para el dispositivo controlado.

⁶ Manual de frenos de aire Bendix Sección3 Sistema de control pág. 23

⁷ Manual de frenos de aire Bendix Sección3 Sistema de control pág. 21

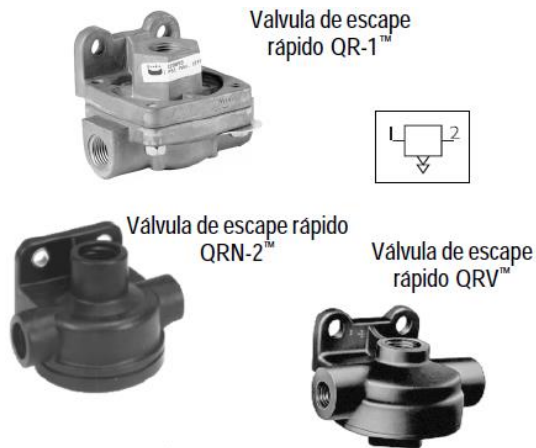


Figura 2.14 Válvulas de escape rapido

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

k) CILINDRO DE FRENOS COMBINADOS⁸

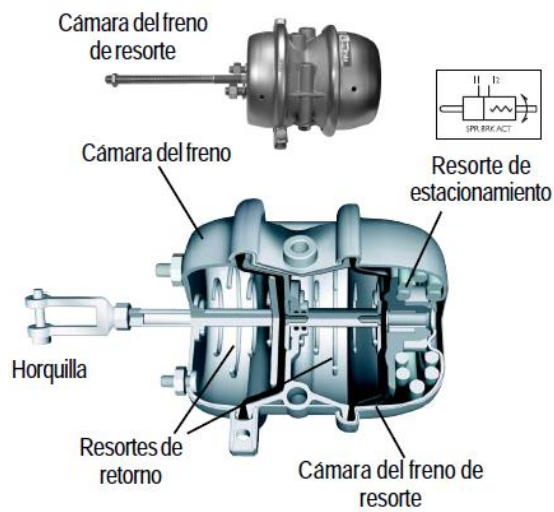


Figura 2.15: Cilindro doble efecto (pulmones traseros)

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

Los cilindros de freno combinados están compuestos de separadores de aire y actuadores mecánicos en una sola carcasa/ cubierta. Montados en el eje de la rueda que sirven, funcionan como frenos de servicio, estacionamiento y emergencia. El freno de resorte

⁸ Manual de frenos de aire Bendix Sección3 Sistema de control pág. 18

contiene por lo tanto, dos actuadores, los cuales usan presión de aire en vías opuestas. El actuador de servicio requiere presión de aire para aplicar los frenos, mientras el actuador de estacionamiento o emergencia, usa la presión de aire para liberar los frenos.

2.1.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA FRENOS NEUMÁTICOS

Un sistema de frenos neumáticos tiene diferentes circuitos por donde transita el aire comprimido que son: circuito de carga, circuito de frenado principal o de servicio, circuito de parqueo o estacionamiento.

a) CIRCUITO DE CARGA

El circuito de carga empieza cuando el aire absorbido por el compresor, directamente a la unidad de control de aire (gobernador), luego pasa a una unidad de filtrado que está conformada por: filtro, regulador y un secador de aire. El aire sigue su trayectoria llegando al depósito de aire, este tiene 4 salidas que son: al otro depósito II, a la válvula de purga, a la válvula relé y por último a la válvula principal.

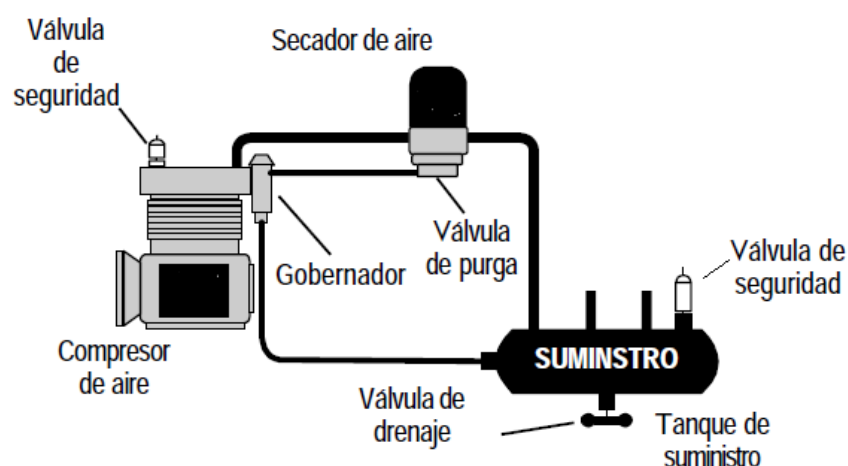


Figura 2.16: Circuito de carga

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

b) CIRCUITO DE FRENADO PRINCIPAL O DE SERVICIO

En el momento que se acciona el pedal por parte del conductor, el aire pasa al servicio de la segunda válvula relé esta pues funciona dejando pasar el aire del segundo depósito a la segunda válvula repartidora, esta deja pasar el aire al servicio del pulmón posterior se acciona e diafragma principal moviendo la palanca de empuje y está a la palanca de desplazamiento de las zapatas mediante la leva. Ese momento de aplicación del pedal también pasa el aire al pulmón delantero originando el accionamiento de la palanca de desplazamiento de la zapatas delanteras mediante la leva.

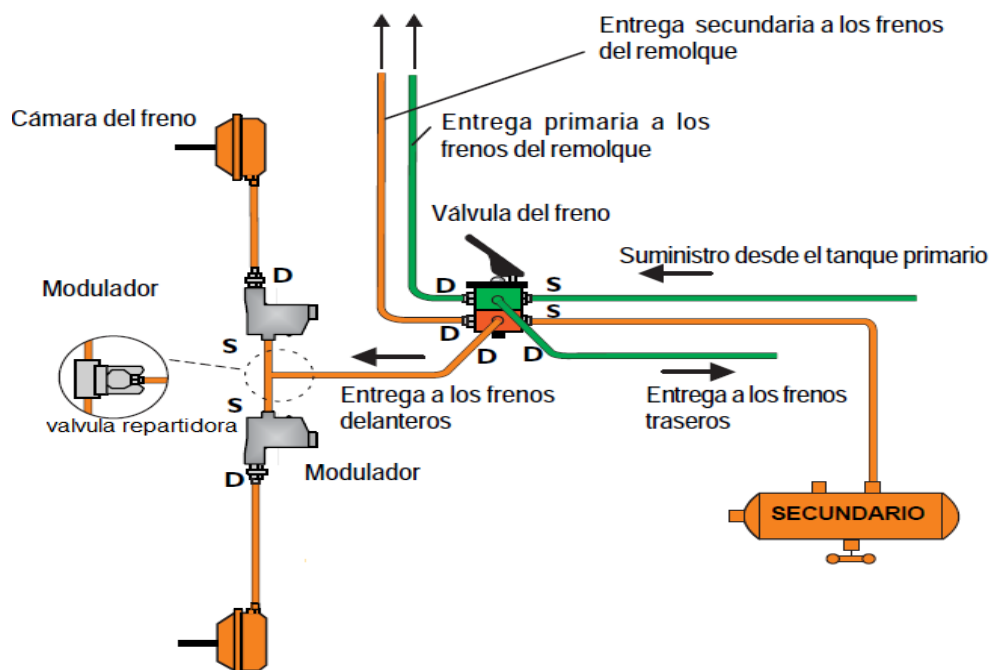


Figura 2.17: Circuito de frenado principal o de servicio

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

c) CIRCUITO DE PARQUEO.

Del primer depósito antes de llegar el aire a la válvula principal se desvía también a un manómetro y a una válvula manual de parqueo está

en el momento que se le acciona deja pasar el aire al servicio de la primera válvula relé y de esta a la válvula repartidora I, accionando la emergencia del pulmón posterior moviéndose internamente el diafragma llevando al desplazamiento de la palanca que lleva al giro de la leva de las zapatas posteriores produciendo el frenado instantáneo.

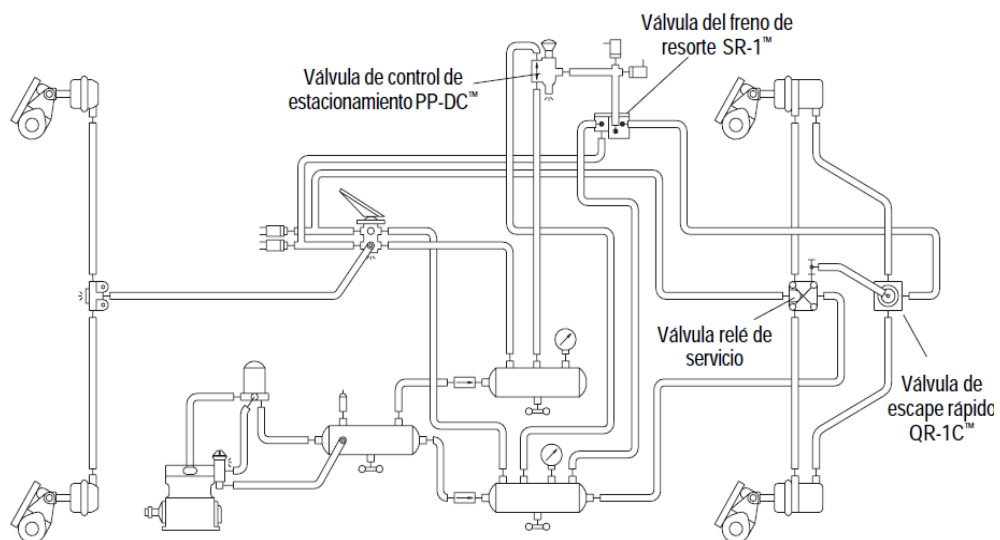


Figura 2.18: Circuito de frenado de estacionamiento

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

2.1.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS FRENOS NEUMÁTICOS

Al utilizar un sistema de frenos neumáticos tenemos las siguientes ventajas:

- El aire es ilimitado y se encuentra disponible gratuitamente en cualquier lugar. No precisa conductos de retorno; lo cual implica que el aire utilizado pasa de nuevo a la atmósfera.
- El aire es almacenado y comprimido en acumuladores o tanques, puede ser transportado y utilizado donde y cuando se precise.

- El aire está a prueba de explosiones. No hay riesgo de chispas en atmósferas explosivas y puede ocuparse en lugares húmedos sin riesgo de electricidad estática.
- El aire es fiable, incluso a temperaturas extremas.
- Si se producen escapes de aire no son perjudiciales y pueden colocarse en las líneas, en depuradores o extractores para mantener el aire limpio.
- El diseño y constitución de los elementos es fácil y de simple conexión.
- Las velocidades y las fuerzas pueden regularse de manera continua y escalonada.
- Se puede llegar en los elementos neumáticos de trabajo hasta su total parada, sin riesgos de sobrecarga o tendencia al calentamiento.
- Los circuitos de aire no están expuestos a los golpes de ariete como los hidráulicos.
- El costo de adquisición de energía del aire es más bajo comparado a otros métodos de trabajo en caso del vehículo: combustible VS. KW / hora.

En cuanto a las desventajas que nos ofrece el sistema de frenos neumáticos son:

- Para la preparación del aire comprimido es necesario la eliminación de impurezas y humedades previas a su utilización.
- La obtención del aire comprimido es costosa.
- El aire que escapa a la atmósfera produce ruidos bastante molestos.
- No se obtienen velocidades uniformes en los elementos de trabajo.
- El costo de bombas, motores, válvulas proporcionales y servo válvulas son caras.

2.1.6. ANOMALÍAS CAUSAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS

Tabla 2.1 Anomalías sistema de frenos neumáticos

ANOMALÍAS	CAUSA	SOLUCIÓN
Recarga deficiente o irregular del sistema	Tubería del circuito de carga con escapes o rotas	Apriete o reemplace las uniones sueltas o dañadas. Reemplace las cañerías rotas o dañadas
	Funcionamiento anormal del regulador de presión	Revise o reemplace el regulador de presión
	Funcionamiento anormal del compresor de aire	Revise o reemplace el compresor de aire
Frenado de servicio deficiente o irregular del eje trasero	Tubos con fugas o rotos	Apriete o reemplace las uniones sueltas o dañadas. Reemplace las cañerías rotas o dañadas
	Funcionamiento anormal del corrector de frenado o trabamiento	Ajuste o, si necesario, reemplace el corrector de frenado
	Funcionamiento anormal de los frenos traseros	Revise los frenos traseros
	Forros de freno con desgaste, vitrificado	Reemplace los forros
	Funcionamiento anormal de la válvula de freno doble	Revise o reemplace la válvula de freno doble
Frenado de servicio deficiente o irregular del eje delantero	Tubos con fugas o rotos	Apriete o reemplace las uniones sueltas o dañadas. Reemplace las cañerías rotas o dañadas
	Funcionamiento anormal de la válvula de freno doble	Revise o reemplace la válvula de freno doble
	Funcionamiento anormal de los frenos de las ruedas delanteras	Revise los frenos de las ruedas delanteras
	Forros de freno con desgaste, vitrificados	Reemplace los forros

Frenado de servicio del remolque deficiente o irregular	Tubos con fugas o rotos	Apriete o reemplace las uniones sueltas o dañadas. Reemplace las cañerías rotas o dañadas
	Funcionamiento anormal de la servo-válvula de triple mando	Revise o reemplace la servo-válvula de triple mando
	Funcionamiento anormal de la válvula de freno doble	Revise o reemplace la válvula de freno doble
	Funcionamiento anormal del reductor de presión	Reemplace el reductor de presión
	Forros de freno gastados, vitrificados	Reemplace los forros de freno
	Funcionamiento anormal de los frenos del remolque	Revise los frenos del remolque
Frenado defectuoso o ausencia de frenado en el freno de aparcamiento	Tubos con fugas o rotos	Apriete o reemplace las uniones sueltas o dañadas. Reemplace las cañerías rotas o dañadas
	Funcionamiento anormal de los cilindros a muelle (traseros)	Controle su ajuste y, si necesario, revise o reemplace los cilindros de freno
	Funcionamiento anormal de la válvula manual (palanca) del freno de aparcamiento	Revise o reemplace la palanca
	Forros de freno gastados, vitrificados	Reemplace los forros de freno
	Funcionamiento anormal de los frenos de las ruedas traseras	Revise los frenos de las ruedas traseras
	Funcionamiento anormal del corrector de frenado	Ajuste, revise y, si necesario, reemplace el corrector de frenado
	Funcionamiento anormal de los frenos de las ruedas delanteras	Revise los frenos de las ruedas delanteras

	Funcionamiento anormal de los frenos de las ruedas traseras	Revise los frenos de las ruedas traseras
	Funcionamiento anormal de la válvula de freno de triple mando para el vehículo remolcado	Revise o reemplace la válvula de freno de triple mando
Desgaste prematuro de los forros de freno	Funcionamiento anormal de la válvula de freno doble	Revise o reemplace la válvula de freno doble
	Funcionamiento anormal del corrector de frenado	Ajuste, revise y, si necesario, reemplace el corrector de frenado
	Funcionamiento anormal de los frenos de las ruedas traseras	Revise los frenos de las ruedas traseras
	Funcionamiento anormal de la válvula de freno de triple mando (para vehículo con remolque)	Revise o reemplace la válvula de freno de triple mando
Ruido en los frenos	Forros de freno con excesivo desgaste	Reemplace los forros de freno
	Limpieza entre los tambores y los forros de freno	Elimine los cuerpos extraños entre los forros de freno y los tambores
	Tambores ovalados	Rectifique o reemplace los tambores
	Ovalamiento de los tambores de los frenos fuera de las tolerancias especificadas (eje trasero)	Revise los frenos de las ruedas traseras

Fuente: <http://www.ivecam.com.ar/manuales/pdf/MR112006-05-31EuroCargo450E32T-CircuitoNeumaticodelosFrenos.pdf>

2.2. SISTEMAS DE FRENOS NEUMÁTICOS ANTIBLOQUEO ABS

2.2.1. SISTEMAS DE FRENOS NEUMÁTICOS ANTIBLOQUEO ABS

Cuando se aplican los frenos neumáticos sin ABS con demasiada fuerza por parte del conductor, la presión de frenado también va a aumentar por tal motivo las ruedas pueden trabarse o bloquearse permitiendo el

deslizamiento por una diferencia de velocidad, esto da como resultado que el conductor pierda el control del vehículo.

El ABS es un sistema computarizado que actúa directamente en la fuerza de frenado para evitar que las ruedas se bloqueen cuando se aplica bruscamente el freno.

El sistema ABS es un complemento de los frenos neumáticos convencionales. Por lo tanto, no aumenta ni disminuye la capacidad de frenado normal del vehículo, y se activa cuando las ruedas están a punto de bloquearse.

2.2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA FRENOS NEUMÁTICOS ANTIBLOQUEO ABS

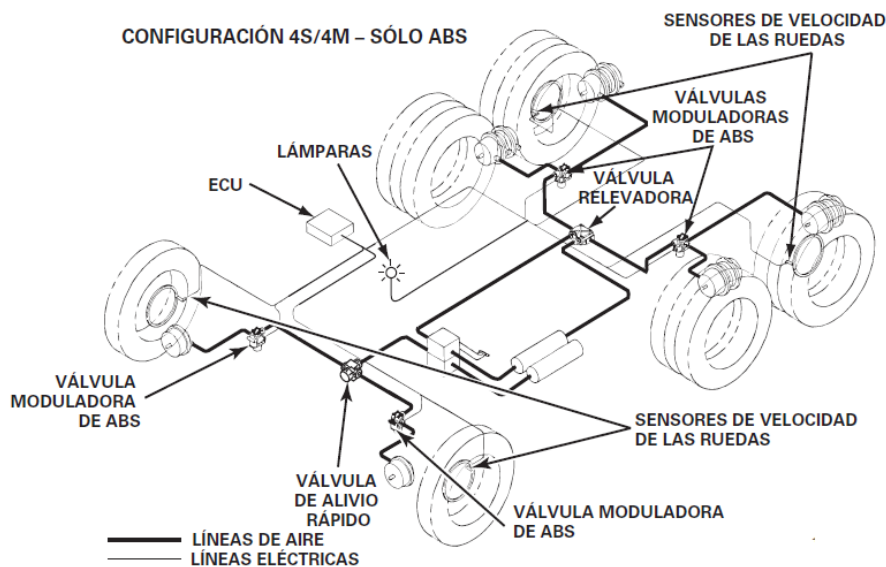


Figura 2.19: Componentes del sistema de frenos neumáticos con ABS

Fuente: http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm0112SP.pdf

a) SENSOR DE VELOCIDAD DE LA RUEDA

Cada sensor es instalado con un manguito sujetador. Los vehículos tienen un anillo excitador (o rueda dentada) como parte del ensamblaje de

la rueda y como la rueda gira, los dientes del anillo excitador pasan por el frente del sensor de velocidad de la rueda, generando una señal de corriente alterna (AC), la cual varía en voltaje y frecuencia con los cambios de velocidad de la rueda. La ECU recibe la señal de AC y puede entonces vigilar qué tan rápido está girando la rueda.

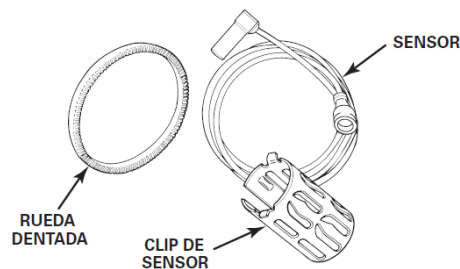


Figura 2.20: Sensor de velocidad de rueda ABS

Fuente: http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm0112SP.pdf

El sensor funciona por un principio de inducción en la cabeza del captador se encuentran dos imanes permanentes y una bobina. El flujo magnético es modificado por el paso de los dientes del generador de impulsos.

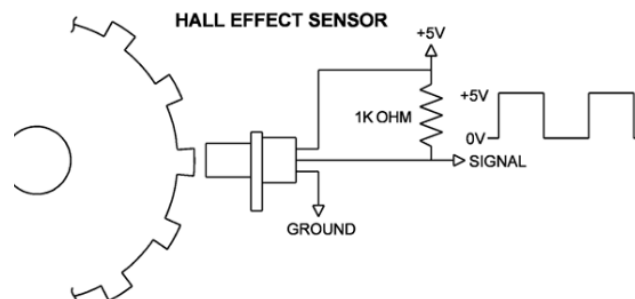


Figura 2.21: Funcionamiento de sensor

Fuente: [http://4.bp.blogspot.com/-KhqhMYEnIGg/Tjsj-](http://4.bp.blogspot.com/-KhqhMYEnIGg/Tjsj-h2NKgl/AAAAAAAAAAk/4kSjhNIQTCa/s1600/CKP_Sensor_Waveforms.gif)

[h2NKgl/AAAAAAAAAAk/4kSjhNIQTCa/s1600/CKP_Sensor_Waveforms.gif](http://4.bp.blogspot.com/-KhqhMYEnIGg/Tjsj-h2NKgl/AAAAAAAAAAk/4kSjhNIQTCa/s1600/CKP_Sensor_Waveforms.gif)

La variación del campo magnético que atraviesa la bobina genera una tensión alternativa casi sinusoidal cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de la rueda. La amplitud de la tensión en el captador es

función de la distancia (entre-hierro) entre diente y captador y de la frecuencia.⁹

b) VÁLVULAS MODULADORAS DEL ABS¹⁰

Las válvulas moduladoras de presión (PMV). Una PMV controla la presión de aire a cada freno afectado durante un evento ABS. La válvula moduladora generalmente está instalada sobre un riel del bastidor o un miembro transversal próximo a la cámara del freno. Las PMV usan solenoides con la habilidad de aplicar, retener o liberar la presión de aire, siendo entregada a los frenos para optimizar el desempeño del freno. Cuatro, cinco o seis de estas válvulas pueden ser usadas dependiendo del modelo de la ECU y configuración del vehículo.

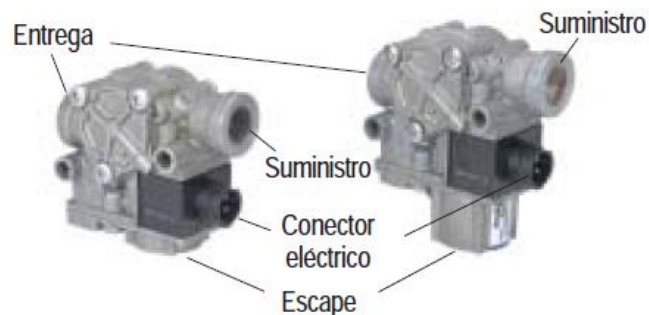


Figura 2.22: Válvulas moduladoras

Fuente: http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf

c) UNIDAD DE CONTROL (ECU)

Las informaciones medidas por los sensores de rueda transformadas eléctricamente son tratadas en paralelo mediante un microprocesador. En caso de desigualdad en las informaciones recibidas, la unidad de control reconoce un fallo y se inicializa un proceso de

⁹ <http://www.automotriz.net/tecnica/abs.html>

¹⁰ Manual de frenos de aire Bendix Sección6 sistema de frenado antibloqueo pág. 35

regulación del sistema ABS. La ECU recibe la señal de AC y puede entonces vigilar qué tan rápido está girando la rueda.



Figura 2.23: Unidad de control (ECU)

Fuente: <http://www.slideshare.net/propagando/sp9940sp>

d) LUZ INDICADORA DE ABS

Esta luz indicadora por lo general va montada en el tablero de instrumentos del vehículo. Es una señal luminosa que advierte al conductor el funcionamiento del ABS. Esta luz puede encenderse momentáneamente cuando el vehículo recién es encendido.



Figura 2.24: Luz indicadora

Fuente: <http://www.slideshare.net/propagando/sp9940sp>

2.2.3. FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS NEUMÁTICOS ANTIBLOQUEO ABS¹¹

El sistema opera con sistemas de frenos neumáticos estándar. El ABS constantemente comprueba la velocidad de las ruedas y controla el frenado durante las situaciones de bloqueo de las mismas.

¹¹ ABS manual MERITOR BABCO Sección 1 introducción pág. 3

El ECU recibe y procesa las señales de los sensores de velocidad de las ruedas. Compara la velocidad de cada rueda al detectar un bloqueo de rueda o un cambio de velocidad entre las cuatro ruedas, la unidad activa la válvula moduladora apropiada, y se controla la presión de aire.

En el caso de una falla en el funcionamiento del sistema, se inhabilita el ABS en la rueda o ruedas afectadas, dicha rueda aún conserva los frenos normales, las demás mantienen la función ABS. Una lámpara de advertencia ABS le avisa al conductor del estado del sistema. Esta lámpara también se emplea para señalar los diagnósticos de los códigos a destello.

2.2.4. CONFIGURACIONES DEL SISTEMA 4 SENSORES Y 4 VÁLVULAS MODULADORAS.¹²

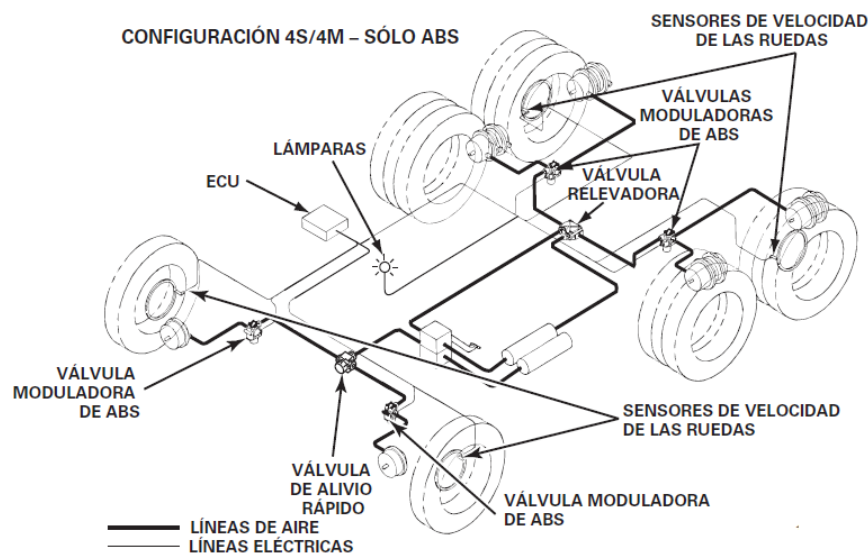


Figura 2.26: Configuración 4S/4M

Fuente: http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm0112SP.pdf

La configuración del ABS se define por el número de sensores de las ruedas y el número de las válvulas moduladoras como por ejemplo 4S/4M

¹² ABS manual MERITOR BABC0 Sección 1 introducción pág. 4

(4 sensores de velocidad de las ruedas, 4 válvulas moduladoras), estos van ubicados de manera que el sistema ABS sea más eficiente posible 2 sensores en las ruedas delanteras y 2 sensores en las ruedas traseras así también las válvulas moduladoras 2 para la ruedas delanteras y 2 para las traseras con la diferencia que cada una controla un par de ruedas para más configuraciones ver Anexo A

2.2.5. BENEFICIOS DEL ABS¹³

- El ABS simula el efecto de bombear el pedal de freno 3 veces por segundo, por lo que el conductor ya no tiene que cuidarse de bombear el pedal para no patinar, ABS lo hace por él.
- Evita el resbalamiento del vehículo, ayudando a mantener estabilidad y control. El conductor no pierde el control de la dirección y puede dirigir y frenar el vehículo a la misma vez, cosa que no podría hacer sin ABS en ciertas condiciones de frenado. El ABS permite maniobrabilidad segura al momento de frenadas de emergencia.
- Reducción de los desgastes prematuros e irregulares en los neumáticos. Cuando se efectúa el bloqueo de las ruedas por frenos se generan lugares planos en los neumáticos producto de su desgaste. El ABS le proporciona mayor vida útil a los neumáticos de un vehículo y por lo tanto menos costos de mantenimiento para el propietario y mayor seguridad en las carreteras.
- Se minimiza el efecto de "navaja suiza" , permitiendo al conductor guiar y controlar el camión al mismo tiempo que se está frenando y vigilar las condiciones del remolque cargado.
- Un vehículo resbalando sobre el pavimento perdió completamente la fricción entre las ruedas y el camino. Al regular la presión de frenado y el bloqueo de los neumáticos, el ABS permite una

¹³ <http://www.automotriz.net/tecnica/abs.html>

frenada mucho más efectiva y rápida que los frenos convencionales.

- El frenado con sistema ABS se efectúa en distancias más cortas ya que el neumático no pierde su fricción con el camino. Por ejemplo, el mismo camión tractor con remolque cargado logra una reducción cerca de 40% en su distancia de frenado, aún en pavimento húmedo.

2.2.6. ANÁLISIS DE FALLAS SISTEMA ABS NEUMÁTICO

Para un análisis de las fallas los modernos equipos que traen los sistemas ABS neumático se lo realiza por:

- Por destellos
- Por conexión del scanner

a) DIAGNÓSTICOS DE CÓDIGOS POR DESTELLOS

La Luz de advertencia del ABS tiene un doble propósito, la primera es alerta a los conductores de una falla del ABS y la segunda es para diagnosticar averías con el código de destellos.

Código de destellos son una serie de destellos o parpadeos que describe determinada falla o condición de un sistema ABS, esta serie vienen dados por dos destellos separados entre sí por una pausa de un segundo y medio. Los códigos por destellos se definen en el Anexo B.

Los códigos por destellos varía según la configuración del vehículo que está siendo diagnosticado, en la figura 2.27 observamos estas variaciones de cada sistema.

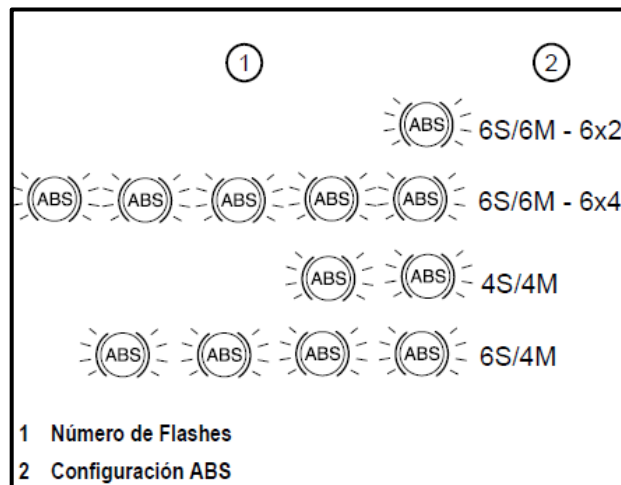


Figura 2.27: Código a destellos para las configuraciones de los sistemas ABS

Fuente: http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm0112SP.pdf

b) DIAGNÓSTICOS POR ESCÁNER

Es conectar un scanner a la computadora del vehículo donde nos detallara funcionamiento, fallas, diagnostico de algunos componentes, etc. Para esto debemos utilizar un scanner que nos recomiende el fabricante o trasladar al vehículo a un servicio técnico autorizado. el diagnostico por scanner se detalla en el Anexo C.

2.2.7. ANOMALÍAS CAUSAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS NEUMÁTICOS

Tabla 2.2 Anomalías sistema de frenos ABS neumáticos

ANOMALÍAS	CAUSA	SOLUCIÓN
Lámpara ABS no enciende	Foco ABS suelto o quemado	Revisar el foco, conexiones. Sustituir si esta quemado.
	Voltaje de activación no es el necesario	Revisar conexiones, medir voltajes.
Válvulas moduladoras ABS funcionamiento anormal	Válvulas no se activan	Revisar cableado, revisar voltajes
	Válvula en corto circuito o abierto	Medir la resistencia de válvulas moduladoras
	Válvula se traba	Revisar el sistema neumático ya que puede estar contaminado con aceite o agua

Sensor ABS funcionamiento irregular	Luz del sensor	Ajustar el sensor de la rueda hasta que la luz sea la correcta, revisar el cubo de alojamiento del sensor que no exista demasiado movimiento. Verificar la corriente de salida del sensor como mínimo es de 0,2 voltios a 30 rpm
	Sensor en corto o está abierto	Revisar el sensor, los cables y conectores Medir resistencia del sensor 500 a 2000 ohmios, si no es la correcta remplazarlo
	Señal del sensor irregular	Revisar diferencias entre tamaños de las llantas o ruedas dentadas, revisar el sensor cableado y conectores
	Rueda dentada	Verificar si no existe ningún daño en la rueda dentada, remplazar si existe alguno.
ECU	ECU no funciona	Revisar corriente de alimentación, conectar para un diagnostico con el escáner, remplazarla si no responde a ningún comando
Voltaje de alimentación bajo	Funcionamiento irregular en el ABS	Revisar estado de la batería o baterías, cables conectores. Ajustar o remplazar si algún componente no se encuentra en correcto estado.

Fuente: http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm0112SP.pdf

CAPÍTULO 3

SELECCIÓN DE COMPONENTES Y CONSTRUCCIÓN

MÓDULO

3.1. REDISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO

3.1.1. CIRCUITO NEUMÁTICO

Para la instalación del sistema ABS es necesario hacer algunos cambios en el sistema neumático con el motivo de la inserción de las válvulas moduladoras de ABS. En la figura 3.1 podemos observar el sistema neumático sintetizado del banco de pruebas donde se instará el ABS.

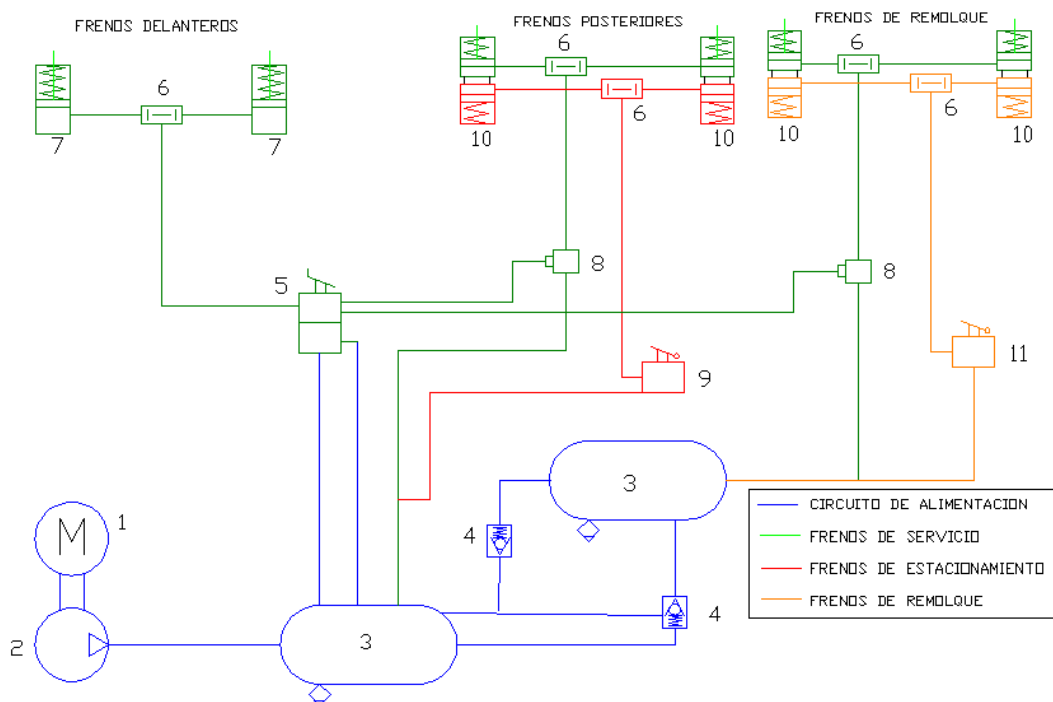


Figura 3.1: Sistema neumático sin ABS: 1 motor, 2 compresor, 3 tanques, 4 válvulas antiretorno, 5 freno de pedal, 6 válvula en Y, 7 cilindro de freno, 8 válvula relé, 9 válvula de freno de estacionamiento, 10 cilindro de frenos combinados, 11 válvula de freno de remolque.

Fuente: Autores de Tesis

3.1.2. PARÁMETROS NEUMÁTICOS

a) VÁLVULAS MODULADORAS

El ABS consta de válvulas moduladoras para realizar el frenado progresivo de las ruedas en el momento ABS, estas válvulas constan de solenoides que interrumpen el paso del aire de acuerdo como la ECU lo mande. En la figura 3.2 podemos observar válvulas moduladoras que se utilizaran en el sistema ABS y sus respectivas conexiones tanto eléctricas como neumáticas.

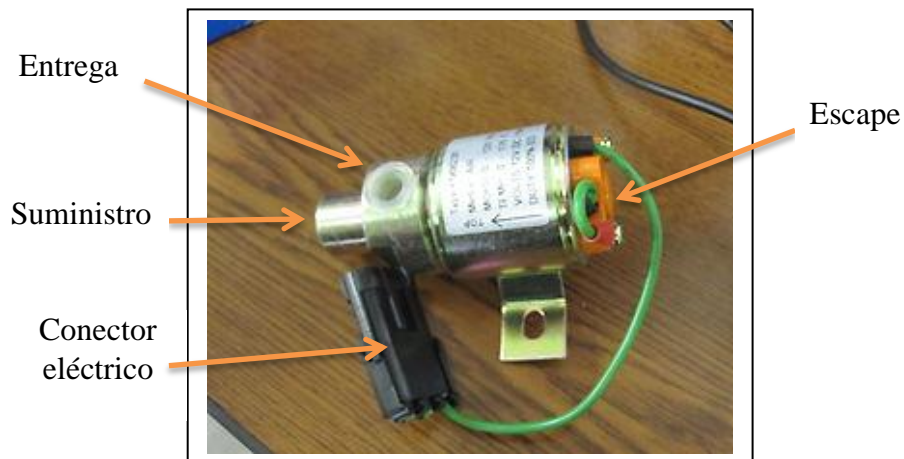


Figura 3.2: Electro-válvulas ABS

Fuente: Autores de Tesis

Las válvulas moduladoras van colocadas antes de los accionamientos (cilindros de freno y cilindros de frenos combinados) para así poder controlar el aire que llega a los accionamientos en la figura 3.3 se detalla el lugar específico que se ubican estas electroválvulas en el sistema neumático.

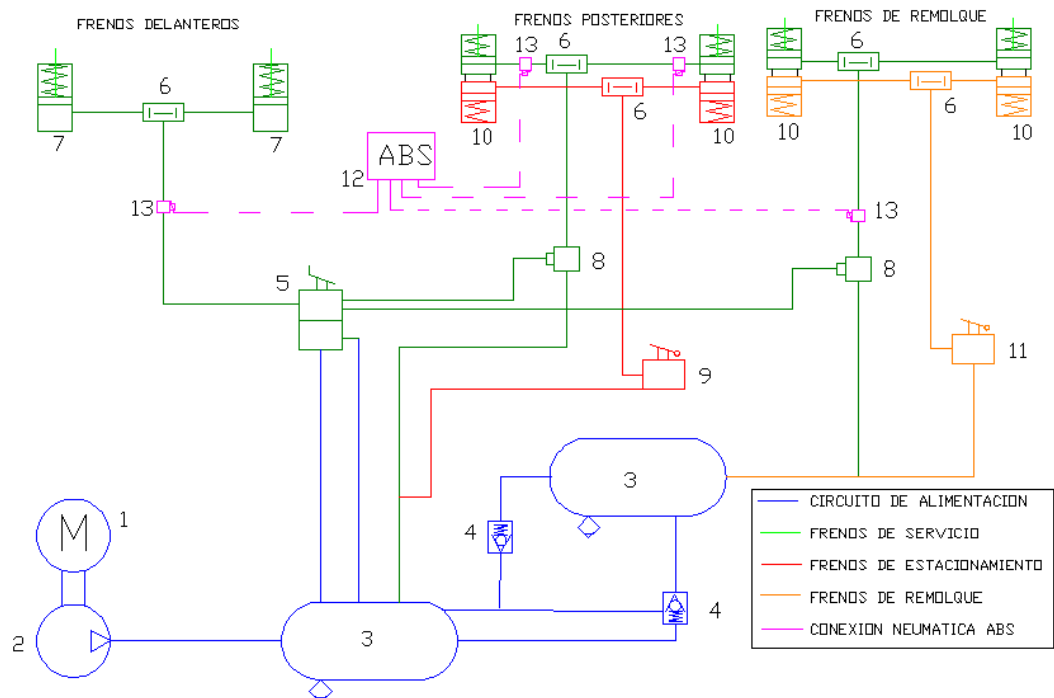


Figura 3.3: Sistema neumático con ABS: 1 motor, 2 compresor, 3 tanques, 4 válvulas anti-retorno, 5 freno de pedal, 6 válvula en Y, 7 cilindro de freno, 8 válvula relé, 9 válvula de freno de estacionamiento, 10 cilindro de frenos combinados, 11 válvula de freno de remolque, 12 módulo ABS, 13 válvulas moduladoras ABS

Fuente: Autores de Tesis

b) ACOPLES NEUMÁTICOS

Los acoples son los encargados de unir piezas o elementos de manera que coincidan perfectamente sin que exista pérdida de ninguna clase. El banco de pruebas neumático consta de diferentes elementos para su funcionamiento estos van conectados entre sí por mangueras y acoples metálicos. Los acoples metálicos son fabricados de bronce y con el desmontaje y el montaje de los elementos neumáticos estos se deterioran permitiendo que existan fugas. Para evitar fugas y daños posteriores de los elementos se vio la necesidad de la inclusión de acoples rápidos

Los acoples rápidos permiten una conexión o desconexión sin el uso de una herramienta, solamente con las manos, permitiendo así que no exista un deterioro de los elementos neumáticos.

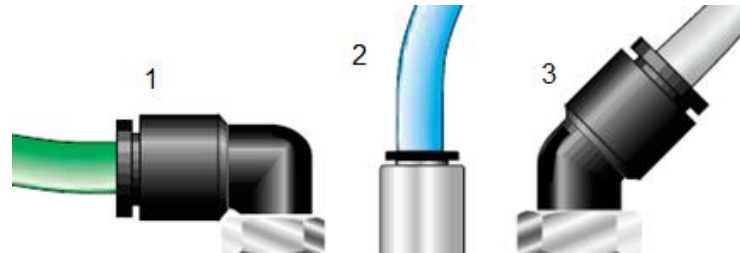


Figura 3.4. Modelos de acoples rápidos: 1 Conector a 90° orientable, 2 Conector recto, 3 Conector a 45° orientable.

Fuente: http://www.goodair.es/images/stories/virtuemart/PDF/Legris/LF3000_Reduc.pdf

c) ESPECIFICACIONES DE LOS ACOPLES

De acuerdo a la presión de funcionamiento del banco de frenos neumáticos, los acoples rápidos deber soportar a menos la presión de 80 psi, lo cual según las especificaciones de la tabla 3.1, mencionados componentes son más que competentes.

Tabla 3.1. Especificaciones técnicas acoples rápidos, catálogo Micro conexiones rápidas, serie micro-legris

FLUIDO	AIRE COMPRIMIDO				
Presión de trabajo	Máx. 20 bar (290 psi)				
Temperatura (utilización)	-20...80 °C (-4...176 °F)				
Resistencia al vacío	vacío de 755 mm Hg (99 % de vacío)				
Pares de apriete	M5	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"
	1,6Nm	8Nm	12Nm	30Nm	35Nm
Materiales	Cuerpo de polímero HR (alta resistencia química y al impacto), pinza de latón, arandela de acero inoxidable (Ø8, 10 y 12 mm), juntas tóricas de nitrilo, base de latón niquelado. Todos los modelos de la gama están garantizados SIN SILICONA.				

Fuente: Autores de Tesis

Para la conexión de las mangueras es muy sencillo solo se debe empujar hasta el fondo del acople y para la desconexión se debe empujar el botón pulsador y luego extraer el tubo.

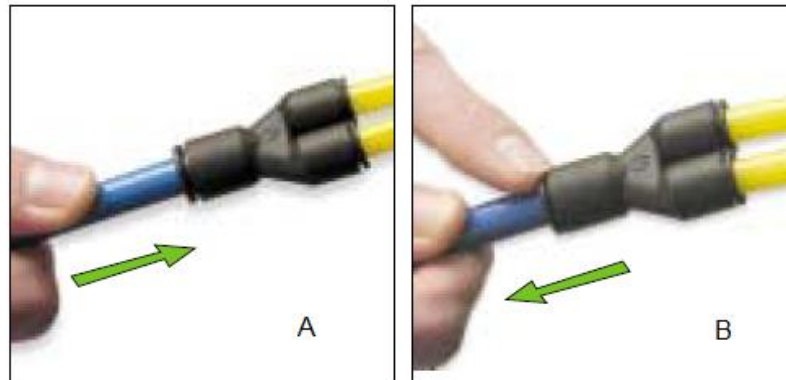


Figura 3.5: Conexión de los acoples: A conexión con la manguera, B desconexión de la manguera

Fuente: http://www.goodair.es/images/stories/virtuemart/PDF/Legris/LF3000_Reduc.pdf

La elección de estos acoples es debido a que brindan muchas ventajas en un banco didáctico de sistema neumático que son:

- Ahorro de tiempo
- Facilidad de instalación
- No restringe el paso de aire ya que va sujeta en el exterior de las mangueras
- No hay que utilizar ninguna herramienta de aprieta
- No existen fugas ya que cuentan con una junta tórica¹⁴.

3.2. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE COMPONENTES NEUMÁTICOS Y ELECTRÓNICOS

3.2.1. COMPONENTES NEUMÁTICOS

¹⁴ **Junta Tórica.**- Se denomina junta tórica u O-Ring a una junta de forma toroidal, habitualmente de goma, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos, por ejemplo en cilindros hidráulicos y cilindros neumáticos (http://es.wikipedia.org/wiki/Junta_t%C3%B3rica)

a) SELECCIÓN DE VÁLVULAS MODULADORAS.

El ABS controla la velocidad de las ruedas cuando se aplica el freno por lo cual se necesita unas válvulas moduladoras para que realicen ciertas funciones como:

- Controlar el flujo de aire que llegan a los cilindros de freno a las que están conectadas.
- En el momento ABS ajusta el aire para que no se bloquen las ruedas

Además la válvula moduladora tiene que cumplir características de funcionamiento tales como:

- Voltaje de activación 12V – 24V
- Puertos de entrada y de salida
- Tiene o no válvula de alivio
- Tipo de conexión para el control
- Dimensiones

De acuerdo con las características detalladas anterioridad en el mercado ecuatoriano se encontró dos tipos de válvulas moduladoras que se ajustan perfectamente a las necesidades del sistema a implementar.

La primera de ellas es un conjunto de válvulas ABS que combina dos válvulas moduladoras, una válvula relevadora o una válvula de alivio rápido. Estas varían dependiendo de la configuración del vehículo.

Estas válvulas constan con las siguientes características:

- Voltaje de activación 12V

- 1 puerto de entrada ½ para el acople
- 4 puertos de salidas ½ para el acople
- 2 válvulas de alivio rápido
- 1 conector eléctrico para conexión estilo bayoneta

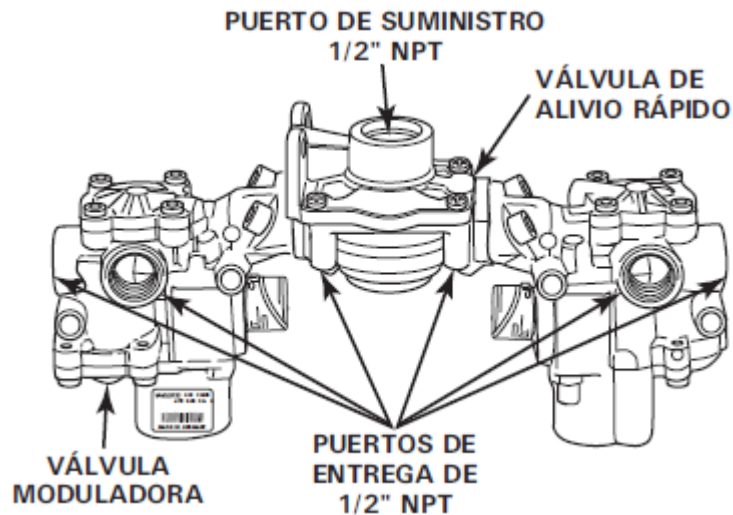


Figura 3.6: Conjunto de válvula moduladora ABS

Fuente: http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm30sp.pdf

La segunda variedad de válvula moduladora son las individuales que están controlando un solo elemento de frenado.

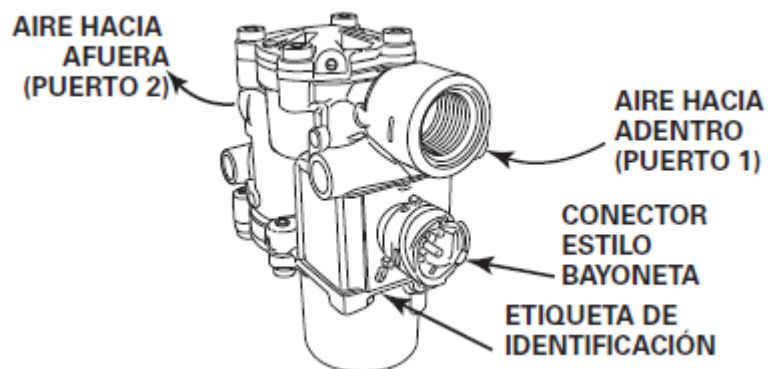


Figura 3.7: Válvula moduladora individual

Fuente: http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm30sp.pdf

Estas válvulas constan con las siguientes características:

- Voltaje de activación 12V
- 1 puerto de entrada
- 1 puerto de salida
- 1 válvula de alivio rápido
- 1 conector eléctrico estilo bayoneta¹⁵

3.2.2. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE DISEÑO ELECTRÓNICO

El Sistema ABS, tiene como finalidad básica "administrar" la velocidad de las ruedas del vehículo a partir de señales emitidas por los sensores del sistema, los cuales comprueban el número de revoluciones de las ruedas por medio de un dispositivo dentado que gira con la misma velocidad.

Las señales emitidas por los sensores de rueda son detectadas por la unidad electrónica del sistema, que comprueba si el vehículo está en condiciones seguras de desaceleración y de resbalamiento, haciendo una comparación del estado de cada rueda, contrastándola con la condición de frenado de acuerdo a la posición del pedal de freno.

El cerebro electrónico le indica a las válvulas moduladoras que reduzcan la presión de frenado en una rueda bloqueada, e inmediatamente le indica que mantenga y aumente en forma alternada la presión hasta detener el vehículo.

¹⁵ Una conexión en bayoneta, también llamada cierre en bayoneta o montaje en bayoneta, es un tipo de mecanismo de acoplamiento y fijación rápida entre dos superficies, una de ellas, llamada "macho" dispone de uno o varios pines o salientes que se ajustan a la superficie receptora o "hembra", donde unas hendiduras y un resorte o muelle mantienen la fuerza de sujeción

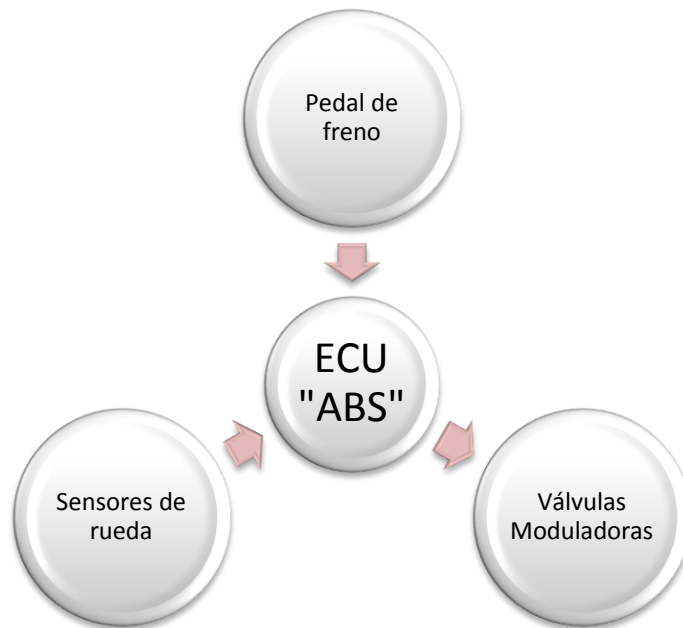


Figura 3.8: Parámetros de funcionamiento ABS

Fuente: Autores de Tesis

De esta manera, se consigue un frenado sin el bloqueo de las ruedas, dentro de las exigencias para realizar un frenado eficiente, esto es: menor espacio de frenado, manteniendo la dirigibilidad (control sobre el vehículo) y preservando la estabilidad direccional.

3.2.3. DISEÑO DEL HARDWARE

Una vez que se ha estudiado como trabaja el Sistema de Frenos Antibloqueo y los parámetros para poner en funcionamiento la Unidad de Control Electrónico (ECU), es necesario determinar las funciones que desempeñara, es decir lo que se pretende conseguir mediante la creación del mismo.

Para el desarrollo del hardware de este proyecto, se dará a conocer los elementos utilizados para captar las señales de los sensores de rueda y enviar los datos mediante la comunicación serial al módulo de control

electrónico del ABS, para la visualización del comportamiento del neumático en el banco.

3.2.4. COMPONENTES ELECTRÓNICOS

a. MICROCONTROLADOR UTILIZADO

a.1. INTRODUCCIÓN

Los microcontroladores son computadores digitales integrados en un chip que cuentan con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puertos de entrada salida.

A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores PC, los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas.

El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.

a.2. MICROCONTROLADOR ATMEGA16¹⁶

El microcontrolador ATMEGA16, será utilizado con el propósito de captar la velocidad de giro, la posición del pedal, las señales de los pulsadores de simulación de bloqueo de las ruedas para evaluarlos y activar las electroválvulas del ABS. Además de tomar las señales de los interruptores de simulación de fallas del tablero de control.

¹⁶ <http://www.futurlec.com/Atmel/ATMEGA16.shtml>

El microcontrolador ATMEGA16, se puede decir que es el inicio de un microcontrolador completo, ya que posee más puertos de entrada y salida de datos; lo que proporciona más funcionalidades para la elaboración de cualquier proyecto (figura 3.9).

- ✓ El ATMEGA16 posee 4 puertos (A, B, C, D) que pueden ser usados de manera independientemente como entradas o salidas.
- ✓ El puerto A posee los canales de conversión Análogo a Digital.
- ✓ El puerto B tiene como pines relevantes, a los de programación del microcontrolador, como: SCK, MISO u MOSI.
- ✓ El puerto C presenta características primordiales para comunicación I2C, con los pines SDA, SCL.
- ✓ En el puerto D se encuentra los pines de transmisión y Recepción de datos seriales.

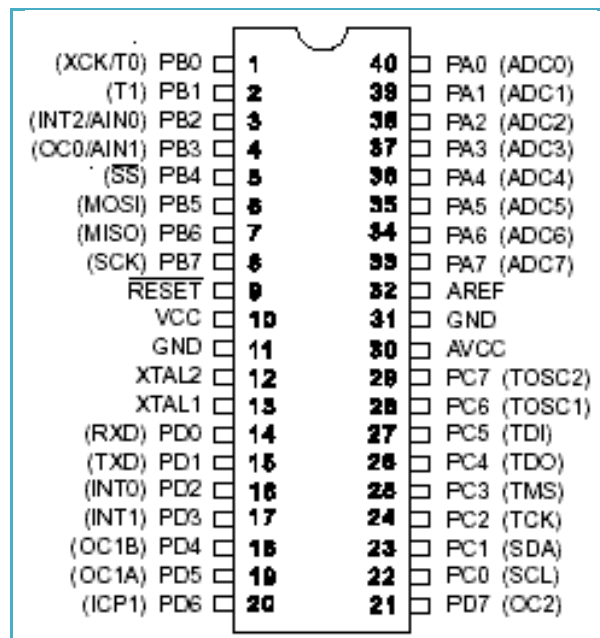


Figura 3.9: Pines de Entrada/Salida del ATMEGA16
Fuente: <http://www.futurlec.com/Atmel/ATMEGA16.shtml>

En la tabla 3.2 se puede observar la distribución de los “pines” del microcontrolador.

Tabla 3.2. Distribución de pines del ATMEGA16

PUERTOS	PINES	ASIGNACION	UBICACIÓN	IN	OUT
PUERTO A	PA0 (pin 40)	Sensor de presencia 1	Laboratorio	X	
	PA1 (pin 39)	Sensor de presencia 2	Cuarto máquinas	X	
	PA2 (pin 38)	Boton de Pánico 1	Cuarto máquinas	X	
	PA3 (pin 37)	Detector de Humo 1	Laboratorio	X	
	PA4 (pin 36)	Detector de Humo 2	Cuarto máquinas	X	
	PA5 (pin 35)	Pulsador emergencia 1	Asfalto	X	
	PA6 (pin 34)	Pulsador emergencia 2	Diesel	X	
	PA7 (pin 33)	Palanca incendio 1	Calderos	X	
PUERTO B	PB0 (pin 1)	Sensor magnético 1	Puerta Laboratorio	X	
	PB1 (pin 2)	Sensor magnético 2	Puerta máquinas	X	
	PB2 (pin 3)				
	PB3 (pin 4)				
	PB4 (pin 5)				
	PB5 (pin 6)				
	PB6 (pin 7)				
	PB7 (pin 8)				
PUERTO C	PC0 (pin 22)				
	PC1 (pin 23)				
	PC2 (pin 24)		Supervisión Armado 3	X	
	PC3 (pin 25)		Supervisión Robo 3	X	
	PC4 (pin 26)		Supervisión Zona 24H-3	X	
	PC5 (pin 27)		Supervision Armado 2	X	
	PC6 (pin 28)		Supervision Robo 2	X	
	PC7 (pin 29)				
PUERTO D	PD0 (pin 14)	RS-232 Rx		X	
	PD1 (pin 15)	RS-232 Tx			X
	PD2 (pin 16)				
	PD3 (pin 17)				
	PD4 (pin 18)	Relay 1	Supervisión Armado 1	X	
	PD5 (pin 19)	Relay 2	Supervisión Robo 1	X	
	PD6 (pin 20)	Relay 3	Supervisión Zona 24H-1	X	
	PD7 (pin 21)				
	Pin 9	Reset del micro			
	Pin 10	Fuente 5 V, Vcc			
	Pin 11	Tierra, GND			
	Pin 12	oscilado 16 MHz			
	Pin 13	oscilado 16 MHz			
	Pin 30	A Vcc			
	Pin 31	Tierra, GND			
	Pin 32	A Vcc			

Fuente: Autores de Tesis

A continuación las características más importantes del microcontrolador ATMEGA16.

- 32 registros de propósito general
- 16KBytes de memoria de programa
- 512 Bytes de memoria no volátil EEPROM
- 1KBytes en memoria interna SRAM
- 4 Canales de PWM
- 8 Canales ADC de 10 bits
- Comunicación USART
- Oscilador interno RC de 1MHz, 2Mhz, 4MHz y 8MHz
- RTC interno con cristal de 32768 Hz
- Voltaje de operación de 2.7V a 5.5V

a.3. PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR

El programa que se utiliza en el microcontrolador se lo realiza en BASCOM AVR, que es un programa amigable para programar el microcontrolador Atmega16. La herramienta BASCOM AVR sirve para realizar programas de alto nivel para microcontroladores AVR, el cual posee un compilador y un ensamblador que traduce las instrucciones estructuradas en lenguaje de máquina.

El programa desarrollado para el microcontrolador se encuentra detallado en el Anexo D.

b. REGULADORES DE VOLTAJE 7805¹⁷

Es un regulador de tensión positiva de 5 Volts a 1A, la tensión justa y mucho más corriente de la que necesita un PIC para funcionar. Se sabe

¹⁷ <http://picrobot.blogspot.com/2009/06/reguladores-de-voltaje-7805.html>

que el buen funcionamiento del firmware que grabemos en el PIC está sujeto, no sólo a la buena programación que hayamos hecho a la hora de diseñarlo, sino que también a una alimentación fija, constante y regulada a la hora de ejecutarlo. Entonces la manera más segura, económica y sencilla de obtener ese voltaje, es la utilización de un integrado regulador de voltaje, y el 7805 es uno de los más indicados ya que mantendrá fija la tensión en 5V, siempre y cuando en su entrada reciba al menos 6V. Por lo tanto a la entrada podremos despreocuparnos de la alimentación superando por mucho el voltaje de trabajo del PIC.



Figura 3.10: Pines del Regulador de Voltaje 7805

Fuente: <http://www.jprogr.com/2012/05/como-usar-un-regulador-de-voltaje-7805.html>

c. ATTINY 2313

Es un pequeño Micro controlador de 8 bits con poca memoria flash y EEPROM, tiene 20 pines, lo que los convierte en los cerebritos ideales para pequeños proyectos de pocas características y cuyo objetivo sea ser de bajo coste y pequeño tamaño

La aplicación en el banco de frenos neumáticos ABS es en la simulación del movimiento de las ruedas en el tablero de control, en el cual se montaran led, los cuales de acuerdo a la velocidad de giro determinada oscilaran, representando el movimiento de los neumáticos del camión.

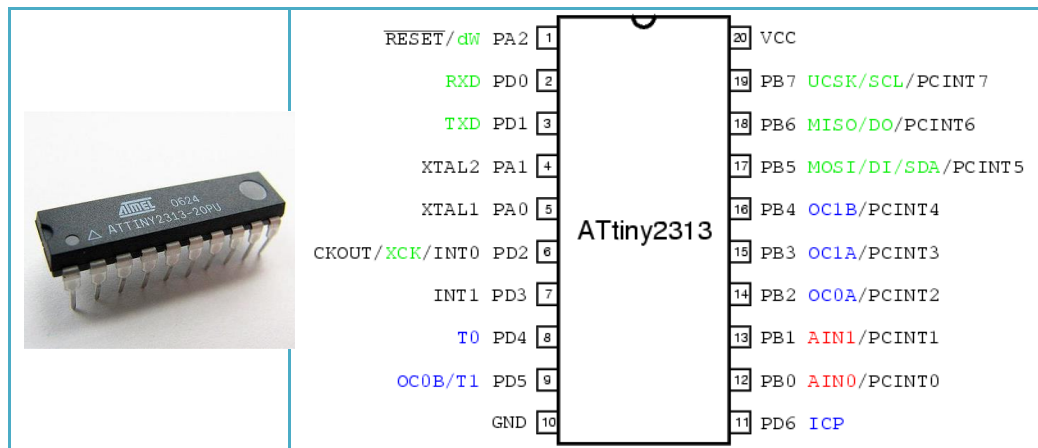


Figura 3.11: Pines de Entrada/Salida del Attiny 2313

Fuente: <http://www.proyectosarduino.com.ar/programar-atmega-con-arduino-muy-facil/>

3.3. DISEÑO DEL DIAGRAMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

3.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE SIMULACIÓN

Para la generación de las señales requeridas para la ECU, será necesario recurrir no solo a la simulación de circuitos, de una manera física mediante la utilización de protoboards, donde los circuitos podrán ser probados. También será necesaria la utilización de software especializado, para este proyecto en específico se recurrió al software PROTEUS 7 Professional, con su herramienta de diseño de circuitos ISIS 7 Professional. En el cual se llevara a cabo la simulación y digitalización de los circuitos que se pretende diseñar, realizando así la fase experimental de diseño.

3.3.2. DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

Una interfaz “amigable” entre el módulo y el usuario es muy importante para que éste se vuelva verdaderamente didáctico, es por esto que se procede a realizar una tablero en la cual se pueda visualizar, las ruedas, los sensores, las válvulas, los eventos de los elementos ABS (activación,

desactivación del sistema), simulación de fallas, estado general del Sistema de Frenos Neumáticos ABS

a. FUNCIONES DEL MÓDULO ABS

- Comparar la velocidad de las ruedas
- Determinar la condición de frenado de acuerdo a posición del pedal del freno
- Activar las válvulas moduladoras del ABS
- El ABS simula el efecto de bombear el pedal de freno, por lo que el conductor ya no tiene que cuidarse de bombear el pedal para no patinar.
- Determinar el estado de funcionamiento de los componentes del sistema y enviar una señal de alerta al conductor
- Permitir una interfaz de conexión para simular el movimiento de las otras ruedas

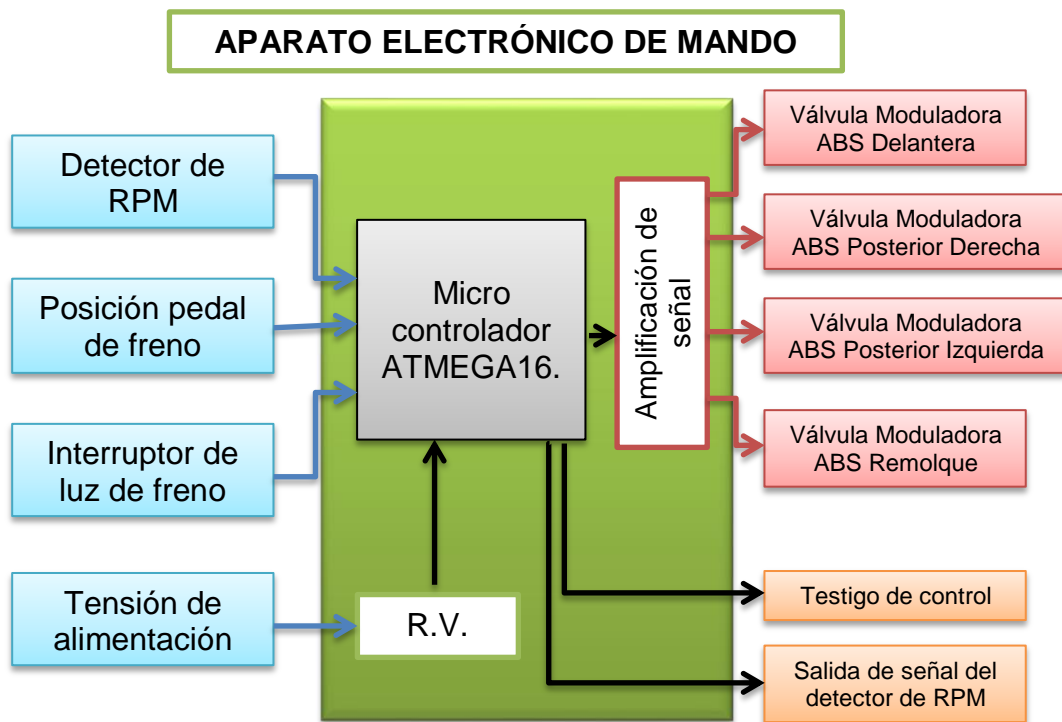


Figura 3.12: Diagrama de Bloques del Sistema ABS

Fuente: Autores de Tesis

3.3.3. SOFTWARE DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS

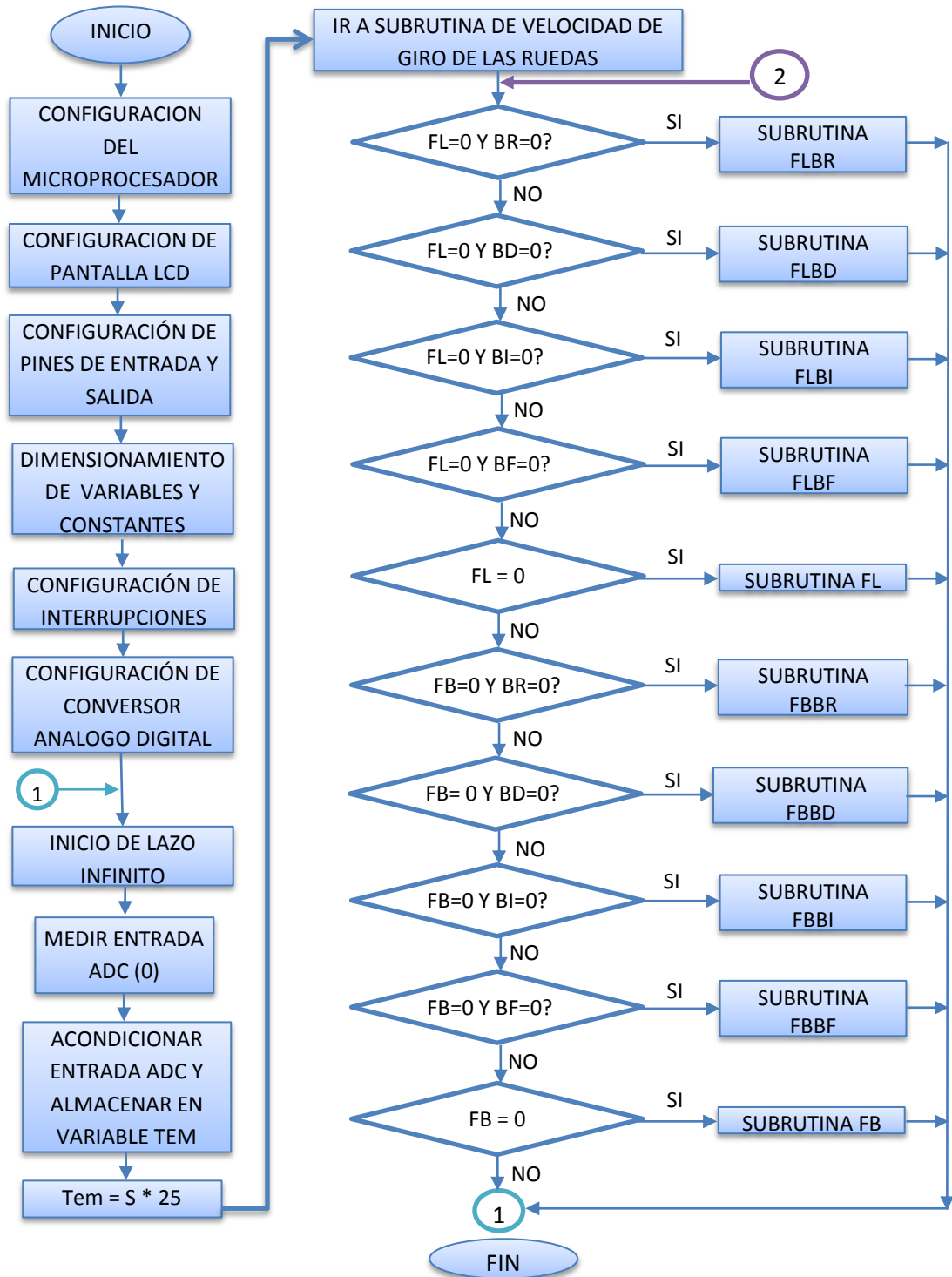


Figura 3.13: Diagrama de Flujo para Control ABS de acuerdo a la condición de frenado

Fuente: Autores de Tesis

El software del sistema de FRENOS NEUMÁTICOS ABS, detallado en el Anexo D, utiliza la señal de RPM, y la de condición de freno la procesa en el microcontrolador como se ve en los diagrama de flujo siguientes, y determina la respectiva actuación de las válvulas ABS

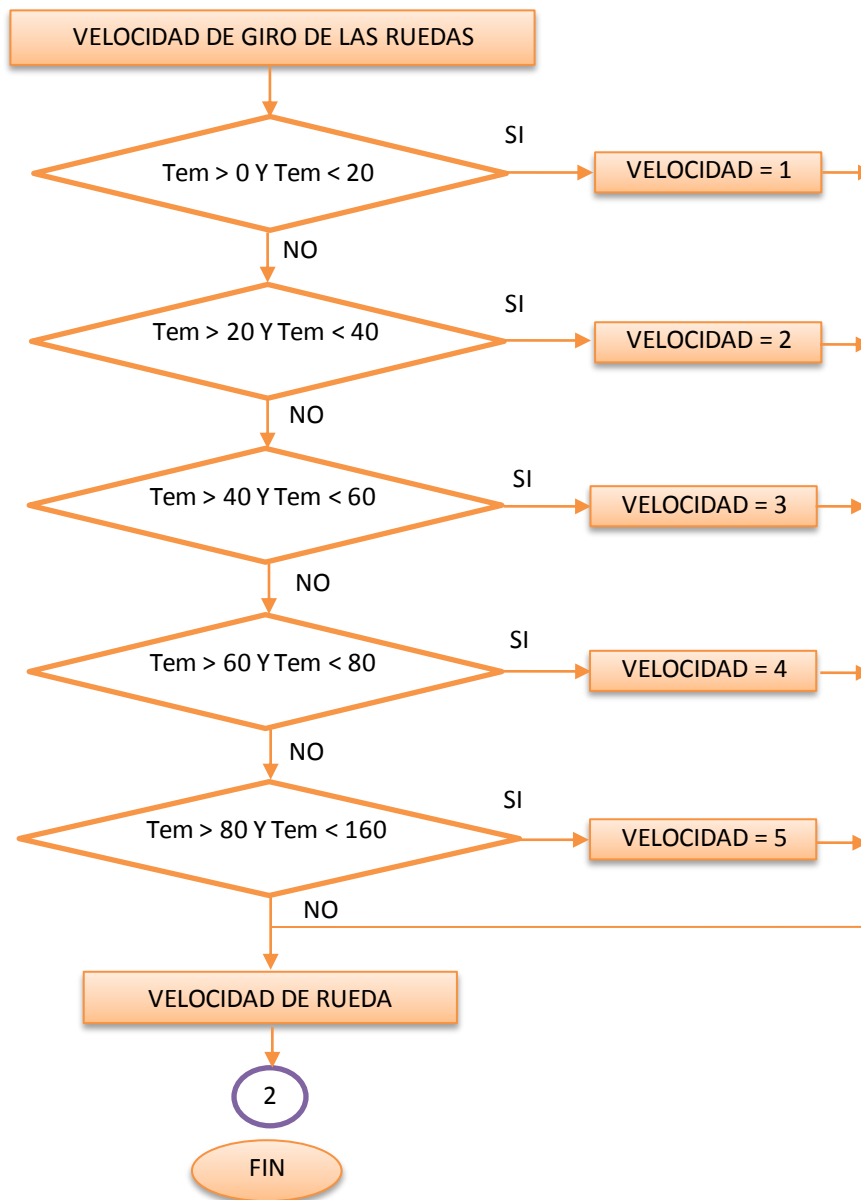


Figura 3.14: Diagrama de flujo de la condición de velocidad de acuerdo a la simulación de la señal del sensor de rueda.

Fuente: Autores de Tesis

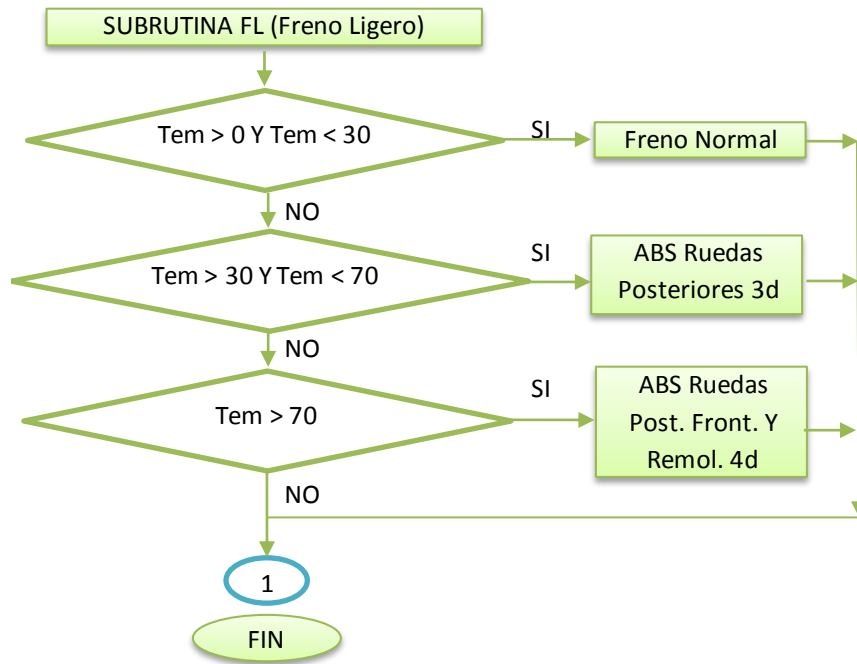


Figura 3.15: Subrutina de actuación de las válvulas moduladoras con freno ligero y la condición de velocidad

Fuente: Autores de Tesis

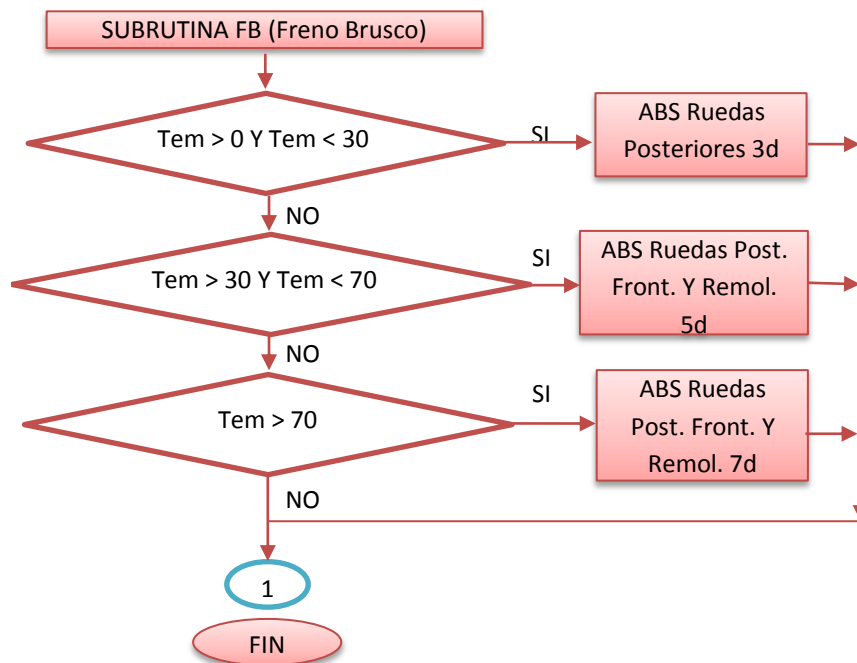


Figura 3.16: Subrutina de actuación de las válvulas moduladoras con freno brusco y la condición de velocidad

Fuente: Autores de Tesis

Bajo ciertas condiciones de funcionamiento el módulo de control ABS puede determinar que el bloqueo de una rueda es inminente, por lo tanto, y de acuerdo al diagrama de flujo de la figura 3.17, la presión que actúa sobre la rueda que está a punto de bloquearse disminuye, liberándola y permitiendo mantenerla controlada, hasta nivelar su velocidad de giro con respecto a las otras ruedas.

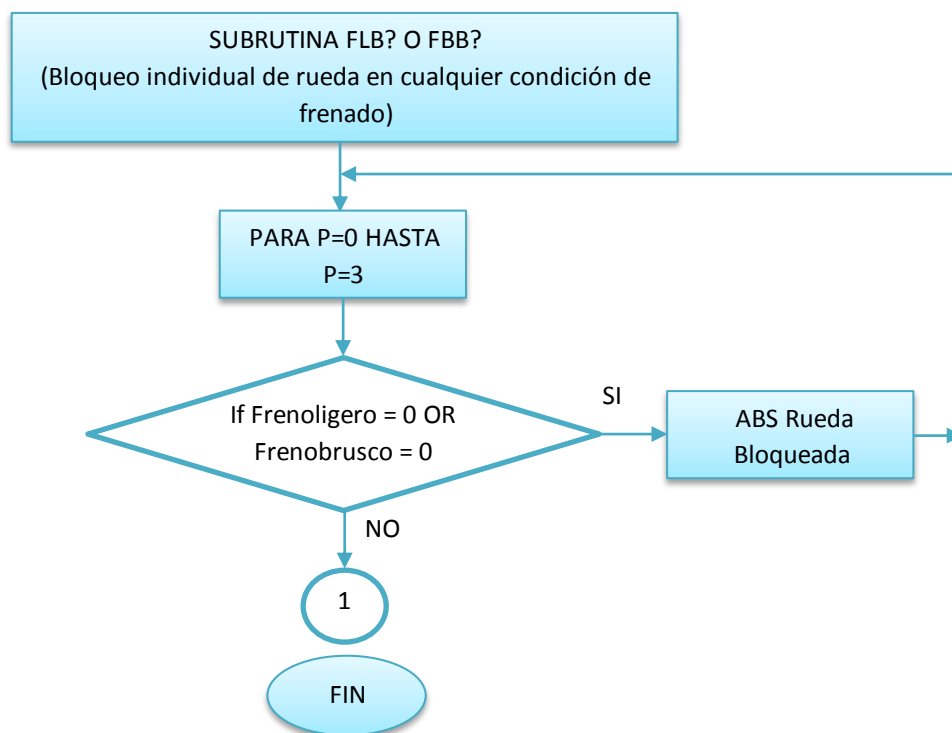


Figura 3.17: Subrutina de actuación de las válvulas moduladoras con bloqueo en alguna rueda

Fuente: Autores de Tesis

3.3.4. DIAGRAMA ELÉCTRICO ABS

Una vez establecido el programa y los componentes se arma y simula en el ISIS PROTEUS para tener evidencia de que todo funciona de acuerdo a lo esperado.

En la simulación de la figura 3.18 tenemos en sí los componentes elementales del sistema de frenos ABS, las lámparas simuladas a las

válvulas moduladoras ABS, mientras que los interruptores envían la señales de simulación de bloqueo de rueda al módulo y el potenciómetro controla la simulación de velocidad de giro de las ruedas

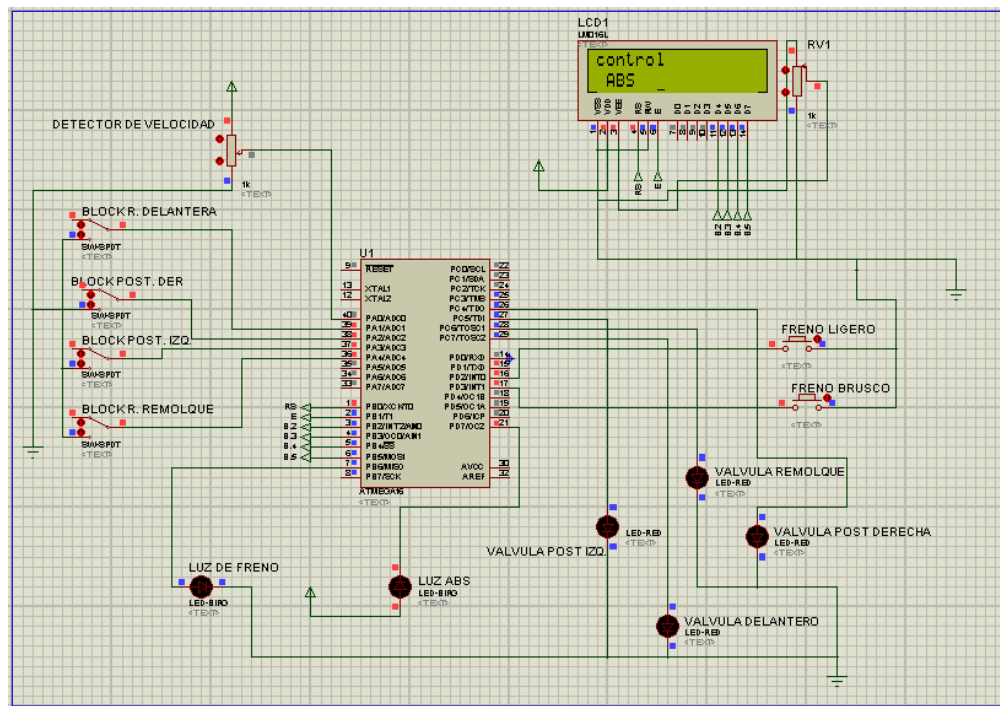


Figura 3.18: Diagrama Eléctrico ABS

Fuente: Autores de Tesis

3.4. CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO

3.4.1. DISEÑO DE LA PLACA DEL MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO ABS

Esta placa del microcontrolador sirve para concentrar todas las señales provenientes del tablero, y posiciones del pedal de freno para interpretarlas y actuar sobre las válvulas, a más de comunicar las ordenes a los actuadores del tablero para tener la simulación del sistema ABS para una mejor comprensión.

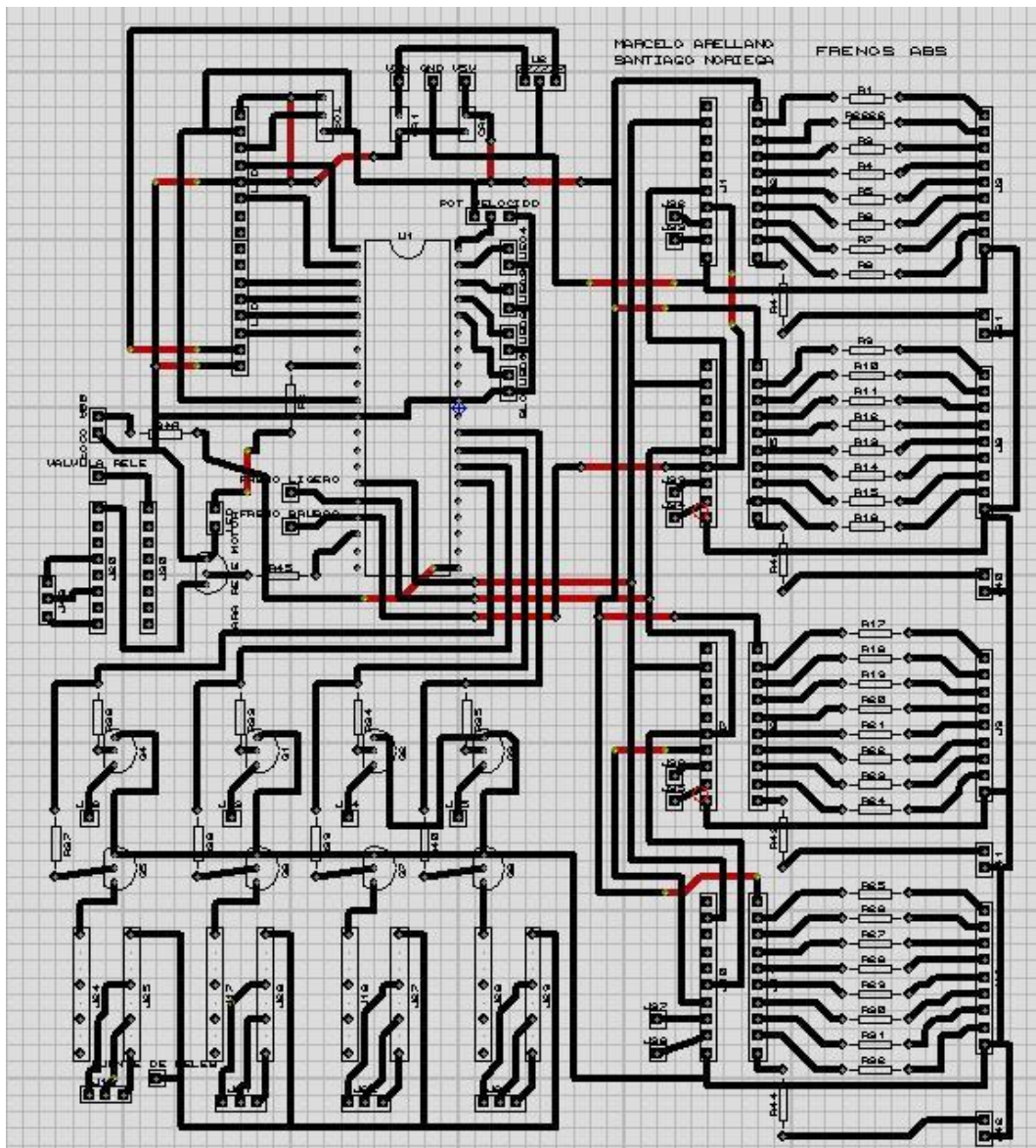


Figura 3.19: Diseño de la placa del módulo ABS

Fuente: Autores de Tesis

3.4.2. INSTALACIÓN DE COMPONENTES

En Figura 3.19 y Figura 3.20 se observa el diseño de la placa terminada, de la parte frontal y posterior respectivamente. En la placa del módulo se puede observar los componentes utilizados.

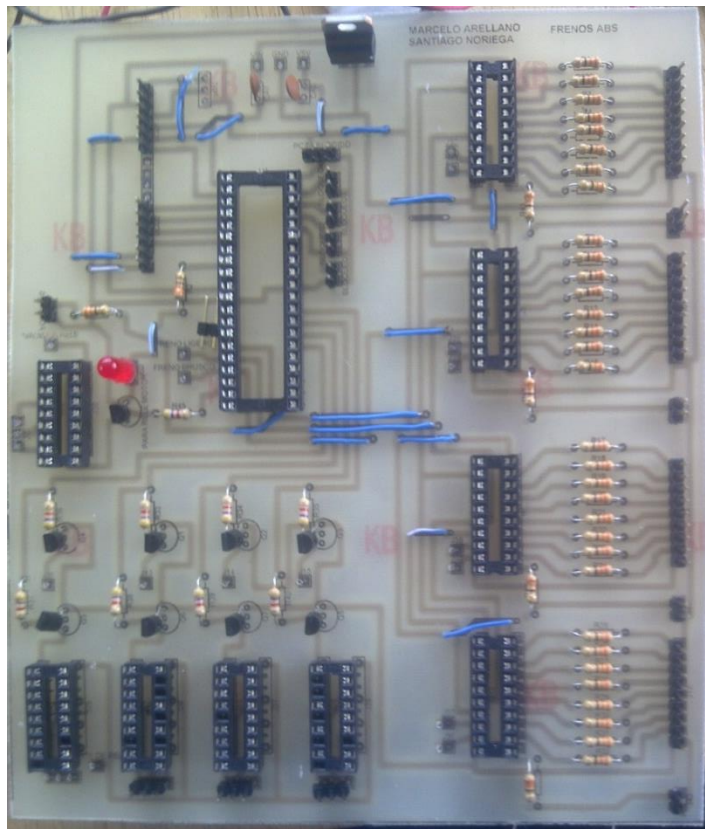


Figura 3.20: Placa del módulo ABS (Parte Frontal)

Fuente: Autores de Tesis

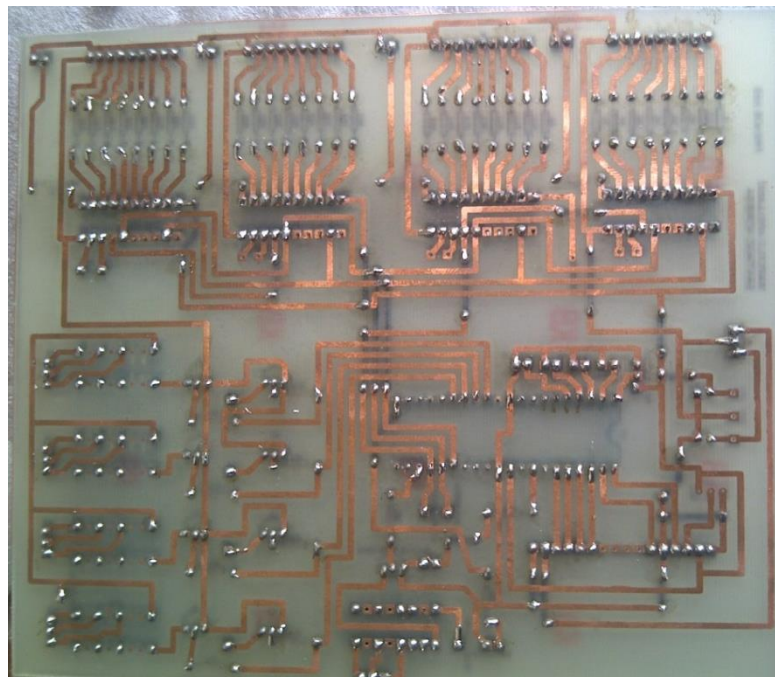


Figura 3.21: Placa del módulo ABS (Parte Posterior)

Fuente: Autores de Tesis

3.5. ELABORACIÓN Y MANEJO DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO.

3.5.1. TABLERO DE CONTROL

El tablero de control es el encargado de permitir la comunicación entre el usuario y el Módulo de control electrónico ABS, a través de los diferentes componentes adaptados, de modo que su utilización sea lo más didáctica posible.

3.5.2. COMPONENTES DEL TABLERO DE CONTROL

a. PANTALLA LCD 16X2

La pantalla nos va a permitir visualizar las revoluciones a las que está trabajando el sistema, además nos ayudará a entender como el módulo toma la señal de freno, o la señal del bloqueo de alguna rueda.

Las características generales de un módulo LCD 16x2 son las siguientes:

- Consumo muy reducido, del orden de 7.5mW
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o a la derecha
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla, visualizándose 16 caracteres por línea
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres



Figura 3.22: Pantalla LCD 16x2

Fuente: Autores de Tesis

A continuación se presenta la descripción de señales empleadas por el módulo LCD así como el número de patilla a la que corresponden.

Tabla 3.3. Distribución de pines del LCD 16x2

PIN N°	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	V _{SS}	Patilla de tierra de alimentación
2	V _{DD}	Patilla de alimentación de 5 V
3	V _O	Patilla de contraste del cristal líquido. Normalmente se conecta a un potenciómetro a través del cual se aplica una tensión variable entre 0 y +5V que permite regular el contraste del cristal líquido.
4	RS	Selección del registro de control/registro de datos: RS=0 Selección del registro de control RS=1 Selección del registro de datos
5	R/W	Señal de lectura/escritura R/W=0 El módulo LCD es escrito R/W=1 El módulo LCD es leído
6	E	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona

Fuente: <http://www.bolanosdj.com.ar/SOBRELCD/TEORIALCDV1.pdf>

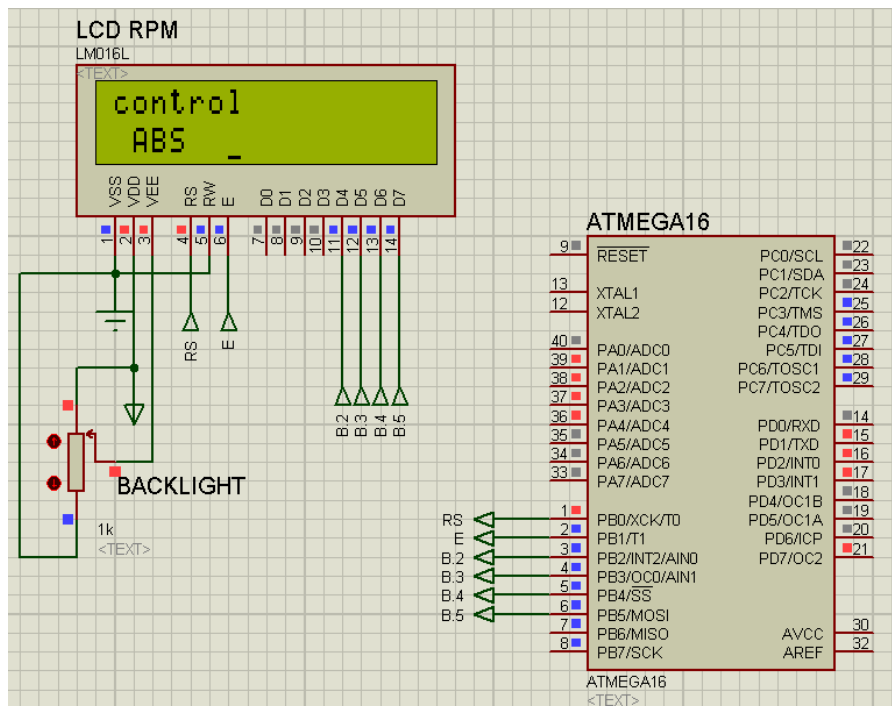


Figura 3.23: Conexión del módulo LCD con el ATMEGA16

Fuente: Autores de Tesis

b. PILOTO DE ABS¹⁸



Figura 3.24: Luz ABS

Fuente: <http://www.cochesenred.com/utilidades/miniguias/como-frenar-coche-con-abs.html>

La luz piloto del ABS tiene como función principal alertar al conductor cuando hay una anomalía en el sistema de frenos ABS neumáticos.

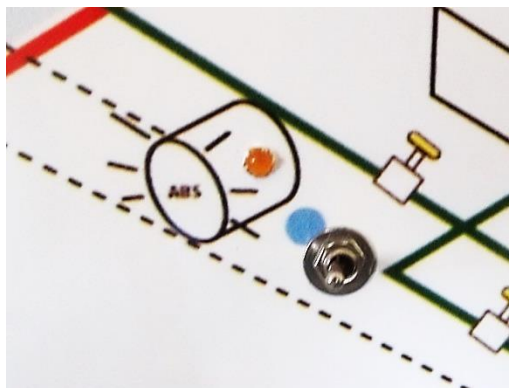


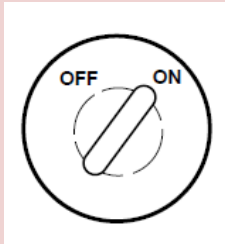
Figura 3.25: Luz indicadora del tablero ABS

Fuente: Autores de Tesis

El funcionamiento de la lámpara de advertencia ABS se detalla en el capítulo II del marco teórico y de ahí se deduce la operación para el banco de frenos neumáticos ABS y funciona de acuerdo a lo siguiente:

¹⁸ Leer más: <http://www.monografias.com/trabajos16/frenos-abs/frenos-abs.shtml#ixzz2K2oTeQp>

Tabla 3.4. Funcionamiento de la lámpara ABS.

Encendido ON	Condición	Detalle
	Operación Normal	Al activar el encendido la lámpara se enciende momentáneamente para probar la bombilla, y se apaga
	Falla existente	La lámpara ABS no se apaga cuando se activa el encendido
	Después de darle servicio al sistema ABS	La lámpara ABS se apaga, el sistema está bien nuevamente

Fuente: Autores de Tesis

c. MANÓMETROS

En este módulo utilizamos varios manómetros de 100 psi, con su respectivo acople para conectarlo en las líneas de freno por donde circula la presión en los distintos puntos del banco, los cuales nos facilitaran entender el comportamiento del sistema en la simulación de fallas.



Figura 3.26: Manómetro

Fuente: Autores de Tesis

d. PULSADORES¹⁹

También llamados **interruptores momentáneos**. Este tipo de interruptor requiere que el operador mantenga la presión sobre el actuante para que los contactos estén unidos. En el banco van a ser los encargados de enviar la señal de activación de freno, y simular la condición de bloqueo de la rueda.

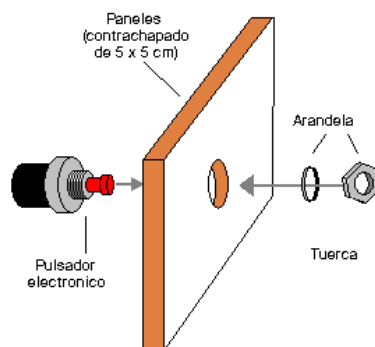


Figura 3.27: Montaje de los pulsadores en el panel.

Fuente: <http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/47/cd/frameset6.htm>

3.5.3. SIMULACIÓN DE RUEDAS

Debido a que el banco de frenos neumáticos no posee todas sus ruedas en movimiento, se ha diseñado dentro del tablero de control, una simulación a través del ATtiny 2313, que toma una señal en forma de texto que es enviada desde el módulo ABS con la velocidad de funcionamiento, la cual es tomada por ATtiny 2313 procesada como un intervalo de tiempo para la iluminación de los diodos LED dispuestos alrededor de la imagen de la rueda del camión.

El programa diseñado para cumplir lo antes expuesto se lo encuentra en el Anexo E.

¹⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor#Pulsadores>

3.5.4. DIAGRAMA DE FLUJO SIMULACIÓN DE RUEDAS

Las ruedas funcionan de acuerdo a la simulación del sensor de rueda, determinando la velocidad de giro que radica en el intervalo de encendido de los LED asignado a la variable "I".

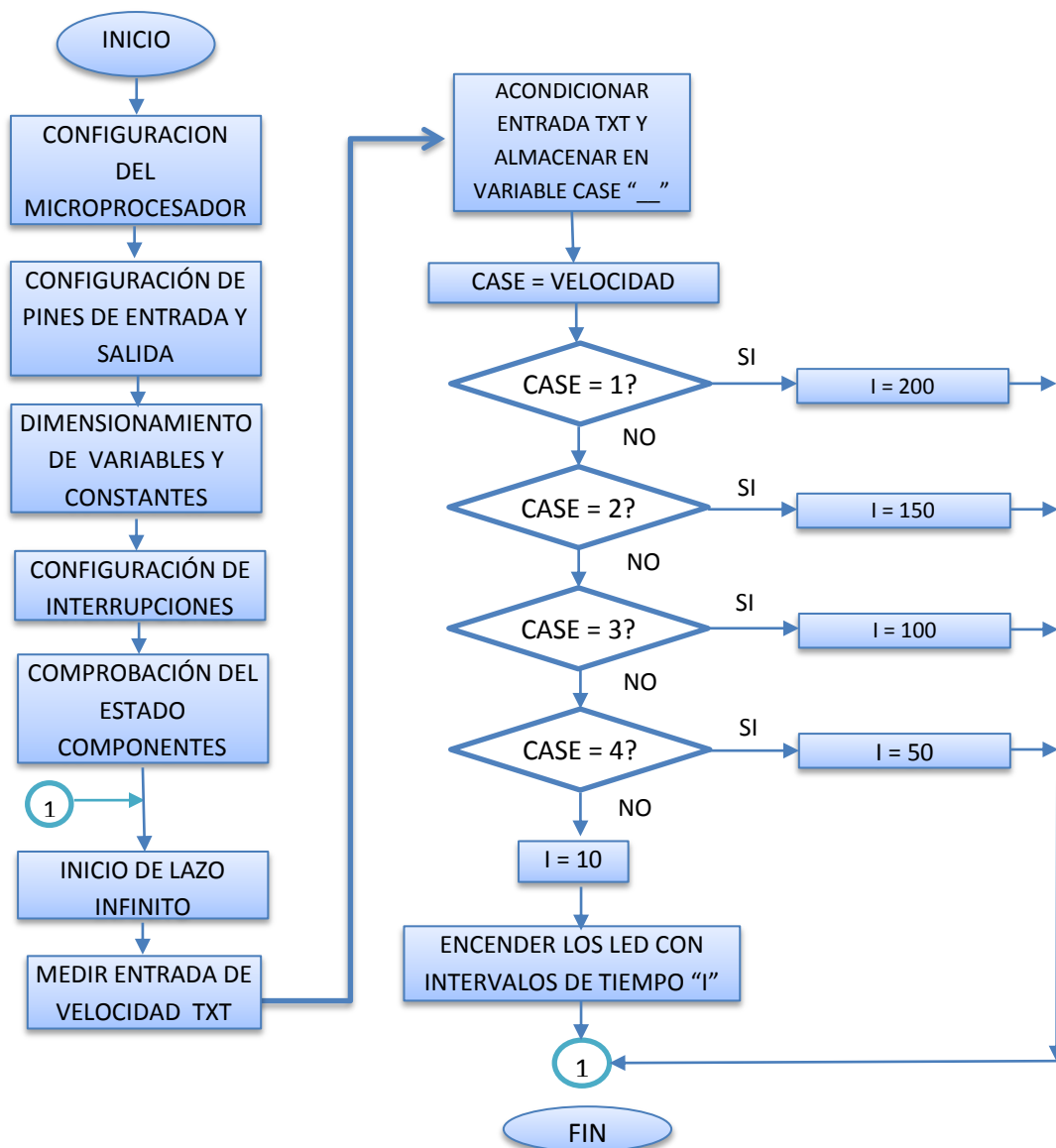


Figura 3.28: Diagrama de flujo de la simulación de rueda.

Fuente: Autores de Tesis

3.5.5. DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LA SIMULACIÓN DE RUEDA

Este diagrama consta de la señal que sale del microcontrolador de acuerdo a la simulación de velocidad, la cual se reparte a los ATtiny 2313, con la respectiva señal de velocidad, la cual es interpretada para encender los 8 LED, dispuestos alrededor de la imagen de la rueda, como se ve en la figura 3.29.

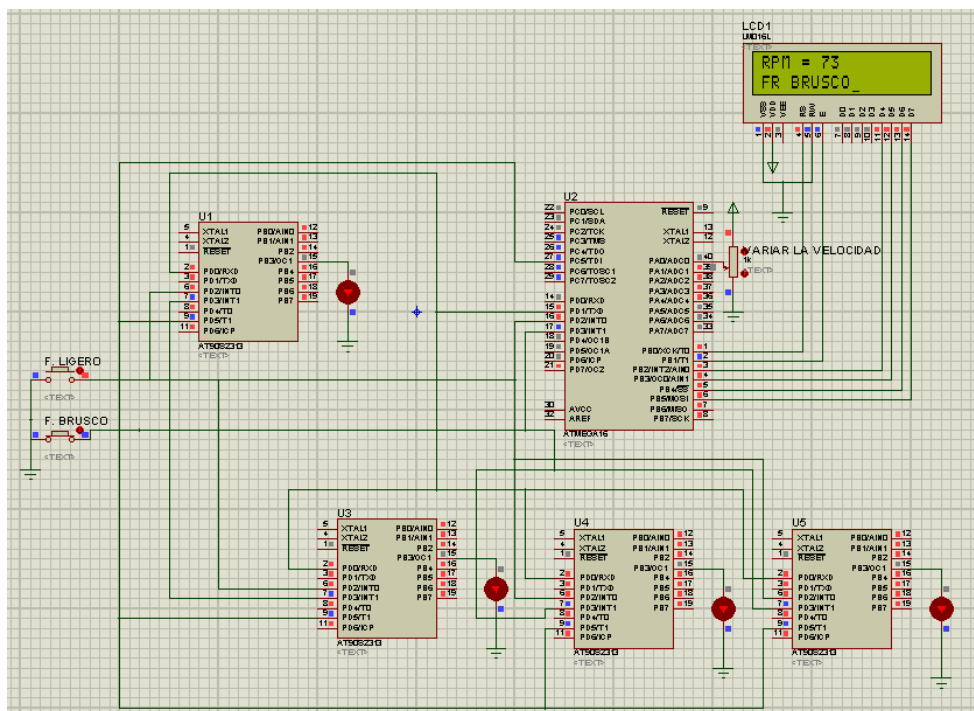


Figura 3.29: Circuito eléctrico de la simulación de rueda

Fuente: Autores de Tesis

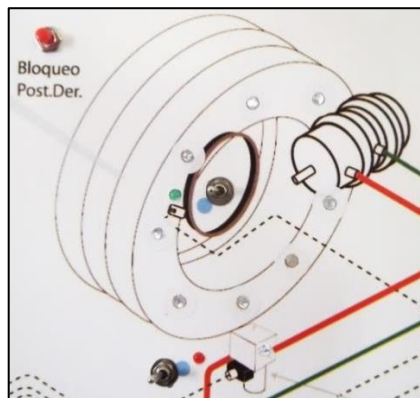


Figura 3.30: Disposición de los LED en la rueda

Fuente: Autores de Tesis

CAPÍTULO 4

PRUEBAS DEL MÓDULO

4.1. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO

4.1.1. FINALIDAD

El banco de pruebas se ha previsto para comprobar dispositivos mecánicos y electrónicos pertenecientes a instalaciones de freno por aire comprimido con ABS.

4.1.2. ESTRUCTURA DEL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS



Figura 4.1: Componentes montados en el tablero de control (vista frontal)

Fuente: Autores de Tesis

1. Simbología de las líneas de conexión
2. Interruptor de encendido

3. Control de velocidad
4. Pantalla LCD
5. Manómetro de presión frenos de servicio delantero
6. Manómetro de presión de los tanques de almacenamiento
7. Manómetro de presión frenos de estacionamiento posteriores
8. Válvula de desactivación manual frenos de estacionamiento posteriores
9. Válvula de desactivación manual frenos de estacionamiento del remolque
10. Manómetro de presión frenos de remolque
11. Fallas mecánicas
12. Manómetro de presión frenos de servicio posterior
13. Manómetro de línea de presión de activación de la válvula relé freno de remolque M4
14. Manómetro de línea de presión de alimentación de la válvula relé freno de remolque M3
15. Manómetro de línea de presión de activación de la válvula relé freno posterior M2
16. Manómetro de línea de presión de alimentación de la válvula relé freno posterior M1



Figura 4.2: Componentes montados en el tablero de control (Vista lateral)

Fuente: Autores de Tesis

17. Breaker protección motor (figura 4.2)

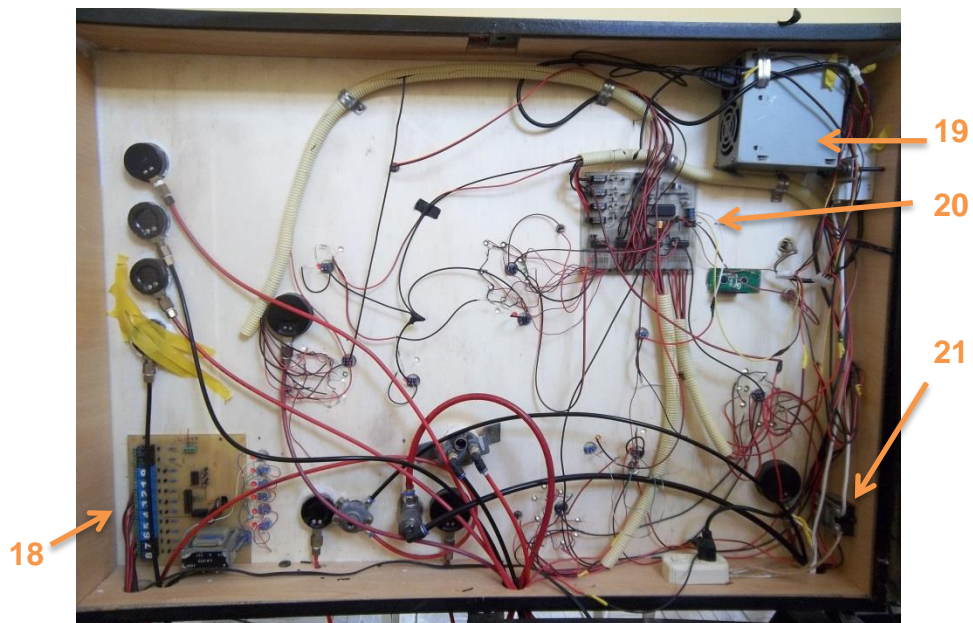


Figura 4.3: Componentes montados en el tablero de control (Vista posterior)

Fuente: Autores de Tesis

- 18. Módulo de control de fallas mecánicas
- 19. Fuente de alimentación
- 20. Módulo de control electrónico ABS
- 21. Relé de desactivación del motor eléctrico (figura 4.4)



Figura 4.4: Relé de desactivación del motor eléctrico

Fuente: Autores de Tesis

- 22. Motor eléctrico
- 23. Reducción
- 24. Banda

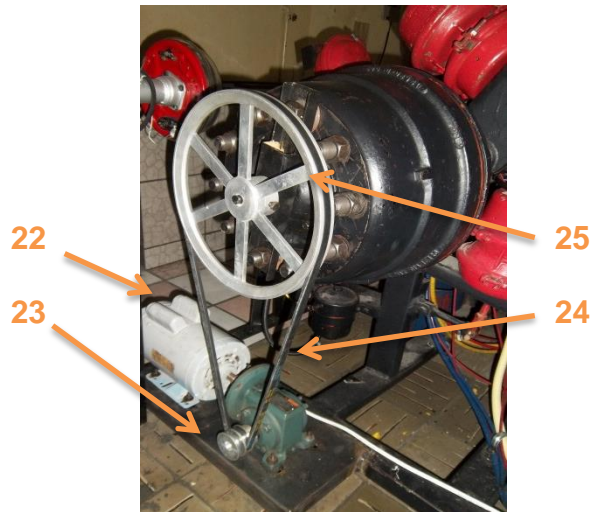


Figura 4.5: Estructura para el giro de la rueda

Fuente: Autores de Tesis

25. Polea

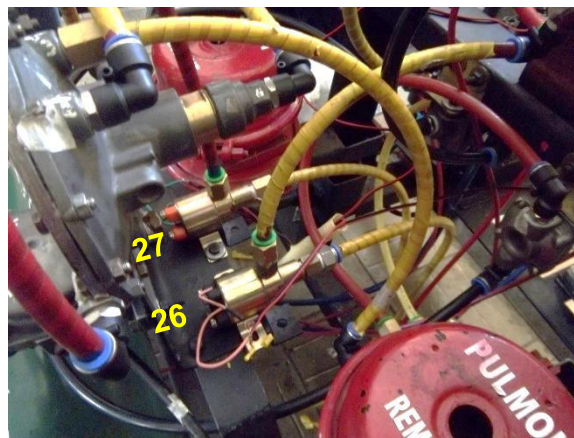


Figura 4.6: Válvulas moduladoras ABS

Fuente: Autores de Tesis

26. Válvula moduladora ABS frenos ruedas delanteras

27. Válvula moduladora ABS frenos ruedas del remolque

28. Válvula moduladora ABS frenos rueda posterior derecha

29. Válvula moduladora ABS frenos rueda posterior izquierda

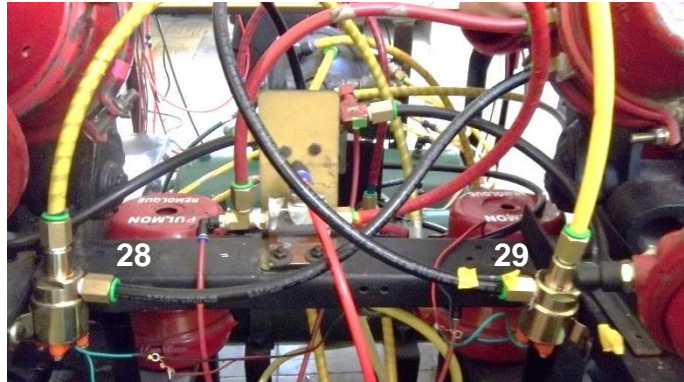


Figura 4.7: Válvulas moduladoras ABS

Fuente: Autores de Tesis

30. Regulador de presión (figura 4.8)

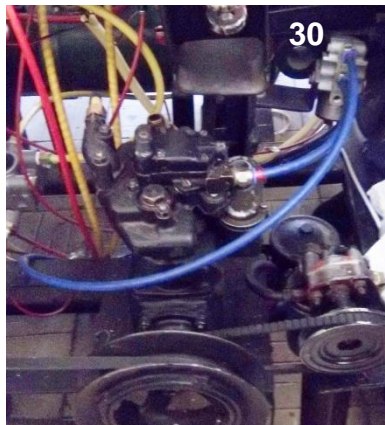


Figura 4.8: Regulador de presión

Fuente: Autores de Tesis

31. Enchufe de conexión 110 V



Figura 4.9: Enchufe de conexión 110 V

Fuente: Autores de Tesis

32. Enchufe de conexión 220 V



Figura 4.10: Enchufe de conexión 220 V

Fuente: Autores de Tesis

4.1.3. DIAGRAMA NEUMÁTICO DE COMPONENTES PARA LA SIMULACIÓN DE FALLAS MECÁNICAS

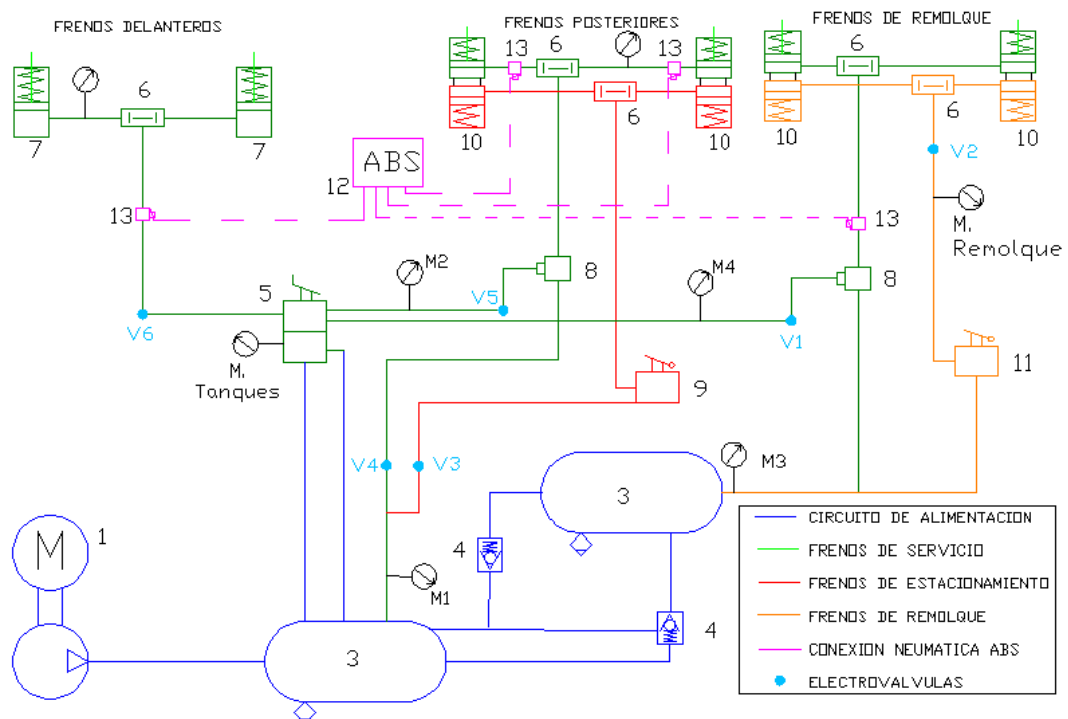


Figura 4.11: Distribución estratégica de las válvulas de simulación de fallas: 1 motor, 2 compresor, 3 tanques, 4 válvulas anti-retorno, 5 freno de pedal, 6 válvula en Y, 7 cilindro de freno, 8 válvula relé, 9 válvula de freno de estacionamiento, 10 cilindro de frenos combinados, 11 válvula de freno de remolque, 12 módulo ABS, 13 válvulas moduladoras ABS

Fuente: Autores de Tesis

4.1.4. FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES EN EL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS

- Interruptor de encendido

Permite la alimentación de 12 V del módulo de control electrónico ABS y de las válvulas moduladoras ABS

- Control de velocidad

Este dispositivo es un potenciómetro que controla las RPM a las que están girando las ruedas en la simulación del tablero

- Pantalla LCD

Permite visualizar las RPM a las que giran las ruedas en la simulación del tablero

- Manómetro de presión frenos de servicio delantero

Permite visualizar la presión que llega a los frenos delanteros, con el principal objetivo de comprobar si está llegando presión a los pulmones o cilindros de rueda delanteros.

- Manómetro de presión de los tanques de almacenamiento

Permite visualizar la presión del aire contenido en los tanques de almacenamiento

- Manómetro de presión frenos de estacionamiento posteriores

Permite visualizar la presión que llega a la cámara de estacionamiento de los frenos posteriores, con el principal objetivo de comprobar si está llegando presión a los pulmones o cilindros de rueda posteriores, además comprueba si la válvula de desactivación manual de los frenos de estacionamiento se encuentra en buen estado

- Válvula de desactivación manual frenos de estacionamiento posteriores.

La válvula de desactivación manual frenos de estacionamiento posteriores permite el paso de aire desde el tanque hacia los pulmones con el fin de comprimir el resorte que actúa sobre los frenos posteriores y de esta forma liberar la rueda para su giro normal.

- Válvula de desactivación manual frenos de estacionamiento del remolque

La válvula de desactivación manual frenos de estacionamiento posteriores permite el paso de aire desde el tanque hacia los pulmones con el fin de comprimir el resorte que actúa sobre los frenos de remolque y de esta forma liberar la rueda para su giro normal.

- Manómetro de presión frenos de estacionamiento del remolque

Permite visualizar la presión que llega a los frenos remolque, con el principal objetivo de comprobar si está llegando presión a los pulmones o cilindros de rueda del conjunto remolque, además comprueba si la válvula de desactivación manual de los frenos de estacionamiento del remolque se encuentra en buen estado

- Fallas mecánicas

Las fallas mecánicas en listan las posibles averías que podemos simular en este banco, están compuesta de interruptores y focos indicadores los cuales se encenderán cuando la falla esta activada.

Se debe verificar que todos los focos indicadores estén apagados para el correcto funcionamiento del banco, ya que de no hacerlo el banco estará simulando la falla constantemente.

- Manómetro de presión frenos de servicio posterior

Permite visualizar la presión que llega a los frenos posteriores, con el principal objetivo de comprobar si está llegando presión a los pulmones o cilindros de rueda posteriores.

- Manómetro de línea de presión de alimentación de la válvula relé y la válvula de estacionamiento de los frenos posteriores (M1).

Permite comprobar que la válvula relé de los frenos de servicio posteriores tiene alimentación de aire desde el tanque, además al estar colocado en una posición estratégica también permite comprobar que la válvula manual de los frenos de estacionamiento posteriores tenga alimentación de aire desde el tanque.

- Manómetro de línea de presión de activación de la válvula relé freno posterior (M2).

Permite comprobar que la válvula relé de los frenos de servicio posteriores tiene señal de activación de aire desde el pedal.

- Manómetro de línea de presión de alimentación de la válvula relé freno de remolque (M3).

Permite comprobar que la válvula relé de los frenos de servicio del remolque tiene alimentación de aire desde el tanque.

- Manómetro de línea de presión de activación de la válvula relé freno de remolque (M4).

Permite comprobar que la válvula relé de los frenos de servicio del remolque tiene señal de activación de aire desde el pedal.

- Breaker protección motor

Este dispositivo eléctrico protege los cables debido a la intensidad de corriente que consume el motor cuando está sometido a un esfuerzo superior al de diseño.

El dispositivo controla corriente hasta 30 A en caso de sustituirlo hay que desconectar el enchufe de la fuente de alimentación.

- Fuente de alimentación

La fuente de alimentación transforma la alimentación de red doméstica de 110 V a 12V para la alimentación del módulo de control electrónico ABS y las válvulas moduladoras ABS, también dispone de una toma de 5V para la alimentación de los dispositivos electrónicos dispuestos en el tablero para la simulación de fallas y la simulación de giro de las ruedas.

- Relé de desactivación del motor eléctrico

Este dispositivo protege al motor cuando los frenos de servicio van a ser activados, ya que en este instante el motor realizaría esfuerzo que a largo

plazo, afectaran a la vida útil del motor, en sí este dispositivo corta la fase de alimentación del motor cuando el freno está activado.

- Enchufe de conexión 110 V

La conexión de 110V permitirá alimentar al tablero y al motor de giro de la rueda.

Es imprescindible comprobar que la toma de alimentación a la que vaya a ser conectado el enchufe tenga 110v para no quemar los componentes del tablero

- Enchufe de conexión 220 V

La conexión de 220V permitirá alimentar al motor para el compresor de aire.

Es imprescindible comprobar que la toma de alimentación a la que vaya a ser conectado el enchufe tenga 220v para evitar cortocircuitos

4.2. PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DE COMPONENTES

En esta sección se analizará la lógica de instalación de los componentes para lograr la simulación de cada falla.

La puesta en marcha del banco será necesaria para la simulación de las fallas pero imprescindiblemente es necesario entender cómo actúan los componentes del banco ante cada circunstancia, debido a ello la puesta en marcha se analizará en el próximo capítulo en el manual de operación.

La simulación de fallas de los componentes mecánicos y electrónicos permite tener una idea de lo que sucede en la realidad cuando un elemento del sistema está defectuoso o dañado, con este objetivo se han dispuesto interruptores y luces indicadoras de falla en el tablero de control para cada simulación como se indica a continuación.

4.2.1. SIMULACIÓN DE FALLAS MECÁNICAS

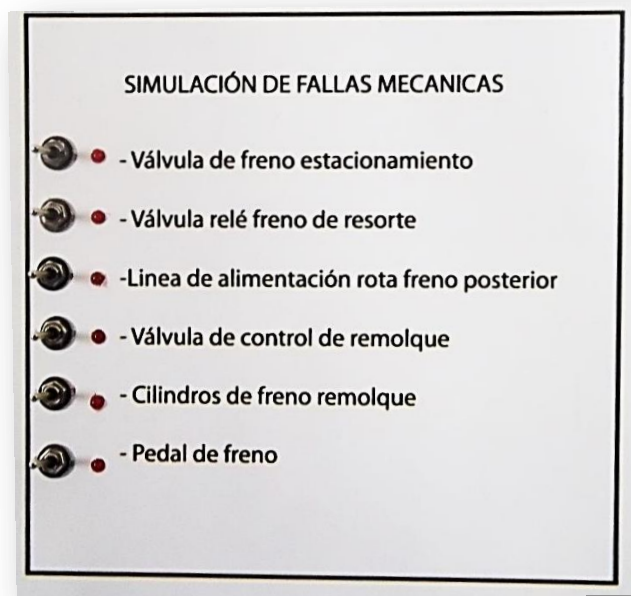


Figura 4.12: Simulación fallas mecánicas

Fuente: Autores de Tesis

a) ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor en su posición derecha, inmediatamente se enciende la luz indicadora de falla y se activa una electroválvula (V3) que da origen a la simulación de síntomas que presenta esta anomalía.



Figura 4.13: Válvula de freno de resorte o de estacionamiento

Fuente: Autores de Tesis

SÍNTOMAS

- El freno de estacionamiento no se desactiva.
- El manómetro de los tanques indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto el correcto funcionamiento de los componentes desde el compresor.
- El manómetro M1 indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto que el circuito de alimentación de la válvula de estacionamiento funciona correctamente.
- El manómetro de estacionamiento indica presión baja (0-20 psi) una vez desactivado los frenos de estacionamiento.

Conclusión

La válvula de freno de estacionamiento esta obstruida o deteriorada ya que a pesar de tener presión de aire a su entrada, no permite su paso desde el tanque a la cavidad de freno de resorte de los pulmones de freno posterior, debido a esto los frenos de estacionamiento no se desactivan.

b) ANOMALÍA DE LA VÁLVULA RELÉ

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor en su posición derecha, inmediatamente se enciende la luz indicadora de falla y se activa una electroválvula (V4) que da origen a la simulación de síntomas que presenta esta anomalía.



Figura 4.14: Válvula relé de frenos posteriores

Fuente: Autores de Tesis

SÍNTOMAS

- No funcionan los frenos posteriores
- El manómetro de los tanques indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto el correcto funcionamiento de los componentes desde el compresor.
- El manómetro M1 indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto que el circuito de alimentación de la válvula relé funciona correctamente.
- El manómetro M2 indica presión normal (70-90 psi), cuando se aplasta el pedal de freno, verificando con esto que el circuito de activación de la válvula relé funciona correctamente
- El manómetro de frenos posteriores indica presión baja (0-20 psi) a pesar de estar aplastado el pedal de freno.

Conclusión

La válvula relé esta obstruida o deteriorada ya que no permite el paso del aire desde el tanque a la cavidad de freno de servicio de los pulmones de freno posterior, a pesar de contar con la señal tanto de alimentación como de activación.

c) LÍNEA DE ALIMENTACIÓN ROTA DE FRENOS POSTERIORES



Figura 4.15: Cañerías de los frenos posteriores

Fuente: Autores de Tesis

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor en su posición derecha, inmediatamente se enciende la luz indicadora de falla y se activa una electroválvula (V5) que da origen a la simulación de síntomas que presenta esta anomalía.

SÍNTOMAS

- No funcionan los frenos posteriores
- El manómetro de los tanques indica presión entre 70-90 psi verificando con esto el correcto funcionamiento de los

componentes desde el compresor, pero cuando se activa el pedal de freno el consumo es excesivo.

- El manómetro M1 indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto que el circuito de alimentación de la válvula relé funciona correctamente.
- El manómetro M2 indica presión normal (70-90 psi), cuando se aplasta el pedal de freno, verificando con esto que el circuito de activación de la válvula relé funciona correctamente
- El manómetro de frenos posteriores indica presión baja a pesar de estar aplastado el pedal de freno.

Conclusión

A pesar de que esta falla tiene varios síntomas iguales de la anomalía anterior, presenta uno particular que es el consumo excesivo de aire que es producto de la fuga de aire de una cañería que se puede escuchar estrepitosamente debido a la presión del aire.

d) ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE REMOLQUE

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor en su posición derecha, inmediatamente se enciende la luz indicadora de falla y se activa una electroválvula (V1) que da origen a la simulación de síntomas que presenta esta anomalía.

Debemos tener en cuenta que los frenos de remolque de servicio entran en funcionamiento cuando la válvula de remolque del tablero esta presionada, ya que si no lo esta se aplican los de estacionamiento.



Figura 4.16: Válvula control de remolque

Fuente: Autores de Tesis

SÍNTOMAS

- No funcionan el freno de remolque
- El manómetro de los tanques indica presión entre 70-90 psi verificando con esto el correcto funcionamiento de los componentes desde el compresor
- El manómetro de remolque indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto que el circuito para desactivar los frenos de estacionamiento del remolque funciona correctamente.
- El manómetro M3 indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto que el circuito de alimentación de la válvula relé del remolque funciona correctamente.
- El manómetro M4 indica presión normal (70-90 psi), cuando se aplasta el pedal de freno, verificando con esto que el circuito de activación de la válvula relé del remolque funciona correctamente
- El manómetro de frenos posteriores indica presión baja a pesar de estar aplastado el pedal de freno.

Conclusión

La válvula relé o de control del remolque esta obstruida o deteriorada ya que no permite el paso del aire desde el tanque a la cavidad de freno de servicio de los pulmones de freno de remolque, a pesar de contar con la señal tanto de alimentación como de activación.

e) ANOMALÍA EN LOS PULMONES DE FRENO DE REMOLQUE

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor en su posición derecha, inmediatamente se enciende la luz indicadora de falla y se activa una electroválvula (V2) que da origen a la simulación de síntomas que presenta esta anomalía.

Debemos tener en cuenta que los frenos de remolque de servicio entran en funcionamiento cuando la válvula de remolque del tablero esta presionada, ya que si no lo esta se aplican los de estacionamiento.

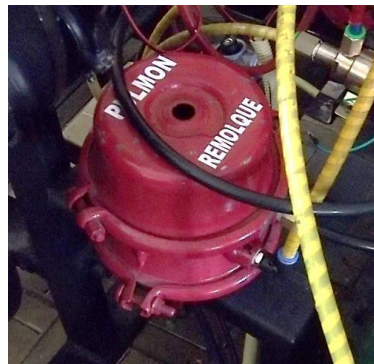


Figura 4.17: Pulmones de freno de remolque

Fuente: Autores de Tesis

SÍNTOMAS

- No funcionan el freno de remolque

- El manómetro de los tanques indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto el correcto funcionamiento de los componentes desde el compresor.
- El manómetro de remolque indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto que el circuito para desactivar los frenos de estacionamiento del remolque funciona correctamente.
- El manómetro M3 indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto que el circuito de alimentación de la válvula relé del remolque funciona correctamente.
- El manómetro M4 indica presión normal (70-90 psi), cuando se aplasta el pedal de freno, verificando con esto que el circuito de activación de la válvula relé del remolque funciona correctamente
- El manómetro de frenos posteriores indica presión baja a pesar de estar aplastado el pedal de freno.

Conclusión

El pulmón de freno de remolque necesita mantenimiento o está deteriorado por lo general esta falla sucede cuando los componentes del pulmón presentan ya un desgaste.

f) ANOMALÍA EN EL PEDAL AL APLICAR LOS DE SERVICIO.

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor en su posición derecha, inmediatamente se enciende la luz indicadora de falla y se activa una electroválvula (V6) que da origen a la simulación de síntomas que presenta esta anomalía.

SÍNTOMAS

- No funcionan los pulmones delanteros.

- El manómetro de los tanques indica presión normal (70-90 psi) verificando con esto el correcto funcionamiento de los componentes desde el compresor.
- El manómetro de frenos delanteros indica presión nula (0 psi) denotando con esto que no llega aire a los pulmones delanteros.



Figura 4.18: Pedal de freno

Fuente: Autores de Tesis

Conclusión

El pedal de freno necesita mantenimiento o está deteriorado, ya que el circuito de frenos delanteros se reduce a tanque – pedal – pulmones delanteros, por lo tanto, si hay presión en el tanque y no llega a los pulmones el componente dañado es el pedal que obstruye el paso del aire.

4.2.2. SIMULACIÓN FALLAS DEL SISTEMA ABS

a) FALLA DE ALIMENTACIÓN

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor, que se encuentra junto a la nomenclatura de 12 V, en su posición derecha.

SÍNTOMAS

- Es sistema ABS no funciona.
- Los frenos neumáticos funciona normalmente
- No llega alimentación de 12 V al módulo

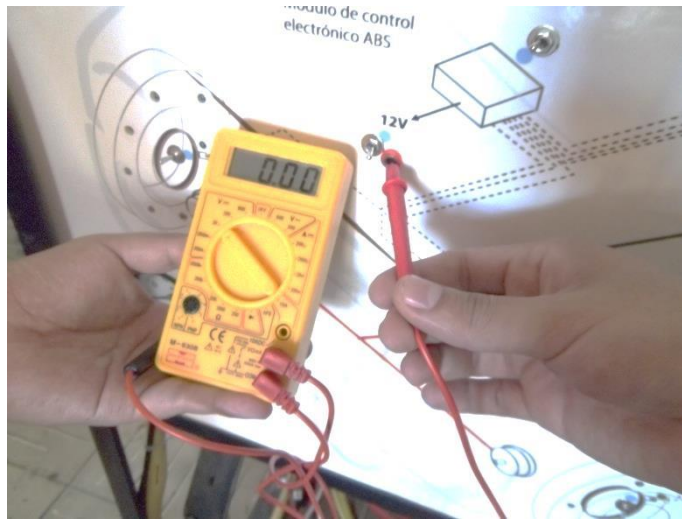


Figura 4.19: Simulación falla de alimentación

Fuente: Autores de Tesis

Conclusión

El módulo ABS no recibe alimentación, esto puede ser consecuencia de un fusible quemado o una mala conexión a la fuente. Se debe revisar el estado de los fusibles, de los conductores, el estado de la fuente.

b) FALLA DEL SENSOR

Para esta anomalía existen dispuestos 4 interruptores que simulan la falla del sensor de cada rueda, que de acuerdo a su posición se ubican en:

- Eje de dirección delantero derecho (del lado del bordillo)
- Eje de dirección delantero izquierdo (del lado del conductor)
- Eje propulsor trasero derecho (del lado del bordillo)
- Eje propulsor trasero izquierdo (del lado del conductor)

Para entender esta falla en el tablero están dispuestos unos LED de color verde que se encuentran junto a la imagen de cada sensor y que se encienden cada vez que el sensor capta el campo magnético de la rueda dentada, por lo tanto cuando el interruptor de falla se encuentra en su posición derecha se presenta el siguiente comportamiento.

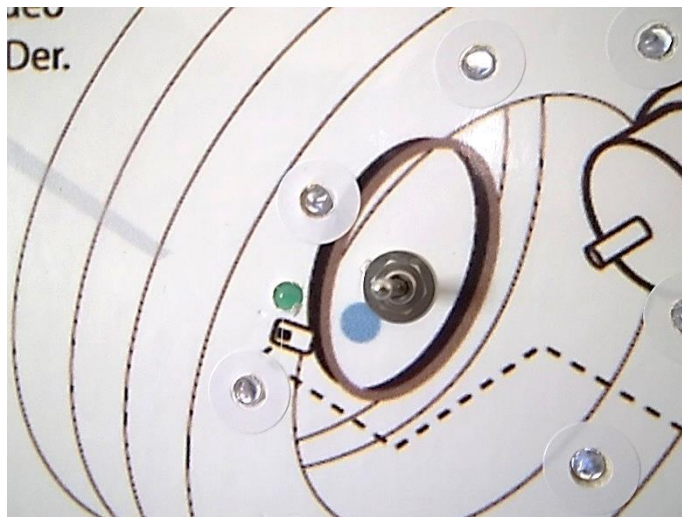


Figura 4.20: Ubicación del interruptor de la simulación de falla del sensor

Fuente: Autores de Tesis

SÍNTOMAS

- La lámpara ABS se enciende debido a que existe una falla.
- El sensor de rueda no envía señal que se comprueba al no encenderse el LED verde de simulación del sensor en el tablero de control
- No funciona la simulación de bloqueo individual de rueda

Conclusión

Cuando el sensor de rueda no funciona el sistema ABS no deja de trabajar en esa rueda, el sistema funciona bajo condiciones de funcionamiento previstas ante este tipo de anomalía con relación a lo que pase en las otras ruedas, pero no recibe obviamente la señal de bloqueo de esa rueda ya que no sabe a qué velocidad está girando. Ante esta condición ilumina la lámpara ABS en el tablero hasta que se repare²⁰ o sustituya el sensor de rueda.

c) LÁMPARA ABS QUEMADA

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor, que se encuentra junto a la lámpara ABS, en su posición derecha.

SÍNTOMAS

- La lámpara ABS no se enciende cuando se arranca el sistema.
- La lámpara ABS no se enciende a pesar de que exista una falla en el sistema.

Conclusión

La lámpara ABS se encuentra quemada de acuerdo a lo analizado en la Tabla 3.4 del funcionamiento de la lámpara ABS ya que el foco ABS no se enciende nunca.

²⁰ La reparación consistiría en una buena calibración de la luz entre el sensor y la rueda dentada que puede ser mínima o excesiva. Fuente:
http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm0112SP.pdf PAG. 31

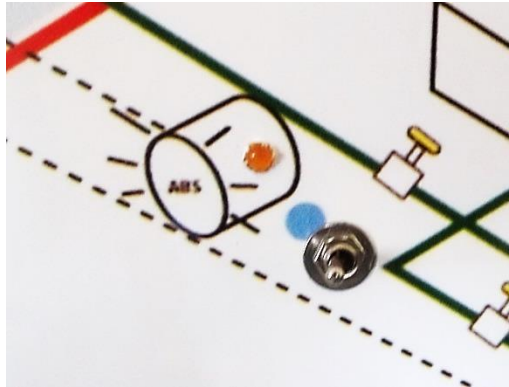


Figura 4.21: Ubicación del interruptor de la simulación de falla del indicador ABS

Fuente: Autores de Tesis

d) ANOMALÍA EN LA VÁLVULAS MODULADORAS ABS

Para esta anomalía existen dispuestos 4 interruptores que simulan la falla de cada válvula ABS, que de acuerdo a su posición se ubican en:

- Eje de dirección delantero
- Eje propulsor trasero derecho (del lado del bordillo)
- Eje propulsor trasero izquierdo (del lado del conductor)
- Eje adicional trasero para el remolque

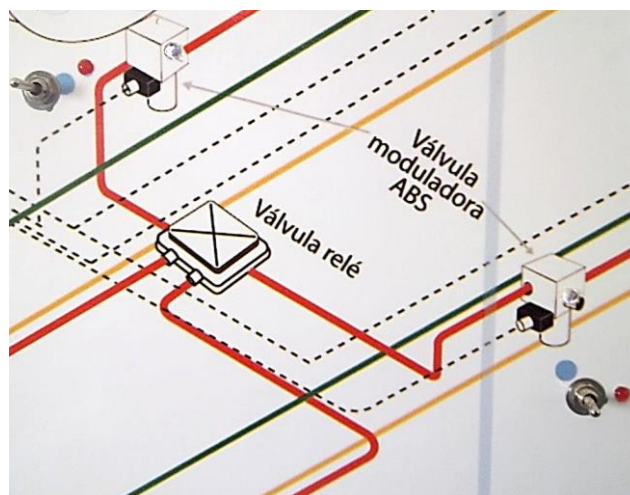


Figura 4.22: Ubicación del interruptor de la simulación de falla del indicador ABS

Fuente: Autores de Tesis

Para entender esta falla en el tablero están dispuestas luces montadas sobre la imagen de la cada válvula moduladora de color azul que se encienden cada vez que la válvula obstruye y regula el paso del aire para evitar el bloqueo de la rueda, por lo tanto cuando el interruptor de falla se encuentra en su posición derecha se presenta el siguiente comportamiento.

SÍNTOMAS

- La lámpara ABS se enciende debido a que existe una falla.
- La luz de color azul en la imagen de válvula moduladora no se enciende.
- No funciona la válvula moduladora ABS

Conclusión

Las válvulas moduladoras presentan algún problema por lo tanto el foco azul en el tablero no enciende, para corregir esta falla se debería revisar la válvula moduladora del ABS (resistencia oscilaría entre 12.0-17.0 ohmios), revisar el cable de la válvula y los conectores, pero como es una simulación la falla se corrige colocando nuevamente el interruptor en su posición izquierda, con esto la luz de la válvula moduladora se encenderá normalmente cuando esta actúe.

e) MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO ABS AVERIADO

Al escoger esta anomalía colocamos el interruptor, que se encuentra junto al gráfico del módulo, en su posición derecha.

SÍNTOMAS

- La lámpara ABS se enciende debido a que existe una falla.

- El sistema ABS no funciona.
- No funcionan la válvula moduladora ABS
- No funcionan los sensores de rueda
- Alimentación normal de 12 V al módulo
- Sistema de frenos neumáticos funciona correctamente

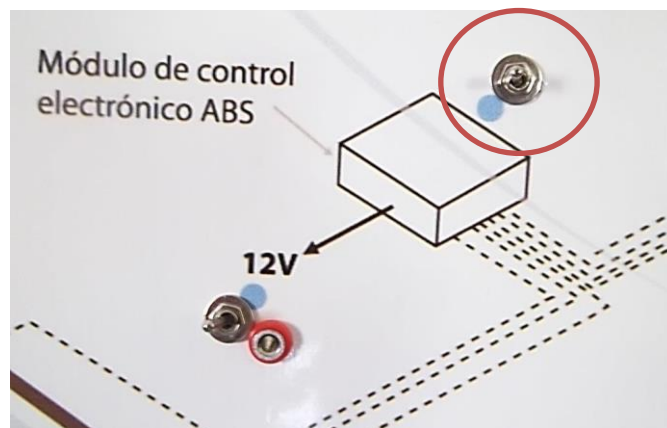


Figura 4.23: simulación de falla del módulo ABS

Fuente: Autores de Tesis

Conclusión

Cuando el módulo no funciona lógicamente el sistema ABS no va a funcionar, pero el sistema de frenos neumáticos sigue trabajando normalmente, esto se debe a una falla interna, un error de la configuración del sistema o una mala conexión a tierra, esta simulación va a permitir trabajar solo con el banco de frenos neumáticos sobre todo cuando se desmontan los componentes mecánicos con fines prácticos.

Es correcto funcionamiento de los componentes del sistema ABS dependen del correcto funcionamiento de los frenos mecánicos neumáticos, por ello se incorpora esta falla para que después de una práctica primero se revise el correcto funcionamiento de la parte mecánica y luego verificar el funcionamiento en conjunto con el sistema ABS

4.2.3. PRUEBAS CON EL MULTÍMETRO

a) VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN AL MÓDULO

- Conectar los cables del multímetro en los puertos correctos
- Mover la llave selectora al símbolo de voltaje continuo (V—)
- Colocar la punta positiva del multímetro en el punto de prueba rojo del tablero (junto a la nomenclatura de 12V)
- Colocar la punta negativa del multímetro en el punto de pruebas negro del tablero (nomenclatura de tierra)
- La magnitud resultante aparece en la pantalla del multímetro. Para que este en correcto funcionamiento el voltaje medido debe encontrarse en un intervalo de 11.5V a 12.5V. Si no obtenemos ninguna lectura de voltaje existe un mal funcionamiento de la fuente de voltaje o una mala conexión entre la fuente de voltaje y el módulo.

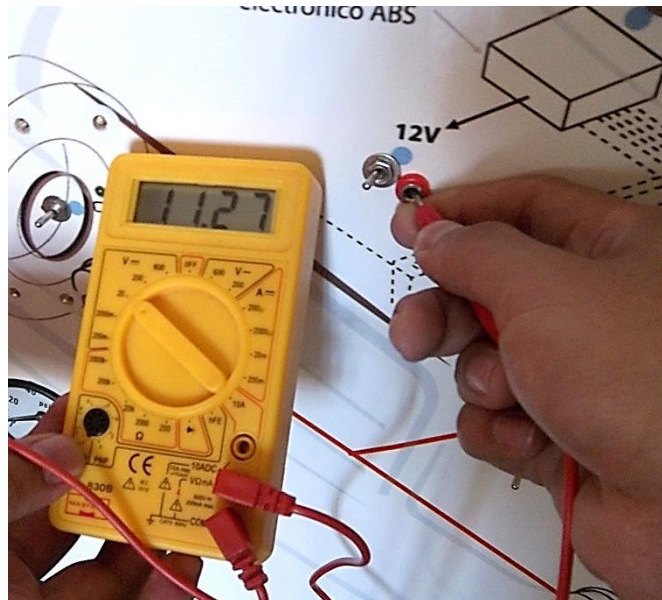


Figura 4.24.: Medición de voltaje alimentación del módulo

Fuente: Autores de Tesis

b) RESISTENCIA DE LAS VÁLVULAS MODULADORAS ABS

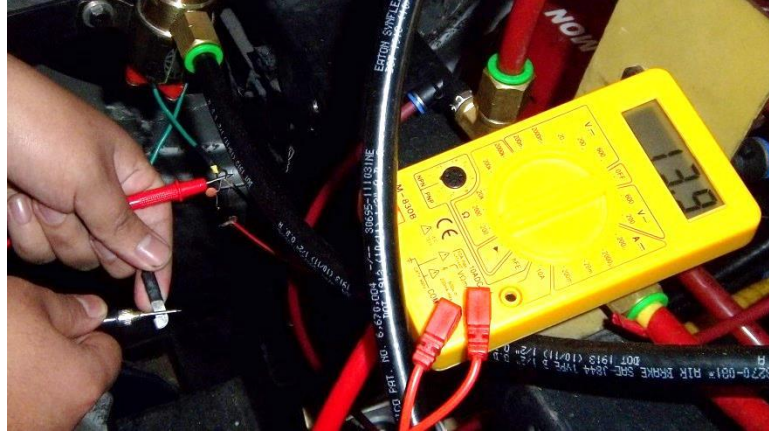


Figura 4.25: Medición de resistencia válvula moduladora

Fuente: Autores de Tesis

- Conectar los cables del multímetro en los puertos correctos
- Mover la llave selectora al símbolo de resistencia (Ω)
- Apagar el tablero para que no exista un daño en el multímetro
- Ubicamos las válvulas moduladoras
- Conectamos las puntas del multímetro en los conectores de las válvulas moduladoras
- La magnitud resultante aparece en la pantalla del multímetro. Para el correcto estado de las válvulas, la resistencia medida debe encontrarse entre 12 y 18 Ω . Si no obtenemos ninguna lectura de resistencia quiere decir que el bobinado interno de la válvula se encuentra abierto en algún punto.

4.3. PRUEBAS DEL SISTEMA CARGA MÍNIMA, CARGA PARCIAL Y PLENA CARGA

En esta sección se analizará cómo actúa el sistema de frenos neumáticos antibloqueo ABS de acuerdo a la condición de carga, entendiéndose por

carga²¹ el nivel de aceleración que se transmite a las ruedas, identificado por las RPM que se pueden leer en el LCD del tablero.

De acuerdo a esta explicación el módulo de frenos neumático ABS funciona de la siguiente manera:

Tabla 4.1. Funcionamiento del ECM de acuerdo a la carga

CONDICIÓN DE FRENADO	RANGOS DE VELOCIDADES		
	CARGA MÍNIMA	CARGA PARCIAL	PLENA CARGA
	0 < rpm < 30	30 < rpm < 70	70 < rpm < 120
FRENO LIGERO	OFF	ON válvulas moduladoras posteriores 3 intervalos	ON todas las válvulas moduladoras 4 intervalos
FRENO BRUSCO	ON válvulas moduladoras posteriores 3 intervalos	ON todas las válvulas moduladoras 5 intervalos	ON todas las válvulas moduladoras 7 intervalos

Fuente: Autores de Tesis

La condición de frenado se refiere a la situación en la cual se aplican los frenos, si la condición de frenado es normal y no se acciona el pedal de freno hasta el final de su carrera quiere decir un “freno ligero” lo que conlleva a interpretar que el conductor desea disminuir la velocidad por lo tanto de 0 < rpm < 30 el ABS no actuaría, pero a un nivel de velocidad mayor entre 30 < rpm < 70, el sistema ABS actuará durante tres intervalos

²¹ “La carga, con el régimen, es la variable principal del funcionamiento del motor. Es la cantidad de mezcla que hay en la cámara antes de la combustión, y equivale a la solicitud de potencia que hace el conductor o un sistema automático de control. El motor funciona **a plena carga** cuando el conductor pisa al máximo el acelerador, en **carga parcial** cuando lo pisa a menos del máximo, y **a ralentí** si no lo pisa y el régimen es menor de un cierto nivel”. Fuente: <http://www.km77.com/glosario/c/carga.asp>

impidiendo el bloqueo, y a más de 70 rpm el sistema ABS actuará durante 4 intervalos impidiendo no solo el bloqueo de la rueda sino protegiendo ante un eventual recalentamiento de los forros de las zapatas de freno.

Si de repente alguien se incorpora en su carril delante de usted, su respuesta natural es aplicar los frenos de forma inmediata. Esta es una buena respuesta si hay suficiente distancia para detenerse y si usa correctamente los frenos, pero al ser imprevisto esta acción es brusca y el pedal recorrerá toda su carrera enviando toda la presión hacia los cilindros de rueda, produciendo con gran posibilidad el bloqueo de las ruedas, de aquí que el sistema ABS funcionara en todos los rangos de velocidad en intervalos de 3, 5 y 7 respectivamente. Con el sistema ABS, tal vez no pueda frenar en una distancia menor que con el sistema tradicional, pero sí debería poder maniobrar y esquivar obstáculos, mientras frena, y evitar patinar como consecuencia del frenado excesivo.

4.4. CODIFICACIÓN DE FALLAS PARA EL SISTEMA DE FRENOS ABS NEUMÁTICOS

Para simplificar la simulación de fallas se va a agrupar las fallas en diagramas de flujo con el fin de seguir un proceso lógico de acuerdo al circuito de funcionamiento neumático.

4.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA FALLAS MECÁNICAS DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS

Los diagramas de flujo van a permitir la detección de la falla de manera deductiva y lógica, lo cual a más de ser muy didáctico, sirve para disminuir el tiempo de localización de la avería.

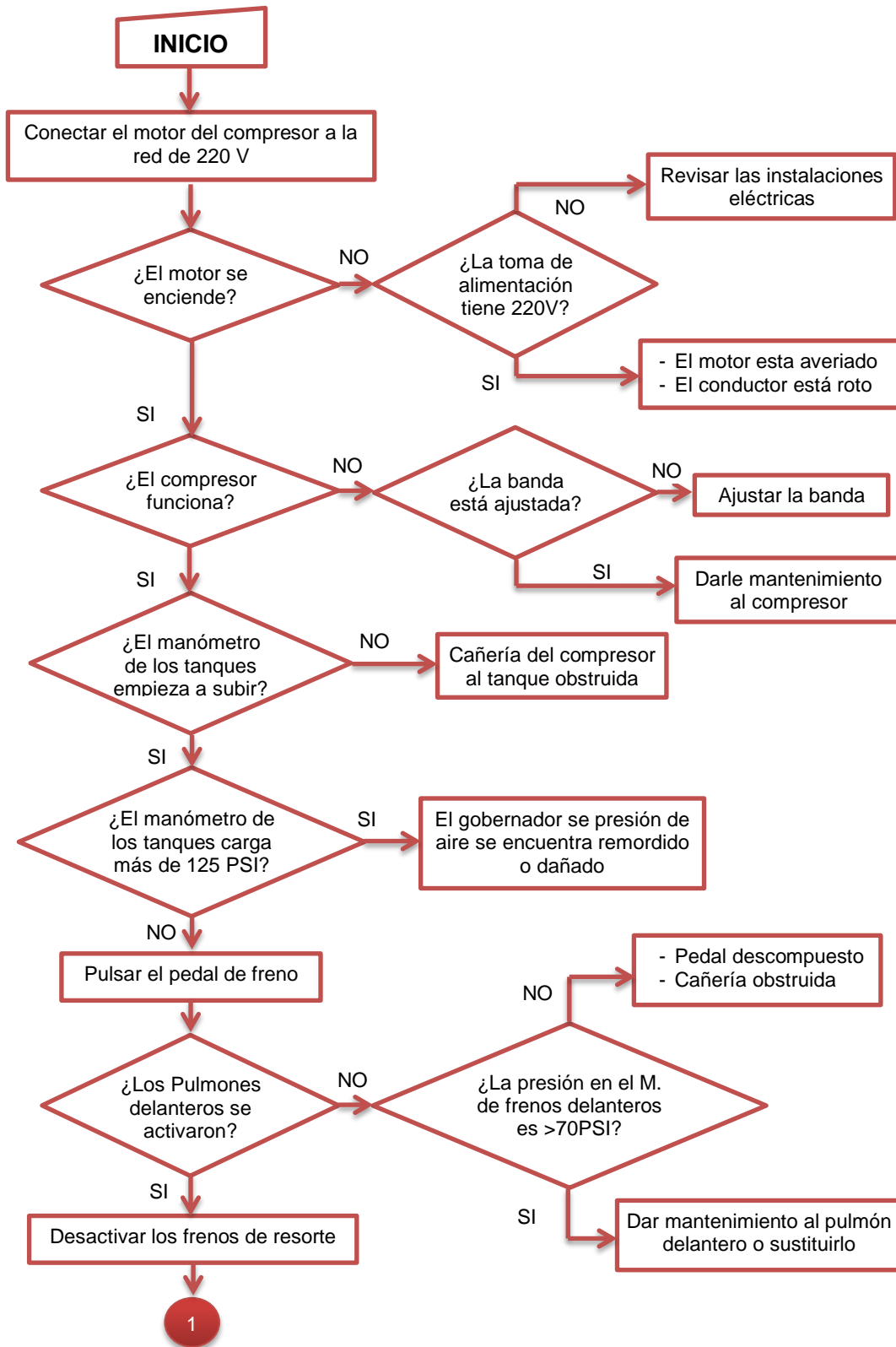


Figura 4.26: Diagrama de flujo de la simulación de fallas mecánicas 1

Fuente: Autores de Tesis

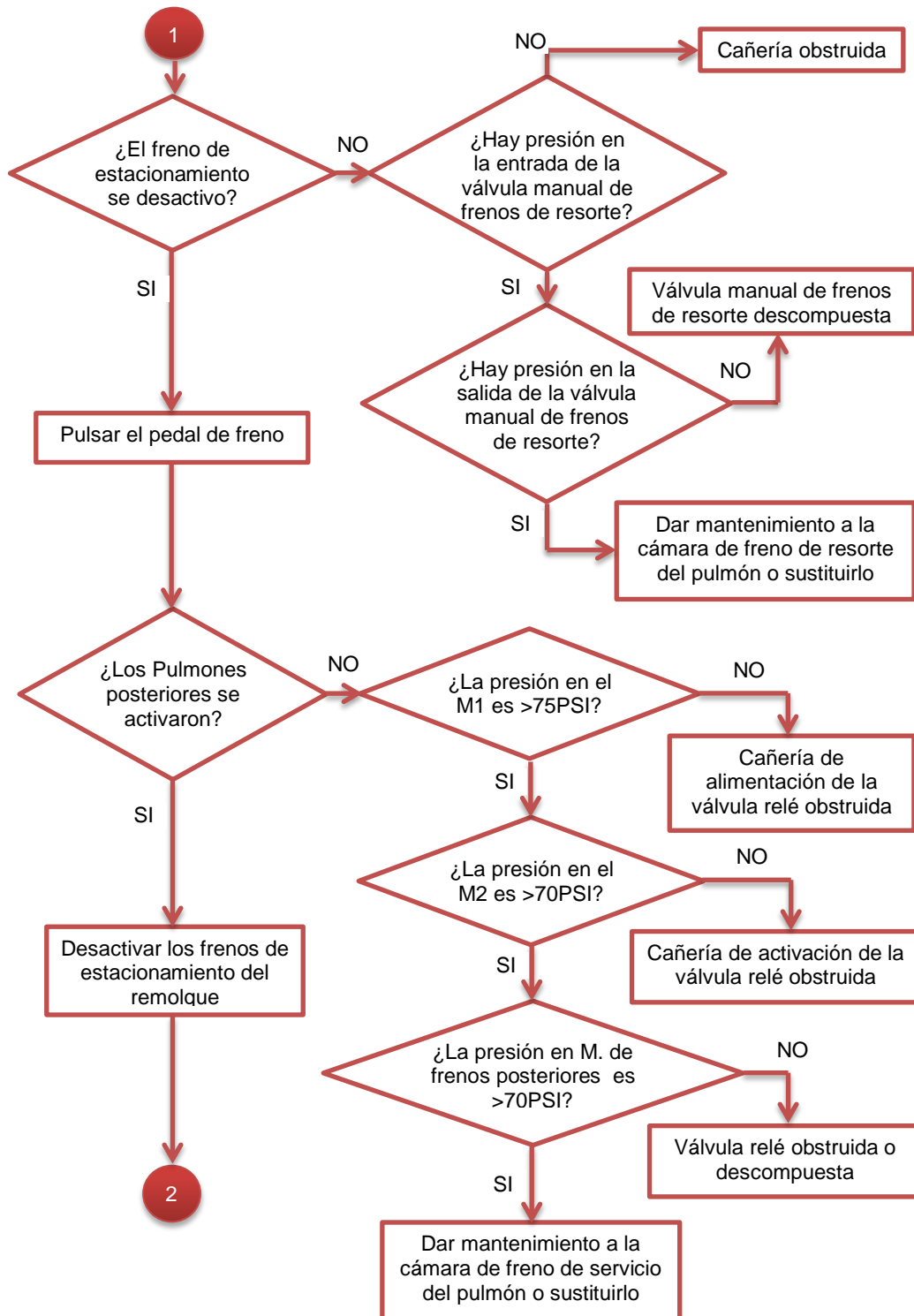


Figura 4.27: Diagrama de flujo de la simulación de fallas mecánicas 2

Fuente: Autores de Tesis

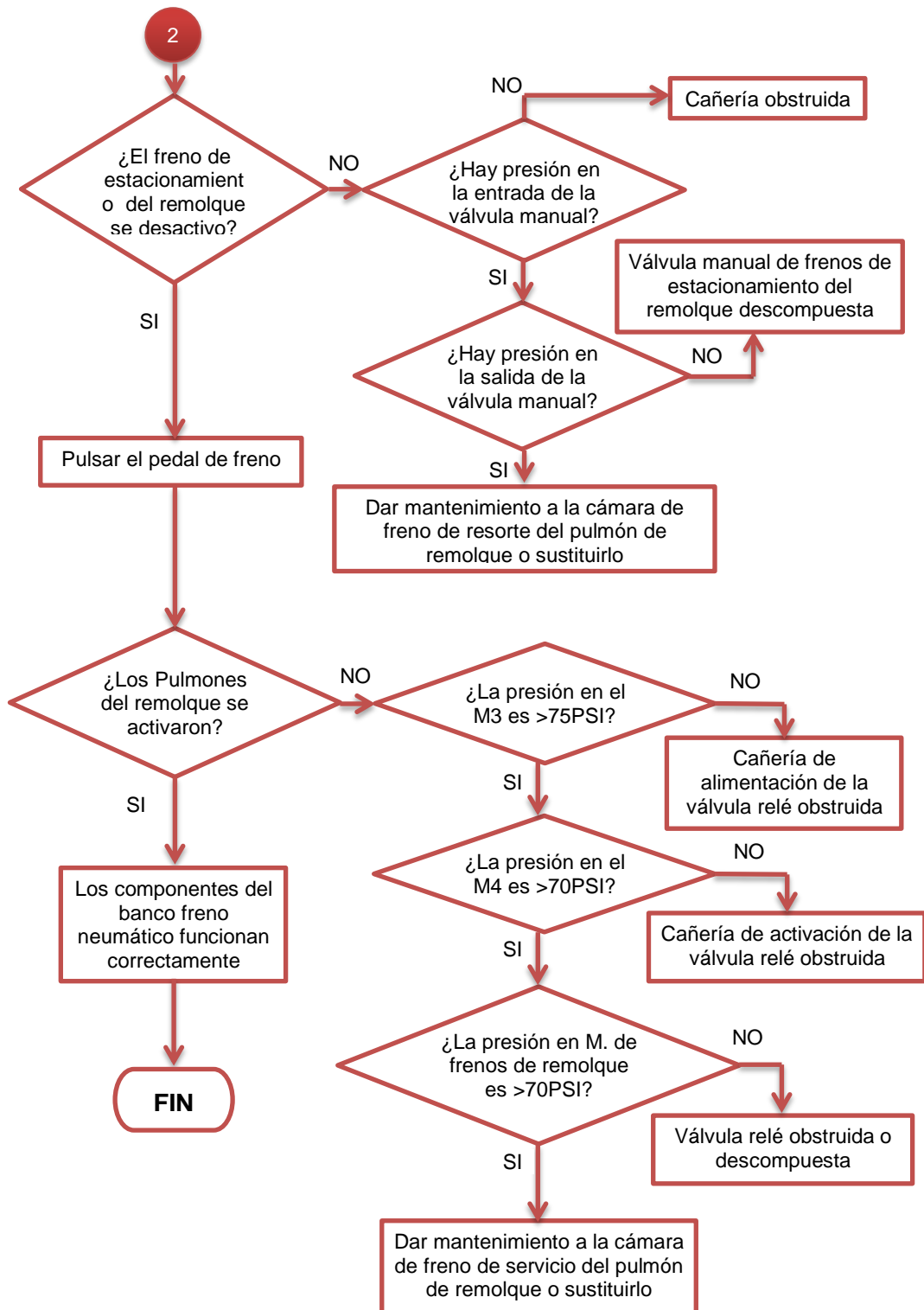


Figura 4.28: Diagrama de flujo de la simulación de fallas mecánicas 3

Fuente: Autores de Tesis

4.4.2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA FALLA ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS ABS

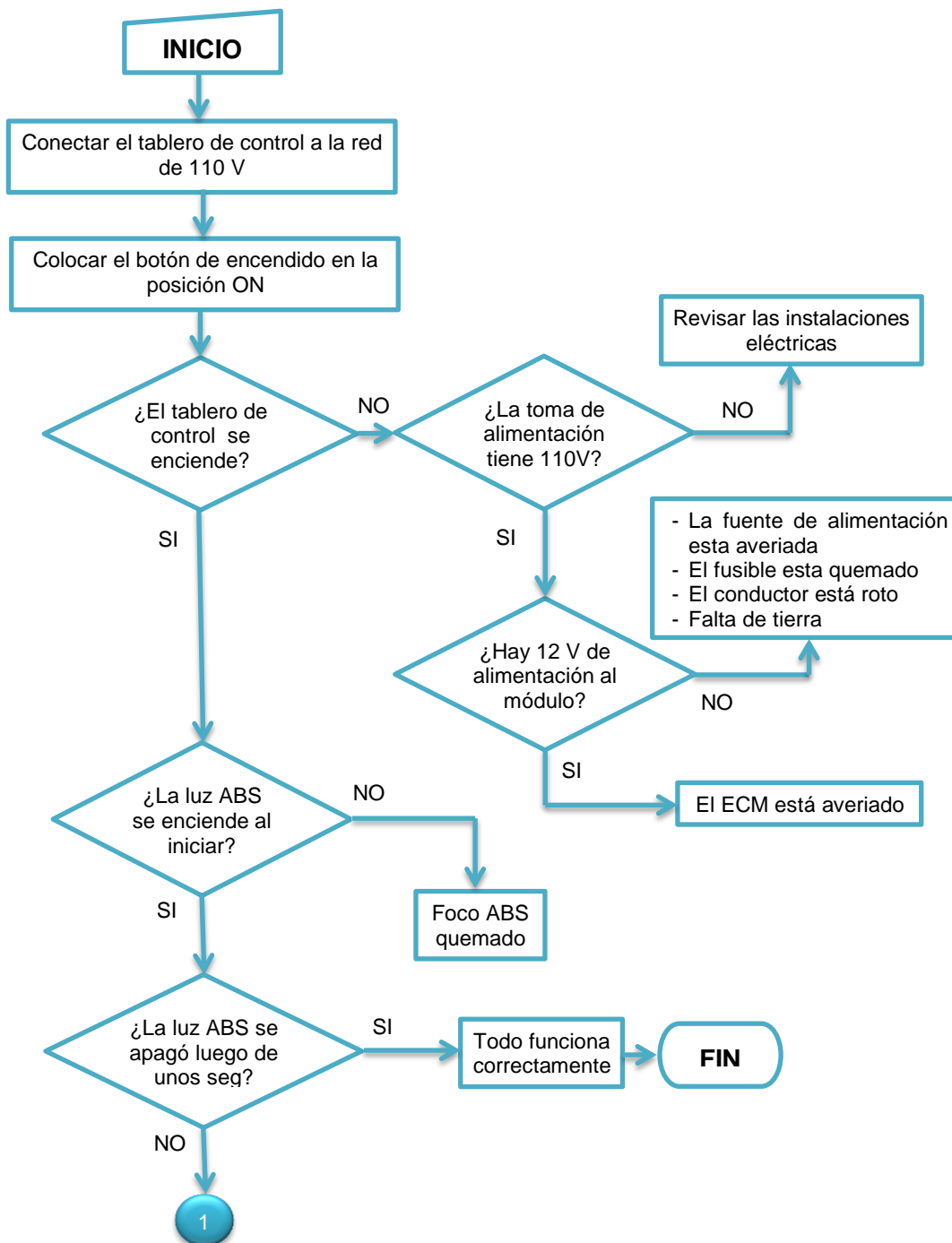


Figura 4.29: Diagrama de flujo de la simulación de fallas eléctricas y electrónicas 1

Fuente: Autores de Tesis

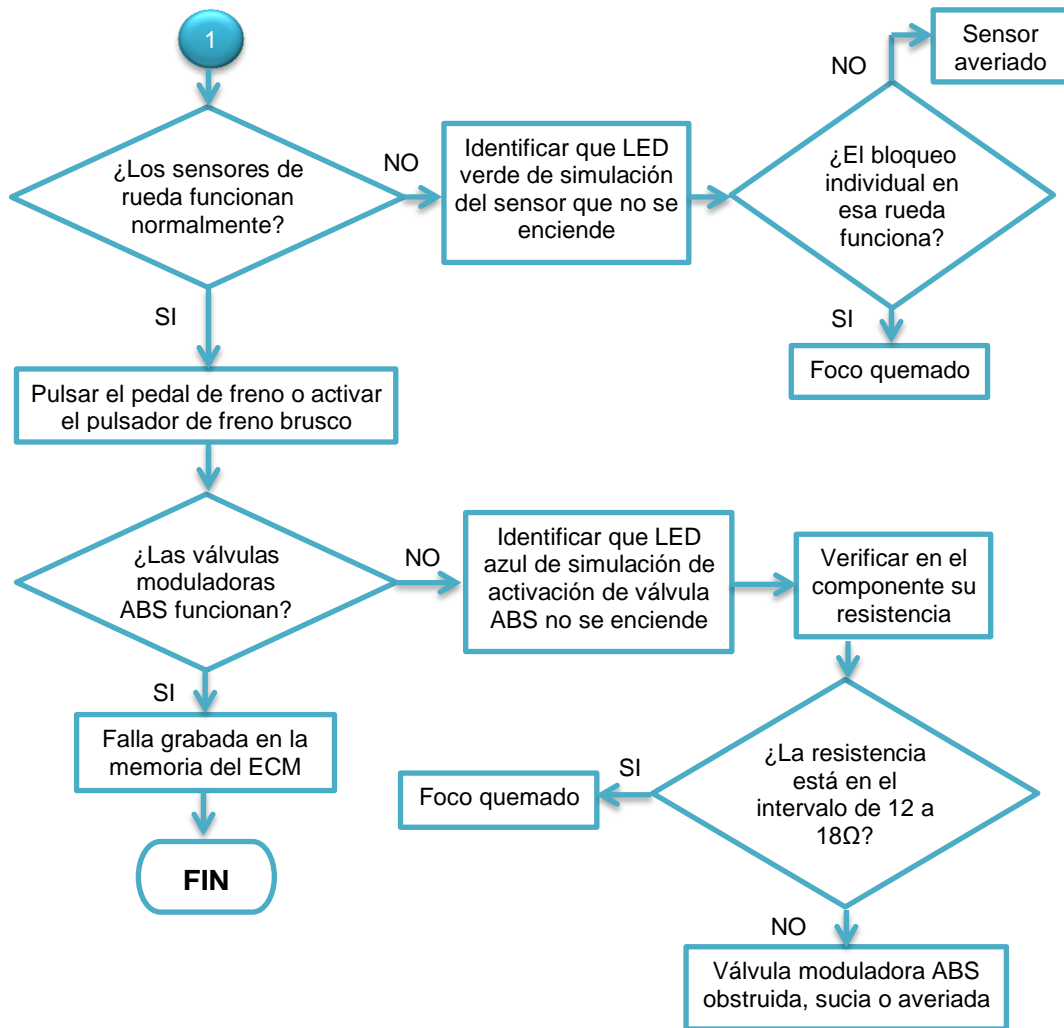


Figura 4.30: Diagrama de flujo de la simulación de fallas eléctricas y electrónicas 2

Fuente: Autores de Tesis

CAPÍTULO 5

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1. MANUAL DE OPERACIÓN

5.1.1. NORMAS DE SEGURIDAD

! Antes de proceder a la instalación del banco de pruebas y a la comprobación de las piezas a ensayar, es necesario leer detenidamente las normas de seguridad facilitadas a continuación.



ADVERTENCIA

- La comprobación de la pieza a ensayar sólo podrá ser llevada a cabo por personal especializado y debidamente calificado que posean conocimientos específicos del sistema.
- Comenzar la comprobación sólo tras haber leído y entendido estas instrucciones por completo.
- Antes de comenzar una prueba, cerciorarse que los interruptores de apagado estén en la posición base correcta (véanse instrucciones de instalación).
- Durante la comprobación de la pieza a ensayar es necesario atenerse imprescindiblemente a la instrucción correspondiente para la comprobación.



CUIDADO

- Es necesario atenerse a las prescripciones empresariales para prevención de accidentes y a las prescripciones nacionales.

- Téngase en cuenta que las uniones de enchufe del banco de pruebas y las de la pieza a ensayar estén correctamente conectadas.
- Cerciorarse de que la piezas a ensayar estén debidamente fijadas en el banco.
- Aflojar los componentes, mangueras y piezas del aparato sólo después de haber descargado el aire a la atmósfera y haber suspendido la energía del banco de pruebas.
- Tomar muy en cuenta la polaridad de las electroválvulas ABS al desmontarlas.

Símbolos

! Instrucciones adicionales, informaciones, consejos

- Fase de la acción

• Enumeración



ADVERTENCIA

Riesgo posible

Daños personales graves y hasta mortales



CUIDADO

Riesgo de peligro inminente

Daños personales o materiales

5.1.2. INSTALACIÓN

! El enchufe de alimentación de 110v se encuentra dentro del tablero del banco de frenos ABS.

El Banco de frenos neumáticos ABS dispone de dos partes principales la parte electrónica (el tablero de simulación ABS) y la parte mecánica

(Banco de frenos de aire), que pueden funcionar independientemente o juntos.

a) INSTALACIÓN DEL TABLERO DE SIMULACIÓN ABS

El tablero de simulación ABS depende simplemente de la conexión del enchufe de 110v a la red doméstica, tomando en cuenta los siguientes aspectos:



Figura 5.1: Enchufe de 110v

Fuente: Autores de Tesis

- Verificar que sea una toma de corriente de 110 V con el multímetro
- Verificar que el interruptor del tablero se encuentre en la posición de apagado OFF



Figura 5.2: Interruptor de encendido en la posición OFF

Fuente: Autores de Tesis

- Verificar que el breaker del motor eléctrico (pared lateral izquierda del tablero) se encuentre en la posición de apagado OFF



Figura 5.3: Breaker del motor en la posición OFF

Fuente: Autores de Tesis

- Verificar que todos los interruptores de simulación de falla se encuentren en la posición izquierda y/o que las luces indicadoras de falla se encuentren apagados.
- Conectar del enchufe a la red de 110V
- Colocar el interruptor en la posición de encendido ON



Figura 5.4: Interruptor de encendido en la posición OFF

Fuente: Autores de Tesis

- Realizar las prácticas y pruebas necesarias.

b) INSTALACIÓN DEL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS

Para el funcionamiento del banco se procede de la siguiente manera:

- Comprobar que esté conectado el enchufe de 110V
- Verificar que ninguna falla mecánica este activada (luces indicadoras de falla apagadas)
- Conectar el motor del compresor a la toma de 220V



Figura 5.5: Conexión del compresor a la fuente

Fuente: Autores de Tesis

- Verificar que los tanque tengan al menos 90 psi (el regulador controlará que la presión del sistema no sea superior a 125 psi)



Figura 5.6: Manómetro del tanque

Fuente: Autores de Tesis

- Realizar las prácticas y pruebas necesarias

c) FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE GIRO DE LA RUEDA

Para el funcionamiento del motor para gira la rueda del banco es necesario seguir el siguiente procedimiento:

- Realizar el procedimiento a (Instalación del tablero de simulación ABS)
- Realizar el procedimiento b (Instalación del banco de frenos neumáticos)
- Verificar que conexiones eléctricas del motor estén correctamente conectados y en buen estado.



Figura 5.7: Conexiones del motor

Fuente: Autores de Tesis

- Verificar que los frenos de estacionamiento posteriores estén desactivados, caso contrario desactivarlos llevando la válvula de control manual de los frenos de estacionamiento posteriores a la posición OFF y/o mover la palanca de la válvula hacia abajo (figura 5.8)
- Encender el breaker del motor



Figura 5.8: Verificación del accionamiento del freno de estacionamiento

Fuente: Autores de Tesis

d) SIMULACIONES DE FALLAS

Las simulaciones de falla tanto de los componentes mecánicos como neumáticos dependen de un interruptor de simulación que al observar de frente al tablero, la posición izquierda del interruptor corresponde al correcto funcionamiento y la posición a la derecha la simulación de falla.

Cada falla esta detallada en el capítulo IV a través de una explicación detallada y por medio de diagramas de flujo.



ADVERTENCIA

Tomar las normas de seguridad industrial, como manos libres de humedad, utilización de guantes, zapatos de caucho, piso seco.

5.1.3. USO DE LOS FRENOS DE AIRE

a) FRENADO NORMAL

- Liberar los frenos de estacionamiento

- Presione el pedal de freno.
- Controlar la presión en los manómetros para verificar que actúe el aire sobre todos los componentes.
- Verificar visualmente que todos los pulmones actúen cuando se presiona el pedal
- Verificar que las luces de simulación de rueda en el tablero se detengan cuando el pedal esta accionado

b) FRENADO CON EL SISTEMA ABS

- Liberar los frenos de estacionamiento
- Presione el pedal de freno.
- Controlar la presión en los manómetros para verificar que actúe el aire sobre todos los componentes.
- Verificar visualmente que todos los pulmones actúen cuando se presiona el pedal

! El sistema ABS ayuda a evitar que las ruedas se bloquen. La computadora detecta el bloqueo inminente y reduce la presión de frenado hasta un nivel seguro para mantener el control del vehículo.

- Verificar visualmente como se libera la presión sobre los pulmones
- Verificar que la simulación del tablero tenga lapsos de movimiento cuando las válvulas moduladoras se activan.

c) FRENADO DE EMERGENCIA O BRUSCO.

! Si de repente alguien se incorpora en su carril delante de usted, su respuesta natural es aplicar los frenos. Esta es una buena respuesta si hay suficiente distancia para detenerse y si usa correctamente los frenos.

- Presione el pedal de freno.

! Debe frenar de modo que el vehículo se mantenga en línea recta y le permita virar si es necesario

- Usar el “freno controlado” o el de “frenado a golpes”²²
- Verificar visualmente que todos los pulmones actúen cuando se presiona el pedal
- Verificar visualmente como se libera la presión sobre los pulmones durante mas periodos de actuación

d) FRENOS DE ESTACIONAMIENTO POSTERIORES

- Baje la palanca de control de la válvula manual de frenos de estacionamiento para accionarlos
- Verifique que la presión de los tanque sea mayor a 65 psi
- Levante la palanca de control de la válvula manual de frenos de estacionamiento para quitarlos

e) FRENOS DE ESTACIONAMIENTO DEL REMOLQUE

- Hale la perilla amarilla, en forma de rombo, de control de la válvula manual de frenos de estacionamiento del remolque para accionarlos.
- Verifique que la presión de los tanques sea mayor a 70 psi.
- Empuje la perrilla amarilla, en forma de rombo, de control de la válvula manual de frenos de estacionamiento para quitarlos.

²² **Freno controlado.**- Con este método se frena con mayor intensidad posible sin bloquear las ruedas. Al hacerlo, los movimientos del volante deben ser mínimos. Fuente: <http://www.dmv.ny.gov/broch/cdl/cdl10Ssec05.pdf> PAG. 11



Figura 5.9: Verificación del accionamiento del freno de estacionamiento del remolque

Fuente: Autores de Tesis

f) SIMULACIÓN DE BLOQUEO INDIVIDUAL DE RUEDA

- Realizar el procedimiento a (Instalación del tablero de simulación ABS)
- Ubicar el pulsador de simulación de bloqueo



Figura 5.10: Ubicación del pulsador de bloqueo individual

Fuente: Autores de Tesis

! Existen cuatro pulsadores del bloqueo individual uno para los frenos delanteros, uno para la rueda posterior derecha, uno para la rueda posterior izquierda y uno para el freno de remolque.

- Mantener accionado el pulsador
- Aplicar los frenos a través del pedal del freno
- Verificar visualmente como se libera la presión únicamente sobre el pulmón o cilindro de rueda correspondiente al bloqueo simulado

5.2. MANUAL DE MANTENIMIENTO

El manual de mantenimiento proporciona información y procedimientos para efectuar verificaciones periódicas de la eficiencia de todos los componentes del sistema neumático ABS. Además no existe un mantenimiento programado para el sistema neumático ABS y por lo tanto no modifica el mantenimiento programado del vehículo.

5.2.1. NORMAS DE SEGURIDAD

! Antes de proceder a la instalación del banco de pruebas y a la comprobación de las piezas a ensayar, es necesario leer detenidamente las normas de seguridad facilitadas a continuación.



ADVERTENCIA

La comprobación de la pieza a ensayar sólo podrá ser llevada a cabo por personal especializado y debidamente calificado que posean conocimientos específicos del sistema.

Comenzar la comprobación sólo tras haber leído y entendido estas instrucciones por completo.

Leer y observar todas las señales de cuidado y advertencia para evitar daños en los componentes y lesiones graves para el operario.

Antes de comenzar una prueba, cerciorarse que los interruptores de apagado estén en la posición base correcta (véanse instrucciones de instalación).

Durante la comprobación de la pieza a ensayar es necesario atenerse imprescindiblemente a la instrucción correspondiente para la comprobación.



CUIDADO

Es necesario atenerse a las prescripciones empresariales para prevención de accidentes y a las prescripciones nacionales.

Téngase en cuenta que las uniones de enchufe del banco de pruebas y las de la pieza a ensayar estén correctamente conectadas.

Cerciorarse de que la piezas a ensayar estén debidamente fijadas en el banco.

Aflojar los componentes, mangueras y piezas del aparato sólo después de haber descargado el aire a la atmósfera y haber suspendido la energía del banco de pruebas.

Tomar muy en cuenta la polaridad de las electroválvulas ABS al desmontarlas.

Use herramientas especiales cuando se las requiera para evitar danos de los componentes y lesiones graves.

Símbolos

! Instrucciones adicionales,
informaciones, consejos

- Fase de la acción

• Enumeración



ADVERTENCIA

Riesgo posible

Daños personales graves y hasta
mortales



CUIDADO

Riesgo de peligro inminente

Daños personales o materiales

5.2.2. PRUEBAS DE COMPONENTES

a) DRENADO DE LOS DEPÓSITOS DE AIRE



ADVERTENCIA

Para realizar esta prueba se necesita que este encendido el motor eléctrico que acciona al compresor, se debe tener cuidado con la banda que acopla al compresor.

- Encienda el motor y cargue el sistema de aire hasta 30 psi
- Apague el motor
- Colocar un recipiente bajo las válvulas de purga de los depósitos.
- Abra las válvulas de purga manuales ubicadas bajo los tanques y drene completamente los depósitos de aire.
- Cierre las válvulas
- Revisar que el fluido solo contenga agua producto de la condensación del aire.



Si el fluido contiene aceite el tiempo de reparar el compresor

b) INSPECCIÓN Y PRUEBA DE FUGA DEL FRENO DE AIRE



ADVERTENCIA

Para realizar esta prueba se necesita que este encendido el motor eléctrico que acciona al compresor, se debe tener cuidado con la banda que acopla al compresor. Algunos pasos en esta operación requieren que se liberen los frenos de estacionamiento. Asegurarse que nadie se encuentre cerca de ellos

- Encienda el motor y cargue el sistema de aire hasta que se desactive el regulador
- Revise todas las líneas y los acoples neumáticos para ver si hay daños, fugas u holgura. Reemplace cualquier componente dañado o que tenga fugas, y apriete cualquier acople flojo
- Apague el motor y mantenga liberados los frenos de servicio.
- Efectúe una aplicación modulada de los frenos de servicio. Los frenos delanteros y traseros deberían modularse. Al aplicar los frenos completa y uniformemente, la presión no debería descender más de 10 psi en dos minutos.

c) INSPECCIÓN DE LOS CILINDROS DE FRENO

- Con el motor apagado y una presión de aire del tanque de 100 psi, efectúe y mantenga una aplicación de los frenos de 80 a 90 psi.
- Verifique si las varillas de accionamiento o empuje de las cámaras de freno están expuestas la misma distancia.
- Si se ve una varilla más expuesta, el recorrido es demasiado largo. Revise los componentes fundamentales de los frenos para ver si se observa desgaste daño, y repare si es necesario.

- Arranque el motor y deje que se acumule la presión de aire hasta 100 psi como mínimo.
- Apague el motor.
- Revise todos los componentes fundamentales de los frenos para comprobar si se observa daño, desgaste, o piezas floja o faltantes

d) COMPROBACIÓN DEL ESTADO DEL GOBERNADOR DEL COMPRESOR DEL AIRE

! El bombeo del compresor del aire debe comenzar a unas 100 psi y detenerse en 125 psi aproximadamente.

- Haga funcionar el motor
- El gobernador de aire de cortar al compresor cerca de la presión especificada
- La presión de aire señalada por los manómetros del tanque dejara de subir
- Pise y suelte el freno para reducir la presión del tanque
- Cerca de llegar a la presión especificada el compresor debe empezar a cargar nuevamente
- La presión de aire señalada por los manómetros del tanque debe comenzar a subir

! Si el gobernador de aire no funciona como se describió anteriormente, es posible que necesite reparaciones



ADVERTENCIA

Si el gobernador no funciona, no podrá mantener la presión de aire necesaria para un correcto funcionamiento del banco, y en la práctica no podrá mantener la presión necesaria para manejar con seguridad.

e) COMPROBACIÓN DE VOLTAJE

- Antes de realizar cualquier medición de voltaje es necesario quitar el polvo acumulado de los componentes, se puede utilizar aire a presión con la precaución de no dañar los elementos para así poder obtener una mejor apreciación
- Mida el voltaje en entrada de alimentación del módulo

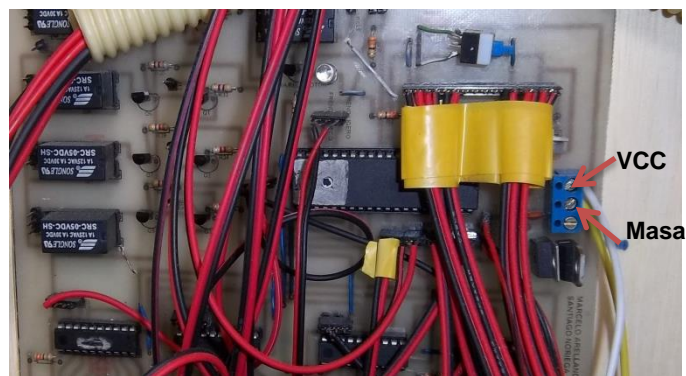


Figura 5.11: Entrada de alimentación de ECM

Fuente: Autores de Tesis

- El voltaje debe de estar entre los 9.5 y 14 voltios para un sistema de 12 voltios (18 y 30 para un sistema de 24 voltios).
- El encendido se debe de activar (ON) para esta prueba.

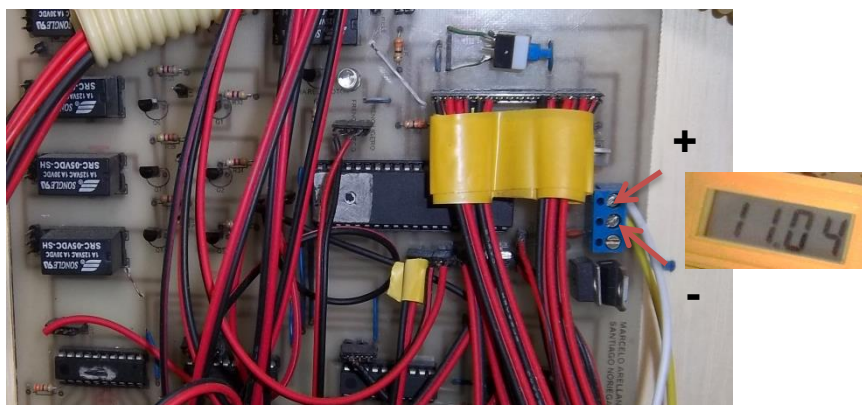


Figura 5.12: Medición de voltaje ECU

Fuente: Autores de Tesis

f) MANTENIMIENTO Y PRUEBAS DE COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL TABLERO

- Encender el banco de pruebas, colocar el botón de encendido en la posición ON
- Observar que todo se encuentra en correcto estado como focos LED, interruptores, potenciómetro, pantalla LCD.
- Si en el caso de que algún componente no funcione correctamente es necesario realizar una prueba de continuidad con los cables que llega a cada componente. Ajustar el arnés de cables que llega a cada uno de los componentes.
- Verificar estado del componente utilizando un multímetro en continuidad
- Si encontramos anomalías con algún componen sustituirlo.

g) MANTENIMIENTO Y VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LAS VÁLVULAS MODULADORAS



ADVERTENCIA

Realizar esta prueba verificando que no exista alimentación de energía, es decir procurar que el enchufe de 110 V este desconectado

- Realizar mediciones de resistencia en los pines de la válvula moduladora ABS para verificar el estado del componente.
- Las medición de resistencia debe oscilar entre 12 – 18 Ω . Si es mayor o no existe resistencia sustituir el componente.
- Conectar enchufe de 110 V
- Colocar el botón de encendido en ON

- Realizar mediciones de voltaje, para verificar que el circuito de alimentación funciona correctamente.
- La medición de voltaje debe oscilar entre 11.2 – 12.9 V. Si es mayor revisar la fuente de alimentación, si no existe señal de voltaje revisar el circuito eléctrico de la válvula.

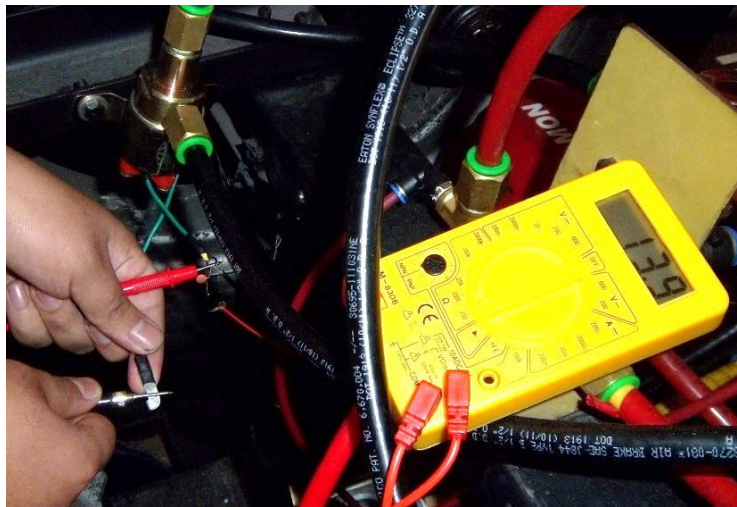


Figura 5.13: Pruebas de válvulas moduladoras

Fuente: Autores de Tesis

5.2.3. DESMONTAJE E INSTALACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS



ADVERTENCIA

- Para evitar sufrir lesiones graves en los ojos utilice siempre gafas protectoras cuando realice labores de mantenimiento o servicio en un vehículo.
- Purgue todo el aire de los sistemas neumáticos antes de quitar cualquier componente. El aire presurizado puede ocasionar lesiones personales graves.

 PRECAUCIÓN

En caso de realizar trabajos de soldadura en el banco es indispensable desconectar el conector de energía de la ECU para evitar daños al sistema eléctrico y a los componentes del ABS.

a) DESMONTAJE E INSTALACIÓN DE LAS VÁLVULA MODULADORA DE ABS

DESMONTAJE

 ADVERTENCIA

Ubique el banco sobre una superficie plana. Bloquee las ruedas para evitar que se mueva. Si lo hace puede provocar lesiones personales graves.

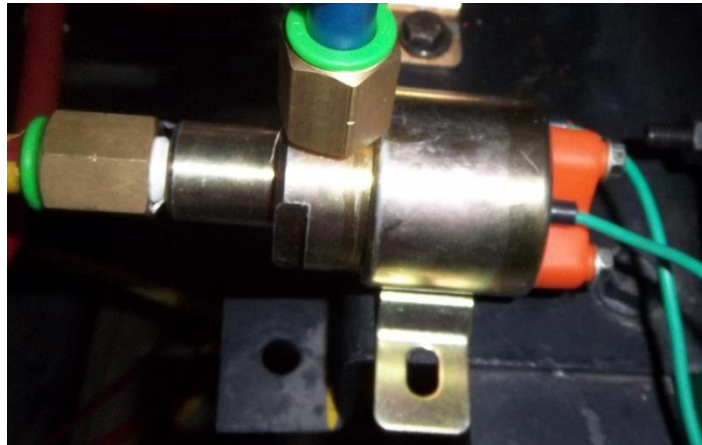


Figura 5.14: Desmontaje válvula moduladora ABS

Fuente: Autores de Tesis

- Ubique el interruptor de encendido en la posición desconectado (OFF).

- Coloque trancas debajo de las ruedas del banco para evitar que se mueva.
- Desconecte el conector de cableado de la válvula ABS.
- Desconecte las líneas de aire de los Puertos 1 (suministro de aire) y 2 (descarga de aire) de la válvula del ABS.
- Quite los dos tornillos prisioneros y las tuercas de montaje.
- Quite la válvula del ABS.

INSTALACIÓN



PRECAUCIÓN

La humedad puede afectar el desempeño de los sistemas ABS, así como el del sistema de frenos estándar. La humedad en el interior de las líneas de aire puede ocasionar que los conductos se congelen en climas fríos.

- Instale la válvula del ABS con dos tornillos prisioneros y las tuercas de montaje. Apriete los tornillos prisioneros.
- Conecte la línea que va a las cámaras del freno al Puerto 2 de la válvula del ABS. Conecte la línea de suministro de aire al Puerto 1 de la válvula del ABS.
- Conecte el conector de cableado hacia la válvula ABS. Apriete a mano únicamente.
- Revisar la instalación.
- Aplique los frenos. Escuche para ver si hay fugas en la válvula moduladora.
- Coloque el interruptor de encendido en la posición ON y escuche la válvula moduladora activarse. Si la válvula no se activa, revise la conexión del cable eléctrico. Haga las reparaciones según sea necesario.
- Verifique que la lámpara indicadora del ABS opere correctamente.

b) LIBERACIÓN MANUAL DE FRENOS DE ESTACIONAMIENTO

- Antes de liberar los frenos de estacionamiento, calce las ruedas del banco de pruebas para evitar que el mismo se desplace.
- Utilice una llave de tuercas 3/4" (19 mm) desatornille la tuerca de seguridad y retire la tuerca, la arandela plana y el perno de seguridad del compartimiento de almacenaje ubicado al costado de la cámara para todos los frenos



Figura 5.15: Perno de seguridad

Fuente: Autores de Tesis



Figura 5.16: Inserción del perno de seguridad

Fuente: Autores de Tesis

- Inserte el perno de seguridad dentro del orificio central del cabezal y, una vez que esté absolutamente seguro de que el perno se ha introducido dentro de este orificio, en el pistón, dentro de la cámara.

! Si no puede asegurar por completo que el perno se ha enganchado correctamente al pistón, repita este paso hasta completar esta tarea.

- Gire el perno de seguridad en sentido horario (1/4 de giro) y tírelo hacia afuera para fijar el extremo perfilado dentro del pistón.

! Si el perno no se engancha dentro del pistón mediante un movimiento hacia afuera de menos de 1/2 pulgada, repita los pasos hasta completar esta tarea.

- Con el perno enganchado dentro del pistón, instale la arandela plana y la tuerca de seguridad en el extremo del perno de seguridad. Luego, ajuste manualmente presionando la tuerca contra la arandela plana



- **Figura 5.17: Ajuste del perno de seguridad.**

- **Fuente:** Autores de Tesis

- Utilice una llave de tuercas manual de 3/4 pulgadas (NO UTILICE UNA LLAVE DE TUERCAS DE IMPACTO), gire la tuerca de seguridad en sentido horario hasta que el largo del perno se extienda por encima de la tuerca
- Para un proceso de liberación manual más fácil, aplique una presión de aire de 70 a 90 psi al puerto de entrada que lleva el nombre de "FRENO DE RESORTE". Asegúrese de purgar toda la presión de aire luego de completarse los pasos.
- Para reactivar el freno de resorte de la posición de liberación manual, invierta el orden de los Pasos redactados más arriba.

REVISE LA INSTALACIÓN

- Conecte el motor del compresor
- Cargue completamente los depósitos con aire.
- Apague el motor..
- Aplique los frenos.
- Escuche para ver si hay fugas de aire en los pulmones.

CONCLUSIONES

Al concluir el presente trabajo de investigación, se pone a consideración las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Se logró entender el funcionamiento real del sistema ABS, la manera en que usa las respectivas señales y la forma de resolver de la mejor manera, a través de las válvulas moduladoras, la frenada.
- Se utilizó el ATMEGA 16 para realizar las funciones lógicas y necesarias para el cierre y apertura de las moduladoras y simulación del funcionamiento de los sensores de rueda.
- Durante el diseño del módulo se pudo conocer las condiciones para que el sistema ABS se ponga en marcha, con lo cual se logró diseñar un algoritmo de funcionamiento del módulo ABS, considerando las revoluciones de giro de las ruedas y la condición de frenado.
- Los sistemas ABS en vehículos con frenos neumáticos son un requerimiento para poder transitar en otros países, mientras que en nuestro país el sistema es visto como un accesorio adicional del vehículo.
- El sistema ABS es un complemento de los frenos comunes; no aumenta ni disminuye la capacidad de frenado normal del vehículo, y se activa cuando las ruedas están próximas a bloquearse.
- El sistema no acorta la distancia de frenado en comparación con el sistema tradicional, pero si ayuda a controlar el vehículo, maniobrar y esquivar obstáculos, cuando se frena bruscamente.

- Para que exista un normal funcionamiento de sistema ABS, las ruedas del vehículo deben estar con la presión adecuada, permitiendo que los sensores envíen una señal correcta al módulo
- La implementación de acoples rápidos permite tener una gran facilidad para desmontar los componentes del sistema neumático haciéndolo más didáctico y estando acorde a las necesidades de las prácticas en el mismo

RECOMENDACIONES

- Para un correcto funcionamiento del sistema neumático revisar que la banda que mueve al compresor esté tensada adecuadamente ya que por la vibración puede recorrerse en motor unos milímetros.
- Antes de realizar cualquier prueba permitir que se llenen los tanques no menos de 75 psi a 90psi.
- Tener en cuenta el voltaje que se necesita para la activación del banco para evitar daños en los componentes eléctricos y evitar lesiones graves.
- Mantener el banco de pruebas en un lugar donde no pueda ser afectado por algún elemento como el agua y polvo, ya que podría causar daños en los elementos electrónicos
- Realizar un mantenimiento en los componentes neumáticos para obtener mayor eficiencia y durabilidad de los mismos
- Revisar cañerías y acoples para buscar fugas como también revisar las instalaciones eléctricas.
- Respetar las normas de seguridad que se detallan en los manuales de operación y de mantenimiento para evitar daños de los componentes neumáticos, electrónicos y principalmente en los practicantes.
- Se debe fomentar la capacitación sobre este sistema de frenos para que a corto plazo sea obligatorio su uso.

BIBLIOGRAFÍA

- Gualtieri, P. J. (2004). Manual de Frenos Neumáticos: Aplicación Camiones y Ómnibus. Buenos Aires: Manuales Negri.
- Kuhnel, C. (2004). Programación de Microcontroladores con EASE. USA: Universal Publishers.
- Martínez, H. G. (2011). Manual Práctico del Automóvil. Madrid: Cultural.
- Orozco, J. L. (2009). Reparación de Frenos Convencionales y ABS. México: México Digital Comunicación.
- Rio, M. D. (2005). Manual de Maquinaria de Construcción. México DF: McGraw Hill Interamericana.
- Rober Bosch GmbH. (2005). Sistemas para la Estabilizacion del Vehículo. Stuttgart : Rober Bosch GmbH.
- Valencia, R. (2008). Aplicaciones Electronicas con Microcontroladores Lenguaje Basic Bascom AVR. Quito: Valencia Barahona Virgilio Ramiro.

NETGRAFÍA

- Departamento de Vehículos Motorizados del Estado de Nueva York. (s.f.). Recuperado el 1 de Mayo de 2013, de <http://www.dmv.ny.gov/broch/cdl/cdl10Ssec05.pdf>
- Bendix Commercial Vehicle Systems LLC. (2004). Recuperado el 20 de Enero de 2013, de http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf
- MERITOR WABCO. (2008). Recuperado el 14 de Febrero de 2013, de http://www.meritorwabco.com/MeritorWABCO_document/mm30sp.pdf
- Montserrat, L. (s.f.). Recuperado el 15 de enero de 2012, de <http://www.automotriz.net/tecnica/abs.html>

ANEXO A. CONFIGURACIONES ABS

Configuraciones de ABS

Consultar las distribuciones de configuraciones del sistema en la Figura 5.1, Figura 5.2, Figura 5.3, Figura 5.4, Figura 5.5, Figura 5.6 y Figura 5.7.

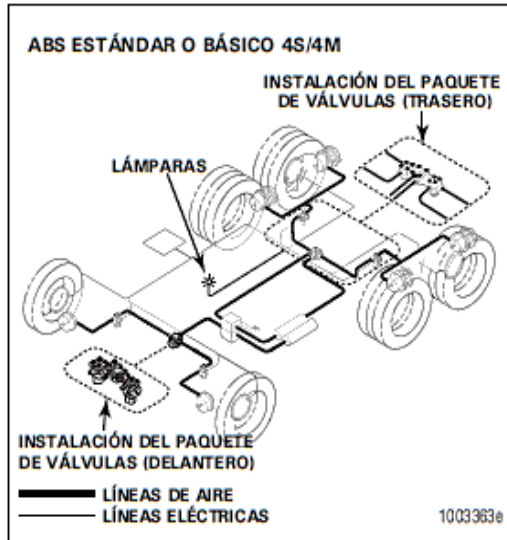


Figura 5.1

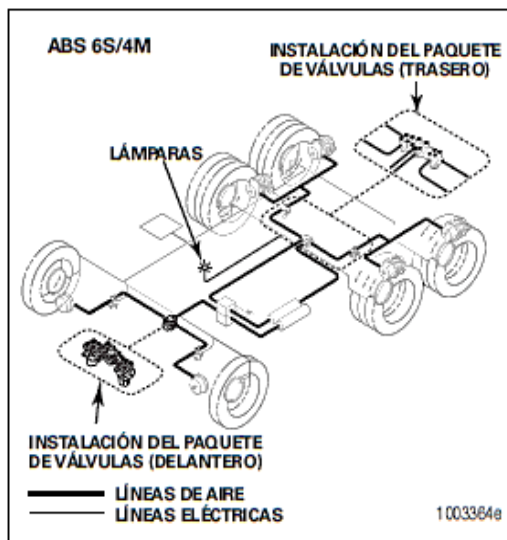


Figura 5.2

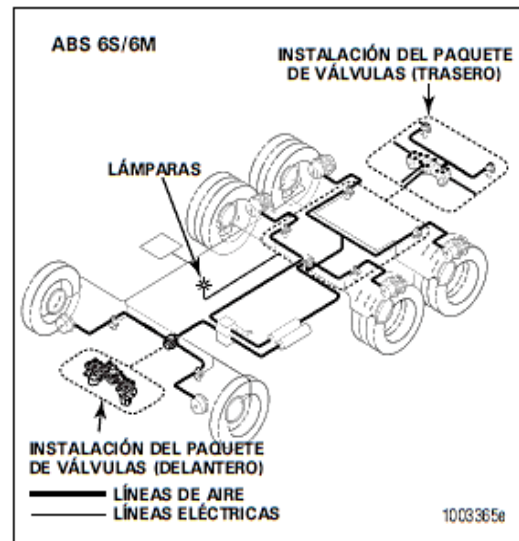


Figura 5.3

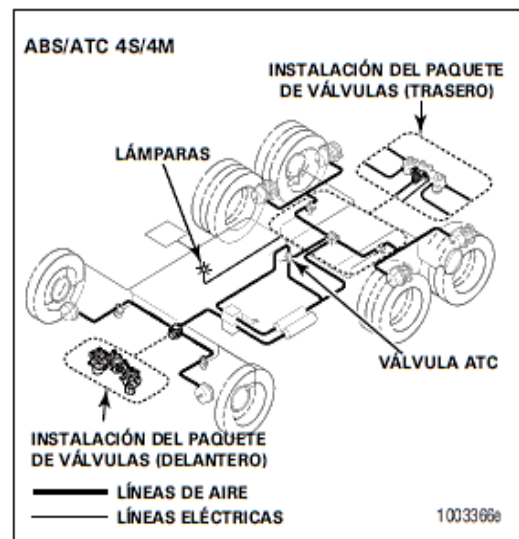


Figura 5.4

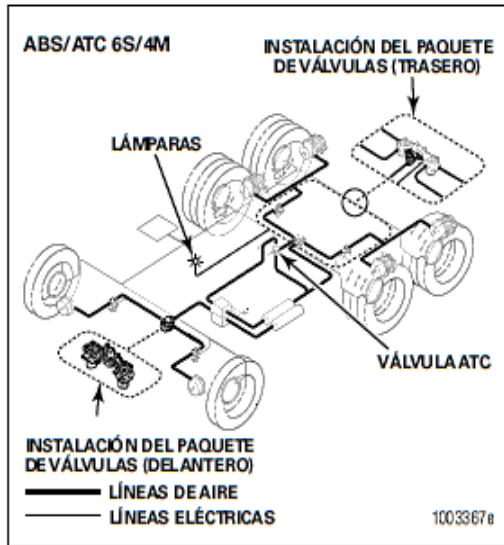


Figura 5.5

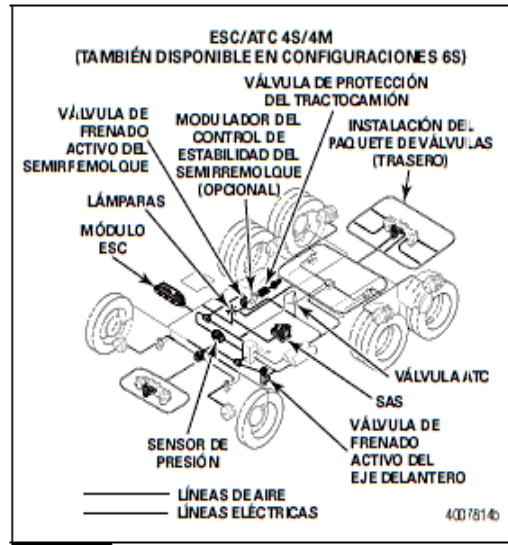


Figura 5.7

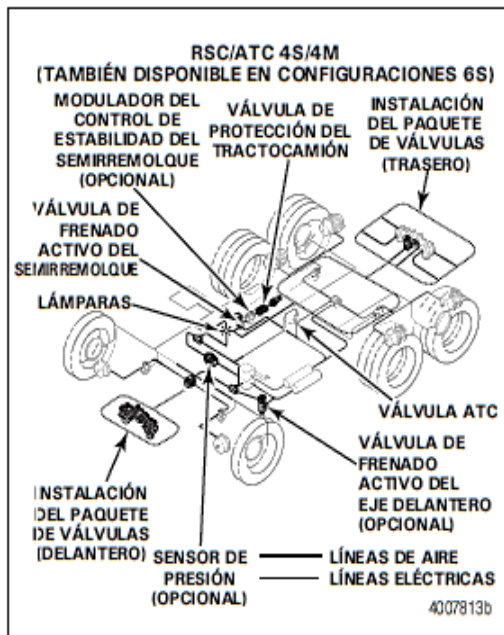


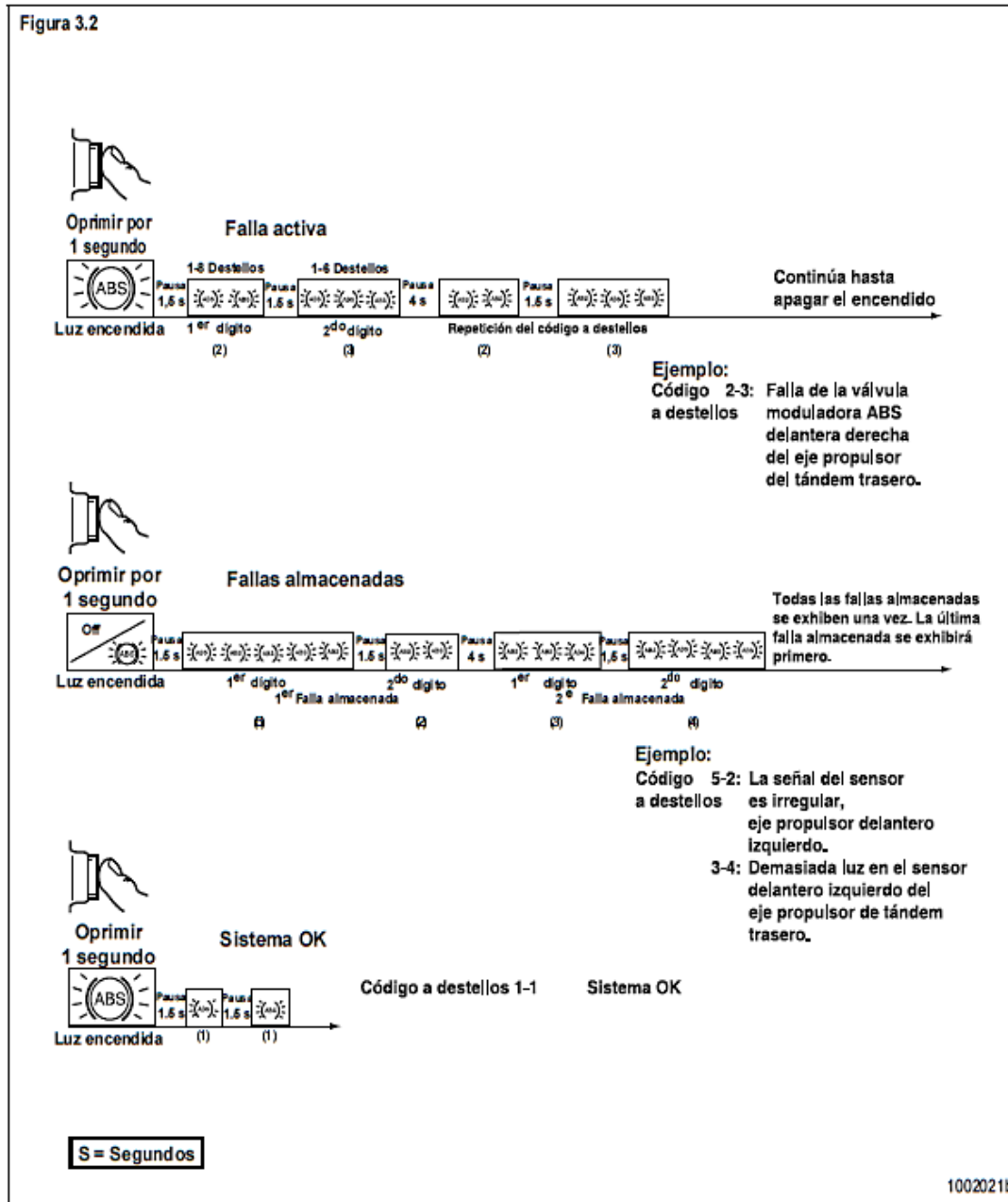
Figura 5.6

ANEXO B. DIAGNÓSTICOS DE FALLAS CON CÓDIGO DE DESTELLOS

Diagnósticos de fallas con códigos a destellos

Modo	Procedimiento	Respuesta del sistema	Medida a tomar
DIAGNOSTICO	Paso I. Gire la llave de encendido a ON.	Respuestas posibles: a. La lámpara de advertencia del ABS se enciende por un instante y se apaga, lo cual indica que el sistema está bien. b. La lámpara de advertencia del ABS no se enciende, lo cual indica una falla posible del cableado o la bombilla quemada. c. La lámpara de advertencia del ABS permanece encendida lo cual indica que: <ul style="list-style-type: none"> • Falla(s) en el sistema. • Falla del sensor en la última operación. • Fallas borradas del ECU, pero sin conducir el vehículo. • Desconectado el ECU. 	Sin fallas activas reconocibles en el ABS. No hay medidas que tomar. Inspeccione el cableado. Inspeccione la bombilla. Haga las reparaciones necesarias. Continuar con el diagnóstico de Código a destellos. <i>(Pase al paso II.)</i> Continuar con el diagnóstico de Código a destellos. <i>(Pase al paso II.)</i> Conduzca el vehículo – La luz se apagará a los 4 mph (6 Km/h). Conecte el ECU.
	Paso II. Oprima el interruptor del código a destellos por un segundo	La lámpara de advertencia del ABS comienza a marcar los códigos a destellos de dos dígitos.	Determine si la falla es activa o almacenada: Falla Activa: La lámpara repetidamente marcará un código. Falla Almacenada: La Lámpara marcará el código para cada falla almacenada y dejará de parpadear. La fallas se marcarán una sola vez.
	Paso III. Cuente los destellos para determinar el código.	Primer dígito: 1 - 8 destellos, Pausa (1-1/2 segundos). Segundo dígito: 1 - 6 destellos, Pausa (4 segundos).	Buscar la definición del código en el cuadro de los códigos a destellos.
	Paso IV. Apague el encendido (OFF). Repare y registre las fallas.	Falla activa. Fallas almacenadas.	Haga las reparaciones necesarias. Repita los pasos I, II, y III hasta que se reciba el código OK del Sistema (1-1). Registrar para referencia futura. NOTA: La última falla almacenada es la primera que se despliega.
BORRAR	Paso V. Gire la llave de encendido a ON. Borre las fallas de la memoria: Oprima el interruptor del código por un mínimo de tres segundos.	La lámpara de advertencia del ABS da ocho destellos. Si no se reciben los ocho destellos.	Todas las fallas se han borrado. Apague el encendido (OFF). Aún existen fallas activas, repita los pasos I al V.

Ilustración de los códigos a destellos



Identificación de los códigos a destellos

Use la información siguiente para identificar el código a destellos:

Identificación de los códigos a destellos

Primer dígito (Tipo de falla)	Segundo dígito — Ubicación específica de la falla
1 Sin fallas	1 Sin fallas
2 Válvula moduladora del ABS	1 Eje de dirección delantero derecho (del lado del bordillo)
3 Demasiada luz del sensor	2 Eje de dirección delantero izquierdo (del lado del conductor)
4 El sensor es corto o está abierto	3 Eje propulsor trasero derecho (del lado del bordillo)
5 La señal del sensor es irregular	4 Eje propulsor trasero izquierdo (del lado del conductor)
6 Rueda dentada	5 Eje adicional/ trasero derecho (del lado del bordillo)*
	6 Eje adicional/trasero izquierdo (del lado del conductor)*
7 Función del sistema**	1 Datalink J1922 o J1939
	2 Válvula ATC
	3 Relevador retardador (tercer freno)
	4 Lámpara de advertencia ABS
	5 Configuración ATC
	6 Reservado para uso futuro
8 ECU	1 Alimentación baja energía
	2 Alimentación alta de energía
	3 Falla interna
	4 Error de la configuración del sistema
	5 Tierra

* Eje tándem, levadizo, "tag", o de empuje según el tipo de suspensión.

** Si este código continúa después de que se hayan hecho todas las reparaciones — o si recibe un código para un componente que no está instalado en su vehículo — es posible que sea necesario reconfigurar el ECU. Llame al Centro de Servicio al Cliente de Meritor al 800-535-5560 ó 001-800-889-1834 (llamadas sin costo desde México) para obtener información sobre la reconfiguración.

ANEXO C. DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR SCANNER

Diagnósticos con Pro-Link® Plus

NOTA: Se deberá utilizar el Cartucho de Protocolo Múltiple (MPC) y la tarjeta de aplicaciones Meritor WABCO, versión 2.0 o superior, con unidades ECU versión E. Las funciones de comunicación PLC del ABS versión E no pueden probarse con Pro-Link® Plus.

El enlace Pro-Link® Plus puede utilizarse en lugar de los procedimientos de diagnóstico por códigos a destellos.

Las pantallas Pro-Link® Plus ilustradas aparecen en las unidades ECU versión E. Sírvase consultar el Manual de Mantenimiento 28, Sistemas de Frenos Antibloqueo (ABS) para Camiones, Tractocamiones y Autobuses, si está utilizando Pro-Link® Plus con unidades ECU versión C, o el Manual de Mantenimiento 30, Sistemas de Frenos Antibloqueo (ABS) para Camiones, Tractocamiones y Autobuses, si está utilizando Pro-Link® Plus con sistemas ABS versión D.

Procedimiento de Diagnóstico

1. Deslizar la tarjeta MPC insertándola en el teclado Pro-Link® Plus hasta que la conexión quede bien apretada. Luego, insertar en el cartucho la tarjeta de aplicaciones Meritor WABCO.
2. Bloquear las ruedas, aplicar el freno de estacionamiento y verificar que la corriente de encendido esté desconectada.
3. Localizar el receptáculo de diagnóstico de 6 pines en la cabina del vehículo. Insertar en el receptáculo el conector de 6 pines de Pro-Link® Plus.
4. Girar la llave del encendido a la posición CONECTADO/EN MARCHA (ON/RUN). Debe activarse la pantalla Pro-Link® Plus.

Si no se activa el Pro-Link® Plus o si la pantalla indica NO HAY DATOS RECIBIDOS:

- Revisar las conexiones.
- Verificar que el cartucho esté correctamente conectado en el teclado Pro-Link® Plus.
- Verificar que la corriente c.c. en el conector y en la ECU del ABS sea de 9.5 a 14.0 volts (de 18 a 32 en sistemas de 24 V).
- Revisar que no haya fusibles fundidos en el panel de fusibles.
- Verificar que las conexiones de cables en el conector de diagnóstico sean correctas.

5. Consultar en el manual Pro-Link™ Plus las instrucciones de diagnóstico completas.

Pro-Link® Plus está disponible en SPX, 800-328-6657.

Pantallas Pro-Link® Plus

Esta información proporciona explicaciones básicas en pantalla para Pro-Link® Plus con un MPC y una tarjeta de aplicaciones Meritor WABCO. Para instrucciones de operación completas e información de pruebas consultar el manual Pro-Link® Plus.

Pantallas de Información de Fallas

Fallas Existentes: Usar estas pantallas para identificar las fallas existentes. La pantalla Pro-Link® Plus visualiza una descripción por escrito de la falla, incluyendo el lugar del vehículo en el cual se presenta cada una de las fallas. En tanto exista una falla activa (existente) en el sistema, Pro-Link® Plus no le permitirá borrar las fallas.

Fallas Almacenadas: Usar estas pantallas para identificar las fallas almacenadas en la memoria de la unidad ECU. Las fallas almacenadas pueden ser fallas existentes que han sido reparadas, o bien, fallas que se presentaron por un corto período y que se corrigieron solas. Después de visualizar las fallas almacenadas, Pro-Link™ Plus le permite borrarlas de la memoria. Todas las fallas almacenadas se borran de una sola vez.



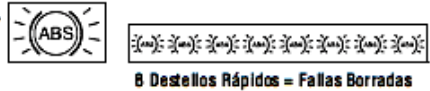


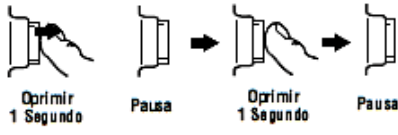


Visualización Pro-Link® Plus

Dependiendo de la unidad ECU que se esté sometiendo a prueba, la pantalla Pro-Link® Plus visualizará únicamente ciertos componentes y opciones cuando éstos sean reconocidos por la ECU. Entre ellos figuran:

- ATC, lámparas indicadoras del ATC, lámpara indicadora del ABS del semirremolque, Válvula ATC
- Enlace de datos Datalink del motor
- Relevador del Retardador
- Enlace de datos Datalink del Retardador

Verificación del Enlace de Datos Datalink J1939 – Mediante Pro-Link® Plus

La herramienta de diagnóstico Pro-Link® Plus puede usarse para verificar la conexión del enlace de datos Datalink J1939. Si no cuenta con un Pro-Link® Plus, puede utilizar el interruptor de códigos a destellos para verificar esta conexión.

<p>1. Girar el encendido a la posición de conectado (ON). Oprimir el interruptor de códigos a destellos – y mantenerlo oprimido tres segundos.</p> <p>A. La lámpara indicadora del ATC se encenderá y permanecerá encendida durante toda la prueba. <i>Si el vehículo no está equipado con ATC, la lámpara indicadora del ATC no se encenderá.</i></p> <p>B. La lámpara indicadora del ABS se encenderá y destellará ocho veces. <i>Si la lámpara no destella ocho veces, hay fallas existentes que deberán borrarse antes de poder continuar con esta prueba.</i></p> <p>C. Después de los ocho destellos rápidos aparecerá el código de configuración del sistema. En este caso se identifica un sistema 4S/4M (dos destellos). <i>El código de configuración del sistema continuará durante toda la prueba.</i></p> <p>2. Activar el código de reducción de torque del motor J1939 de la manera siguiente:</p> <p>A. Pisar el acelerador. Revolucionar el motor a 1000 rpm. <i>Dejar el pie en el acelerador durante toda la prueba.</i></p> <p>B. Mientras el motor está revolucionado a 1000 rpm, oprimir el interruptor de código a destellos de la manera siguiente: Oprimir durante un segundo Soltar durante un segundo Oprimir durante un segundo Soltar durante un segundo</p> <p>C. El motor se pondrá en ralentí durante aproximadamente 10 segundos y luego regresará a 1000 rpm.</p> <p>3. Girar el encendido a la posición de desconectado (OFF). Prueba completada, comando de reducción de torque del motor verificado.</p>	<p>1.</p> <p></p> <p>A. </p> <p>B.  8 Destellos Rápidos = Fallas Borradas</p> <p>C.  IDENTIF. DEL SISTEMA IDENTIF. DEL SISTEMA IDENTIF. DEL SISTEMA Pausa 4s Pausa 4s Continúa Durante la Prueba</p> <p>2.</p> <p>A. </p> <p>B.  Oprimir 1 Segundo Pausa Oprimir 1 Segundo Pausa</p> <p>C. </p> <p>3. </p> <p style="text-align: right;">4004004a</p>
--	---

ANEXO D. PROGRAMACIÓN DE ATMEGA 16


```
$regfile = "m16def.dat"  
$crystal = 8000000  
$baud = 9600
```

```
Config Lcd = 16 * 2           'LCD DE 16 CARACTERES Y 2 LINEAS  
Config Lcdbus = 4           'MODO DE USO A 4 BITS  
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.2 , Db5 = Portb.3 , Db6 = Portb.4 , Db7 = Portb.5 , E =  
Portb.1 , Rs = Portb.0      'CONFIGURACION DE PINES DEL LCD
```

```
Config Timer0 = Timer , Prescale = 8  
Enable Timer0  
On Timer0 Ruedas
```

```
Enable Interrupts
```

```
Ddra.1 = 0 : Porta.1 = 1  
Ddra.2 = 0 : Porta.2 = 1  
Ddra.3 = 0 : Porta.3 = 1  
Ddra.4 = 0 : Porta.4 = 1  
Br Alias Pina.1  
Bd Alias Pina.2  
Bi Alias Pina.3  
Bf Alias Pina.4  
Ddrb.6 = 1 : Portb.6 = 0  
Luz Alias Portb.6
```

```
Config Portb.7 = Output  
Config Porta.0 = Input
```

```
Const K = 5 / 1023  
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Internal  
Start Adc  
Dim Tem As Byte  
Dim Tem1 As Byte  
Dim Tem0 As Byte
```

```
Dim A As Word  
Dim S As Single  
Dim R As Byte
```

```
Ddrd.2 = 0 : Portd.2 = 1  
Ddrd.3 = 0 : Portd.3 = 1  
Frenoligero Alias Pind.2  
Frenobrusco Alias Pind.3  
Ddrd.7 = 1 : Portd.7 = 1  
Luza Alias Portd.7  
Ddrc.3 = 1 : Portc.3 = 0  
Buzzer Alias Portc.3  
Ddrc.4 = 1 : Portc.4 = 0  
Ddrc.5 = 1 : Portc.5 = 0  
Ddrc.6 = 1 : Portc.6 = 0  
Ddrc.7 = 1 : Portc.7 = 0  
Vp1 Alias Portc.4  
Vp2 Alias Portc.5  
Vd Alias Portc.6
```

```
Vr Alias Portc.7
Ddrb.7 = 1 : Portb.7 = 0
Led Alias Portb.7
```

```
Cls
Locate 1 , 1
Lcd "control    "
Locate 2 , 1
Lcd " ABS  "
Waitms 500
```

```
Luza = 0
Cls
```

```
Set Luz
Set Vp1
Set Vp2
Set Vd
Set Vr
Waitms 250
Reset Vp1
Reset Vp2
Reset Vd
Reset Vr
Tem0 = 0
Tem1 = 0
Print "6"
Wait 1
Print "6"
Luza = 1
```

```
Do
Toggle Led
Reset Vp1
Reset Vp2
Reset Vd
Reset Vr
Cls
A = Getadc(0)
S = A * K
Tem = S * 25
Locate 1 , 1
Lcd "RPM = " ; Tem
Locate 1 , 10
Lcd " "
Waitms 250
```

```
Gosub Ruedas
```

```
If Frenoligero = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr ligero"
If Br = 0 Then
Waitms 50
Gosub Bibr
```

```
End If
End If
```

```
If Frenoligero = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr ligero"
If Bd = 0 Then
Waitms 50
Gosub Bibd
End If
End If
```

```
If Frenoligero = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr ligero"
If Bi = 0 Then
Waitms 50
Gosub Bibi
End If
End If
```

```
If Frenoligero = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr ligero"
If Bf = 0 Then
Waitms 50
Gosub Bibf
End If
End If
```

```
If Frenoligero = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr ligero"
Waitms 1500
If Frenoligero = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd " inicia  "
Waitms 50
Gosub Fl
End If
```

```
End If
```

```
If Frenobrusco = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr brusco"
If Br = 0 Then
Waitms 50
Gosub Bibr
End If
End If
```

```
If Frenobrusco = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr brusco"
```

```

If Bd = 0 Then
Waitms 50
Gosub Bibd
End If
End If

```

```

If Frenobrusco = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr brusco"
If Bi = 0 Then
Waitms 50
Gosub Bibi
End If
End If

```

```

If Frenobrusco = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr brusco"
If Bf = 0 Then
Waitms 50
Gosub Bibf
End If
End If

```

```

If Frenobrusco = 0 Then
Locate 2 , 1
Lcd "fr brusco"
Wait 2
If Frenobrusco = 0 Then
Waitms 250
Gosub Fb
End If
End If

```

Ruedas:

```
Incr R
```

```
If R = 100 Then
```

```

If Tem > 0 And Tem < 20 Then
Print "1"
End If

```

```

If Tem > 20 And Tem < 40 Then
Print "2"
End If

```

```

If Tem > 40 And Tem < 60 Then
Print "3"
End If

```

```

If Tem > 60 And Tem < 80 Then
Print "4"
End If

```

```

If Tem > 80 And Tem < 160 Then
Print "5"
End If

```

```

R = 0
End If
Return

```

```
Fl:
```

```
If Tem > 0 And Tem < 30 Then
```

```

Reset Vp1
Reset Vp2
Reset Vd
Reset Vr
Waitms 500
End If

```

```
If Tem > 30 And Tem < 70 Then
```

```

For P = 0 To 2
If Frenoligero = 0 Then

```

```

Set Vp1
Print "6"
Set Vp2
Print "7"
Reset Vd
Reset Vr
Waitms 500
Reset Vp1
Reset Vp2
Reset Vd
Reset Vr
Waitms 500
End If
Next
End If

```

```
If Tem > 70 Then
```

```

For P = 0 To 3
If Frenoligero = 0 Then

```

```

Set Vp1
Print "6"
Set Vp2
Print "7"
Set Vd
Print "8"
Set Vr
Waitms 500
Reset Vp1
Reset Vp2
Reset Vd
Reset Vr
Waitms 500
End If
Next
End If
Return

```



```
Reset Vd
Reset Vr
Waitms 500
End If
Next
```

```
Return
```

```
Bibf:
For P = 0 To 3
If Frenoligero = 0 Or Frenobrusco = 0
Then
Reset Vp1
Reset Vp2
```

```
Set Vd
Reset Vr
Waitms 500
Reset Vp1
Reset Vp2
Reset Vd
Reset Vr
Waitms 500
End If
Next
Return
```

```
End
```

ANEXO E. PROGRAMACIÓN DE ATTINY2313

```
$regfile = "attiny2313.dat"  
$crystal = 8000000
```

```
Ddrd.4 = 0  
Portd.4 = 1
```

```
Dim In_caracter As String * 1  
On Urx Getchar  
Enable Interrupts  
Enable Urx
```

```
'PARA INTERRUPCION SERIAL
```

```
Enable Interrupts  
Enable Int0  
On Int0 Int0frenar  
Enable Int1  
On Int1 Int1frenar
```

```
Ddrb.0 = 1 : Portb.0 = 0  
Ddrb.1 = 1 : Portb.1 = 0  
Ddrb.2 = 1 : Portb.2 = 0  
Ddrb.3 = 1 : Portb.3 = 0  
Ddrb.4 = 1 : Portb.4 = 0  
Ddrb.5 = 1 : Portb.5 = 0  
Ddrb.6 = 1 : Portb.6 = 0  
Ddrb.7 = 1 : Portb.7 = 0
```

```
I = 10  
Wait 3  
Set A  
Set B  
Set C  
Set D  
Set D  
Set E  
Set F  
Set G  
Set H  
Wait 1  
Reset A  
Reset B  
Reset C  
Reset D  
Reset D  
Reset E  
Reset F  
Reset G  
Reset H
```

```
A Alias Portb.0  
B Alias Portb.1  
C Alias Portb.2  
D Alias Portb.3  
E Alias Portb.4  
F Alias Portb.5  
G Alias Portb.6  
H Alias Portb.7  
Ddrd.5 = 0 : Portd.5 = 1  
Libera Alias Pind.5  
Ddrd.6 = 1 : Portd.6 = 0  
Sensor Alias Portd.6  
Ddrd.4 = 0 : Portd.4 = 1  
Fallasensor Alias Pind.4
```

```
Do
```

```
Dim I As Byte  
Dim Pulso As Long  
Dim X As Bit  
Dim Y As Bit  
Dim Z As Bit
```

```
If Fallasensor = 0 Then  
X = 0  
Else  
X = 1  
End If  
Gosub Sec1  
Waitms I  
Loop
```

```
Gosub Sec4  
Waitms I  
Gosub Sec3  
Waitms I  
Gosub Sec2  
Waitms I
```

```
Getchar:  
In_caracter = Inkey()  
Select Case In_caracter
```

```

    Case "1" 'CASO PULSANTE 1
I = 200
    Case "2" 'CASO PULSANTE 2
I = 150
    Case "3" 'CASO PULSANTE 2
I = 100
Sec1:
Sensor = X
Set A
Reset B
Reset C
Reset D
Set E
Reset F
Reset G
Reset H
Return

Sec2:
Reset Sensor
Reset A
Set B
Reset C
Reset D
Reset E
Set F
Reset G
Reset H
Return
Sec3:
Reset A
Reset B
Set C
Reset D
Reset E
Reset F
Set G
Reset H
Return

Sec4:
Reset A
Reset B
Reset C
Set D
Reset E
Reset F
Reset G
Set H
Return

Int0frenar:

```

```

    Case "4" 'CASO PULSANTE 2
I = 50
    End Select
Return

If Libera = 1 Then
Gosub Sec4
Waitms I
Gosub Sec3
Waitms I
Gosub Sec2
Waitms I
Gosub Sec1
Waitms I
    Else
Set A
Set B
Set C
Set D
Set E
Set F
Set G
Set H
End If

Return

Int1frenar:

If Libera = 1 Then
Gosub Sec4
Waitms I
Gosub Sec3
Waitms I
Gosub Sec2
Waitms I
Gosub Sec1
Waitms I
    Else
Set A
Set B
Set C
Set D
Set E
Set F
Set G
Set H
End If
Return

End

```


CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL ABS PARA EL BANCO DE FRENOS NEUMÁTICOS, DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE PATIO - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”, fue desarrollado por **Luis Marcelo Arellano Rodríguez** y **Santiago David Noriega Brito**, bajo nuestra supervisión cumpliendo con normas estatutarias establecidas por la ESPE en el reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Latacunga, Mayo del 2013

Ing. Juan Castro
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Mauricio Cruz
CODIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Juan Castro
DIRECTOR DE CARRERA DE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Dr. Rodrigo Vaca
SECRETARIO ACADÉMICO