



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ.

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO
EN EL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS.

REALIZADO POR:

CARLOS JAVIER CHANGO PERICHE.

LATACUNGA - ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo teórico – práctico fue realizado en su totalidad por el Señor, Carlos Javier Chango Periche, bajo nuestra dirección.

Ing. Juan Castro.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Esteban López.

CODIRECTOR DE TESIS

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. JUAN CASTRO. (DIRECTOR)

ING. ESTEBAN LÓPEZ. (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN EL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS” realizado por el señor: Chango Periche Carlos Javier ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el reglamento 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 empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato digital y se autorizan al señor CHANGO PERICHE CARLOS JAVIER que lo entregue al ING. JUAN CASTRO CLAVIJO, en su calidad de Coordinador de Carrera.

Latacunga, Julio del 2008

Ing. Juan Castro.

DIRECTOR

Ing. Esteban López.

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Chango Periche Carlos Javier

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN EL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva , respetando derechos intelectuales de terceros , conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

Latacunga, Julio del 2008.

Chango Periche Carlos J.

C.I. 180375410-8

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Chango Periche Carlos Javier

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo de grado “DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN EL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Julio del 2008.

Chango Periche Carlos J.

C.I. 180375410-8

AGRADECIMIENTO

“El agradecimiento es una de las mayores virtudes de toda persona”

Mis mas sincero agradecimiento a Dios, por colocar junto a mi a personas tan maravillosas y llenas de esfuerzo y sacrificio que no dudaron ningún momento en apoyarme como son mis padres.

De igual manera mi gratitud a las personas que con su apoyo desinteresado y humanitario hicieron posible la culminación de esta etapa de mi vida, padre Arnorld Huber y padre Ignacio Caizabanda.

A mis hermanas, tíos y primos, que en su debido momento estuvieron a mi lado ayudando para alcanzar mi meta.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado, a las personas que siempre confiaron en mi, mis padres que desde mi infancia me enseñaron que el sacrificio es el único camino a la superación.

A mis hermanas que con su cariño, comprensión y dedicación me inspiraron a alcanzar mi meta.

A quienes me apoyaron en los momentos críticos y gracias a ellos pude seguir mi sueño, padre Arnold Huber y padre Ignacio Caizabanda.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA	
CERTIFICACIÓN	ii
CERTIFICADO	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iv
AUTORIZACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE	viii
Introducción.....	1

I. SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS

1.1 FUNDAMENTOS DE LOS FRENOS NEUMÁTICOS.....	3
1.2.1.1.1 El Aire comprimido.....	4
1.1.2 Funcionamiento de los frenos neumáticos.....	5
1.2 PARTES DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS.....	6
1.2.1 Sistema de alimentación	7
1.2.1.1 Compresor	8
1.2.1.1.2 Compresor de autocamión	8
1.2.1.2 Regulador de presión	9
1.2.1.3 Depósitos de aire	12

1.2.1.4. Válvulas de retención	15
1.2.1.5. Válvula de protección de cuatro vías	16
Principio de funcionamiento de la válvula de protección de cuatro vías	17
1.2.1.6. Dispositivos de anti congelamiento	20
1.2.1.6.2 Dispositivos con alcohol	21
Principio de funcionamiento del dispositivo con alcohol	22
1.2.1.6.3 Dispositivos con secador de aire	23
Dispositivos con secador de aire del tipo de torre sencilla	23
1.2.1.7 Válvula de drenaje y racores de prueba	25
1.2.1.7.1 Racores de prueba	26
1.2.2. Sistema operativo	27
1.2.2.1. Sistema operativo de los frenos delanteros y traseros	27
1.2.2.1.1. Pedal de freno	28
1.2.2.1.2. Válvula de liberación rápida	28
1.2.2.1.3. Válvula relé	30
1.2.2.1.4. Válvula sensible a la carga	30
1.2.2.1.5. Manómetro de presión	31
1.2.2.1.6. Cilindro de frenos de resorte (Pulmones)	32

1.2.2.2. Sistema operativo de los frenos de estacionamiento	34
1.2.2.2.1. Mando manual del freno de estacionamiento	35
1.2.2.2.2. Válvula de bloqueo	36
1.2.2.2.3. Racor de bomba	37
1.2.2.2.4. Válvula relé y válvula de dos vías	37
1.2.2.2.5. Indicador de baja Presión	38
1.2.2.3. Sistema de los frenos de remolque	39
1.2.2.3.1. Mando manual de freno de remolque	39
1.2.2.3.2. Válvula de mando de los frenos de remolque	40
1.2.2.3.3. Válvula de dos vías	40
1.2.2.3.4. Acoplamiento	41
1.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL FRENO NEUMÁTICO	41
1.3.1 Ventajas	41
1.3.2 Desventajas	42
1.4 ANOMALÍAS CAUSAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICO	43
Anomalías por causa de fallas en el Regulador de Presión	43
Anomalías por causa de fallas en el pedal de freno	44

Anomalías por causa de fallas en el compresor	45
---	----

II. DISEÑO Y SELECCIÓN DE MATERIALES PARA EL MÓDULO DE SIMULADOR DE FALLAS

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	46
2.2 ESQUEMATIZACIÓN NEUMÁTICA	47
2.3. DISEÑO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO	48
.3.1. Circuito de salida	48
2.3.2. Circuito de transmisión de datos	50
2.3.3. Selección de elementos	51
2.3.3.1. Elementos actuadores	51
2.3.3.2. Selección de elementos de control y comunicación	52
Microcontrolador	52
TERMINALES DE ENTRADA Y DE SALIDA	53
Interface de comunicación	55
Elementos de salida	56
Alimentación de voltaje	56

2.3.3 Circuito de control de los voltajes del transistor y relé	57
2.4 PARÁMETROS Y SEÑALES CONSIDERADAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO	58
2.5 TIPOS DE COMUNICACIÓN Y SUS SEÑALES DE OPERACIÓN	58
2.5.1. Comunicación serial	58
2.5.1.1. Especificaciones eléctricas	59
2.5.1.2. Especificaciones mecánicas	59
2.5.1.3. Tipos de transferencias de datos	61
2.5.1.4. Protocolo de comunicación	61

III. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL SIMULADOR DE FALLAS DE FRENOS NEUMÁTICOS

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	63
3.2. DISEÑO DEL SOFTWARE	65
3.2.1. Diseño de software para el micro controlador	65
3.2.2 Diseño de software para el computador	68
3.3. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL CIRCUITO IMPRESO	71

3.4. ACOPLAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL	73
---	----

3.4.1. Montaje de las Electroválvulas	73
---	----

IV. PRUEBA DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

4.1 PRUEBA E IMPLEMENTACIÓN DE VARIAS ANOMALÍAS	76
---	----

4.1.1 Implementación de anomalías	76
---	----

REGULADOR NO DESCARGA A LA ATMOSFERA	77
--	----

EL REGULADOR CORTA Y REENGANCHA CON MUCHA FRECUENCIA	78
--	----

ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO	79
--	----

ANOMALÍA DE LA VÁLVULA RELÉ	80
-----------------------------------	----

LÍNEA DE ALIMENTACIÓN ROTA DE FRENOS POSTERIORES	81
--	----

ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE REMOLQUE	82
---	----

ANOMALÍA EN LOS PULMONES DE FRENO DE REMOLQUE	83
---	----

ANOMALÍA EN EL PEDAL AL APLICAR LOS DE SERVICIO	84
---	----

ANOMALÍA EN EL INTERRUPTOR DE LUZ DE PARADA	85
---	----

EVALUACIÓN	86
------------------	----

4.2 PROCEDIMIENTO CORRECTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS	89
--	----

4.3 MÉTODOS Y PROCESOS DE MANTENIMIENTO	92
---	----

CONCLUSIÓN	93
------------------	----

RECOMENDACIÓN.....	95
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1. Funcionamiento de freno neumático	5
Figura 1.2. Sistema de alimentación	7
Figura 1.3. Conjunto de piezas que forman la placa de las válvulas en un compresor de autocamión	9
Figura 1.4. Aspecto seccionado de un compresor típico de autocamión	9
Figura 1.5. Regulador de presión	9
Figura 1.6. Esquema en corte de un mecanismo general de regulador de presión	10
Figura 1.7. Conjunto de los depósitos de una instalación de un sistema de alimentación de aire comprimido en un autocamión	12
Figura 1.8. Válvula de retención Posición de paso de aire	15
Figura 1.9. Válvula de retención Posición de cerrado	16
Figura 1.10. Válvula de cuatro vías	16
Figura 1.11. Composición interior de los elementos que forman una válvula de protección de cuatro vías de la marca BENDIX	18
Figura 1.12. Esquema de un dispositivo de anti congelamiento por el sistema de evaporador de alcohol	22
Figura 1.13. Aspecto exterior del dispositivo de anti congelamiento por el sistema de, secador de aire con torre sencilla	23
Figura 1.14. Esquema del funcionamiento de un dispositivo de anticongelamiento por el sistema de secado del aire con torre sencilla	24
Figura 1.15. válvula de drenaje	25
Figura 1.16. Racores de prueba	26

Figura 1.17. Sistema operativo de los frenos delanteros y traseros	27
Figura 1.18. Pedal de freno	28
Figura 1.19. Válvula de liberación rápida	29
Figura 1.20. Válvula relé	30
Figura 1.21. Válvula sensible a la carga	31
Figura 1.22. Manómetro de presión de doble indicación	32
Figura 1.23. Pulmones	33
Figura 1.24. Sistema operativo de los frenos de estacionamiento	34
Figura 1.25. Mando manual del freno de estacionamiento	35
Figura 1.26. Aspecto exterior de una válvula de bloqueo	36
Figura 1.27. Racor de bomba	37
Figura 1.28. Conjunto Válvula relé y válvula de dos vías	37
Figura 1.29. Indicador de baja presión	38
Figura 1.30. Mando manual de freno de remolque	39
Figura 1.31. Válvula de Mando de los frenos de remolque	40
Figura 1.32. Acoplamiento	41
Figura 2.1. Mapa esquemático del sistema de control	47
Figura 2.2. Esquema neumático	48
Figura 2.3. Circuito de salida	49
Figura 2.4. Circuito de transmisión de datos	50

Figura 2.5. Diagrama esquemático de activación de una electroválvula	51
Figura 2.6. Microcontrolador	55
Figura 2.7. Interface TTL – RS 232	55
Figura 2.8. Relé electromagnético y diodo en antiparalelo	56
Figura 2.9. Circuito de alimentación de voltaje	56
Figura 2.10. Especificaciones eléctricas del estándar RS 232	59
Figura 2.11. Conector DB25 y DB9	60
Figura 2.12. Conexión simple de tres líneas	62
Figura 3.1. Montaje de elementos en el protoboard	63
Figura 3.2. Diagrama de bloque del circuito electrónico	64
Figura 3.3. Vista de la pantalla en sistema de frenos	69
Figura 3.4. Pantalla de Implementación de fallas	69
Figura 3.5. Pantalla de anomalías	70
Figura 3.6. Pantalla de Ayuda	70
Figura 3.7. Pantalla del circuito impreso	71
Figura 3.8. Figura impresa	72
Figura 3.9. Placa terminada	72
Figura 3.10. Montaje de electroválvula	73
Figura 3.11. Montaje de la Placa Electrónica	74

Figura 3.12. Conexión de electro válvulas a placa electrónica	74
Figura 3.13. Conexión de manómetros	75
Figura 3.14. Posición de los manómetros en el tablero	75
Figura 4.1. Manómetros para análisis en el tablero	77
Figura 4.2. REGULADOR NO DESCARGA A LA ATMOSFERA	77
Figura 4.3. EL REGULADOR CORTA Y REENGANCHA CON MUCHA FRECUENCIA	78
Figura 4.4. ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO	80
Figura 4.5. ANOMALÍA DE LA VÁLVULA RELÉ	81
Figura 4.6. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN ROTA DE FRENOS POSTERIORES	82
Figura 4.7. ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE REMOLQUE	83
Figura 4.8. ANOMALÍA EN LOS PULMONES DE FRENO DE REMOLQUE	84
Figura 4.9. ANOMALÍA EN EL PEDAL AL APLICAR LOS DE SERVICIO	85
Figura 4.10. ANOMALÍA EN EL INTERRUPTOR DE LUZ DE PARADA	86
Figura 4.11. Pantalla de evaluación 1	87
Figura 4.12 Pantalla de evaluación 2	87
Figura 4.13 Pantalla de evaluación 3	88
Figura 4.14 Pantalla de evaluación 4	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1 Anomalías por causa de fallas en el Regulador de Presión	43
Tabla I.2 Anomalías por causa de fallas en el pedal de freno	44
Tabla I.3 Anomalías por causa de fallas en el compresor	45
Tabla II.1 Conexión electrónica	49
Tabla II.2 Tabla de características de a electroválvula	52
Tabla II.3 Asignación de pines del estándar RS 232	60
Tabla III.1 Elementos que componen la placa eléctrica	64

ÍNDICE DE ANEXOS.

ANEXO A <u>PIC 16F876A</u>	98
ANEXO B <u>MAX 232</u>	102
ANEXO C <u>PROGRAMA DE CONTROL EN VISUAL BASIC</u>	106

INTRODUCCIÓN

La tecnología y los avances que día a día se obtienen nos permiten cada vez tener mejores herramientas, al considerar la preparación técnica y académica del Ingeniero Automotriz de la ESPE sede Latacunga ponga en practica los conocimientos adquiridos y este en la capacidad de resolver problemas en este campo y otros afines. Por este motivo me he permitido realizar una investigación y aplicación de un sistema de entrenamiento de frenos de aire comprimido, la misma es de gran importancia en el campo automotriz y académico porque permite que el futuro ingeniero automotriz obtenga los suficientes conocimientos en este campo con una herramienta de enseñanza que va acorde con los avances tecnológicos.

En la mayoría de las herramientas de aprendizaje de la universidad se puede realizar prácticas en las cuales se desarma, se analiza los componentes, se arma y de esta manera se conoce las partes y el funcionamiento de un sistema, pero no se puede analizar de forma real las anomalías, causas y soluciones que estas presentan.

Al implementar esta importante herramienta de aprendizaje en el laboratorio de mecánica de patio beneficiamos al docente optimizando su enseñanza, pero principalmente ayudamos al estudiante a tener un aprendizaje de primer nivel ya que le ayuda a tener un óptica real del funcionamiento real y sus posibles anomalías.

Este trabajo de investigación consta de cuatro capítulos.

El primer capítulo muestra de forma detalla las partes y el funcionamiento de sistema de frenos neumáticos.

El segundo capítulo trata de los parámetros considerados para efectuar este proyecto, también de la descripción de los elementos electrónicos a usarse.

El tercer capítulo se enfoca en la construcción del circuito electrónico, consta de todos los pasos seguidos para el mismo además muestra el acople de los diferentes elementos de control.

El cuatro capitulo hace referencia a la utilización del programa, de el proceso correcto para la activación e implementar las diferentes anomalías, además consta un proceso para mantener el equipo en buenas condiciones.

CAPITULO I

SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS

Introducción.

Hoy en día la mayoría de los vehículos de medio tonelaje y por su puesto de gran tonelaje van provistos de un sistema de frenos neumáticos.

Con este sistema es posible conseguir elevadas presiones que normalmente un ser humano no consigue con el solo hecho de pisar el pedal, ya que las zapatas que son de gran tamaño y necesitan gran fuerza en su aplicación. Para obtener esta gran fuerza se ha estudiado un sistema auxiliar que ayuda al conductor a aplicar esa gran fuerza necesaria en las zapatas mediante el aire comprimido y sus diferentes válvulas que la controlan.

1.3 FUNDAMENTOS DE LOS FRENOS NEUMÁTICOS.

1.1.1 El Aire comprimido.

Es importante saber todas las características que la comprensión del aire y su elevación a valores de presión puede aportar a un sistema cualquiera, en el que se necesite una fuerza importante para accionar cualquier mando. Ello entra en el terreno de la neumática, una parte de la física que, dentro del estudio de los fluidos, constata las características propias del comportamiento propio del aire, de notable importancia en su aplicación en la automoción.

Desde el punto de vista de los frenos, será necesario realizar solo unas breves consideraciones del comportamiento del aire cuando es sometido a compresión, y en estas consideraciones, es almacenado y posteriormente dirigido por válvulas hasta su punto de destino, donde se le encomienda y llega a realizar algún determinado trabajo.

Cuando el aire es sometido a la acción de un compresor, lo que este hace es reducirlo de tamaño, o sea, hacer que ocupe mucho menos espacio que el que ocupa en estado natural. En estas condiciones, el aire, que se mantiene en la atmósfera a una presión determinada, aumenta su presión en la misma medida que es comprimido, de modo que, por este procedimiento puede llegar a ocupar muy poco espacio y por otra parte estar sometido a una alta presión.

Para efectuar esta operación de comprimir el aire es necesario aportar una energía de la que se vale el compresor; pero el aire puede devolver después buena parte de esta energía cuando es liberado.

En lo que respecta a la instalación de frenos de aire comprimido de los autocamiones, los valores de utilización se mantienen alrededor de los 6 bares, aun cuando, para ello y desde el compresor, deba comprimirse a valores cercanos a los 10 bares de presión.

Otra de las características destacables del aire es su facilidad a ser dirigido por medio de conductos con una respuesta muy rápida y, además, al ser vertido

después a la atmósfera como consecuencia de su final utilización, no resulta en absoluto contaminante, ya que vuelve en iguales condiciones.

1.1.2 Funcionamiento de los frenos neumáticos.

Este sistema emplea el aire comprimido para accionar el conjunto de zapatas de cada tambor o campanas.

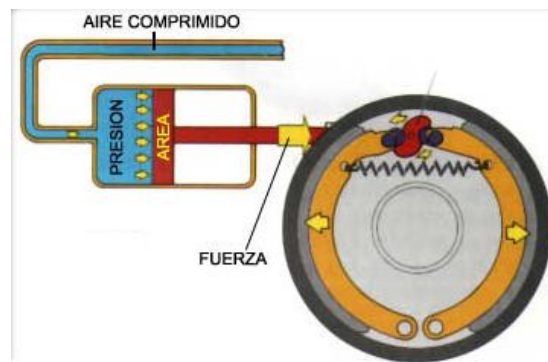


Figura 1.1. Funcionamiento de freno neumático.

Su funcionamiento comienza al accionar el freno, la válvula deja pasar el aire comprimido del depósito hacia las cámaras de freno de las campanas, las cuales, mediante levas de accionamiento, desplazan las zapatas y forros contra el tambor en su interior. Al soltar el pedal, la válvula corta el paso del aire a presión y permite a la vez que salga el aire acumulado en las tuberías y cámaras de freno. La acción de la bomba depende de la presión ejercida por el conductor sobre el pedal de freno.

La mayoría de los autocamiones de tonelaje medio y, por supuesto el total de gran tonelaje van provistos de un sistema de frenos a base de aire comprimido, puesto que requieren gran fuerza de aplicación.

Por medio del aire comprimido es posible conseguir elevadas presiones que están muy encima de las que puede conseguir un ser humano.

Los frenos de aire en realidad son tres sistemas de freno diferentes: los frenos de servicio, los frenos de estacionamiento, y los frenos de emergencia.

- El sistema de frenos de servicio aplica y libera los frenos cuando usted usa el pedal de freno durante el manejo normal.
- El sistema de frenos de estacionamiento aplica y libera los frenos de estacionamiento cuando usted usa el comando de los frenos de estacionamiento.
- El sistema de frenos de emergencia usa partes de los sistemas de los frenos de servicio y de los de estacionamiento para detener el vehículo en el caso de que ocurra una falla en el sistema de frenos.

1.2. PARTES DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS.

Vistas las facilidades que el aire puede aportar como fluido capaz de almacenar energía y debido a las elevadas cantidades de energía que es preciso aplicar contra los mandos que sirven para frenar las ruedas (zapatas y tambor), la presencia del aire comprimido se ha mostrado como la más eficiente para encomendarle este trabajo. De acuerdo con ello, los equipos de frenos de aire comprimido se han mostrado como los más utilizados por parte de los ingenieros para conseguir accionar y controlar frenos de los autocamiones medios y grandes.

Si queremos efectuar un estudio más detallado de un circuito neumático de estas características, hemos de dividirlo en los tres principales subsistemas que lo componen y su estudio por separado nos permitirá conocer mejor la totalidad del conjunto. Considerando desde este punto de vista, podemos decir que un circuito general de frenos de aire comprimido está integrado por los siguientes subsistemas:

- Sistema de alimentación.
- Sistema operativo.
- Sistema mecánico.

1.2.1. Sistema de alimentación.

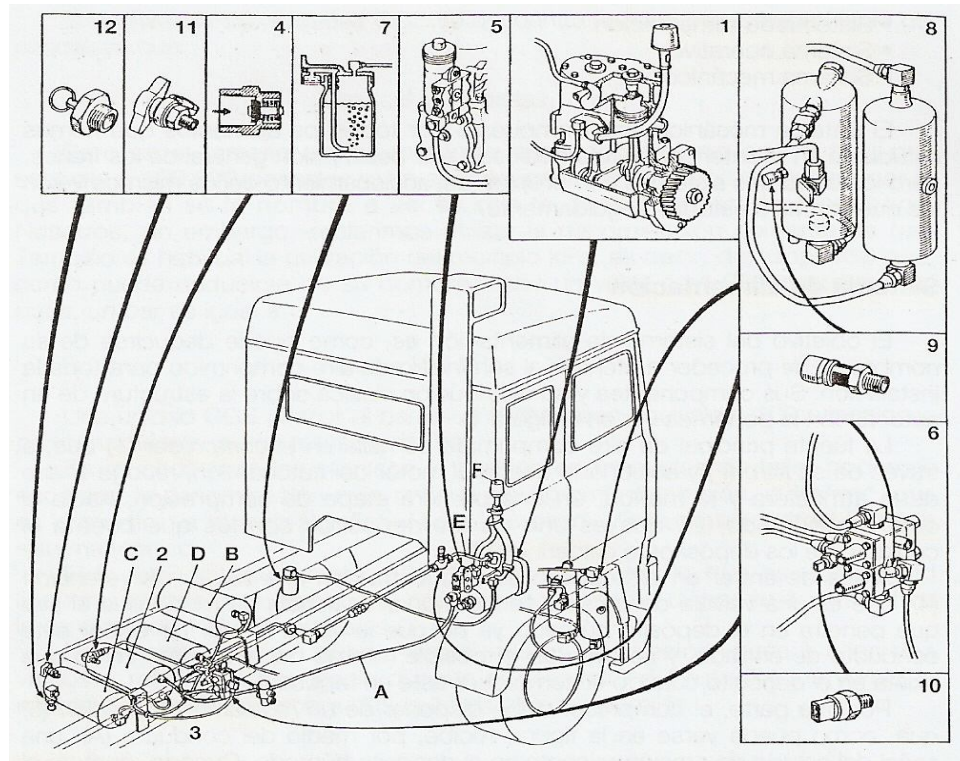


Figura 1.2. 1, compresor. 2, depósito húmedo. 3 conjunto de los depósitos o calderines. 4, válvula de retención, 5, regulador de presión. 6, válvula de protección de cuatro vías. 7, dispositivo de anti congelamiento con evaporador de alcohol. 8, dispositivo de anti congelamiento con secador de aire. 9, válvula de seguridad en diferentes dispositivos. 10, indicador de baja presión del depósito del freno de estacionamiento freno del remolque. 11, racor de prueba. 12, válvula de drenaje. A, conducto de aire desde el compresor al depósito húmedo. B, depósito del freno delantero. C, depósito del freno trasero. D, depósito del freno de estacionamiento E, conducto del compresor al depósito húmedo. F, filtro de aire del compresor.

El objetivo del sistema de alimentación es, como puede deducirse de su

nombre, es el de suministrar aire comprimido para toda la instalación. Sus componentes y su distribución clásica sobre la estructura de un autocamión la podemos ver en la figura.

1.2.1.1 Compresor.

El compresor es la máquina mediante la cual es posible la compresión del aire. Por tanto, se trata no solamente de la máquina más importante del circuito de alimentación, sino también del elemento básico de todo el equipo. Los compresores pueden ser de diversos diseños (volumétricos, centrífugos, de tornillo, etc.), pero los más utilizados en los autocamiones son los llamados compresores alternativos o de pistones que, aunque resultan algo ruidosos y propensos a la vibración, son, sin embargo, los que hasta el momento han dado mejores resultados y su relación precio/servicio es la más favorable.

Cuando el pistón ha llegado a su P.M.I. el cilindro ha recogido la máxima cantidad de aire posible, y cuando el pistón invierte su carrera y empieza a ascender, aumenta la presión en el interior del cilindro y la válvula (4) se cierra.

En estas condiciones y ante la presión que asciende a gran velocidad por la compresión del aire, la válvula (5) se abre y manda el aire comprimido al circuito de la instalación neumática y más concretamente al depósito (7), desde donde será posteriormente distribuido este fluido.

Al cabo de un tiempo, de funcionamiento del equipo el depósito (7) se va llenando de aire pero, como el compresor sigue funcionando el aire no tiene más remedio que irse comprimiendo hasta conseguir valores elevados de cada vez más alta presión estimada en varios bares.

1.2.1.1.2 Compresor de autocamión.

De un tipo semejante al descrito es el que constituye los compresores utilizados con el fin de alimentar su sistema de aire, en los autocamiones. El compresor es

accionado desde un piñón perteneciente a la cadena cinemática de la distribución y actúa sobre el piñón (1) del mismo compresor. Este piñón se encuentra solidario del cigüeñal (2), de modo que los pistones se mueven alternativamente, arrastrados desde el piñón (1). Cuando los pistones se desplazan desde su P.M.S. a su P.M.I. hacen que se abran las válvulas de admisión, las cuales toman el aire (4) que se halla en contacto con el filtro de aire (5) cuando el pistón sube, comprime el aire que existe en su interior hasta una presión suficiente que pueda abrir la válvula de salida (6) desde donde el aire se dirige, por medio del conducto de salida (7), hacia el depósito que almacena el aire comprimido.

Figura 1.3. Conjunto de piezas que forman la placa de las válvulas en un compresor de autocamión. 1, conjunto de las válvulas. 2, junta de culata. 3, culata.

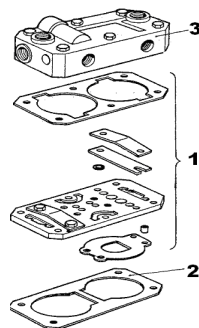
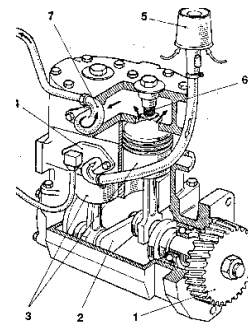


Figura 1.4. Aspecto seccionado de un compresor típico de autocamión. 1, piñón de arrastre. 2, cigüeñal. 3, pistones. 4, toma



1.2.1.2 Regulador de presión.

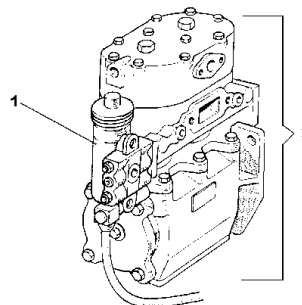


Figura 1.5 1, Regulador de presión 2, Compresor

La finalidad del regulador de presión es regular la carga del compresor

registrando la presión en el depósito inicial de aire del sistema, el depósito húmedo.

El compresor carga el sistema de aire comprimido hasta alcanzar una determinada presión operativa (7.0 8.0 bar.). Cuando se alcanza esta presión, el mecanismo de descarga del compresor recibe una señal neumática del regulador de presión que hace que se detenga la carga. Cuando la presión de funcionamiento del sistema disminuye en alrededor de 1.0 bar., desaparece la señal neumática del regulador de presión y el compresor reinicia la carga.

Funcionamiento del regulador.

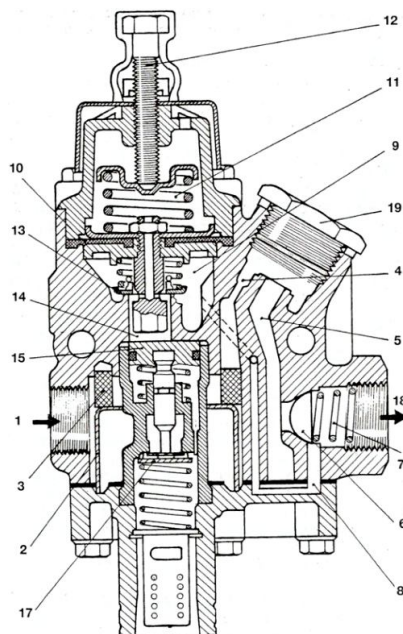


Figura 1.6. Esquema en corte de un mecanismo general de regulador de presión. 1, entrada del aire procedente de la válvula de salida del compresor. 2, tamiz. 3, filtro metálico. 4 y 5, conducto de paso. 6, válvula de asiento. 7, muelle de retención de la válvula de asiento. 8, conducto de traspaso. 9, cámara de presión. 10, membrana de control. 11, muelle antagonista de la membrana. 12, tornillo de reglaje. 13, válvula de paso. 14, cámara de empuje del pistón. 15, válvula de descarga. 16, conducto de derivación del aire principal a la atmósfera. 17, válvula de escape. 18, conducto de paso del aire comprimido hacia el depósito. 19, tapón de registro.

La entrada del aire comprimido, procedente del compresor, penetra en el regulador a través de su conducto de entrada (1). Desde este punto atraviesa un filtro de tamiz (2) y un filtro metálico (3) y, desde aquí, pasa por el conducto (4) desde donde se deriva por el nuevo conducto (5) hasta la válvula de asiento (6), Esta válvula se encuentra empujada por un muelle (7) y, además, por el empuje de la presión que reina en el interior del circuito que queda después de ella.

En estas condiciones indicadas, cuando hay una presión relativamente baja en el circuito, el aire levanta la válvula (6) y sale hacia el conducto (18) que manda la corriente de aire comprimido hacia el depósito de almacenaje del mismo. Sin embargo, parte del aire que levanta y pasa por esta válvula se deriva también por el conducto (8) del regulador y desde este punto pasa a la cámara (9). En esta cámara encontramos, en la parte superior de la misma, una membrana (10) cuya posición de cierre viene determinada por la presión ejercida sobre ella por el muelle (11), presión que esta debidamente regulada por medio del tornillo de ajuste (12).

Si la presión del aire en este punto se mantiene dentro de los valores de presión operativa, estas válvulas no intervienen, pero cuando la presión aumenta, llega a tener la suficiente fuerza como para desplazar la membrana (10) Y vencer la presión del muelle (11).

Cuando ello ocurre, se levanta con la membrana la válvula (13) y el aire puede penetrar hasta la cámara (14). La presión se hace ahora efectiva sobre la cabeza de la válvula de descarga (15).

Si la presión reinante sobre la cabeza de esta válvula de descarga (15) aumenta, el pistón que forma la válvula desciende y abre la salida de descarga (16). En este momento, el aire comprimido deja de circular hacia la válvula de asiento (6), de modo que el aire sale por el conducto (16) directamente a la atmósfera. En cuanto esto se produce, se queda sin presión la cámara (9) y ello hace que se vuelva a la situación inicial, es decir, el muelle (11) empuja la membrana (10), con lo que se cierra la válvula (13). En este momento se renueva la presión en el interior del

regulador y la corriente de aire comprimido puede pasar de nuevo por la válvula de asiento (6).

Este es el funcionamiento general en que suelen basarse la gran mayoría de los reguladores de presión de los equipos de aire comprimido para autocamiones. Muchos de estos reguladores poseen también un tapón de toma de aire comprimido, como el señalado con el número 19 en la misma figura 1.6, al cual puede aplicarse una manguera para utilizar esta fuerza con el fin de inflar los neumáticos, por ejemplo, o para cualquier otro uso de poca consideración de caudal.

1.2.1.3 Depósitos de aire.

Los depósitos de aire de un autocamión suelen ser cuatro, de los cuales uno de ellos es el depósito húmedo, que actúa como el depósito de regulación de los demás, ya que esta en contacto con ellos, y un conjunto de tres depósitos mas que sirven para cada uno de los frenos de cada eje y para el freno de estacionamiento.

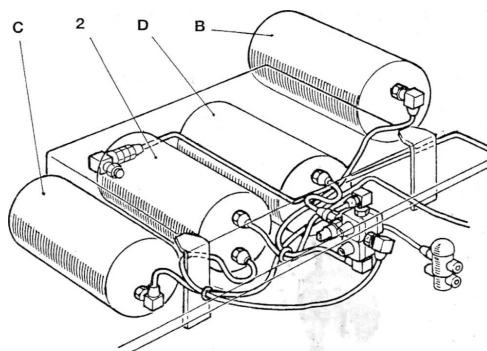


Figura 1.7. Conjunto de los depósitos de una instalación de un sistema de alimentación de aire comprimido en un autocamión. 2, depósito húmedo. B, depósito de los frenos delanteros. C, depósito de los frenos traseros. D, depósito de los frenos de estacionamiento.

En la figura 1.7. tenemos un ejemplo que nos muestra la colocación de estos cuatro depósitos y la señalización de la función de cada uno de ellos.

En primer lugar tenemos destacada la presencia del depósito húmedo (2), que es el primero en recibir el aire comprimido procedente del compresor y, a su vez, ejerce la función distribuidora para los demás depósitos de que consta el equipo de frenos.

Desde el depósito húmedo, pues, se distribuye el aire hacia los otros depósitos, los cuales son:

- El depósito B, que almacena el aire comprimido que se reserva exclusivamente para los frenos delanteros.
- El depósito C, que almacena el aire comprimido que se reserva exclusivamente para los frenos traseros.
- El depósito D, que almacena el aire comprimido que se reserva exclusivamente para los frenos de estacionamiento.

Propiedades de construcción de los depósitos.

El depósito húmedo suele fabricarse de acero para darle la oportunidad de tener una mayor resistencia, ya que debe contener, en determinados momentos, el aire a mayor presión que los restantes depósitos. También la disposición o configuración del equipo de frenos en una unidad tractora o en un largo, o la forma de estar diseñada la disposición de los frenos, puede dar lugar a una variación en la disposición o cantidad de depósitos de aire. Todo ello depende un poco del modelo del autocamión y de la misión que le asigne su diseñador en el momento de proyectarlo.

La construcción de los depósitos para estos fines de contener aire a presión debe mantenerse dentro de ciertas normas. En primer lugar, en lo que respecta al material de su construcción, se utiliza la plancha de acero, la cual acostumbra tener un grosor de entre 2,5 y 3,5 mm, según el servicio esperado del depósito en cuestión. En sus extremos siempre tienen forma abovedada para dar la mayor

resistencia al conjunto y soportar bien las presiones.

En lo que respecta a los autocamiones, la capacidad de cada uno de estos depósitos se puede establecer en valores muy amplios, según sea la instalación de aire comprimido a la que hay que atender. Se construyen depósitos de este tipo de 8 hasta 40 litros o más.

Se suele considerar que estos depósitos han de tener una vida útil segura durante un periodo de tiempo de alrededor de 10 años que, por otra parte, es el periodo medio de vida que se le suele dar a un vehículo industrial. En el caso de los depósitos previstos para una vida de 10 años, es necesario que vayan provistos de un tratamiento interno de protección anticorrosión.

La resistencia de los depósitos suele probarse por medio de pruebas que les hagan resistir presiones muchas veces el doble de aquellas para las que están contruidos. Si un depósito va a trabajar a valores de 9 bares, por ejemplo, y en determinados momentos puede tener que soportar valores de 10 bares, las pruebas de los depósitos deben realizarse de modo que soporten perfectamente los 20 bares. Esta prueba de resistencia da la mayor seguridad para su montaje en los autocamiones y hace prácticamente imposible que estos depósitos lleguen a estallar durante su largo periodo de vida y utilización.

Con respecto a su capacidad, cabe decir que están estudiados de tal forma que acumulen la suficiente cantidad de aire como para tener una reserva suficiente para frenar ocho veces a la presión mínima, sin que decaiga la presión de servicio; todo ello, claro esta, sin realimentación del depósito durante la prueba. En los frenos de estacionamiento se ha de conseguir, además, que el depósito disponga de una cantidad de aire suplementaria como para permitir desconectar los resortes al menos durante tres veces sin nueva aportación de aire comprimido al depósito.

1.2.1.4. Válvulas de retención.

Especialmente en las tuberías que están cerca de los depósitos, muchas veces formando parte incluso de los mismos racores de conexión, se encuentran instaladas unas válvulas muy sencillas, de un solo paso de circulación, que reciben el nombre de válvulas de retención.

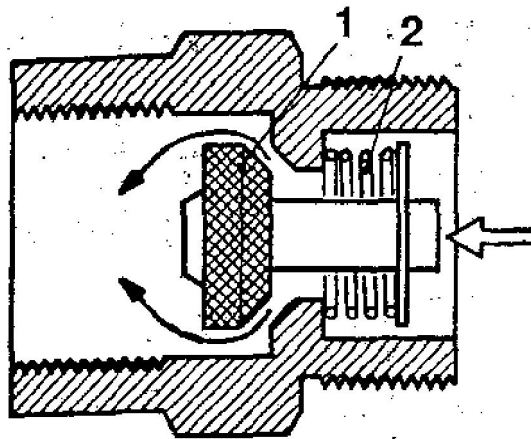


Figura 1.8. Posición de paso de aire

En la figura puede verse la disposición interna de una de estas válvulas, cuyo funcionamiento es bien sencillo. Se trata de una válvula de asiento (1) que cuando recibe el aire a presión en el sentido de circulación de carga (flecha blanca) de entrada al depósito, esta misma presión puede levantar fácilmente la válvula (1). El muelle (2) solamente tiene por misión sostener la válvula para que esta no se desplace por efecto de la misma presión de la corriente de aire que la atraviesa.

Cuando la presión reinante en la cara opuesta de la válvula (flecha negra) es superior a la presión de la parte que proviene del compresor, la misma presión de esta parte obliga a la válvula (1) a apretarse sobre su asiento, de modo que hace imposible el paso de esta presión a la zona contraria. Válvulas de este tipo ya son muy conocidas, y una de las más corrientes es la misma que se utiliza en los neumáticos para efectuar su inflado.

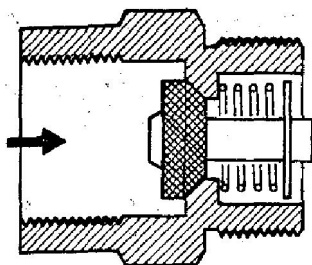


Figura 1.9. Posición de cerrado.

1.2.1.5. Válvula de protección de cuatro vías.

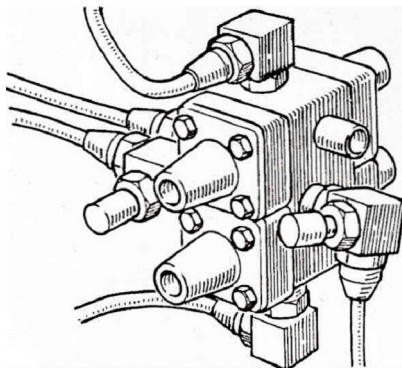


Figura 1.10. Válvula de cuatro vías

Finalidad.

La finalidad principal de la válvula de protección de cuatro vías es asegurar que si falla cualquier circuito, debido a una pérdida de aire, por ejemplo, no se vean afectados los demás circuitos.

Así pues, se trata de una válvula distribuidora que se hace cargo del aire a la presión de servicio en que se encuentra en el depósito húmedo y lo reparte, en una secuencia determinada, a cada uno de los depósitos de la instalación.

Además de esta función distribuidora, la válvula de protección de cuatro vías esta diseñada de tal modo que hace que, en primer lugar, la carga se distribuya a los

depósitos de las ruedas delanteras y traseras, que son las que mas lo necesitan por atender a las frenadas más importantes y de mayor emergencia. Cuando estos depósitos están provistos de su carga máxima, pasa a derivar el aire comprimido hacia el depósito del freno de estacionamiento, el cual es, por consiguiente, el último en ser atendido.

Principio de funcionamiento de la válvula de protección de cuatro vías.

En la figura 1.11, hemos de distinguir, en primer lugar, el orificio de entrada y los de salida del aire. La entrada del aire procedente del compresor o del depósito húmedo está señalada en el dibujo con la flecha que lleva la letra A. En cuanto el aire penetra en la válvula de protección, pasa a las cámaras 1 y 2, que se encuentran debajo de las válvulas V1 y V2.

Este aire no puede circular si no viene provisto de una presión que se encuentre ligeramente por encima de la presión de servicio, es decir, en el caso de las instalaciones que a nosotros nos interesa, alrededor de unos 8 bares 0 mas. Concretamente puede decirse que, en la mayoría de las instalaciones, estas válvulas se abren cuando los valores de presión se mantienen entre los 7,5 y los 7,8 bares como mínimo.

Si la presión es superior, entonces cuenta con la suficiente fuerza como para vencer la presión del muelle (3), y los pistones (4) se levantan de su asiento y dejan paso libre al aire comprimido. De este modo, el aire puede dirigirse a las salidas B, C, D y E, cada una de las cuales conduce el aire a cada uno de los depósitos de almacenamiento correspondientes a cada servicio necesario en el equipo de aire comprimido.

Antes de efectuar esta libre circulación, sin embargo, el aire ha de pasar primero por una cámara (5) en la que se encuentra el control de una válvula de retención (6) desde la cual llega a la nueva cámara 7 de salida.

Este es el funcionamiento del dispositivo mientras la presión de aire del

compresor sea superior a la presión a que se encuentran estos valores en los respectivos depósitos.

Cuando se detecta una baja presión por parte del compresor o del circuito de conducción del aire comprimido, el pistón de la válvula (V1 o V2 que corresponda a este circuito) se cerrará por el hecho de que la presión del muelle será más importante que la presión reinante en la base del pistón.

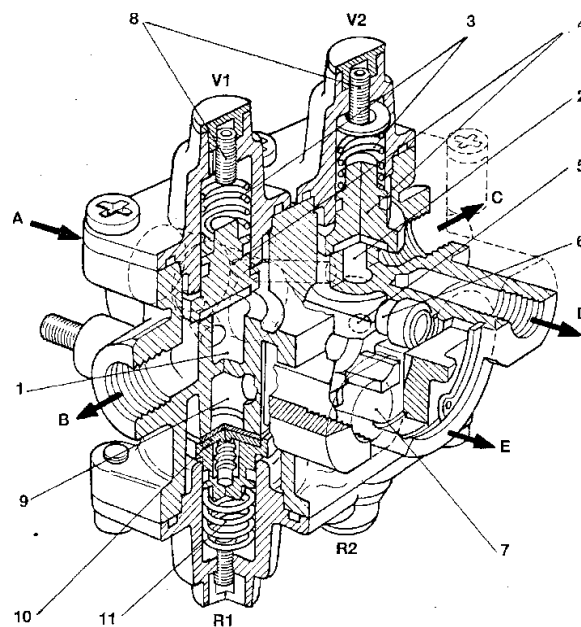


Figura 1.11. Composición interior de los elementos que forman una válvula de protección de cuatro vías de la marca BENDIX. A, conducto de entrada del aire comprimido procedente del compresor. B y C, conductos de alimentación de los frenos delanteros y traseros. D y E, conductos de alimentación de los frenos de estacionamiento y del remolque. 1 y 2, cámaras principales gemelas. 3, muelles de retención. 4, pistones principales de las válvulas V1 y V2. 5, cámara secundaria. 6, válvula de control o de retención. 7, conducto de salida. 8, tornillos de reglaje del valor de presión controlada. 9, cámara de las válvulas anti retorno R1 y R2. 10, cabeza de la válvula anti retorno. 11, muelle de presión de la válvula anti retorno.

Si la carga de presión observada es muy importante, el pistón podrá incluso cerrarse del todo impidiendo el paso del aire por este conducto. Esta característica es, además, reforzada por la acción de la válvula de retención (6).

Si el compresor continua trabajando, pronto consigue que el circuito hasta la válvula de protección aumente su presión, de modo que se vuelve a la situación inicial que se ha descrito. El reglaje de la presión del muelle (3) puede hacerse por medio del tornillo (8). En esta parte hemos visto como se produce la alimentación de los frenos principales (delanteros y traseros), los cuales son alimentados a través de los conductos B y C de la figura.

A continuación veamos como se comporta la alimentación de los frenos de estacionamiento y los del remolque (en caso de haberlos), función que se produce por medio de los conductos de salida D y E, controlados a su vez por medio de una pareja de válvulas antiretorno.

Observando el dibujo, vemos que en la parte inferior del mismo se encuentran dos nuevas válvulas, las señaladas con R1 y R2, las cuales son dos válvulas de antiretorno o de una sola dirección.

Al mismo tiempo que se produce el funcionamiento que hemos descrito en la parte alta, también el aire llega a la cámara 5 y a su gemela, la cámara 9.

Cuando el aire llega hasta aquí a la presión de servicio que se ha indicado al principio de este mismo apartado, se abre la válvula (10) y el pistón que la forma se separa permitiendo el libre paso del aire hacia los frenos de estacionamiento, en una de las válvulas de retención, ya los frenos del remolque, en la otra (ya que se trata de dos sistemas gemelos).

Pero si mientras se produce esta alimentación ocurre que uno de los depósitos, ya sea por fuga a por vaciado de ellos a causa de avería u otra causa, se encuentra a una presión muy baja, esta caída de presión se manifiesta en la válvula (10), y el muelle (11) de la misma obliga al pistón a cerrarse impidiendo el paso del aire por este conducto.

Llegados a esta punta ocurre que la presión en el interior de la válvula de protección de cuatro vías aumenta, y lo hace en beneficio de los conductos

superiores. Solamente cuando se han llenado al máximo los depósitos de aire de los frenos principales, delanteros y traseros, habrá llegado el momento de aumentar la presión en el interior de la válvula de protección de cuatro vías, y con este aumento de presión se volverá a abrir la válvula (10) para dejar paso al aire y para que, de esta manera, pase a llenar el depósito de los frenos considerados como menos importantes.

1.2.1.6. Dispositivos de anti congelamiento.

El aire que nos rodea es una mezcla gaseosa de cuerpos químicos que, además, puede estar impregnado de aportaciones significativas de otros elementos hasta cierto punto ajenos, tanto atmosféricos como recogidos durante el desplazamiento de la masa de aire a su paso por la superficie de la Tierra. En este sentido puede decirse que las aportaciones que nunca faltan, mezcladas con el aire, son las que constituyen la presencia de polvo y de humedad.

Cualquier aire que deba consumirse en el motor, deberá ser tratado para que se deshaga de las partículas indeseables o residuos perturbadores que el aire suele contener. En el caso del motor Diesel, ya vimos en su momento la necesidad de un filtrado muy escrupuloso del aire que el motor consume, en este caso para evitar que partículas microscópicas pero sólidas, de origen mineral, aceleren el desgaste de los materiales férreos de que se componen las válvulas y el tren alternativo de un motor.

Tal circunstancia se da también en el caso de los compresores, y por ello ya vimos que estas máquinas disponen también de su correspondiente filtro, que tiene la misión de purificar el aire y liberarlo de estas perjudiciales partículas sólidas.

Sin embargo, ello no es todo. En el caso de una instalación de aire comprimido no hemos de olvidar que el aire siempre va cargado, en mayor o menor medida, de residuos de agua incorporados en forma de vapor o humedad, durante el proceso de compresión esta humedad se convierte de nuevo en agua por el hecho de que,

en todo proceso de compresión, aparecen grandes cantidades de calor por medio de las cuales el agua contenida en el aire se evapora y se condensa.

Con la aparición del agua en el interior del circuito neumático se corre el peligro de que, frente a una determinada baja temperatura (que solo basta que sea inferior a los 5 °C sobre cero), el agua que se ha ido acumulando durante el acto de la compresión por un proceso continuo de condensación llegue a convertirse en cristales de hielo.

La formación de hielo dentro del circuito de aire comprimido resulta bastante peligrosa, ya que la capacidad del hielo para obturar los conductos o dificultar (cuando no impedir) el funcionamiento de las válvulas de retención, regulador, válvula de cuatro vías y otros dispositivos de alimentación o control, puede acarrear problemas de consideración en un circuito tan comprometido como es el de frenos.

Pero, además del tema del hielo, la simple presencia del agua ya resulta un inconveniente bastante perjudicial por las condiciones de oxidante que comporta, de modo que puede hacer especiales destrozos en las válvulas del sistema. Pero lo más importante es, sin duda, la presencia de hielo, que es lo que trata de eliminarse por medio de los diferentes dispositivos de anti congelamiento.

1.2.1.6.2 Dispositivos con alcohol.

La teoría en la que se basa este sistema consiste en la oportunidad de añadir al aire un elemento anticongelante, por medio del cual el agua no esté en condiciones fáciles para conseguir su condensación. El elemento anticongelante utilizado en estos dispositivos es el alcohol, el cual reúne perfectas condiciones de evaporación y controla las condensaciones por su aportación anticongelante al ser mezclado con el agua, es decir, su mayor resistencia a las bajas temperaturas antes de llegar a congelarse.

La teoría de este sistema consiste, pues, sencillamente en añadir al aire

pequeñas y reiteradas dosis de alcohol, en proporción más o menos adecuada a la posible cantidad de humedad que el aire contenga, de modo que se produzca esta resistencia a las bajas temperaturas y la congelación del agua condensada durante el funcionamiento del circuito sea mucho más difícil o improbable, dentro de las condiciones atmosféricas habituales.

Principio de funcionamiento del dispositivo con alcohol.

Como puede verse en este esquema, consta de un vaso o depósito de anticongelante (1), el cual se halla, en los dos tercios de su capacidad, lleno de alcohol (2).

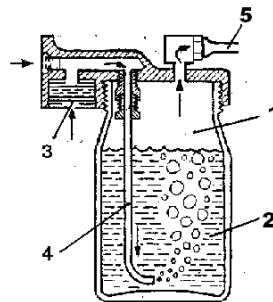


Figura 1.12. Esquema de un dispositivo de anti congelamiento por el sistema de evaporador de alcohol. 1, parte superior del vaso de almacenaje del alcohol. 2, alcohol. 3, conducto de entrada del aire. 4, tubo de aire hasta el fondo del depósito. 5, conducto de aspiración.

Cuando el compresor está cargando aire en el interior del circuito, al mismo tiempo crea el vacío en la parte alta del depósito (1). La característica fundamental de este vacío es que, al mismo tiempo, aspira aire procedente del exterior, cosa que hace a través de una toma de aire (3). El aire así aspirado se ve en la necesidad de seguir la trayectoria señalada por las flechas, de modo que circula por el conducto (4) hasta el fondo del depósito de alcohol

Desde este punto sale en forma de burbujas, elevándose hasta la parte superior del depósito (1), donde es aspirado por el conducto (5) que lo lleva hasta el compresor.

Cuando el aire pasa en forma de burbujas por el interior del alcohol, hace que una parte más o menos importante de este elemento se vaporice e impregne las burbujas de aire que ascienden por el líquido, de modo que el aire que se incorpora al circuito neumático resulta muy rico en alcohol y, por lo mismo, de un alto poder anticongelante. Este aire se reparte y mezcla posteriormente con todo el aire procedente de la atmósfera, de modo que el conjunto queda protegido.

1.2.1.6.3 Dispositivos con secador de aire.

Los dispositivos con secador de aire pueden ser del tipo de torre sencilla, con los cuales se atiende al secado de una cantidad de aire perfectamente compatible con un circuito de aire comprimido para frenos, o bien por medio de un dispositivo con secador de aire de dos torres, en cuyo caso su aplicación se lleva a cabo en instalaciones donde el consumo de aire pueda ser muy elevado, como es el caso, también en el terreno de los autocamiones, de los vehículos provistos de suspensión neumática.

Dispositivos con secador de aire del tipo de torre sencilla.

El vehículo esta equipado con un secador de aire, este reemplaza el dispositivo de anti congelamiento estándar con depósito de alcohol.

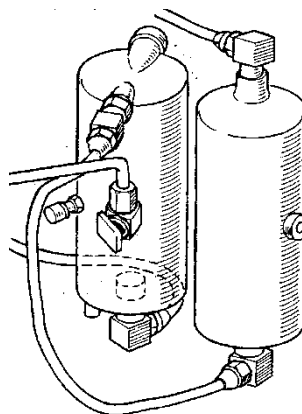


Figura 1.13. Aspecto exterior del dispositivo de anticongelamiento por el sistema de secador de aire con torre sencilla.

El secador de aire esta colocado entre el compresor y el depósito o tanque húmedo, y separa el agua de condensación y la suciedad del aire, al hacer que este pase a través de un recipiente que contiene un agente secador, antes de su trayecto ascendente hacia los depósitos de aire.

Principio de funcionamiento del dispositivos con secador de aire del tipo de torre sencilla.

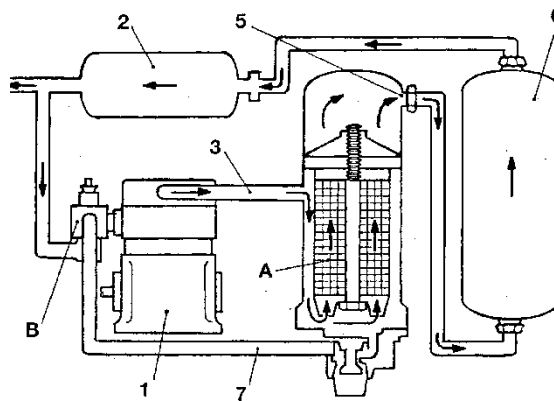


Figura 1.14. Esquema del funcionamiento de un dispositivo de anti congelamiento por el sistema de secado del aire con torre sencilla, en su fase de carga. 1, compresor. 2, depósito húmedo. 3, conducto de entrada del aire al depósito del agente secador. 4, agente secador. 5, conducto de salida. 6, depósito seco. 7, conducto de mando neumático procedente del regulador. 8, regulador.

El aire entra en el secador a través del conducto (3) y se ve forzado a atravesar un recipiente (4) en cuyo interior se encuentra un agente secador que está formado por gran cantidad de gránulos porosos, del tipo de células, que resultan altamente absorbentes y entre cuyas paredes queda cautiva la humedad que el aire contiene, de modo que cuando sale por la parte superior del secador y pasa por el conducto de salida (5) el aire está seco.

Para asegurar esta situación, el aire pasa a un nuevo depósito (5), denominado depósito seco, desde el cual pasará después a almacenarse en el depósito húmedo (2) en una situación en la que queda garantizada la inexistencia de formaciones de agua por condensaciones, de modo que, aun a temperaturas muy

frías, la presencia del hielo en el interior de los conductos o las válvulas puede asegurarse que ha va a producirse.

En la figura hemos visto, además, un conducto de control (7) que viene controlado por el regulador (8) que, en esta figura, se supone que se halla inactivo. Esta es la fase de carga, es decir, el funcionamiento del dispositivo con secador de aire mientras el compresor está proporcionando una presión al circuito superior a la presión de servicio.

1.2.1.7 Válvula de drenaje y racores de prueba.

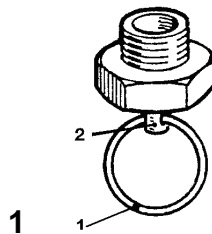


Figura 1.15. 1, anillo de empuje. 2, vástago de la válvula.

Cuando el agua se acumula en los depósitos, es necesario proceder a eliminarla, y para ello se ha previsto la colocación de válvulas de drenaje que han de ser controladas periódicamente para, por medio de ellas, proceder a la expulsión del agua acumulada.

Una válvula de drenaje muy característica es la que mostramos en la figura. Se halla estratégicamente colocada en el depósito, de forma que ocupa la parte más baja del mismo para que el agua tenga tendencia a acumularse encima mismo de ella.

Basta con tirar del anillo (1) para, vencer la presión de un muelle interno al efectuarse el desplazamiento del vástago (2), para dejar vía libre a la expulsión del agua que se encuentre en el interior del depósito. En cuanto se suelta el anillo, la válvula pasa a cerrarse herméticamente.

Además de este tipo de válvula de drenaje existen también diseños en los que la acción de expulsión del agua acumulada se realiza de una manera automática, en cuyo caso no es necesaria la intervención periódica del conductor o del encargado del mantenimiento. Estas válvulas automáticas tienen la ventaja de que expulsan el agua en el momento en que la cantidad acumulada de este líquido rebasa ciertos límites.

1.2.1.7.1 Racores de prueba.

De hecho se trata, simplemente, de unos racores a los que pueden ser conectados los manómetros de comprobación de la presión cuando la instalación es sometida a una verificación en un taller especializado. De esta forma, el mecánico especialista puede tener la facilidad de localizar el lugar donde se producen determinadas averías observadas.

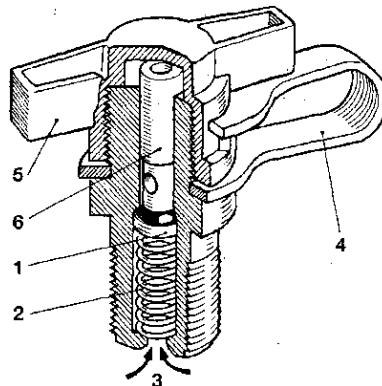


Figura 1.16. 1, válvula de asiento. 2, muelle de presión sobre la válvula. 3, zona de contacto con el interior de la instalación. 4, anilla de seguridad. 5, capuchón 6, empujador.

Cuando es necesario efectuar una prueba de verificación de la instalación neumática, el capuchón puede ser retirado y, de esta forma, se tiene una vía en la cual se pueden instalar los instrumentos de medida para hacer las comprobaciones necesarias en el circuito. Desde este punto puede controlarse la respuesta de los frenos cuando son requeridos, tema muy importante como síntoma, para corregir sus posibles averías. Este es su objetivo.

1.2.2. Sistema operativo.

El sistema operativo, es el que controla el accionamiento de los frenos mecánicos en el momento en que el conductor lo decide, pero para su comprensión lo he dividido en tres partes:

- Sistema operativo de los frenos delanteros y traseros.
- Sistema operativo de los frenos de estacionamiento.
- Sistema operativo de los frenos del remolque.

1.2.2.1. Sistema operativo de los frenos delanteros y traseros.

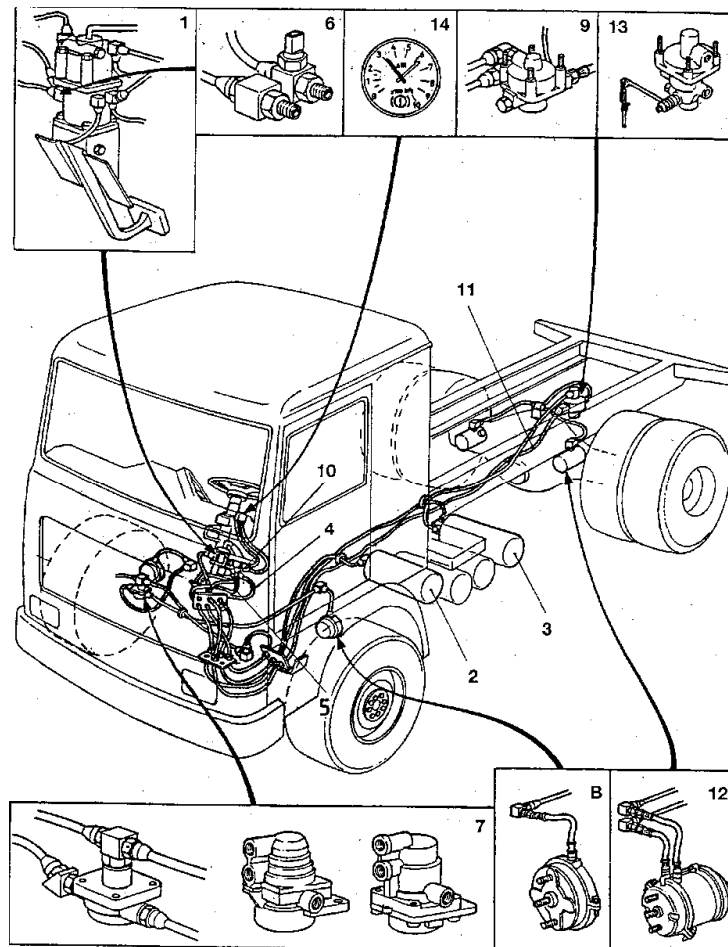


Figura 1.17.

En este sistema propiamente llamado freno de servicio, controla los frenos delanteros y traseros del autocamión.

1.2.2.1.1. Pedal de freno.

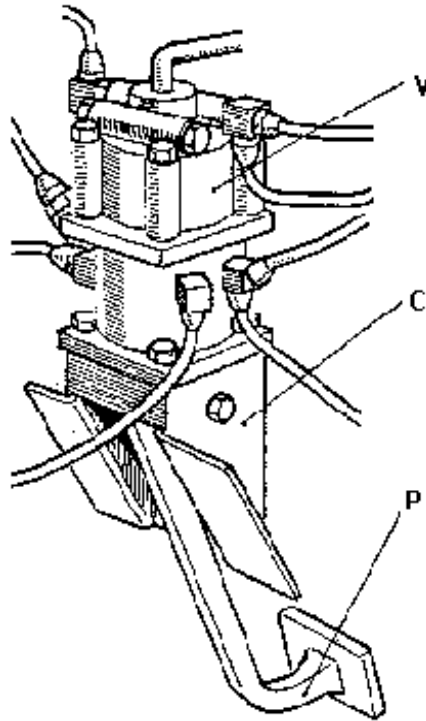


Figura 1.18. C, caja del pedal. P, pedal de accionamiento y mando. V, válvula del pedal de freno.

Como elemento principal tenemos el pedal con el cual el conductor dispone el accionamiento de los frenos, esta tiene en su interior un conjunto de válvulas que constan de un circuito doble, que rige el paso del aire simultáneamente a los circuitos neumáticos de las ruedas delanteras y de las traseras. Así pues, se trata nada mas y nada menos que de una válvula de paso de doble circuito, que debe poder cerrar herméticamente el paso cuando esta inactiva y proceder a abrirlo en cuanto es requerida, con la máxima salida de aire hacia los centros de comando.

1.2.2.1.2. Válvula de liberación rápida.

Una vez apretado el pedal del freno y accionados los cilindros de mando de cada

uno de los ejes, al soltar el pedal del freno para dar por concluida la deceleración pedida al vehículo por parte del conductor, el aire acumulado que presiona sobre los cilindros se mantiene todavía en ellos, de forma que los frenos no se desapliquen de una forma instantánea, para evitar este fenómeno los fabricantes incluyen una válvula de Liberación rápida, que también es conocida como válvula S-vent.

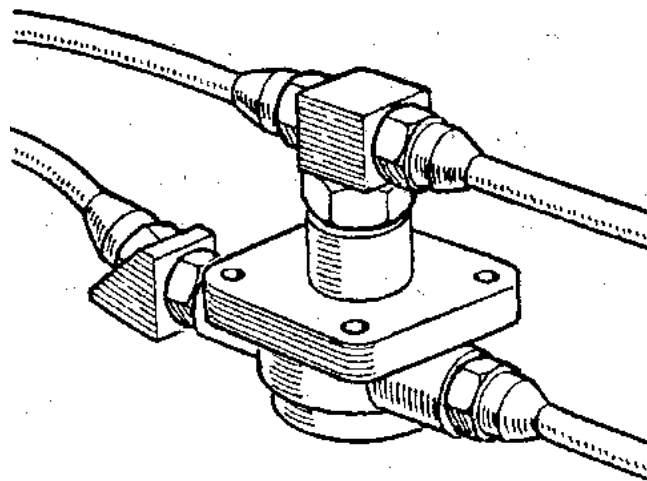


Figura 1.19. Válvula de liberación rápida.

Esta válvula se coloca a pesar que el pedal de freno tiene un dispositivo de eliminación de aire a través de su válvula de escape, puesto que la misma puede resultar algo lenta de modo que los frenos se desactivan con algo de retraso, esto puede dar molestias a conductor.

La válvula de liberación rápida se halla mas cerca de los cilindros de mando delanteros, en una posición aproximadamente equidistante, y tiene por misión facilitar, de la manera mas rápida posible, la pérdida de presión en el circuito de mando cuando el pedal.

1.2.2.1.3. Válvula relé.

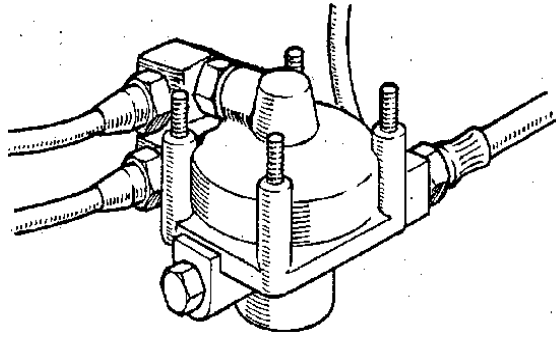


Figura 1.20.

En vista en que los ejes traseros se encuentran a una mayor distancia a las fuentes de alimentación de aire comprimido que son los depósitos, tendrían un cierto retraso con relación a los frenos del eje delantero, el cual no brindaría la armonización perfecta en el frenado. Con el fin de precautelar este problema han diseñado la inclusión en el circuito de una válvula de acción rápida, que iguale la velocidad de abastecimiento de los frenos delanteros y de los traseros, de modo que se ejerza entre ambos una acción perfectamente conjuntada. Esta válvula recibe el nombre de válvula-rele.

La válvula relé para su funcionamiento recibe aire desde dos conductos diferentes, el primero es un conducto grueso procedente directamente del depósito de alimentación de aire para el eje trasero tiene una alimentación permanente y directa del depósito, el segundo conducto es mas delgado viene directamente desde el pedal de freno, su función es transportar una pequeña cantidad de aire al pisar el pedal la misma que abre el paso principal y se consigue que los frenos traseros reciban el aire comprimido al mismo tiempo que los delanteros.

1.2.2.1.4. Válvula sensible a la carga.

La notable diferencia que conlleva el frenado cuando el autocamión esta sin carga en relación que cuando esta a plena carga, ha obligado que los diseñadores

Implementen un sistema de regulación de presión, porque sin este, un sistema de frenado que este regulado para cuando el vehículo circule a plena carga, podría tener excesiva presión en sus cilindros de mando. De esta forma sería fácil que los frenos se bloquearan y con ello, que se produjera una pérdida de estabilidad que podría ser peligrosa. De la misma manera si están calculados para circular sin carga resultarían angustiosamente insuficientes en el caso de que el vehículo circulara a plena carga, de modo que el peligro continuaría en el otro extremo.

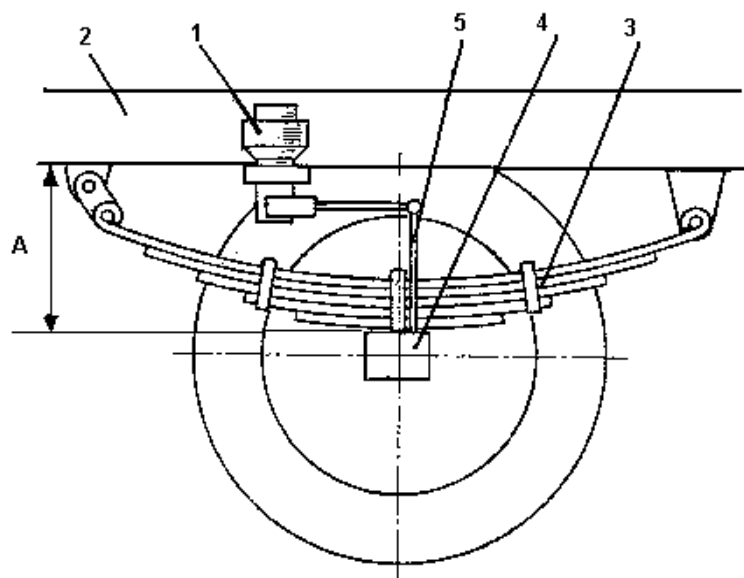


Figura 1.21. Situación adoptada por la rueda trasera cuando no esta sometida a carga. 1, válvula sensible a la carga o corrector. 2, larguero del bastidor. 3, ballesta. 4, eje trasero. 5, palanca de control de la válvula sensible a la carga. A, cota de separación cuando esta descargado el vehículo.

1.2.2.1.5. Manómetro de presión.

Por lo general, estos aparatos se refieren siempre a la situación de presión en el circuito de los frenos delanteros y en el de los frenos traseros, de modo que son, en realidad, el conjunto de dos manómetros independientes que, sin embargo, trabajan sobre una sola esfera, de modo que controla dos circuitos independientes.

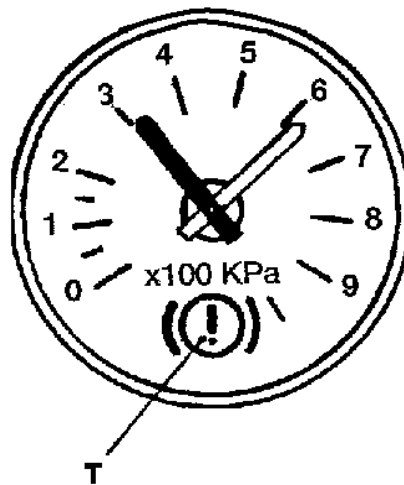


Figura 1.22. Manómetro de presión de doble indicación. T, luz indicadora de un estado de baja presión en el circuito.

Estos manómetros de presión constan, pues, de dos agujas. La aguja blanca se refiere siempre, al circuito de las ruedas delanteras e indica la presión en bares (o, lo que, es lo mismo, unidades de 100 kPa) a que se encuentra la instalación del circuito delantero. En las mismas condiciones trabaja la aguja roja, pero controlando en este, caso la presión reinante en la instalación de las ruedas traseras.

Pequeñas variaciones en la presión de uno u otro circuito son normales y no significan la presencia de avería.

Los manómetros disponen también de una luz testigo de advertencia que se ilumina cuando el circuito esta trabajando a baja presión. Este puede ir acompañado también de un zumbador, cuyo sonido ayuda a percibir lo que ocurre de una forma más rápida.

1.2.2.1.6. Cilindro de frenos de resorte (Pulmones).

Estos se utilizan para aplicar tanto los frenos de servicio como los de estacionamiento.

En la figura (a) podemos ver que se aplica los frenos de servicio cuando fluye aire comprimido desde la válvula relé hacia la entrada (3). La función es la misma que la del cilindro de diafragma sencillo.

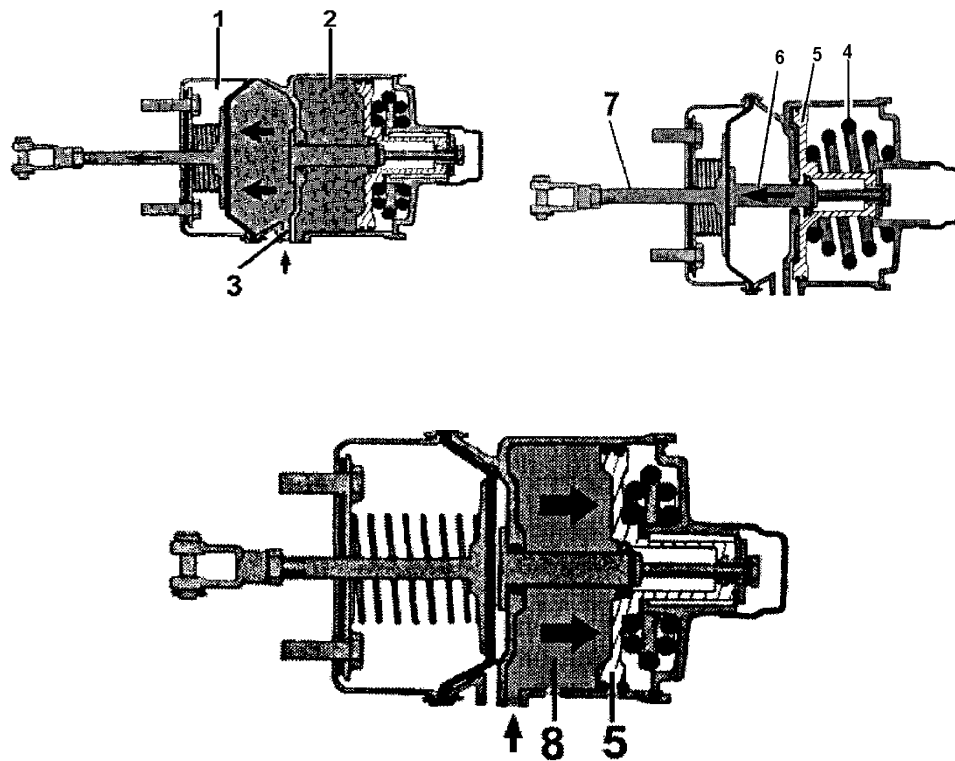


Figura 1.23. Pulmones

La sección posterior del cilindro (2) aplica el freno de estacionamiento cuando el sistema de aire comprimido este vacio o cuando se activa el mando del freno de estacionamiento empuja el pistón (5) contra la varilla (6).

La varilla transmite entonces la fuerza del resorte a otra varilla (7) ubicada en la sección de frenos de servicio, y se aplica los frenos.

Para liberar el freno de estacionamiento, se envía aire comprimido al espacio (8) frente al pistón (5), y se comprime el resorte. Por lo tanto, el autocamión no se puede mover si no hay aire comprimido en el circuito de freno de estacionamiento.

1.2.2.2. Sistema operativo de los frenos de estacionamiento.

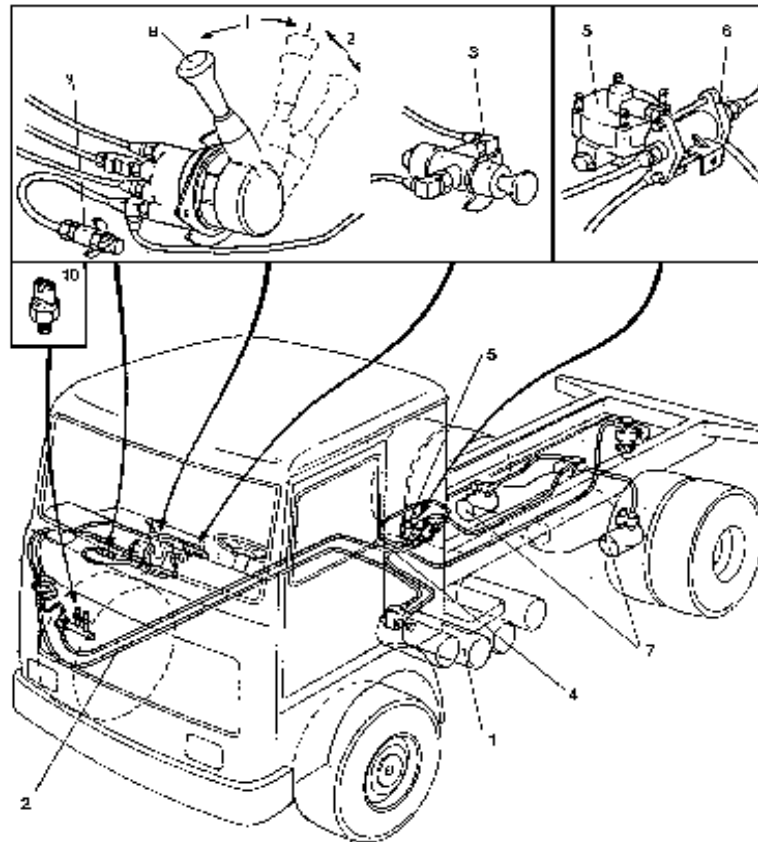


Figura 1.24.

Este circuito de freno de estacionamiento está montado de manera independiente de los ya anteriormente vistos como son el circuito de freno delantero y trasero.

Los frenos de estacionamiento en la gran mayoría de los vehículos, solamente se aplica en las ruedas traseras, y en caso de unidades de varios ejes, en uno solo de los mismos.

Cuando el conductor ha estacionado el autocamión y quiere dejarlo inmovilizado,

lo primero que ha de hacer es oprimir la válvula de bloqueo (3) que tiene al alcance de la mano en las cercanías del panel de instrumentos. Esta válvula (3) hace que el aire, procedente, del depósito (1) pase hasta el mando manual (8). Ahora el conductor debe colocar el mando en la posición 2 (para lo cual la palanca debe estar ligeramente levantada).

En este momento, una relativamente pequeña cantidad de aire a presión pasa de inmediato a la válvula-rele (5), por medio de cuya presión aportada se abrirá la válvula, de dos vías (6) dando paso al aire principal de servicio, que se canaliza por medio del conducto (4), inmediatamente, los cilindros de mando de los frenos traseros aplican la posición de estacionamiento y las mordazas se juntan fuertemente con los tambores, dejando el vehículo en situación de mantenerse parado incluso en fuertes desniveles.

1.2.2.2.1. Mando manual del freno de estacionamiento.

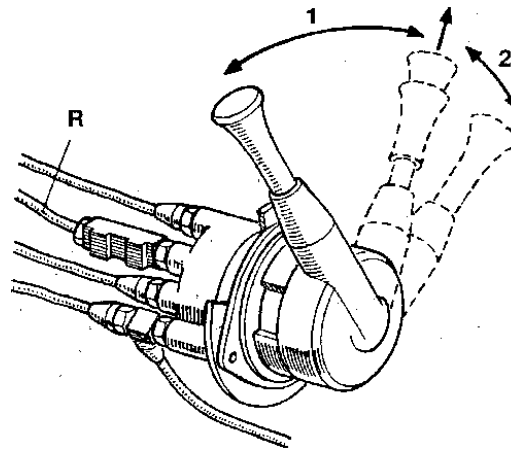


Figura 1.25. 1, Ángulo de posición de la palanca para el mando progresivo del freno de estacionamiento y de remolque. 2, posición exclusiva para el freno de estacionamiento. R, conducto del paso del aire al freno del remolque.

La misión del mando manual consiste, al ser colocado en posición de trabajo, manda una orden neumática a la válvula-rele mediante la cual se evacua el aire que existe en la cámara del muelle de disparo de los cilindros de freno de resorte. Al eliminarse la presión del aire en esta zona, el muelle se dispara y avanza la

varilla de mando, de modo que la cuña, o la leva, de la parte mecánica del freno expanda las zapatas y estas se apliquen fuertemente contra las paredes internas de roce del tambor.

El mando manual tiene dos posiciones la posición 1 en la que tanto el freno de estacionamiento como el de remolque se aplican gradualmente según se tire la palanca. Cuando el mando pasa a la posición 2, solo se aplica el freno de mano, la palanca se debe levantar un poco para colocarla en la posición 2.

1.2.2.2.2. Válvula de bloqueo.

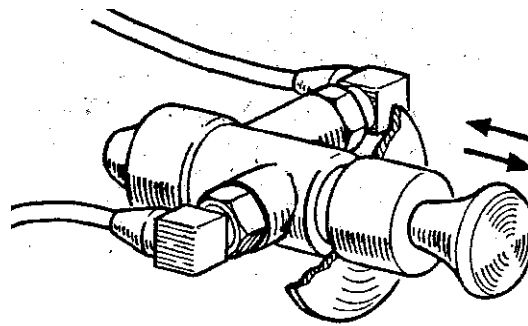


Figura 1.26. Aspecto exterior de una válvula de bloqueo.

Su misión consiste en evitar que sea posible mandar aire comprimido a la cámara del resorte de los frenos de estacionamiento cuando estos se hallan aplicados, ni incluso cuando se está cargando el sistema de aire comprimido.

Para liberar los frenos de estacionamiento esta válvula se debe oprimir de forma manual, para la comodidad del conductor esta válvula siempre esta colocada muy cerca del puesto de conducción para que el conductor pueda accionarla antes de sacar los frenos de estacionamiento y comenzar el arranque y marcha del autocamión.

1.2.2.2.3. Racor de bomba.

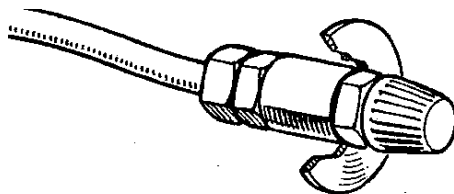


Figura 1.27. Racor de bomba.

Este viene a ser más un accesorio de seguridad pero que no todos los vehículos llevan, tiene la misión de prever posibles averías en el circuito de aire comprimido.

Si el freno de estacionamiento queda colocado (el resorte expandido su cámara vacía de presión) y el circuito de aire no funciona, el remolcado del vehículo sería imposible. Para prever este problema el racor de bomba, puede insuflar aire a presión al circuito de los frenos, de forma que la cámara de aire de los cilindros de mando de resorte se llene de aire y compriman el muelle, y permitan a liberación de los frenos de estacionamiento.

El aire comprimido necesario se lo puede introducir con ayuda de una bomba autónoma de una fuente de aire comprimido ajena a la instalación, incluso, por medio de la conexión directa a uno de los neumáticos.

1.2.2.2.4. Válvula relé y válvula de dos vías.

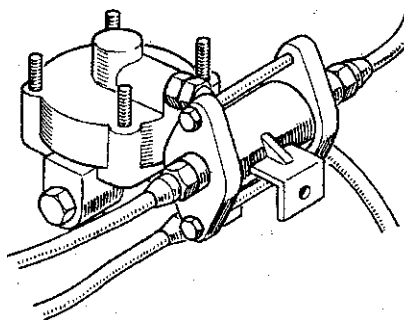


Figura 1.28. Conjunto Válvula relé y válvula de dos vías.

Este conjunto de dos válvulas se podría decir que son los más importantes, entre todas las demás válvulas que forman este circuito de estacionamiento.

Al colocar el mando manual del freno de estacionamiento en la posición de reposo, se descarga el aire de a válvula relé y la válvula de dos vías manda aire a la cámara del cilindro de mando de tal modo que libera la posición de los muelles de aplicación del freno de estacionamiento.

En particular la válvula relé permite que el freno e estacionamiento se libere rápidamente puesto que el aire no debe recorrer todo el camino de regreso hasta el mando manual. Por lo general se encuentran al lado del cilindro de la rueda posterior.

1.2.2.2.5. Indicador de baja Presión.

Cuando la presión a la que se encuentra el circuito de aire resulta demasiado baja o está por debajo del valor necesario, se produce la iluminación de una luz testigo de funcionamiento que el conductor tiene dispuesta en el panel de instrumentos.

La luz también se ilumina cuando los frenos de estacionamiento se hallan aplicados para que el conductor no pueda olvidarse de los mismos en el momento de intentar el arranque. Es más un elemento de seguridad que convierte valores de presión en valores eléctricos.

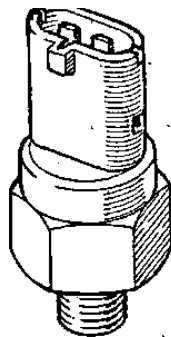


Figura 1.29. Indicador de baja presión

1.2.2.3. Sistema de los frenos de remolque.

La gran mayoría de los vehículos pesados tienen prevista la posibilidad de que puedan acoplarse un remolque, de la misma forma esta debe cumplir algunas condiciones para que su recorrido sea segura entre ellas esta que e sus ejes este provisto del debido conjunto de frenos.

Para alimentar de aire comprimido a los frenos del remolque el autocamión debe estar provisto de un debido circuito de freno de remolque, según el tipo de diseño, el remolque puede ser frenado desde el puesto de conducción de tres formas diferentes. Estas formas son:

- Mando acoplado a los frenos de servicio del camión.
- Mediante un, mando manual del freno del remolque.
- Mediante el mando manual del freno de estacionamiento.

1.2.2.3.1. Mando manual de freno de remolque.

Esta colocada en la misma columna de la dirección, con el objetivo de que el conductor tenga un acceso muy cómodo, de modo que pueda accionarlo sin que se pueda perder en ningún momento el, control del volante y del vehículo.

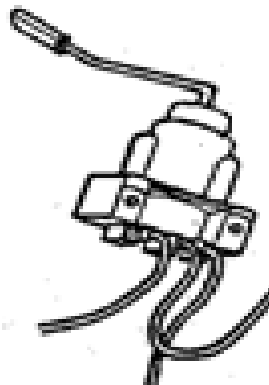


Figura 1.30. Mando manual de freno de remolque.

En el momento en que el conductor acciona el mando manual el aire pasa a la válvula de dos vías, desde la que se pone en contacto con la válvula de mando de freno de remolque. Desde este punto, el aire comprimido pasa hasta el acoplamiento, desde el cual pasara a la instalación del remolque si se halla debidamente conectada.

1.2.2.3.2. Válvula de mando de los frenos de remolque.

Esta tiene varias funciones. Cuando se aplican los frenos de servicio o el de mando manual de los frenos de remolque, el aire de regulación pasa a través de la válvula de mando para actuar sobre el sistema de frenos de remolque.

Cuando el mando manual del freno de estacionamiento se pasa a la posición 1, se aplican los frenos de ruedas de remolque por medio de la válvula de mando.

El aire que aplica el freno de remolque fluye desde el depósito del freno de estacionamiento hasta los frenos de remolque por la válvula de mando.

Si las líneas de aire entre el autocamión y el remolque se interrumpen o comienzan a perder, la válvula de mando cierra la alimentación de aire a los frenos de remolque y se aplican los frenos de emergencia.

1.2.2.3.3. Válvula de dos vías.

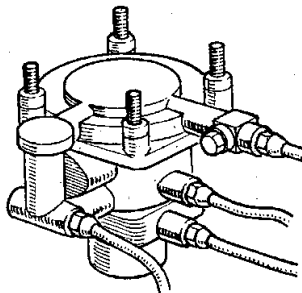


Figura 1.31. Válvula de Mando de los frenos de remolque.

Esta válvula tiene una finalidad muy crucial que es impedir que el frenado con el mando manual del freno de remolque y la aplicación de los frenos de servicio

tenga lugar de forma simultánea.

1.2.2.3.4. Acoplamiento.

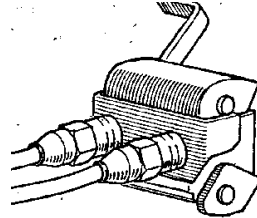


Figura 1.32.

Es la conexión de aire a la que debe aplicarse, a su vez, la conexión de que dispone el remolque para alimentar su instalación.

En los camiones rígidos, se encuentra esta toma en la parte posterior del camión, sujeto por un soporte al que pueda aplicarse la otra parte del acoplamiento que debe llevar instalada el remolque.

1.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL FRENO NEUMÁTICO.

1.3.1 Ventajas.

Al usar un sistema de frenos neumáticos en un autocamión, ofrecen indudables ventajas:

- El aire es de fácil captación y abunda en [la tierra](#).
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen [riesgos](#) de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.

- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de [temperatura](#) no afectan en forma significativa.
- Energía limpia
- Cambios instantáneos de sentido.

1.3.2 Desventajas.

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el [aire](#) previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Altos niveles de ruidos generados por la descarga del aire hacia la [atmósfera](#).

1.4 ANOMALÍAS CAUSAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA DE FRENOS NEUMÁTICOS.

Anomalías por causa de fallas en el Regulador de Presión.

Tabla I.1

Anomalías	Causas	Solución
No carga los Tanques.	Fallas en el regulador como: Válvula de admisión no cierra. Embolo trabado. Defecto en resorte de regulación.	Verificar la válvula o cambiar. Verificar el embolo o cambiar. Examinar el resorte.
El regulador no envía aire a los tanques	Filtro del regulador tapado.	Limpia el filtro o cambiar.
El regulador no descarga a la atmosfera	Embolo del regulador trabado.	Examinar embolo del regulador.
Pérdida de aire e el momento que esta cargando.	Válvula reguladora de presión y descarga falta de sellado.	Limpia o cambiar válvula.

Anomalías por causa de fallas en el pedal de freno.

Tabla I.2

Anomalías	Causas	Solución
Perdida de aire por descarga con el freno de estacionamiento aplicado.	Asiento de la válvulas del pedal de freno externo con defecto.	Limpiar o sustituir cuerpo de válvulas.
Perdida de aire por descarga en la posición total o parcial.	Asiento de válvulas internas del pedal de freno o anillos con defecto.	Limpiar o sustituir cuerpo de válvulas o anillos.
La presión en el circuito es insuficiente.	Émbolo del pedal de freno en granado.	Verificar émbolo limpiar y lubricar.
La diferencia de presión en las conexiones 1 y 2 es muy grande.	Émbolo del pedal de freno con dificultad de movimiento. Orificio de comunicación de ambas cámaras obstruido.	Verificar émbolo. Limpiar orificio.

Anomalías por causa de fallas en el compresor.

Tabla I.3

Anomalías	Causas	Solución
El compresor no opera	Correa de mando cortada o suelta.	Colocar una nueva correa o ajustarla.
	Válvulas trabadas.	Limpiar o reemplazar válvulas.
	Engranajes internos	Cambiar el compresor.
Ruidos del compresor	Fallas en los cojinetes del cigüeñal.	Cambiar los cojinetes.
	Piezas internas sueltas.	Desarmar y controlar.
	Deficiente sujeción del compresor en su base.	Comprobar y ajustar sujeción.
Pérdidas de aceite en el compresor.	Fallas o deficiente ajuste en las conexiones de lubricante.	Comprobar las conexiones.
	Fallas de los retenes de aceite.	Cambiar los retenes.
Perdidas de líquido de enfriamiento en el compresor.	Fallas o deficiente ajuste en las conexiones del agua.	Comprobar las conexiones.

CAPITULO II

DISEÑO Y SELECCIÓN DE MATERIALES PARA EL MÓDULO DE SIMULADOR DE FALLAS.

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.

2.1.1 Descripción del sistema.

El sistema de frenos neumáticos en el que se va a trabajar se encuentra una gran cantidad de puntos en los cuales es posible insertar fallas, ya sea esta de fuga o de obstrucción, se lo llevará a cabo mediante la incursión de electroválvulas en el flujo normal del aire comprimido hacia los diferentes elementos que componen el sistema de frenos neumáticos.

El sistema esta destinado al entrenamiento de técnicos automotrices por lo que debe ser de ser muy acorde a sus necesidades.

- El software del sistema va ser de una instalación muy fácil, por lo que el computador donde vaya a ser instalado no necesitara de gran espacio y características tecnológicas muy avanzadas.

- Su conexión será muy sencilla puesto que se lo hará directamente a la red eléctrica, ya que el circuito impreso será el encargado de transformar los diferentes voltajes según la necesidad, además transformara de corriente alterna a continua.
- Control de un microprocesador a través del computador por medio de un software realizado en Visual Basic.
- El software va ser de fácil manejo, con ventanas que contengan gráficas e información que nos ayude a entender el funcionamiento.
- Las simulaciones de averías que realizaremos son específicamente del sistema de frenos neumáticos.

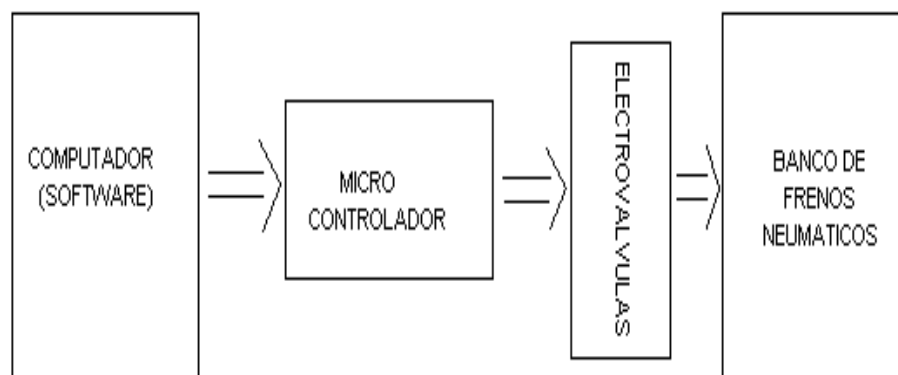


Figura 2.1 Mapa esquemático del sistema de control.

2.2 ESQUEMATIZACIÓN NEUMÁTICA.

Este diseño se basa en colocar las electroválvulas en el flujo normal del aire comprimido hacia los diferentes elementos que actúan en este sistema, estos puntos son escogidos detalladamente para que mediante su obstrucción o fuga simulen fallas reales que suceden en un automotor, con esta idea lo hemos detallado en la figura 2.2.

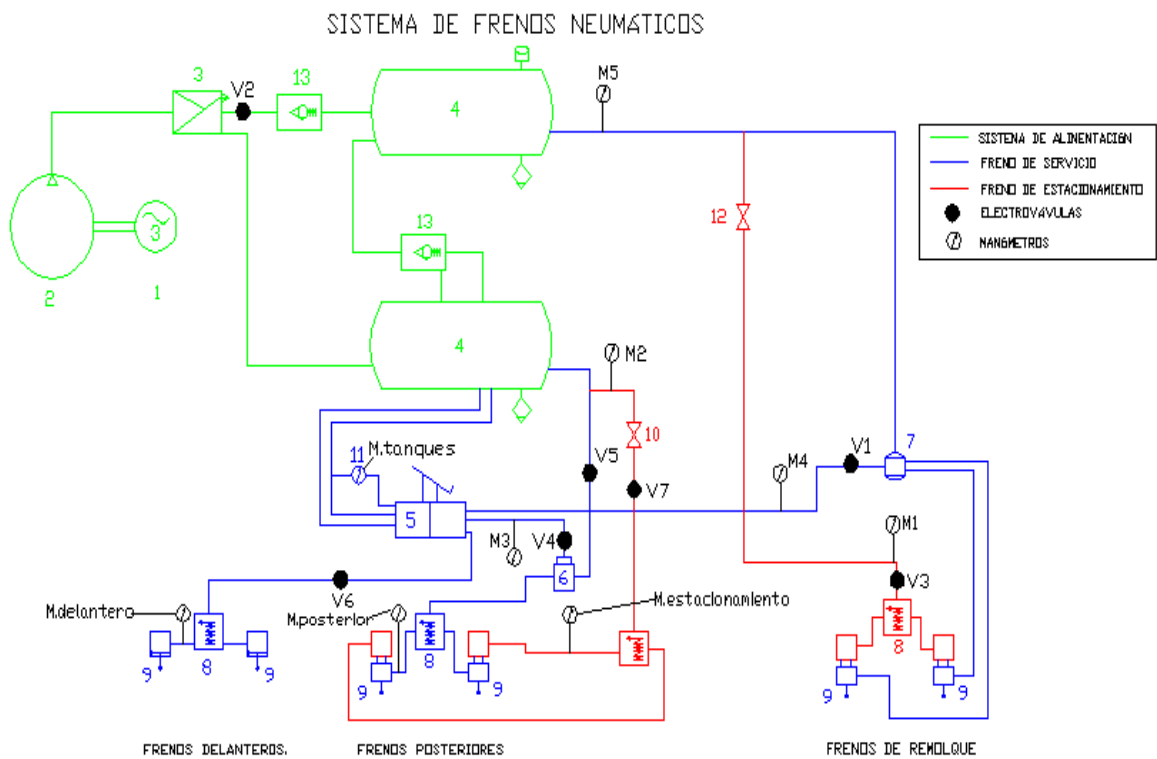


Figura 2.2 1, Motor eléctrico 2, Compresor 3, válvula de extensión 4, Depósitos 5, pedal 10, válvula de freno de estacionamiento 11, manómetro

2.3. DISEÑO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO.

Para el diseño del sistema eléctrico y electrónico la hemos dividido en dos partes fundamentales para un mejor entendimiento, los cuales le detallaremos a continuación:

2.3.1. Circuito de salida.

Es el encargado específicamente de activar los actuadores (electroválvulas), este empieza en el microcontrolador el cual tiene un programa que se encarga de activar o desactivar la electroválvula adecuada, mediante la excitación de un relé, así lo detallamos en la figura 2.3.

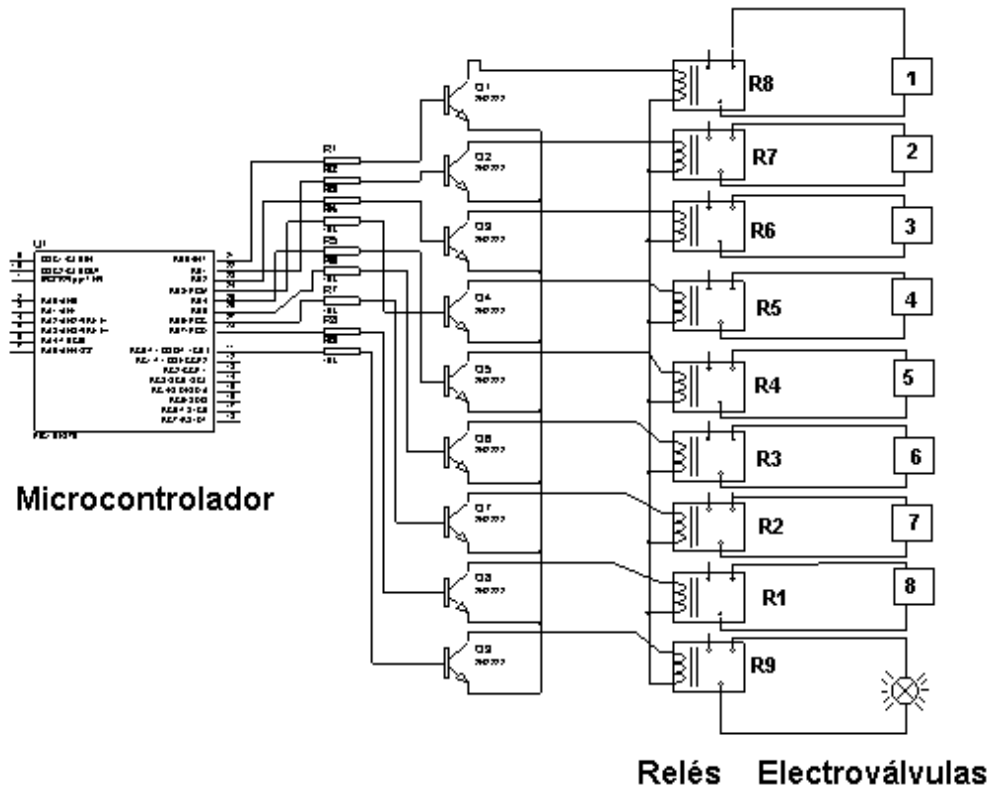


Figura 2.3

En tabla II.1 podremos ver la lógica de la conexión que se ha realizado en el circuito eléctrico en sí.

Tabla II.1 Conexión electrónica.

SALIDA DEL MICRO	# RELÉ	ELECTROVÁLVULA
21	R8	X
22	R7	X
23	R6	5

24	R5	4
25	R4	2
26	R3	6
27	R2	7
28	R1	8
11	R9	FOCO INDICADOR DE FRENADO

2.3.2. Circuito de transmisión de datos.

Una de las partes fundamentales de este proyecto es precisamente esta porque transmite las órdenes del computador hacia el microcontrolador y este hacia los actuadores. Para esta transmisión se usa una interface (Max 232), ANEXO B, que es la encargada de enlazar el microcontrolador y el puerto serial del computador.

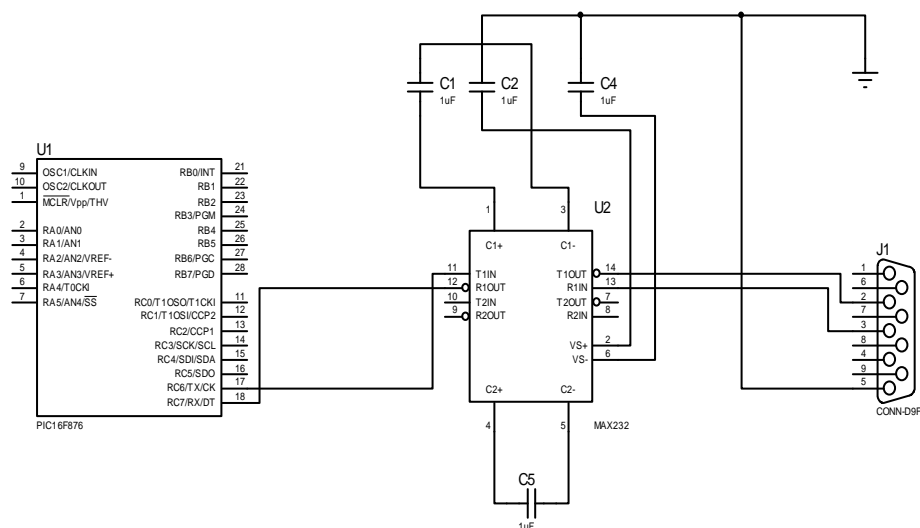


Figura 2.4 Circuito de transmisión de datos.

2.3.3. Selección de elementos.

Los elementos que controlan el sistema de inserción de fallas, los podemos dividir en dos grupos.

- Elementos actuadores.
- Elementos de control y comunicación.

2.3.3.1. Elementos actuadores.

Llamaremos elementos actuadores, a aquellos que operan directamente en el módulo de frenos neumáticos, es decir que son los dispuestos al final de toda la cadena de control. Específicamente nos referimos a las válvulas, las cuales permitirán mediante su apertura o cierre lograr una fuga u obstrucción en cualquiera de los puntos dados. La figura 2.5 muestra el diagrama esquemático equivalente a la estructura de una electroválvula.

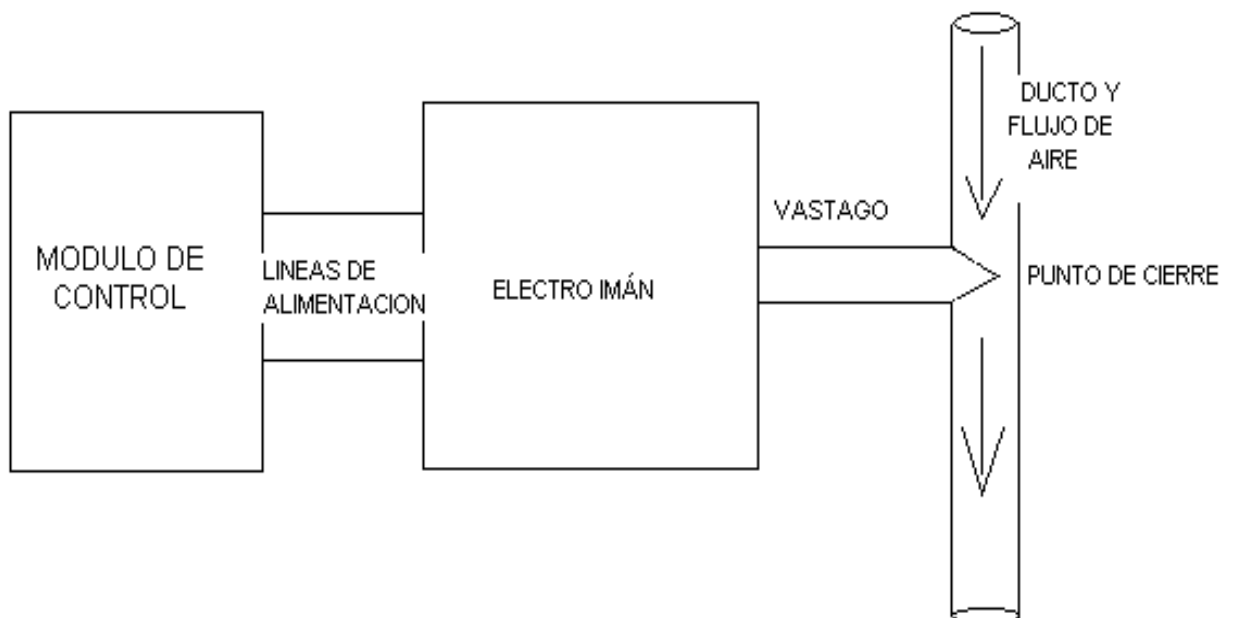


Figura 2.5 Diagrama esquemático de activación de una electroválvula.

El electroimán se excita mediante la alimentación de su bobina, por un voltaje que en este caso es de 24 VDC., haciendo que el vástago sea atraído, y por consiguiente se obtenga una liberación en el flujo de aire.

Dependiendo de la configuración de fábrica de la válvula, esta podrá tener el ducto normalmente obstruido o despejado. Las características de las válvulas empleadas se notan en la tabla II.2.

Tabla II.2 Tabla de características de a electroválvula.

Característica	Valor
Voltaje	24Vdc
Corriente	0.5A
Resistencia	48 – 50 ohm
Fluido	aire

2.3.3.2. Selección de elementos de control y comunicación.

De los diferentes elementos que constituyen el sistema de control y comunicación de datos, mencionamos la descripción de los mismos a continuación.

Microcontrolador.

A la hora de escoger el microcontrolador ha emplearse en cualquier proyecto hay que tener en cuenta factores como la documentación y herramientas de desarrollo disponibles y su precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y por supuesto las características del microcontrolador (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.).

El microcontrolador seleccionado es un PIC 16F876A de Microchip (Figura 2.6, Anexo A), que nos permite manejar todas las entradas y salidas necesarias, así como también la comunicación con el computador mediante un sistema serial, la ventaja de utilizar un sistema serial, es la de poder transmitir una gran cantidad de datos de manera simultánea con una conexión eléctrica de apenas tres cables encargados de recibir, enviar datos y la referencia o tierra, tomando en cuenta también que los sistemas paralelos son cada vez considerados mas obsoletos.

Las características de este pic son las siguientes:

- Set de instrucciones reducido (RISC). Sólo 35 instrucciones para aprender.
- Las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina excepto los saltos que requieren 2 ciclos.
- Opera con una frecuencia de clock reloj de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns)
- Memoria de programa: 4096 posiciones de 14 bits.
- Memoria de datos: Memoria RAM de 368 bytes (8 bits por registro).
- Memoria EEPROM: 256 bytes (8 bits por registro).
- Stack de 8 niveles.
- 22 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA.
- 5 Entradas analógicas de 10 bits de resolución.
- 3 Timers.
- Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM.

TERMINALES DE ENTRADA Y DE SALIDA.

El microcontrolador PIC 16F876A posee 22 pines de entrada/salida configurables por software, a continuación se detalla sus características específicas más relevantes:

PORTA: RA0-RA5:

- Los terminales RA0-RA3 y RA5 son bidireccionales y manejan señales TTL. Pueden configurarse como entradas analógicas.
- El terminal RA4 como entrada es Schmitt Trigger y cómo salida es colector abierto. Este terminal puede configurarse como clock de entrada para el contador TMR0.

PORTB: RB0-RB7:

- Los terminales RB0-RB7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- Por software se pueden activar las resistencias de pull-up internas, que evitan el uso de resistencias externas en caso de que los terminales se utilicen como entrada (esto permite, en algunos casos, reducir el número de componentes externos necesarios).
- RB0 se puede utilizar como entrada de pulsos para la interrupción externa.
- RB4-RB7 se pueden utilizar para la interrupción por cambio de estado.

PORTC: RC0-RC7:

- Los terminales RC0-RC7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- Se utilizan en los módulos de PWM, comparadores y transmisión serial.

OTROS TERMINALES:

- VDD: Positivo de alimentación. 2-6 Vcc.
- VSS: Negativo de alimentación.
- MCLR: Master Clear (Reset). Mientras en este terminal haya un nivel bajo (0 Vcc), el microcontrolador permanece inactivo.
- OSC1/CLKIN: Entrada del oscilador (cristal). Entrada de oscilador externo.
- OSC2/CLKOUT: Salida del oscilador (cristal).

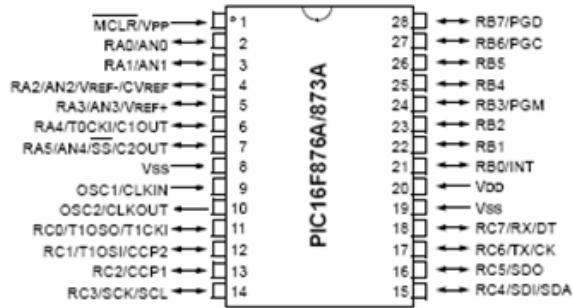


Figura 2.6 Microcontrolador.

Gracias a estas características nosotros vimos conveniente que el microcontrolador más adecuado para el proyecto es este, ya que nos ofrece características que pueden ayudar a que el proyecto sea excelente.

Interface de comunicación

Como interface de conversión de voltajes TTL¹ a RS 232, se utiliza el circuito integrado MAX 232 (figura 2.7), cuyas características se presentan en el ANEXO B. Este elemento presenta gran desempeño a altas velocidades de transmisión de datos y fiabilidad ante la presencia de fuentes de ruido.

Hay que tomar en cuenta que es obligatorio el uso de esta interface en el caso de establecer comunicación entre un microcontrolador y un computador.

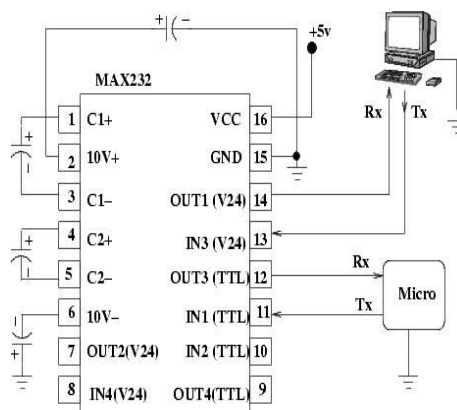


Figura 2.7 Interface TTL – RS 232.

¹ Transistor Logic Transmisión.- Tecnología de manufactura de circuitos integrados, que estandariza los niveles de voltaje a ser manejados por sus dispositivos entre 0Vcc para 0L y 5Vcc para 1L.

Elementos de salida.

Las salidas digitales se activan mediante relés electromagnéticos (figura 2.8), polarizados en antiparalelo con diodos rectificadores 1N4007 de 1A de corriente en polarización directa, el cual tiene por función descargar la corriente remanente en el bobinado del relé luego de su desactivación.

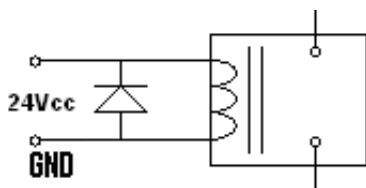


Figura 2.8 Relé electromagnético y diodo en antiparalelo.

Alimentación de voltaje.

El módulo de control se conecta directamente con la red de corriente alterna de las instalaciones (110 AC), por lo que para llegar a obtener los voltajes de 5 y 24 VDC para la operación de los circuitos integrados y válvulas respectivamente, es necesario construir una fuente inversora de voltaje, de manera sencilla como se muestra en la figura 2.9

Este nos permitirá que los diferentes elementos tengan su respectivo voltaje de funcionamiento, ya que de lo contrario podríamos producir un cortocircuito en los mismos

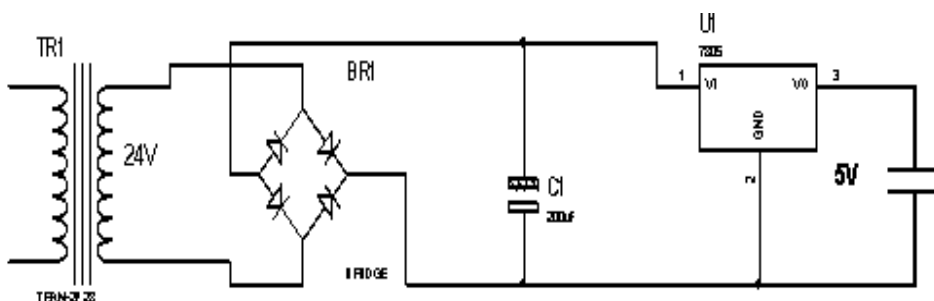
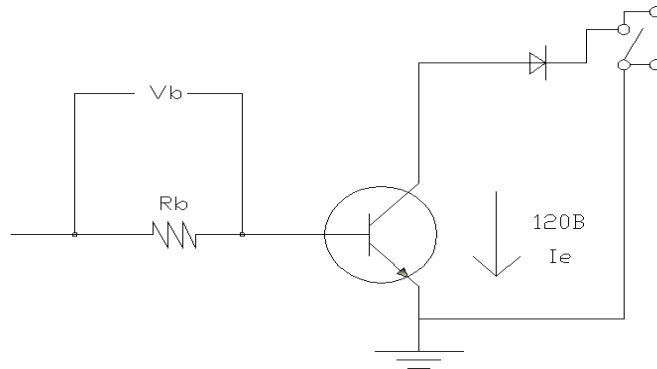


Figura 2.9 Circuito de alimentación de voltaje

2.3.3 Circuito de control de los voltajes del transistor y relé.



$$\frac{I_e}{I_b} = \beta \cdot H_{fe}$$

$$\beta_{switch} = \frac{\beta}{10}$$

$$\beta_{switch} = \frac{120}{10} = 12$$

$$I_e = \frac{24V}{200\Omega}$$

$$I_e = 120mA$$

$$\frac{I_e}{I_b} = \beta_{switch}$$

$$I_b = \frac{I_e}{\beta_{switch}}$$

$$I_b = \frac{120mA}{12} = 10mA$$

Rb

$$I_b = \frac{V_b}{R_b}$$

$$I_b = \frac{5V - 0,7 - V_{BE}}{R_b}$$

$$R_b = \frac{3.6V}{10mA}$$

$$R_b = 360\Omega$$

2.4 PARÁMETROS Y SEÑALES CONSIDERADAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.

Los principales parámetros considerados para el proyecto son los actuadores que en este caso van a ser las electroválvulas, que son las encargadas específicamente de realizar las fallas que se pretende implementar. Las electroválvulas que se va implementar en nuestro proyecto tienen características específicas las cuales denotamos en el cuadro 2.1 en el cual el valor que mas nos interesa es el voltaje que es de 24 VDC.

Otro factor muy importante que debemos tomar en cuenta es el valor con que el microcontrolador actúa que en este caso es de 5VDC. Con estos valores ya comprobados podemos realizar un esquema eléctrico que nos permita alimentar de forma adecuada a cada elemento.

2.5 TIPOS DE COMUNICACIÓN Y SUS SEÑALES DE OPERACIÓN.

2.5.1. Comunicación serial.

En un sistema de comunicación serial la información viaja en bits uno a continuación del otro, después de la transmisión de los datos, le sigue un bit opcional de paridad (indica si el número de bits transmitidos es par o impar, para detectar fallos), y después 1 o 2 bits de parada.

Los estándares se han desarrollado para asegurar compatibilidad entre los dispositivos proporcionados por los diversos fabricantes y permitir una óptima transferencia de datos.

La EIA (Electronics Industry Association) ha producido algunos estándares, entre ellos está el estándar RS232 que se ocupa de la comunicación de datos a través del puerto serie.

El estándar define las características eléctricas, mecánicas y funcionales del bus de comunicaciones. Las características eléctricas incluyen parámetros como niveles de tensión y la impedancia de los cables. La sección mecánica describe la asignación de los pines y su conexión.

2.5.1.1. Especificaciones eléctricas.

Las tensiones desde -3 (V) hasta -25 (V) con respecto a la señal de tierra se consideran como un "1" lógico (o marca), mientras que las tensiones desde $+3$ (V) hasta $+25$ (V) se consideran un "0" lógico (o espacio). El rango de valores comprendidos entre los -3 (V) y los $+3$ (V) se considera que es una región de transición, en la cual, no está definido el estado de la señal, como se puede ver en la Figura 2.10

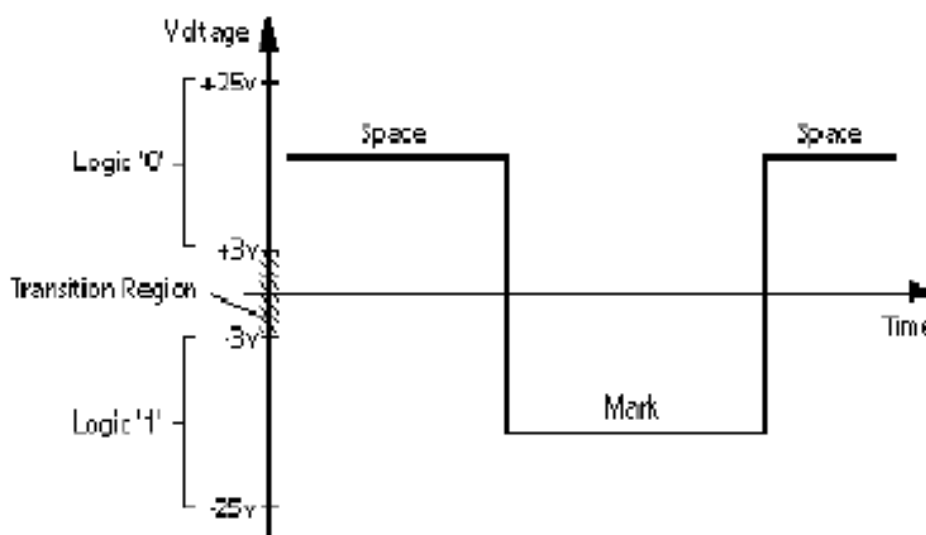


Figura 2.10 Especificaciones eléctricas del estándar RS 232

2.5.1.2. Especificaciones mecánicas.

La mayoría de los equipos que implementan puertos RS-232 utilizan un conector DB-25. Así mismo cuando la documentación original del estándar no especifica un conector en especial.

La mayoría de PC's comenzaron a utilizar el conector DB-9 dado que 9 son los pines que se requieren para la comunicación asíncrona. En la Figura 2.11 se presenta la numeración de pines de los conectores DB-25 y DB-9.

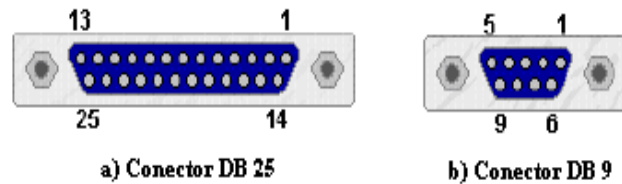


Figura 2.11. Conector DB25 y DB9

La Tabla II.3. Muestra la asignación de pines definida por el estándar.

Tabla II.3. Asignación de pines del estándar RS 232.

DB-25	DB-9	Nombre Formal	
1	-	Frame Ground	FG
2	3	Transmit Data	TD
3	2	Receive Data	RD
4	7	Request to Send	RTS
5	8	Clear to Send	CTS
6	6	Data Set Ready	DSR
7	5	Signal Ground	SG
8	1	Data Carrier Detect	DCD
9	-	+Voltage (test)	
10	-	-Voltage (test)	
11	-	Unassigned	
12	-	2º Data Carrier Detect	
13	-	2º Clear to Send	
14	-	2º Transmitted Data	
15	-	Transmitted DCE timing	
16	-	2º Receive Data	
17	-	Receiver DCE Timing	
18	-	Local Loopback	
19	-	2º Request to Send	
20	4	Data Terminal Ready	DTR
21	-	Signal Quality Detect	
22	9	Ring Indicator	RI
23	-	Data Signal Rate	
24	-	Transmitter DTE Timing	
25	-	Test Mode	

2.5.1.3. Tipos de transferencias de datos.

Hay dos tipos de transferencia de datos, síncrona y asíncrona.

1. Transmisión síncrona: Los datos son enviados en bloques y se transmiten y se reciben de manera síncrona con la señal de reloj, la cual la suele poner el DCE (el DCE facilita la comunicación de datos entre la fuente y el destino).

La sincronización de relojes entre el DCE y el DTE (el DTE convierte la información del usuario en señales de datos para que puedan ser transmitidas y viceversa) se realiza a través de los circuitos de intercambio de temporización mediante la transmisión de unos pulsos de sincronización. Toda la trama se transmite como una cadena de bits consecutivos.

2. Transmisión asíncrona: Existe una fuente de reloj independiente que es la que va a generar la señal de reloj tanto en la recepción, como en la transmisión. Cada carácter se trata de manera independiente.

2.5.1.4. Protocolo de comunicación.

El método de comunicación RS-232 permite una conexión simple de tres líneas, Tx, Rx, y tierra (GND) como se observa en la Figura 2.12. Sin embargo, para poder transmitir los datos, ambos lados deben registrar los datos a la misma velocidad. Aunque este método es suficiente para la mayoría de las aplicaciones, se limita a responder a los problemas tales como receptores sobrecargados.

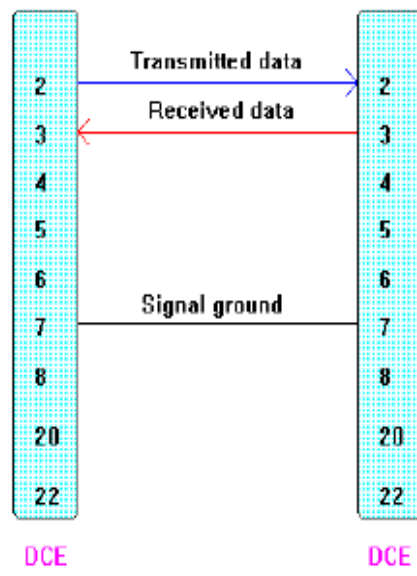


Figura 2.12. Conexión simple de tres líneas.

CAPITULO III

CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL SIMULADOR DE FALLAS DE FRENOS NEUMÁTICOS.

3.1 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.

Una vez ya con todos los elementos a disposición procedemos a realizar la instalación en un PROTO-BOARD donde comprobamos los circuitos ya diseñados, de esta manera podemos también corregir posibles errores si existen.

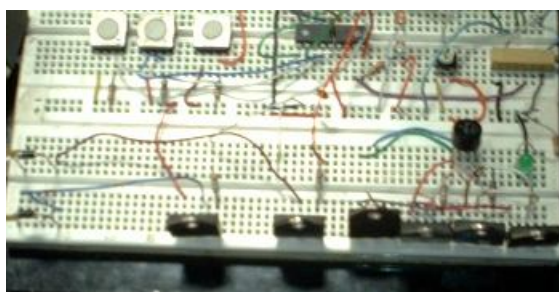


Figura 3.1 Montaje de elementos en el protoboard.

La lógica utilizada para armar el sistema es la que veremos en la siguiente figura.

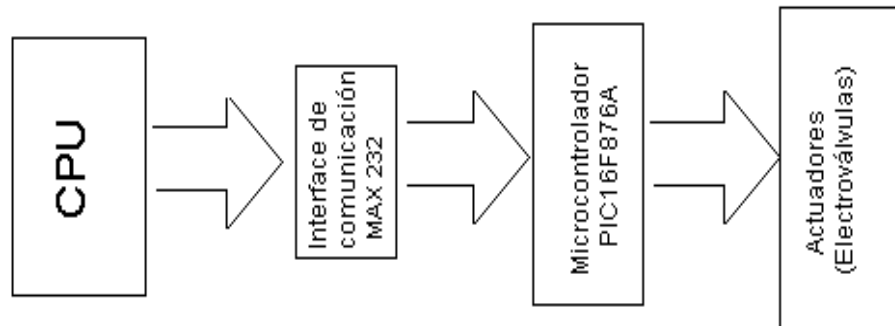


Figura 3.2 Diagrama de bloque del circuito electrónico.

Además de los elementos anteriores tenemos otros que componen la placa electrónica los cuales se utilizaron en su totalidad para obtener un funcionamiento óptimo del circuito.

Tabla III.1 Elementos que componen la placa eléctrica.

ELEMENTOS	CANTIDAD
Cable de fuerza para alimentación 120 AC	2
Cable UTP 4x2, Cat 5e	3
Capacitor cerámico 22pF	2
Capacitor electrolítico 10uF	4
Capacitor electrolítico 1uF	6
Condensador 2200 uF, 50V	2
Conector DB9 hembra	1
Disipador de calor compacto para TO-220	1
Estaño para soldadura (mt)	20
Oscilador XT 4Mhz	1
Puente semiconductor rectificador 2Amp	1
Puente semiconductor rectificador 7Amp	1
Regulador de voltaje LM7805	1
Relé electrónico 24 VDC	15
Resistencias 10K ohm, 0.5 W	20
Transistor TBJ LM123AP	15
Trasformador 120/24 AC, 2000mA	1
Trasformador 120/24 AC, 2500mA	1

3.2. DISEÑO DEL SOFTWARE.

El diseño de software se divide en dos grupos, que son diseño para el micro controlador y para el computador.

3.2.1. Diseño de software para el micro controlador.

Una vez armado el circuito el paso siguiente fue programar el microcontrolador, la plataforma usada para el diseño del software del microcontrolador es uno programa, que permite generar código de una manera amigable y sin mayor complejidad, como se aprecia a continuación:

```
#INCLUDE <16F876A.H>
#device *=16
#include <stdlib.h>

//.....
//  DEFINICIÓN DE PINES CON NOMBRE
//.....

char DATO;

//.....
//  DEFINICIÓN DE FUSIBLES Y PUERTOS
//.....
    #fuses XT, NOWDT, NOLVP,PROTECT
    #use delay (clock=4000000)
    #use rs232(baud=9600,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7)

    #use fast_io(A)
    #use fast_io(B)
```

```

    #use fast_io(C)

//.....
//  PROGRAMA PRINCIPAL
//.....

void main()
{

//.....
//CONFIGURACIÓN DE LOS PUERTOS (1=ENTRADA;0=SALIDA)
//.....

    set_tris_a(0b00000000);
    set_tris_b(0b00000000);    // CONFIGURACIÓN RB0 a RB7 SALIDA
    RELÉS
    set_tris_c(0b10000000);    // CONFIGURACIÓN RC0 a RC1 rs232
    RC7 SALIDA RELES

//.....
//  HABILITACIÓN DE LAS INTERRUPCIONES
//.....

    enable_interrupts(INT_RDA);
    enable_interrupts(GLOBAL);

//.....
//  INICIALIZACIÓN DE LAS VARIABLES Y PUERTOS
//.....

    output_a(0x00);
    output_b(0x00);

```

```
output_c(0x00);

delay_ms(200);

while(TRUE)
{
    delay_ms(20);
}

}
#INT_RDA
void interrup_rx()
{
    DATO=getc();

    if(DATO=='1')
        output_high(PIN_B0);

    if(DATO=='2')
        output_high(PIN_B1);

    if(DATO=='3')
        output_high(PIN_B2);

    if(DATO=='4')
        output_high(PIN_B3);

    if(DATO=='5')
        output_high(PIN_B4);

    if(DATO=='6')
        output_high(PIN_B5);
```

```
if(DATO=='7')
output_high(PIN_B6);
```

```
if(DATO=='8')
output_high(PIN_B7);
```

```
if(DATO=='9')
output_high(PIN_C3);
```

```
if(DATO=='C')
{
output_b(0);
output_c(0);
}
}
```

Con el microcontrolador programado solo basta colocarlo en el circuito, para proceder con las comprobaciones, para esto nos ayudamos de una electroválvula que aún no ha sido conectada en el circuito neumático del banco de pruebas.

3.2.2 Diseño de software para el computador.

El diseño del software se lo realizo en Visual Basic, Este programa se le dividió en cuatro menús, salir, sistema de frenos, inserción de fallas, y por ultimo ayuda. ANEXO C.

Salir, este nos permite salir del programa definitivamente.

Sistema de frenos, donde mediante un submenú podemos escoger la teoría relacionada al funcionamiento de los componentes del sistema de frenos neumáticos



Figura 3.3. Vista de la pantalla en sistema de frenos.

Inserción de fallas, Este menú se divide en dos submenús, que son los mas importantes del programa en si también de todo el proyecto:

- **Análisis práctico**, donde específicamente se realiza las prácticas de taller tiene datos con los cuales analizamos todo el funcionamiento y condiciones.

Para aplicar una determinada falla escogemos en la pantalla como lo muestra la figura 3.4.



Figura 3.4. Pantalla de Implementación de fallas.

- **Evaluación**, esta parte permite al docente evaluar a quien realizó la práctica ya que tiene preguntas sobre la misma, además proporciona el porcentaje obtenido después de cuatro preguntas.

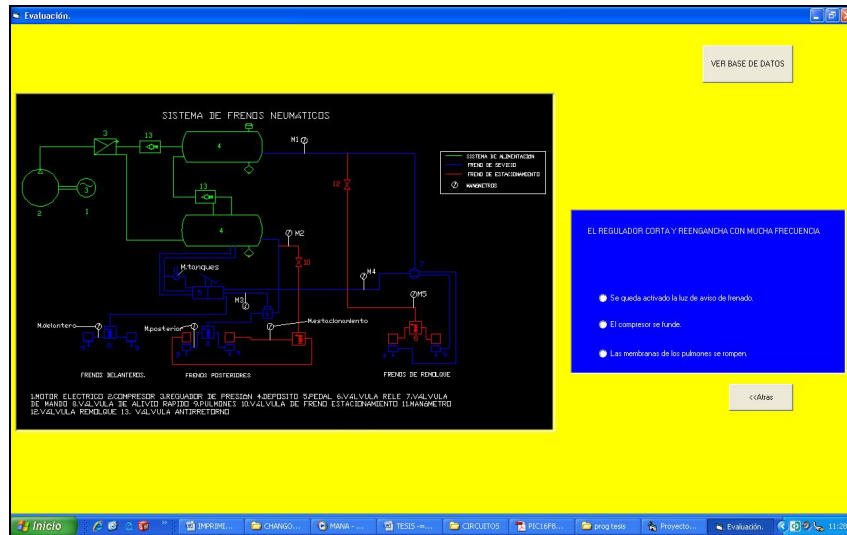


Figura 3.5. Pantalla de anomalías

Ayuda, Como su nombre ya lo menciona es de ayuda su contenido es de cómo instalar el programa como lo notamos en la figura 3.6

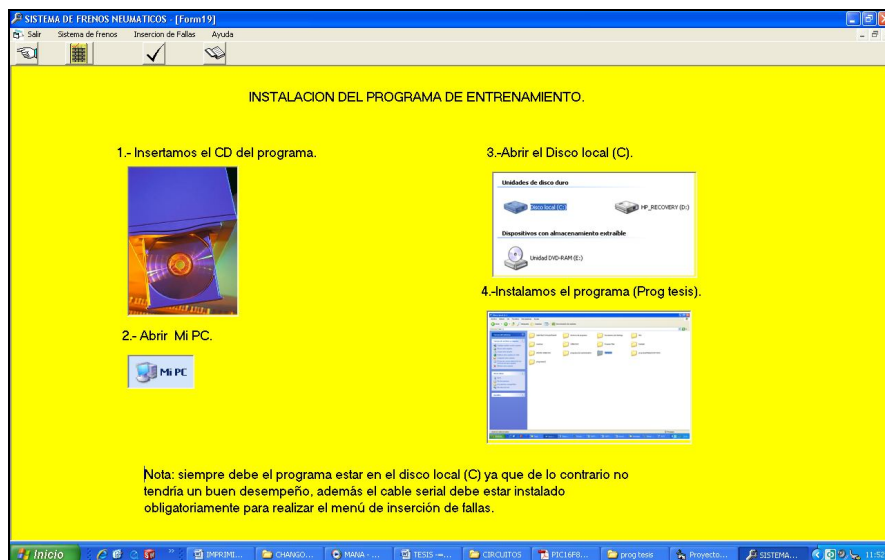


Figura 3.6. Pantalla de Ayuda.

Este programa es de fácil manejo ya que nos permite aprender, analizar y evaluar el sistema de frenos neumáticos todo el programa o podemos analizar paso a paso en el ANEXO C.

3.3. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL CIRCUITO IMPRESO.

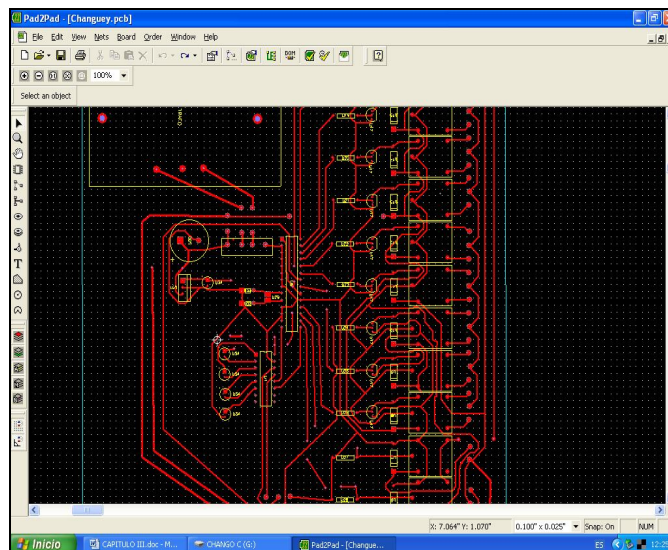


Figura 3.7 Pantalla del circuito impreso.

Una vez determinado el funcionamiento de los circuitos del sistema, procedemos a generar el diseño impreso a partir del software. En este caso hemos utilizado el programa Pad2Pad de libre descarga, cuya presentación lo apreciamos en la Figura 3.7.

- Ya una vez diseñado el circuito en el software lo imprimimos en un papel termo transferible.
- Posteriormente colocamos la hoja encima de la baquelita (lado cobre), teniendo muy en cuenta que esta debe estar libre de grasa e impurezas, y procedemos a planchar por un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos a calor máximo.

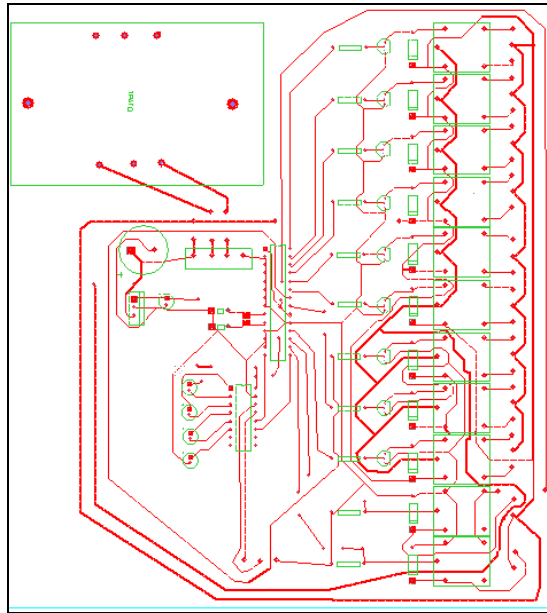


Figura 3.8. Figura impresa.

- Introducimos la placa en una mezcla de cloruro férrico en agua tibia, esta se realiza en una proporción de 400 gr/litro que será la encargada de retirar el cobre que no es necesario. De esta manera la placa queda lista solo pudiendo apreciarse los caminos del circuito.
- Ya listo la placa procedemos a realizar agujeros para acoplar mediante soldadura los diferentes elementos para los que fue estructurado la placa.

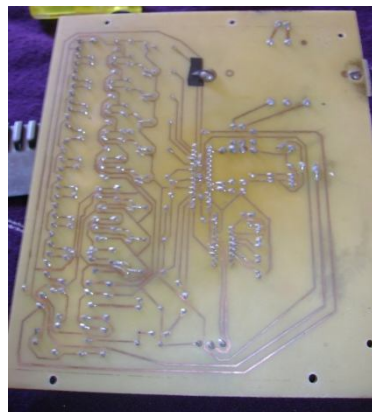


Figura 3.9. Placa terminada.

3.4. ACOPLAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL.

3.4.1. Montaje de las Electroválvulas.

Lo primero que acoplamos en el banco del sistema de freno neumático fueron las electroválvulas en los puntos analizados anteriormente. Para realizar un correcto montaje se tuvo muy en cuenta el lado de entrada y salida en las electroválvulas ya que si lo conectábamos al lado contrario no presentaba una hermeticidad afectando así el recorrido normal del aire comprimido.

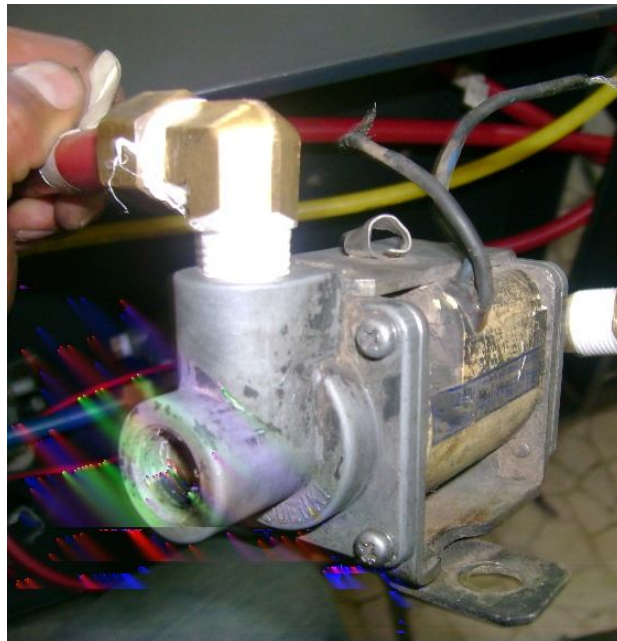


Figura 3.10. Montaje de electroválvula.

Luego de realizar las pruebas correspondientes del funcionamiento del circuito impreso ya con el programa procedemos a colocarlo en una caja metálica para su protección, luego procedemos a montar el mismo en el banco de pruebas colocando lo más cerca posible al conjunto de válvulas para facilitar la conexión.

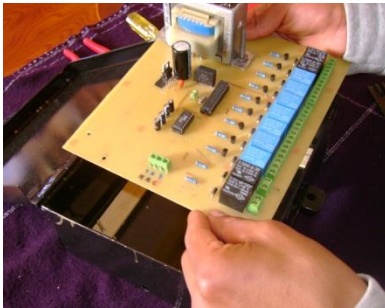


Figura 3.11. Montaje de la Placa Electrónica.

Una vez colocado la placa el paso mas importante es conectar las electroválvulas a los respectivos relés, en este punto se debe tener mucho cuidado ya que si conectamos una determinada electro válvula con el relé incorrecto, el sistema puede operar de una manera muy distinta para la que es creada, por ejemplo nosotros desde el programa podemos enviar que se active alguna anomalía, pero como no esta conectado con la electroválvula adecuada se activaría otra y nuestro aprendizaje sería equivoco.

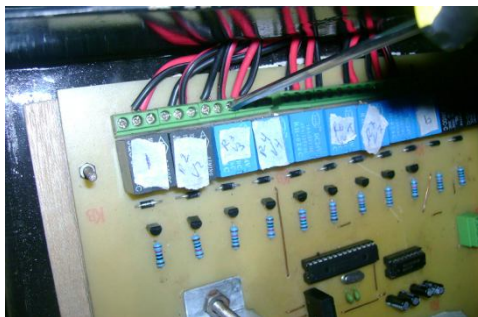


Figura 3.12. Conexión de electroválvulas a placa electrónica.

Para comprobar si la conexión esta correcta procedemos ha operar el programa, para lo cual debemos energizar la placa electrónica con 110volt también conectamos el cable de comunicación serial hacia el computador, pero antes de eso es muy importante cargar los depósito de aire.

Por último, acoplamos los elementos de control que nos ayudaran a identificar donde se ubica exactamente la anomalía. Estos elementos de control anteriormente son manómetros que en este caso son cinco, conectados en

puntos específicos, a esto se suman los manómetros que se encuentran en el tablero de control.

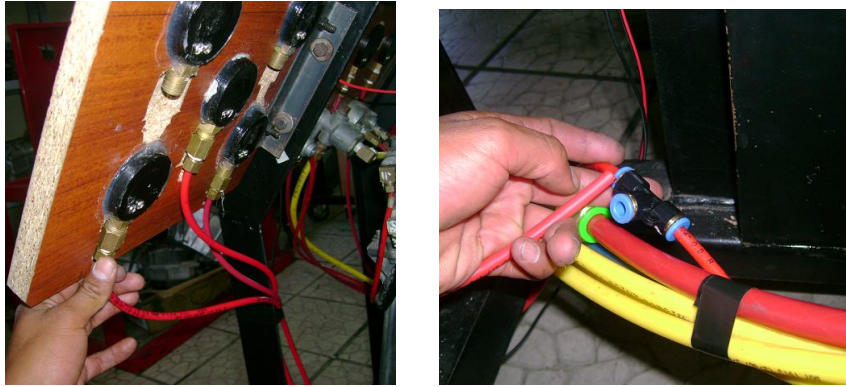


Figura 3.13. Conexión de manómetros.

Para su mejor visualización las hemos colocado al lado derecho del tablero de control.

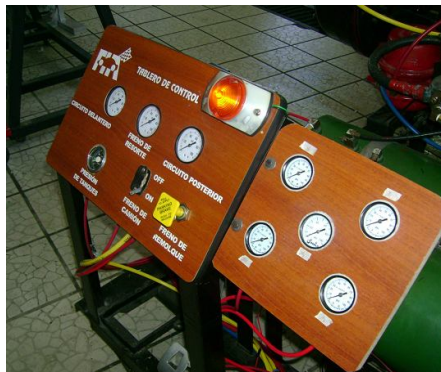


Figura 3.14. Posición de los manómetros en el tablero.

A los elementos ya colocados debemos tener muy en cuenta que su buen funcionamiento y durabilidad se debe mucho al mantenimiento y cuidado.

CAPITULO IV

PRUEBA DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

4.1 PRUEBA E IMPLEMENTACIÓN DE VARIAS ANOMALÍAS.

Para realizar una evaluación de los resultados del funcionamiento del sistema de frenos neumáticos, ponemos en funcionamiento el sistema implementado en el banco de pruebas.

Pero antes de todo probamos el correcto funcionamiento de todos los componentes tales como electroválvula, la placa electrónica, los componentes del sistema de frenos neumáticos y el programa.

La conexión debe ser la correcta como ya se especifico en la tabla 2.1.

4.1.1 Implementación de anomalías.

Una vez instalado el mecanismo diseñado a lo largo de este proyecto, y las correspondientes pruebas a los otros elementos, simulamos las anomalías que se introdujeron al sistema de frenos neumáticos, con el fin de determinar si se presentaba problemas o dificultades al operar este banco de frenos.

Para mejorar la práctica de inmersión de fallas tenemos los manómetros nombrados y enumerados respectivamente en el tablero de control y el de

análisis, con los mismos podemos realizar un análisis exacto gracias a los valores dados en el cuadro de cada anomalía implementada.



Figura 4.1. Manómetros para análisis en el tablero

REGULADOR NO DESCARGA A LA ATMOSFERA

Al implementar esta anomalía nosotros podemos ver una pantalla donde muestra los síntomas, causas también posibles soluciones de esta anomalía, pero debemos tener muy en cuenta que esta anomalía no se aplica en el banco de frenos neumáticos.

Implementación de Fallas.

REGULADOR NO DESCARGA A LA ATMOSFERA

INDICADOR ELECTRICIDAD 2. COMPRESOR 3. REGULADOR DE PRESION 4. DEPOSITO 5. PEDAL 6. VALVULA RELE 7. VALVULA DE MANDO 8. VALVULA DE ALIVIO RAPIDO 9. FILTROS 10. VALVULA DE FRENO ESTACIONAMIENTO 11. MANOMETRO 12. VALVULA REMOLQUE 13. VALVULA ANTIRETORNO

NUMERO	COND. NORMAL	COND. ANORMAL
1	Inicio de descarga	En buenas condiciones
2	Embrado	Funciona normalmente
3	Regulación del regulador	Demasiado alta
4	Tuberías	En buenas condiciones

Nueva Falla << Atras

	NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
▶	Orificio de descarga	En buenas condicior	Tapado
	Embolo	Funciona normalmen	Trabado
	Regulación del regul	La necesaria	Demasiado alta
	Tuberia	En buenas condicior	No conecta hacia el

Figura 4.2. Pantalla y cuadro implementación de falla REGULADOR NO DESCARGA A LA ATMOSFERA

EL REGULADOR CORTA Y REENGANCHA CON MUCHA FRECUENCIA

Esta anomalía al igual que la anterior no se la puede implementar en el banco de frenos neumáticos pero si tiene las causa y soluciones posibles para que se produzca esta anomalía.

Implementación de Fallos

EL REGULADOR CORTA Y REENGANCHA CON MUCHA FRECUENCIA

NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
Consumo de aire	Normal	Excesivo
Valvula de retención	Cierra normalmente	No cierra
Valvulas de descarga	Cierre normalmente	Falta de sellado
Tuberias	Buenas condiciones	Riotas
▶		

SISTEMA DE FRENS NEUMATICOS

1 MOTOR ELECTRICO 2 COMPRESOR 3 REGULADOR DE PRESION 4 DEPÓSITO 5 PEDAL 6 VALVULA RELE 7 VALVULA DE MANEO 8 VALVULA DE ALIVIO RAPIDO 9 PULMONES 10 VALVULA DE FRENO ESTACIONAMIENTO 11 MANOMETRO 12 VALVULA REMOLQUE 13 VALVULA ANTIRRETORNO

LEGENDA:
 - SISTEMA DE ALIMENTACION (Línea verde)
 - FRENO DE SERVIDOR (Línea roja)
 - FRENO DE ESTACIONAMIENTO (Línea azul)
 - MANOMETROS (Círculo con 'M')

Componentes etiquetados: M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18, M19, M20, M21, M22, M23, M24, M25, M26, M27, M28, M29, M30, M31, M32, M33, M34, M35, M36, M37, M38, M39, M40, M41, M42, M43, M44, M45, M46, M47, M48, M49, M50, M51, M52, M53, M54, M55, M56, M57, M58, M59, M60, M61, M62, M63, M64, M65, M66, M67, M68, M69, M70, M71, M72, M73, M74, M75, M76, M77, M78, M79, M80, M81, M82, M83, M84, M85, M86, M87, M88, M89, M90, M91, M92, M93, M94, M95, M96, M97, M98, M99, M100.

Tipos de frenos: FRENS DELANTEROS, FRENS POSTERIORES, FRENS DE REMOLQUE.

Botones: Nueva Falla, <<Atras

	NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
	Consumo de aire	Normal	Excesivo
	Valvula de retención	Cierra normalmente	No cierra
	Valvulas de descarg.	Cierre normalmente	Falta de sellado
	Tuberias	Buenas condiciones	Rotas
▶			

Figura 4.3. Pantalla y cuadro implementación de falla EL REGULADOR CORTA Y REENGANCHA CON MUCHA FRECUENCIA.

Las dos anomalías anteriores nos ayudan a entender teóricamente cuales son las fallas más comunes en un sistema de frenos neumáticos específicamente en el compresor.

ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO

Esta ya es una anomalía aplicable en el banco de frenos neumáticos, al escoger la misma nosotros activamos una electroválvula que da origen a la simulación de síntomas que presenta la anomalía.

Para la detección de esta anomalía nosotros nos ayudamos del cuadro que aparece en la pantalla del computador, el cual nos muestra los manómetros a revisar y el síntoma más evidente. Si coinciden estos datos sabremos que la anomalía es la anunciada.

Implementación de Fallos.

ANOMALIA DE LA VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO

SISTEMA DE FRENS NEUMATICOS

1 MOTOR ELECTRONICO 2 COMPRESOR 3 REGULADOR DE PRESION 4 DEPÓSITO 5 PEDAL 6 VÁLVULA RELÉ 7 VÁLVULA DE MANDO 8 VÁLVULA DE ALIVIO RAPIDO 9 PULMONES 10 VÁLVULA DE FRENO ESTACIONAMIENTO 11 MANÓMETRO 12 VÁLVULA REMOLQUE 13 VÁLVULA ANTIRRETORNO

NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro 2 (M2)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro estacion.	Normal (80-60 psi)	Baja (20-0 psi)
Mangueras	Buen estado	Buen estado

Nueva Fala <<Atras

	NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
	Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
	Manómetro 2 (M2)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
	Manómetro estacion.	Normal (80-60 psi)	Baja (20-0 psi)
	Mangueras	Buen estado	Buen estado
▶			

Figura 4.4. Pantalla y cuadro implementación de falla ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO

ANOMALÍA DE LA VÁLVULA RELÉ

Al aplicar esta anomalía, su síntoma principal es no funcionan los pulmones posteriores, pero para estar seguros que la falla es en la válvula relé debemos tomar muy en cuenta los datos del cuadro que aparece en la pantalla.

Implementación de Fallas.

ANOMALIA DE LA VALVULA RELE

SISTEMA DE FRENS NEUMATICOS

SISTEMA DE ALIMENTACION
 FRENO DE SERVICIO
 FRENO DE ESTACIONAMIENTO
 MANOMETROS

M1, M2, M3, M4, M5
 M1 tanques, M2 posterior, M3 estacionamiento, M4 freno de remolque, M5 freno de remolque

LIMITE ELECTRICO 2, COMPRESOR 3, REGULADOR DE PRESION 4, DEPOSITO 5, PEDAL 6, VALVULA RELE 7, VALVULA DE MANIO 8, VALVULA DE ALIVIO RAPIDO 9, PULMONES 10, VALVULA DE FRENO ESTACIONAMIENTO 11, MANOMETRO 12, VALVULA REMOLQUE 13, VALVULA ANTIRRETORNO

NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
Pulmón posterior	Funciona	NO FUNCIONA
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro 2 (M2)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro 3 (M3)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro posterior	Normal (80-60 psi)	PRESIÓN NULA

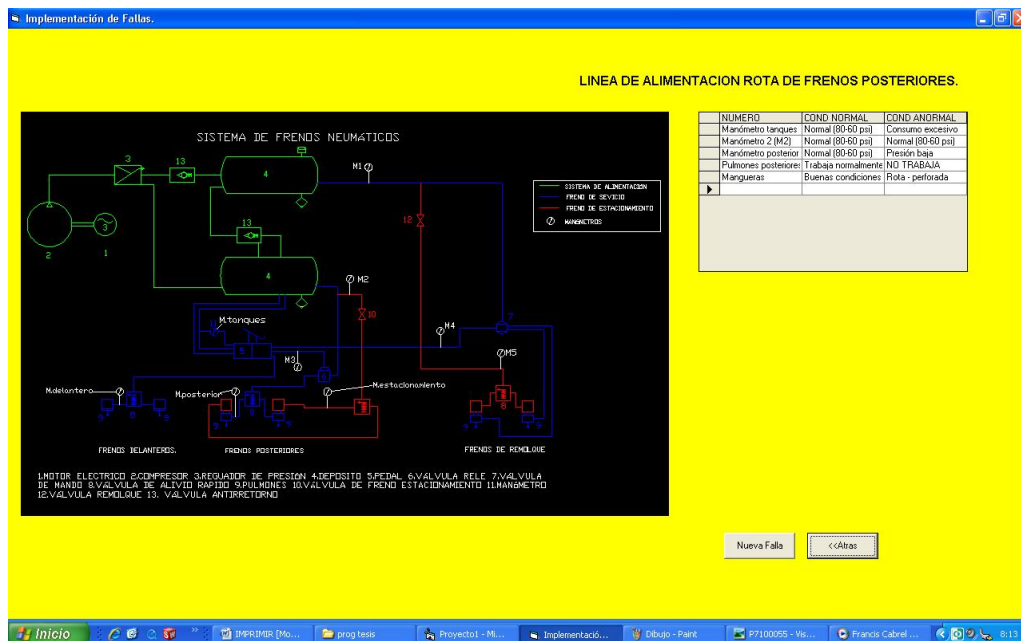
Nueva Falla <<Atlas

	NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
	Pulmón posterior	Funciona	NO FUNCIONA
	Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
	Manómetro 2 (M2)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
	Manómetro 3 (M3)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
	Manómetro posterior	Normal (80-60 psi)	PRESIÓN NULA

Figura 4.5. Pantalla y cuadro implementación de falla ANOMALÍA DE LA VÁLVULA RELÉ

LÍNEA DE ALIMENTACIÓN ROTA DE FRENS POSTERIORES.

Si esta anomalía se activa el primer síntoma es que no funcionan los pulmones posteriores, al igual que todas las fallas nosotros visualizamos un cuadro donde vemos los puntos a analizar.



NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Consumo excesivo
Manómetro 2 (M2)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro posterior	Normal (80-60 psi)	Presión baja
Pulmones posteriores	Trabaja normalmente	NO TRABAJA
Mangueras	Buenas condiciones	Rota - perforada

Figura 4.6. Pantalla y cuadro implementación de falla LÍNEA DE ALIMENTACIÓN ROTA DE FRENSOS POSTERIORES.

ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE REMOLQUE.

Esta anomalía no permite que los frenos de remolque funcionen, para analizar y detectar la misma nosotros podemos analizar la presión en los puntos donde se encuentran los manómetros ya detallados en el cuadro. También 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.

Implementación de Fallos.

ANOMALIA DE LA VALVULA DE CONTROL DEL REMOLQUE.

NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
Pulmon de remolque	Trabaja normalmente	NO TRABAJA
Manómetro 5 (M5)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro 4 (4)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)

MOTOR ELECTRICIO 2 COMPRESOR 3 REGULADOR DE PRESION 4 DEPÓSITO 5 ESPECIAL 6 VALVULA RELE 7 VALVULA DE MANDO 8 VALVULA DE ALIVIO RAPIDO 9 PULMONES 10 VALVULA DE FRENO ESTACIONAMIENTO 11 MANÓMETRO 12 VALVULA REMOLQUE 13 VALVULA ANTIRRETORNO

Nueva Falla <<Atras

	NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
	Pulmon de remolque	Trabaja normalmente	NO TRABAJA
	Manómetro 5 (M5)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
	Manómetro 4 (4)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
	Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
▶			

Figura 4.7. Pantalla y cuadro implementación de falla ANOMALÍA DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE REMOLQUE.

ANOMALÍA EN LOS PULMONES DE FRENO DE REMOLQUE.

Al implementar esta falla veremos que no funcionan los frenos de remolque, por lo general esta falla sucede cuando los componentes del pulmón presentan ya un desgaste.

Para poder detectar esta falla en el banco de frenos neumáticos revisamos los puntos que constan en el cuadro.

ANOMALIA EN LOS PULMONES DE FRENO DE REMOLQUE.

NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
Pulmon remolque	Trabaja normalmente	NO TRABAJA
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro 5 (M5)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro 1 (M1)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
▶		

NUMERO	COND NORMAL	COND ANORMAL
Pulmon remolque	Trabaja normalmente	NO TRABAJA
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro 5 (M5)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro 1 (M1)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
▶		

Figura 4.8. Pantalla y cuadro implementación de falla ANOMALÍA EN LOS PULMONES DE FRENO DE REMOLQUE.

ANOMALÍA EN EL PEDAL AL APLICAR LOS DE SERVICIO.

La anomalía a continuación repercute en la válvula de pedal, para lo cual nosotros activamos una electroválvula y mediante esta logramos simular los síntomas que presenta esta falla.

En el cuadro podemos ver que puntos analizamos para concluir que la falla es la antes mencionada.

Implementación de Fallas.

ANOMALIA EN EL PEDAL AL APLICAR LOS DE SERVICIO

LEYENDA:

- SISTEMA DE ALIMENTACION
- FRENO DE SERVICIO
- FRENO DE ESTACIONAMIENTO
- MANOMETROS

NUMERO

1: MOTOR ELECTRICO 2: COMPRESOR 3: REGULADOR DE PRESION 4: DEPOSITO 5: PEDAL 6: VALVULA RELE 7: VALVULA DE MANDO 8: VALVULA DE ALIVIO RAPIDO 9: PULMONES 10: VALVULA DE FRENO ESTACIONAMIENTO 11: MANOMETRO 12: VALVULA FRENULOQUE 13: VALVULA ANTERIORES

NUMERO	COND. NORMAL	COND. ANORMAL
Pulmón delantero	Trabaja normalmente	NO TRABAJA
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro delantero	Normal (80-60 psi)	Presión nula
Manómetro 2 (M2)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)

Nueva Falla < Atras

NUMERO	COND. NORMAL	COND. ANORMAL
Pulmón delantero	Trabaja normalmente	NO TRABAJA
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
Manómetro delantero	Normal (80-60 psi)	Presión nula
Manómetro 2 (M2)	Normal (80-60 psi)	Normal (80-60 psi)
▶		

Figura 4.9. Pantalla y cuadro implementación de falla ANOMALÍA EN EL PEDAL AL APLICAR LOS DE SERVICIO.

ANOMALÍA EN EL INTERRUPTOR DE LUZ DE PARADA

Esta anomalía es la última del cuadro de inserción de fallas, para detectar esta nosotros revisamos el funcionamiento de todos los pulmones que estén trabajando si es así, sabremos que la luz no se prende porque la falla es en el interruptor de luz de parada.

Implementación de Fallos.

ANOMALIA EN EL INTERRUPTOR DE LUZ DE PARADA.

SISTEMA DE FRENS NEUMÁTICOS

■ SISTEMA DE ALIMENTACION
 ■ FRENO DE SERVIDO
 ■ FRENO DE ESTACIONAMIENTO
 ■ MANOMETROS

M1 Q1
 M2 Q2
 M3 Q3
 M4 Q4
 M5 Q5

Mdelantero
 Mposterior
 Mestacionamiento

FRENS DELANTEROS
 FRENS POSTERIORES
 FRENS DE REMOLQUE

INDICADOR ELECTRICICO 2. CODIFICADOR 3. REGULADOR DE PRESION 4. DEPÓSITO SPECIAL 6. VALVULA RELE 7. VALVULA DE PARADA 8. VALVULA DE ALIVIO 9. PISTON 10. SUPLENDORES 11. VALVULA DE FRENO ESTACIONAMIENTO 11. MANOMETRO 12. VALVULA REMOLQUE 13. VALVULA ANTIRRETORNO

NUMERO	COND NORMAL
Luz de parada	Prende si se frena
Pulmones	Trabaja normalmente
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)
Manómetros en general.	Normal (80-60 psi)
▶	

Nueva Fala <<Atras

NUMERO	COND NORMAL
Luz de parada	Prende si se frena
Pulmones	Trabaja normalmente
Manómetro tanques	Normal (80-60 psi)
Manómetros en general.	Normal (80-60 psi)
▶	

Figura 4.10. Pantalla y cuadro implementación de falla ANOMALÍA EN EL INTERRUPTOR DE LUZ DE PARADA.

EVALUACIÓN.

En esta opción le permitimos al docente realizar la evaluación, pero es más importante para el estudiante porque le permite autoevaluarse, esta opción escoge la pregunta de una manera aleatoria.

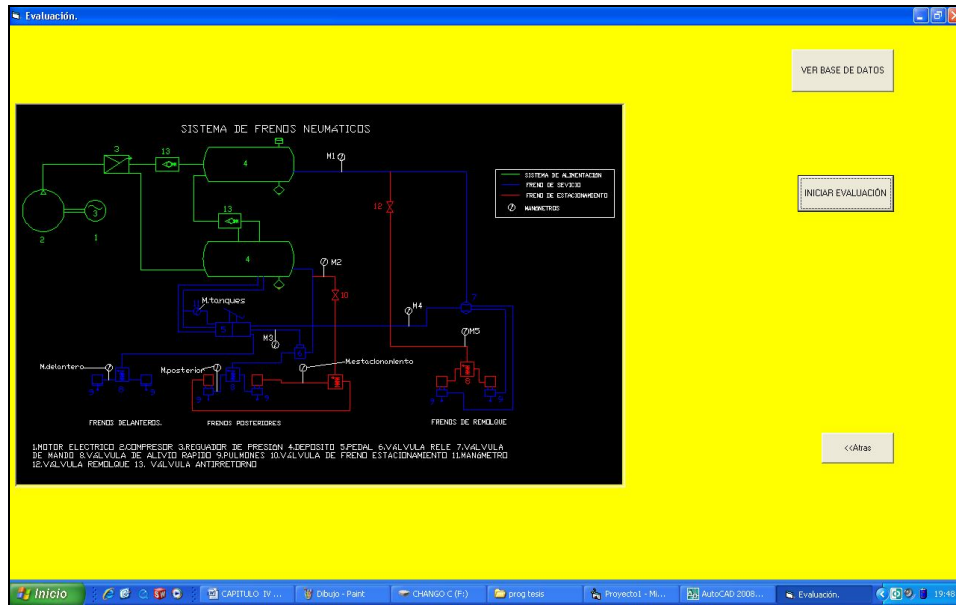


Figura 4.11

Al iniciar la evaluación notaremos un cuadro de dialogo donde nos explica el proceso de calificación.

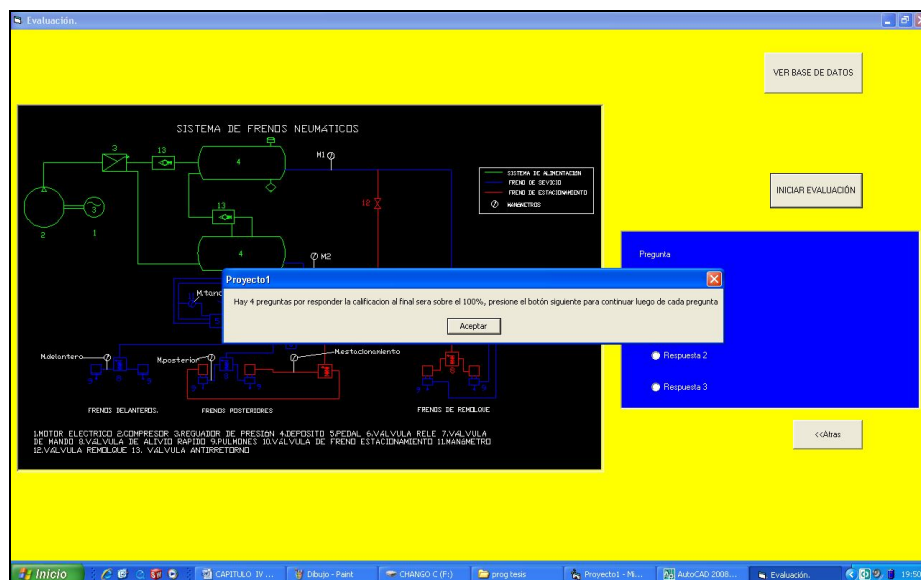


Figura 4.12

Una vez leído la pregunta escogemos la respuesta entre las tres opciones que nos da el sistema. Si respondemos bien pasa a la siguiente pregunta con una calificación del 25%.

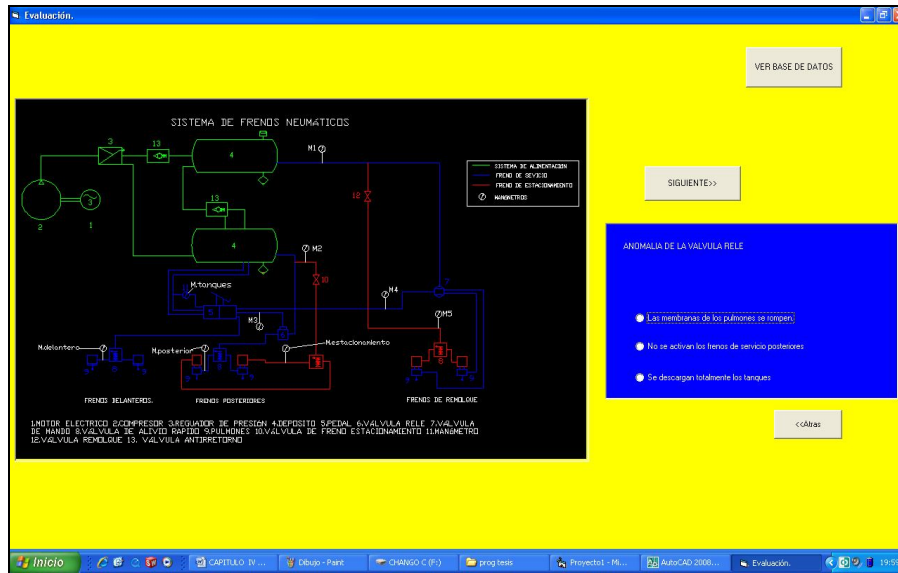


Figura 4.13

Pero si respondemos mal aparece un cuadro de dialogo que nos da otra oportunidad pero con un mensaje que nos advierte que la calificación es del 12.5%, si tras esta opción respondemos mal aparece un cuadro de dialogo que nos avisa que nuestra calificación es del 0% y pasa a la siguiente pregunta.

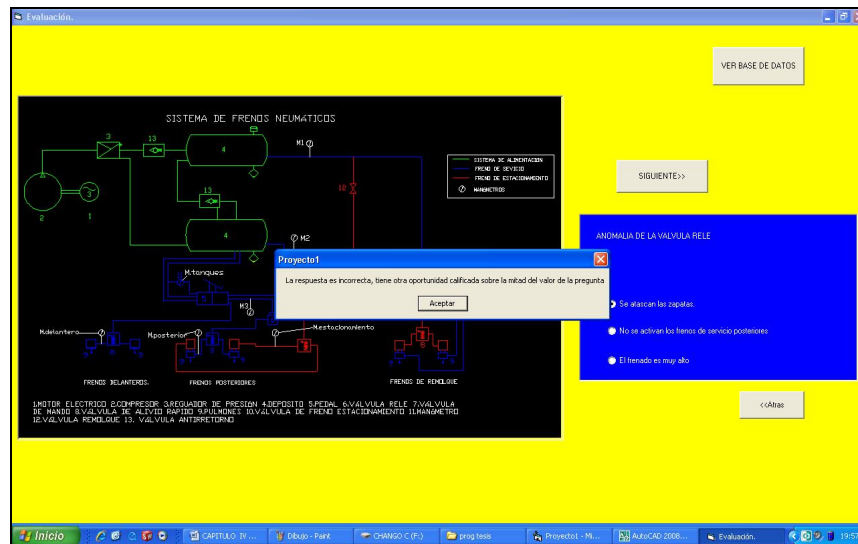


Figura 4.14

4.2 PROCEDIMIENTO CORRECTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS.

Ya una vez conectado todos los elementos, procedemos a realizar las pruebas respectivas para lo cual seguimos los siguientes pasos:

- Lo esencial es conectar la placa electrónica a 110 volt ya que hay electroválvulas normalmente cerradas que necesitan ser energizadas para que se abran y permitan un buen llenado de los depósitos y por ende el buen funcionamiento del sistema.

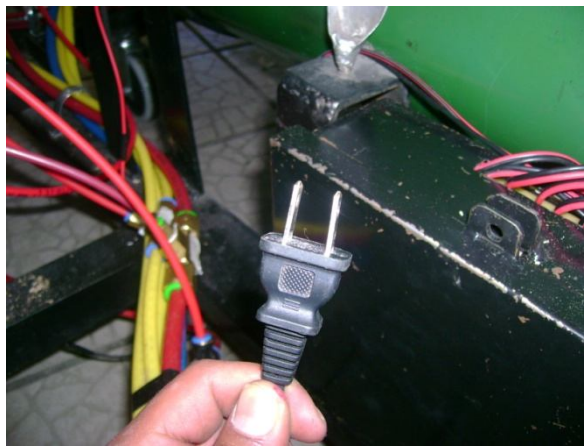


Figura 4.15 Cable para conexión de 110 voltios.

- Conectamos el cable de comunicación serial de la placa electrónica hacia el computador.

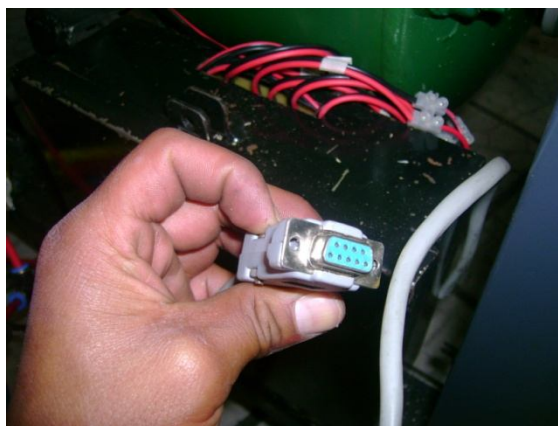


Figura 4.16 Cable de conexión serial.

- Cargamos los depósitos de aire, para lo cual conectamos el motor eléctrico a una fuente de 220 volt, la misma ayuda al compresor a cargar los depósitos del sistema de frenos neumáticos.

En este proceso hay que tener en cuenta que apenas llegue a los 75 a 80 psi hay que desconectar ya que el compresor no cuenta con un sistema de enfriamiento, si la presión disminuye hasta los 50 psi aproximadamente podemos conectarlo nuevamente hasta que obtenga la presión de trabajo que es de 75 a 80 psi .



Figura 4.17 Cable de conexión del compresor a 220 voltios.

- Para implementar las anomalías nosotros corremos el programa, el cual debe estar instalado en el disco C del computador, en la pantalla principal hacemos un clic en inserción de fallas, donde posteriormente visualizaremos dos submenús en los cuales escogemos Análisis **practico**.

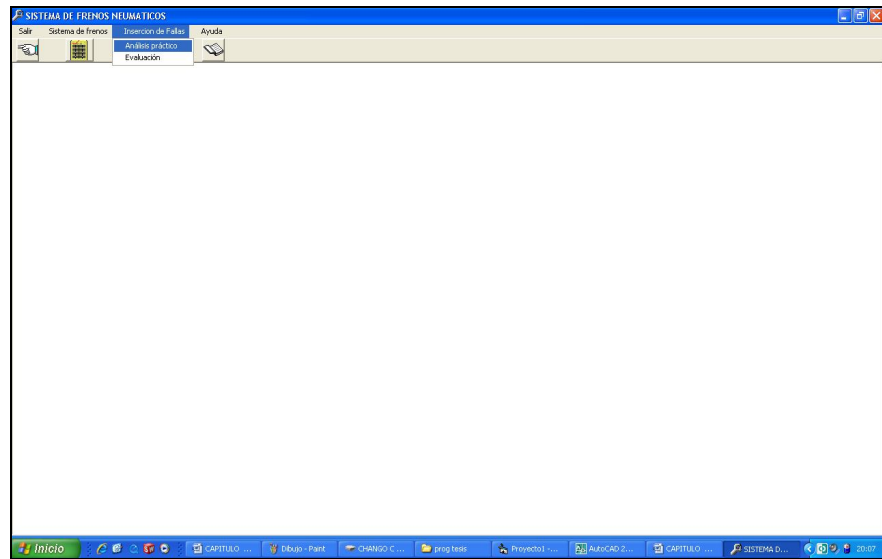


Figura 4.18

- Luego nosotros podemos visualizar una pantalla con diferentes anomalías donde las dos primeras son teóricas es decir no se las puede aplicar en el banco del sistema de frenos neumáticos. Las otras son fallas aplicables que se las puede analizar en el banco de frenos neumáticos.



Figura 4.19

4.3 MÉTODOS Y PROCESOS DE MANTENIMIENTO.

Para poder mantener esta importante herramienta en buen estado para su utilización por largo tiempo en beneficio de los estudiantes, debemos realizar un mantenimiento preventivo. Si es necesario también un mantenimiento correctivo, para el correcto mantenimiento seguimos los siguientes pasos:

- Antes de cada práctica realizamos una inspección visual de que todos los elementos estén en buen estado, mangueras conectadas, mangueras sin orificios, y que no estén dobladas.
- En la parte eléctrica también debemos analizar visualmente de que todos los cables estén conectados correctamente, en perfecto estado ya que si se produce un cortocircuito se puede dañar el micro controlador y el sistema no funcionaria.
- Otro importante punto a considerarse es la lubricación del compresor, para lo cual el aceite debe tener el nivel adecuado.
- Verificar manómetros ya que son uno de los elementos más importantes en este sistema de entrenamiento.

CONCLUSIÓN.

- La implementación de un sistema de entrenamiento en el sistema de frenos neumáticos, utilizando un elemento electromecánico como es el caso de las electroválvulas, mediante el control de un micro controlador, además de eso para poder analizar e implementar tenemos el programa, el uso de los mismos es una aplicación practica de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Automotriz, ya que son aplicaciones conjugadas de electrónica, eléctricas, mecánicas y de programación para obtener un diseño y aplicación de optima eficacia.
- La aplicación de un sistema de entrenamiento permite obtener conocimientos teóricos y prácticos sobre frenos neumáticos, que son muy importantes en el desempeño de vehículos de medio y gran tonelaje.
- Para aplicar este sistema se realizo una remodelación completa de todos los componentes del banco de frenos neumáticos ya que este estaba en condiciones de funcionamiento de un 70% aproximadamente, beneficiando sobre todo al funcionamiento óptimo del banco.
- La selección de los elementos fueron las mas acertadas ya que mediante la pruebas realizas obtienen un funcionamiento optimo y sincronizado.
- El programa realizado tiene opciones como:
 - Salir, permite que el usuario salga del programa.
 - Sistema de frenos, donde tenemos la parte teórica del sistema de frenos neumáticos.
 - Inserción de fallas, que es la parte más importante y donde se obtuvo resultados óptimos y de gran beneficio para quien opera este programa y sistema.

- Ayuda, que consta de todos los datos de la instalación del programa, mantenimiento y utilización del mismo.
- Esta herramienta de aprendizaje es de suma importancia ya que conjuga lo teórico con lo práctico además viene con una implementación tecnológica permitiendo un material didáctico acorde con la necesidad de estudiantes universitarios.

RECOMENDACIÓN.

- Que dentro de la carrera y la universidad se de importancia a la implementación de herramientas mas modernas que den una perspectiva de lo teórico y practico mejorando la competitividad del futuro ingeniero de la ESPE.
- Darle un mantenimiento preventivo al sistema de frenos neumáticos como se indica en el capitulo IV para que su funcionamiento beneficie por un tiempo extenso a quienes se instruyen en la carrera.
- Al usar este sistema tener muy en cuenta que se lo opera desde el programa y debe estar conectado la placa electrónica a 110V y por su puesto el cable serial que comunica el computador con la placa, porque de lo contrario el programa no funciona adecuadamente.
- Mantener todo el equipo en un lugar donde no pueda ser afectado por algún elemento como el agua ya que podría causar daños en los elementos electrónicos.

BIBLIOGRAFÍA.

- Miguel de Castro. Los frenos y la Suspensión. Grupo editorial Ceac, S.A. Barcelona 1994.
- Manual de frenos neumáticos. Aplicación Camiones y Ómnibus. Manuales NEGRI. Argentina 2004.
- M. Duchene y M. Charlteaux. Frenos. Industria grafica Ferrer Coll S.A.
- John Remling. Frenos. Editorial Limusa S.A. Mexico 1991.
- Wilson R. Jinez y Abel M. Jácome. Construcción de un Banco de Pruebas para Frenos Neumáticos. Monografía de Grado 1993.
- Fredy Hernández. Diseño y adaptación al banco de pruebas de frenos neumáticos, el freno de remolque. Tesis de Grado. 2001.
- http://www.freico.com/portal/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=12&Itemid=83
- <http://www.lowestpricetrafficschool.com/handbooks/cdl/sp/5>
- <http://www.fuchslocher.cl/frenos/frenos.php>
- http://www.rymeshop.com/varios/ES/16_FRENOS%20DE%20AIRE.pdf

ANEXOS

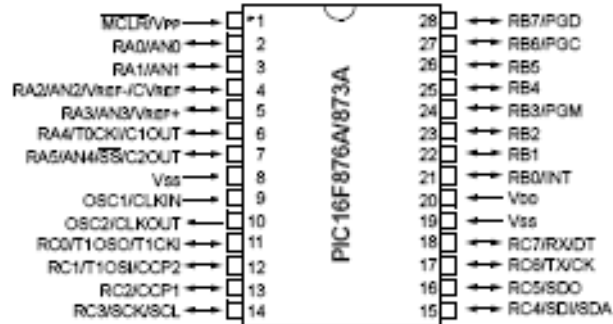
ANEXO A

PIC 16F876A

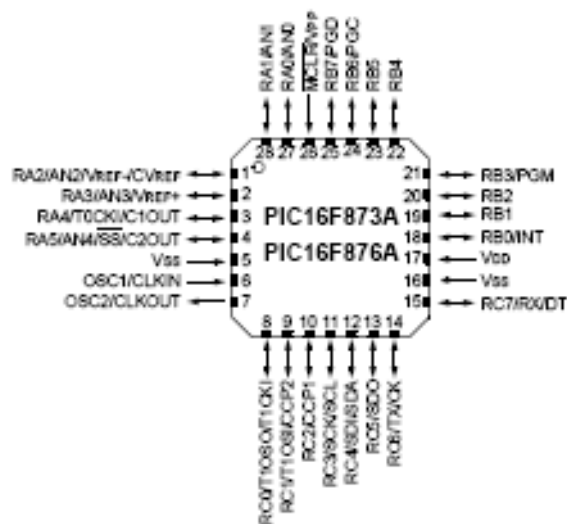
PIC16F87XA

Pin Diagrams

PDIP (28-pin), SOIC, SSOP

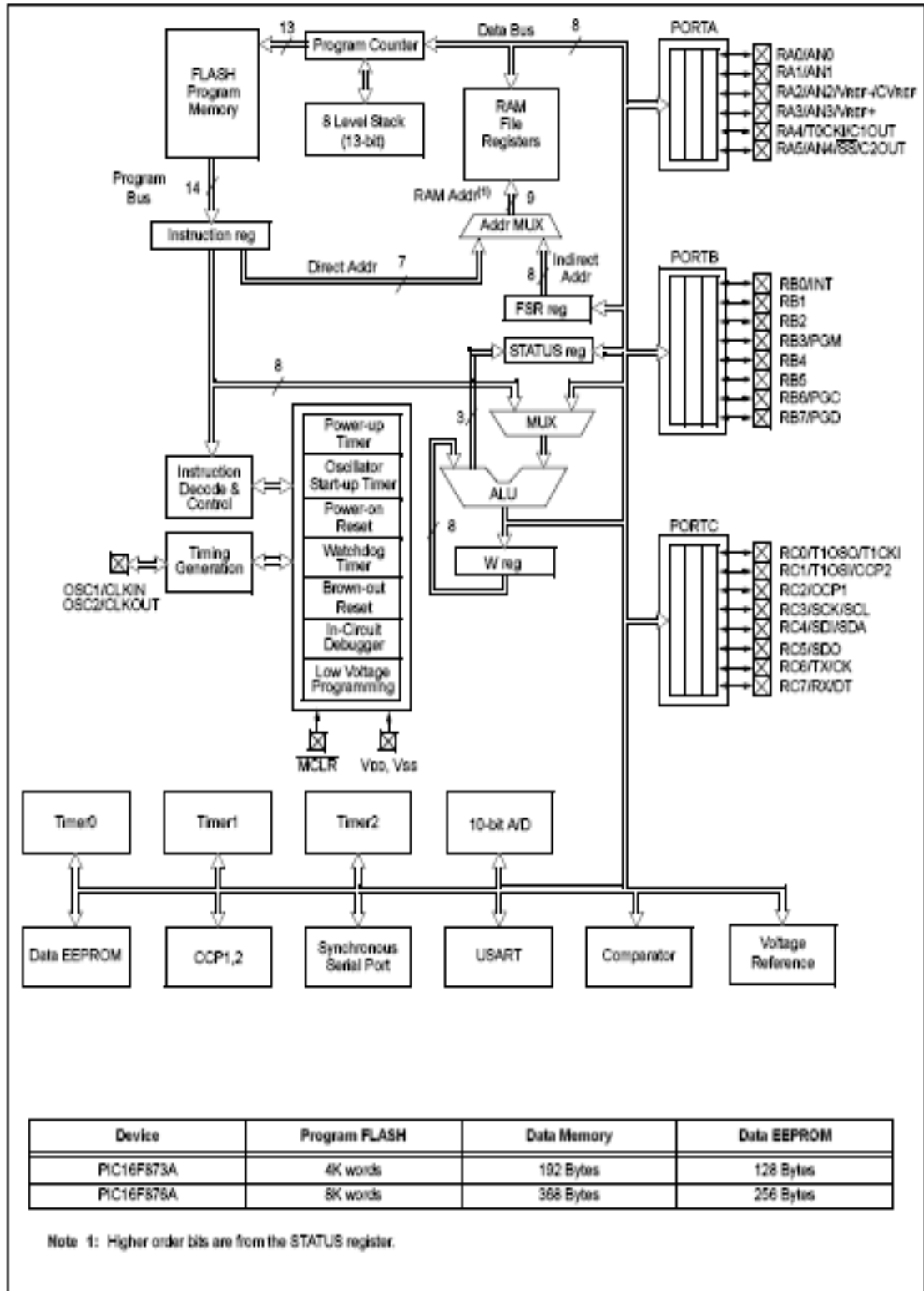


MLF



PIC16F87XA

FIGURE 1-1: PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM



PIC16F87XA

TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	I I	ST/CMOS ⁽³⁾	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode. Otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	10	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	I P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output) Master Clear (Reset) input. This pin is an active low RESET to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	I/O I	TTL	PORTA is a bi-directional I/O port. Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	I/O I	TTL	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	I/O I I	TTL	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input .
RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT	6	I/O I O	ST	Digital I/O – Open drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output.
RA5/SS/AN4/C2OUT RA5 SS AN4 C2OUT	7	I/O I I O	TTL	Digital I/O. SPI slave select input. Analog input 4. Comparator 2 output.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

ANEXO B

MAX 232



+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

General Description

The MAX220–MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where $\pm 12V$ is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than $5\mu W$. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

Portable Computers
 Low-Power Modems
 Interface Translation
 Battery-Powered RS-232 Systems
 Multidrop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- ◆ Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- ◆ Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- ◆ Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- ◆ Multiple Drivers and Receivers
- ◆ 3-State Driver and Receiver Outputs
- ◆ Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering information continued at end of data sheet.
 *Contact factory for dice specifications.

Selection Table

Part Number	Power Supply (V)	No. of RS-232 Drivers/Rx	No. of Ext. Caps	Nominal Cap. Value (μF)	SHDN & Three-State	Rx Active In SHDN	Data Rate (kbps)	Features
MAX220	+5	3/2	4	0.1	No	—	120	Ultra-low-power, industry-standard pinout
MAX222	+5	3/2	4	0.1	Yes	—	200	Low-power shutdown
MAX223 (MAX213)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	✓	120	MAX241 and receivers active in shutdown
MAX225	+5	5/5	0	—	Yes	✓	120	Available in SO
MAX230 (MAX200)	+5	5/0	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	5 drivers with shutdown
MAX231 (MAX201)	+5 and +7.5 to +13.2	3/2	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; same functions as MAX232
MAX232 (MAX202)	+5	3/2	4	1.0 (0.1)	No	—	120 (64)	Industry standard
MAX232A	+5	3/2	4	0.1	No	—	200	Higher slow rate, small caps
MAX233 (MAX203)	+5	3/2	0	—	No	—	120	No external caps
MAX235A	+5	3/2	0	—	No	—	200	No external caps, high slow rate
MAX234 (MAX204)	+5	4/0	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 148B
MAX235 (MAX205)	+5	5/5	0	—	Yes	—	120	No external caps
MAX236 (MAX206)	+5	4/3	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Shutdown, three state
MAX237 (MAX207)	+5	5/3	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Complements IBM PC serial port
MAX238 (MAX208)	+5	4/4	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 148B and 1489
MAX239 (MAX209)	+5 and +7.5 to +13.2	3/5	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; single-package solution for IBM PC serial port
MAX240	+5	5/5	4	1.0	Yes	—	120	DIP or flatback package
MAX241 (MAX211)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Complete IBM PC serial port
MAX242	+5	3/2	4	0.1	Yes	✓	200	Separate shutdown and enable
MAX243	+5	3/2	4	0.1	No	—	200	Open-line detection simplifies cabling
MAX244	+5	8/10	4	1.0	No	—	120	High slow rate
MAX245	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slow rate, int. caps, two shutdown modes
MAX246	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slow rate, int. caps, three shutdown modes
MAX247	+5	8/9	0	—	Yes	✓	120	High slow rate, int. caps, nine operating modes
MAX248	+5	8/8	4	1.0	Yes	✓	120	High slow rate, selective half-chip enables
MAX249	+5	6/10	4	1.0	Yes	✓	120	Available in quad flatback package



Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX220/222/232A/233A/242/243

Supply Voltage (V_{CC})	-0.3V to +6V	20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above +70°C) .440mW	
Input Voltages		16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) .896mW	
T_{IN}	-0.3V to ($V_{CC} - 0.3V$)	16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) .762mW	
R_{IN} (Except MAX220)	±30V	18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) .762mW	
R_{IN} (MAX220)	±25V	20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C) .800mW	
T_{OUT} (Except MAX220) (Note 1)	±15V	20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C) .640mW	
T_{OUT} (MAX220)	±13.2V	16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) .800mW	
Output Voltages		18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) .842mW	
T_{OUT}	±15V		
R_{OUT}	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)	Operating Temperature Ranges	
Driver/Receiver Output Short Circuited to GND	Continuous	MAX2_AC_ _ MAX2_C_ _	0°C to +70°C
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70°C$)		MAX2_AE_ _ MAX2_E_ _	-40°C to +85°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)	.842mW	MAX2_AM_ _ MAX2_M_ _	-55°C to +125°C
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)	.896mW	Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
		Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, \overline{SHDN} or $V_{CC} = 0V$.

Note 2: For the MAX220, V_+ and V_- can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

($V_{CC} = +5V \pm 10\%$, C_1 - $C_4 = 0.1\mu F$, MAX220, $C_1 = 0.047\mu F$, C_2 - $C_4 = 0.33\mu F$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS					
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3k Ω to GND	±5	±8		V
Input Logic Threshold Low			1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All devices except MAX220	2	1.4		V
	MAX220: $V_{CC} = 5.0V$	2.4			
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation		5	40	μA
	$\overline{SHDN} = 0V$, MAX222/242, shutdown, MAX220	±0.01		±1	
Output Leakage Current	$V_{CC} = 5.5V$, $\overline{SHDN} = 0V$, $V_{OUT} = \pm 15V$, MAX222/242	±0.01		±10	μA
	$V_{CC} = \overline{SHDN} = 0V$, $V_{OUT} = \pm 15V$	±0.01		±10	
Data Rate			200	116	kbps
Transmitter Output Resistance	$V_{CC} = V_+ = V_- = 0V$, $V_{OUT} = \pm 2V$	300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0V$	±7	±22		mA
RS-232 RECEIVERS					
RS-232 Input Voltage Operating Range				±30	V
RS-232 Input Threshold Low	$V_{CC} = 5V$	All except MAX243 R_{2IN}	0.8	1.3	V
		MAX243 R_{2IN} (Note 2)	-3		
RS-232 Input Threshold High	$V_{CC} = 5V$	All except MAX243 R_{2IN}	1.8	2.4	V
		MAX243 R_{2IN} (Note 2)	-0.5	-0.1	
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, $V_{CC} = 5V$, no hysteresis in shdn.	0.2	0.5	1	V
	MAX243		1		
RS-232 Input Resistance		3	5	7	k Ω
TTL/CMOS Output Voltage Low	$I_{OUT} = 3.2mA$		0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	$I_{OUT} = -1.0mA$	3.5	$V_{CC} - 0.2$		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing $V_{OUT} = GND$	-2	-10		mA
	Sinking $V_{OUT} = V_{CC}$	10	30		

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243 (continued)
($V_{CC} = \pm 5V \pm 10\%$, $C1-C4 = 0.1\mu F$, MAX220, $C1 = 0.047\mu F$, $C2-C4 = 0.33\mu F$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TTL/CMOS Output Leakage Current	$\overline{SHDN} = V_{CC}$ or $\overline{EN} = V_{CC}$ ($\overline{SHDN} = 0V$ for MAX222), $0V \leq V_{OUT} \leq V_{CC}$			± 0.05	± 10	μA
\overline{EN} Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
\overline{EN} Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
V_{CC} Supply Current ($\overline{SHDN} = V_{CC}$), Figures 5, 6, 11, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3k Ω load both inputs	MAX220		12		
		MAX222/232A/233A/242/243		15		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	$T_A = +25^\circ C$		0.1	10	μA
		$T_A = 0^\circ C$ to $+70^\circ C$		2	50	
		$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$		2	50	
		$T_A = -55^\circ C$ to $+125^\circ C$		35	100	
\overline{SHDN} Input Leakage Current	MAX222/242				± 1	μA
\overline{SHDN} Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
\overline{SHDN} Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
Transition Slew Rate	$C_L = 50pF$ to $2500pF$, $R_L = 3k\Omega$ to $7k\Omega$, $V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, measured from $+3V$ to $-3V$ or $-3V$ to $+3V$	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/ μs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 1	t_{PHLT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	μs
		MAX220		4	10	
	t_{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	
		MAX220		5	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (normal operation), Figure 2	t_{PHLR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.5	1	μs
		MAX220		0.6	3	
	t_{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	
		MAX220		0.8	3	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (shutdown), Figure 2	t_{PHLS}	MAX242		0.5	10	μs
	t_{PLHS}	MAX242		2.5	10	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t_{EN}	MAX242		125	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t_{DR}	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time (\overline{SHDN} goes high), Figure 4	t_{ET}	MAX222/242, 0.1 μF caps (includes charge-pump start-up)		250		μs
Transmitter-Output Disable Time (\overline{SHDN} goes low), Figure 4	t_{DT}	MAX222/242, 0.1 μF caps		600		ns
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	$t_{PHLT} - t_{PLHT}$	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	$t_{PHLR} - t_{PLHR}$	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

Note 3: MAX243 $R2_{OUT}$ is guaranteed to be low when $R2_{IN}$ is $\geq 0V$ or is floating.

MAXIM

3

ANEXO C

PROGRAMA DE CONTROL EN VISUAL **BASIC.**

FORM1

CARATULA EN EL FORM 1

```
Private Sub Form_Load()
```

```
End Sub
```

PONEMOS EL TIMER UN TIEMPO Y QUE ACTUALICE LA PANTALLA.

```
Private Sub Timer1_Timer()
```

```
Unload Me
```

```
MDIForm1.Visible = True
```

```
End Sub
```

MDI FORM1.

APARECE LA TEORÍA SEGÚN DONDE HAGAMOS CLICK.

VISUALIZAMOS SISTEMA DE CARGA

```
Private Sub carga_Click()
```

```
Unload MDIForm1
```

```
Form2.Visible = True
```

```
End Sub
```

VISUALIZAMOS SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

```
Private Sub alimentacion_Click()
```

```
Unload MDIForm1
```

Form2.Visible = True

End Sub

VISUALIZAMOS PANTALLA CON LAS ANOMALÍAS.

Private Sub Analisis_Click()

Unload MDIForm1

Form7.Visible = True

End Sub

REGRESAR A LA PANTALLA.

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

End

End Sub

VISUALIZAMOS SISTEMA DE ESTACIONAMIENTO.

Private Sub estacionamiento_Click()

Unload MDIForm1

Form13.Visible = True

End Sub

VISUALIZAMOS PANTALLA PARA LA EVALUACIÓN.


```
Private Sub Evaluacion_Click()
```

```
Unload MDIForm1
```

```
Form8.Visible = True
```

```
End Sub
```

VISUALIZAMOS PANTALLA DE CÓMO INSTALAR

```
Private Sub Instalar_Click()
```

```
Unload MDIForm1
```

```
Form19.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub MDIForm_Load()
```

```
End Sub
```

VISUALIZAMOS SISTEMA DE REMOLQUE.

```
Private Sub remolque_Click()
```

```
Unload MDIForm1
```

```
Form16.Visible = True
```

```
End Sub
```

SALIMOS DEL PROGRAMA

```
Private Sub salir_Click()
```

End

End Sub

Private Sub servicio_Click()

Unload MDIForm1

Form9.Visible = True

End Sub

FORM2

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form3.Visible = True

End Sub

FORM3

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form4.Visible = True

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Unload MDIForm1

Form2.Visible = True

End Sub

FORM4

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form5.Visible = True

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Unload MDIForm1

Form3.Visible = True

End Sub

FORM5

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form4.Visible = True

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Unload MDIForm1

Form6.Visible = True

End Sub

FORM6

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form5.Visible = True

End Sub

FORM9

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form10.Visible = True

End Sub

FORM10

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form11.Visible = True

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Unload MDIForm1

Form9.Visible = True

End Sub

FORM11

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form12.Visible = True

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Unload MDIForm1

Form10.Visible = True

End Sub

FORM12

Private Sub Command2_Click()

Unload MDIForm1

Form11.Visible = True

End Sub

FORM13

```
Private Sub Command1_Click()  
  
Unload MDIForm1  
  
Form14.Visible = True  
  
End Sub
```

FORM14

```
Private Sub Command1_Click()  
  
Unload MDIForm1  
  
Form15.Visible = True  
  
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()  
  
Unload MDIForm1  
  
Form13.Visible = True  
  
End Sub
```

FORM15 A FORM16

```
Private Sub Command1_Click()  
  
Unload MDIForm1  
  
Form14.Visible = True  
  
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
```

Unload MDIForm1

Form17.Visible = True

End Sub

Private Sub Command1_Click()

Unload MDIForm1

Form18.Visible = True

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Unload MDIForm1

Form16.Visible = True

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Unload MDIForm1

Form17.Visible = True

End Sub

FORM7 (ANÁLISIS PRACTICO)

Dim FALLA As Integer

Private Sub Command1_Click()

MSComm1.PortOpen = True

MSComm1.Settings = "9600, N, 8, 1"

Picture3.Visible = False

Picture5.Visible = False

Picture2.Visible = True

'desaparece el cuadro de pregunta

Frame1.Visible = False

Command3.Visible = True

'Asigna el titulo, la tabla, y activa la salida según la falla elegida.

If Option1.Value = True Then

Label6.Caption = Option1.Caption

DBGrid1.Visible = True

'MSComm1.Output = "1" NO ACTIVADA

End If

If Option2.Value = True Then

Label6.Caption = Option2.Caption

DBGrid2.Visible = True

'MSComm1.Output = "2" NO ACTIVADA

End If


```
If Option3.Value = True Then  
Label6.Caption = Option3.Caption  
DBGrid3.Visible = True  
MSComm1.Output = "5"  
End If
```

```
If Option4.Value = True Then  
Label6.Caption = Option4.Caption  
DBGrid4.Visible = True  
MSComm1.Output = "4"  
End If
```

```
If Option5.Value = True Then  
Label6.Caption = Option5.Caption  
DBGrid5.Visible = True  
MSComm1.Output = "2"  
End If
```

```
If Option6.Value = True Then  
Label6.Caption = Option6.Caption  
DBGrid6.Visible = True  
MSComm1.Output = "6"
```

End If

If Option7.Value = True Then

Label6.Caption = Option7.Caption

DBGrid7.Visible = True

MSComm1.Output = "7"

End If

If Option8.Value = True Then

Label6.Caption = Option8.Caption

DBGrid8.Visible = True

MSComm1.Output = "8"

End If

If Option9.Value = True Then

Label6.Caption = Option9.Caption

DBGrid9.Visible = True

MSComm1.Output = "9"

End If

DBGrid1.Visible = True

End Sub

APARECE EL MISMO CUADRO NO SE APLICA NINGUNA ANOMALÍA.

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
Picture1.Visible = True
```

```
Option1.Value = False
```

```
Option2.Value = False
```

```
Option3.Value = False
```

```
Option4.Value = False
```

```
Option5.Value = False
```

```
Option6.Value = False
```

```
Option7.Value = False
```

```
Option8.Value = False
```

```
Option9.Value = False
```

```
Frame1.Visible = False
```

```
End Sub
```

REGRESA A LA PANTALLA DE INSERCIÓN DE FALLAS Y DESACTIVA TODAS LA ANOMALÍAS APLICADAS.

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
Option1.Value = False
```

```
Option2.Value = False
```

```
Option3.Value = False
```

Option4.Value = False
Option5.Value = False
Option6.Value = False
Option7.Value = False
Option8.Value = False
Option9.Value = False
MSComm1.Output = "C"
MSComm1.PortOpen = False
Picture3.Visible = True
Picture5.Visible = True
Picture2.Visible = False
DBGrid1.Visible = False
DBGrid2.Visible = False
DBGrid3.Visible = False
DBGrid4.Visible = False
DBGrid5.Visible = False
DBGrid6.Visible = False
DBGrid7.Visible = False
DBGrid8.Visible = False
DBGrid9.Visible = False
Picture1.Visible = True
Command3.Visible = False

Label6.Caption = "INSERCIÓN DE FALLAS"

End Sub

[REGRESA A LA PANTALLA INICIAL.](#)

Private Sub Command4_Click()

If MSCComm1.PortOpen = True Then

MSCComm1.Output = "C"

MSCComm1.PortOpen = False

Unload Me

MDIForm1.Visible = True

Else

Unload Me

MDIForm1.Visible = True

End If

End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)

If MSCComm1.PortOpen = True Then

MSCComm1.Output = "C"

MSCComm1.PortOpen = False

Unload Me

MDIForm1.Visible = True

Else

Unload Me

MDIForm1.Visible = True

End If

End Sub

APARECE EN LA PANTALLA EL ESQUEMA Y EL CUADRO DE SÍNTOMAS
SEGÚN LA ANOMALÍA ESCOGIDA.

Private Sub Option1_Click()

Frame1.Visible = True

Picture1.Visible = False

End Sub

Private Sub Option2_Click()

Frame1.Visible = True

Picture1.Visible = False

End Sub

Private Sub Option3_Click()

Frame1.Visible = True

Picture1.Visible = False

End Sub

Private Sub Option4_Click()

```
Frame1.Visible = True
```

```
Picture1.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option5_Click()
```

```
Frame1.Visible = True
```

```
Picture1.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option6_Click()
```

```
Frame1.Visible = True
```

```
Picture1.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option7_Click()
```

```
Frame1.Visible = True
```

```
Picture1.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option8_Click()
```

```
Frame1.Visible = True
```

```
Picture1.Visible = False
```

End Sub

Private Sub Option9_Click()

Frame1.Visible = True

Picture1.Visible = False

End Sub

FORM8 (EVALUACIÓN)

Private Sub Command1_Click()

Option1.Value = False

Option2.Value = False

Option3.Value = False

Picture1.Visible = True

MsgBox ("Hay 4 preguntas por responder la calificación al final será sobre el 100%, presione el botón siguiente para continuar luego de cada pregunta")

Data1.Recordset.MoveFirst

CALIFICACION = 0

For I = 1 To 9

CORRECTA(I) = Text2.Text

Data1.Recordset.MoveNext

Next I

For I = 1 To 21

INCORRECTA(I) = Text2.Text

Data1.Recordset.MoveNext

Next I

Randomize

SELECCION(1) = 8 * Rnd + 1

ETIQUETA1:

Randomize

SELECCION(2) = 8 * Rnd + 1

If SELECCION(2) = SELECCION(1) Then

GoTo ETIQUETA1

End If

ETIQUETA2:

Randomize

SELECCION(3) = 8 * Rnd + 1

If SELECCION(3) = SELECCION(1) Or SELECCION(3) = SELECCION(2) Then

GoTo ETIQUETA2

End If

ETIQUETA3:

Randomize

SELECCION(4) = 8 * Rnd + 1

If SELECCION(4) = SELECCION(1) Or SELECCION(4) = SELECCION(2) Or
SELECCION(4) = SELECCION(3) Then

GoTo ETIQUETA3

End If

'carga de la primera pregunta

NUMPREGUNTA = 1

COMODIN = 0

Call DESARROLLO1

' Desaparecer el siguiente

Command1.Visible = False

End Sub

Private Sub Command2_Click()

MSComm1.Output = "C"

Option1.Value = False

Option2.Value = False

Option3.Value = False

Picture1.Visible = True

'carga de la segunda pregunta

NUMPREGUNTA = 2

COMODIN = 0

Call DESARROLLO2

End Sub

Private Sub Command3_Click()

MSComm1.Output = "C"

Option1.Value = False

Option2.Value = False

Option3.Value = False

Picture1.Visible = True

'carga de la tercera pregunta

NUMPREGUNTA = 3

COMODIN = 0

Call DESARROLLO3

End Sub

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
MSComm1.Output = "C"
```

```
Option1.Value = False
```

```
Option2.Value = False
```

```
Option3.Value = False
```

```
Picture1.Visible = True
```

```
'carga de la cuarta pregunta
```

```
NUMPREGUNTA = 4
```

```
COMODIN = 0
```

```
Call DESARROLLO4
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command5_Click()
```

```
Command1.Visible = True
```

```
Command5.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command6_Click()
```

```
Frame1.Visible = True
```

```
If Text1.Text = "CHANGO" Or Text1.Text = "chango" Then
```

```
DBGrid1.Visible = True
```

Command6.Visible = False

Command7.Visible = True

Frame1.Visible = False

Text1.Text = ""

Picture2.Visible = False

Else

Text1.Text = ""

End If

End Sub

Private Sub Command7_Click()

Command6.Visible = True

Command7.Visible = False

DBGrid1.Visible = False

Picture2.Visible = True

End Sub

Private Sub Command8_Click()

MSComm1.Output = "C"

MSComm1.PortOpen = False

Unload Me

MDIForm1.Visible = True

End Sub

Private Sub Form_Load()

MSComm1.PortOpen = True

MSComm1.Settings = "9600, N, 8, 1"

PREGUNTA(1) = Form7.Option1.Caption

PREGUNTA(2) = Form7.Option2.Caption

PREGUNTA(3) = Form7.Option3.Caption

PREGUNTA(4) = Form7.Option4.Caption

PREGUNTA(5) = Form7.Option5.Caption

PREGUNTA(6) = Form7.Option6.Caption

PREGUNTA(7) = Form7.Option7.Caption

PREGUNTA(8) = Form7.Option8.Caption

PREGUNTA(9) = Form7.Option9.Caption

End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)

If MSComm1.PortOpen = True Then

MSComm1.Output = "C"

MSComm1.PortOpen = False

Unload Me

MDIForm1.Visible = True

Else

Unload Me

MDIForm1.Visible = True

End If

End Sub

Private Sub Option1_Click()

If ORDEN = 1 Then

If COMODIN = 0 Then CALIFICACION = CALIFICACION + 25

If COMODIN = 1 Then CALIFICACION = CALIFICACION + 12.5

If NUMPREGUNTA = 1 Then Form8.Command2.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command1.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 2 Then Form8.Command3.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command2.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 3 Then Form8.Command4.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command3.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 4 Then MsgBox "La prueba ha terminado puntuacion " & CALIFICACION & " % alcanzado": Command4.Visible = False: Command5.Visible = True: Picture1.Visible = False

Else

If COMODIN = 0 Then

MsgBox "La respuesta es incorrecta, tiene otra oportunidad calificada sobre la mitad del valor de la pregunta"

Option1.Value = False

Option2.Value = False

Option3.Value = False

COMODIN = 1

If NUMPREGUNTA = 1 Then Call DESARROLLO1

If NUMPREGUNTA = 2 Then Call DESARROLLO2

If NUMPREGUNTA = 3 Then Call DESARROLLO3

If NUMPREGUNTA = 4 Then Call DESARROLLO4

Else

If NUMPREGUNTA = 1 Then Command2.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command1.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 2 Then Command3.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command2.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 3 Then Command4.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command3.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 4 Then MsgBox "La prueba ha terminado puntuacion " & CALIFICACION & " % alcanzado": Command4.Visible = False: Command5.Visible = True: Picture1.Visible = False

End If

End If

End Sub

Private Sub Option2_Click()

If ORDEN = 2 Then

If COMODIN = 0 Then CALIFICACION = CALIFICACION + 25

If COMODIN = 1 Then CALIFICACION = CALIFICACION + 12.5

If NUMPREGUNTA = 1 Then Form8.Command2.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command1.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 2 Then Form8.Command3.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command2.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 3 Then Form8.Command4.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command3.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 4 Then MsgBox "La prueba ha terminado puntuacion " & CALIFICACION & " % alcanzado": Command4.Visible = False: Command5.Visible = True: Picture1.Visible = False

Else

If COMODIN = 0 Then

MsgBox "La respuesta es incorrecta, tiene otra oportunidad calificada sobre la mitad del valor de la pregunta"

Option1.Value = False

Option2.Value = False

Option3.Value = False

COMODIN = 1

If NUMPREGUNTA = 1 Then Call DESARROLLO1

If NUMPREGUNTA = 2 Then Call DESARROLLO2

If NUMPREGUNTA = 3 Then Call DESARROLLO3

If NUMPREGUNTA = 4 Then Call DESARROLLO4

Else

If NUMPREGUNTA = 1 Then Command2.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command1.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 2 Then Command3.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command2.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 3 Then Command4.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command3.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 4 Then MsgBox "La prueba ha terminado puntuacion " & CALIFICACION & " % alcanzado": Command4.Visible = False: Command5.Visible = True: Picture1.Visible = False

End If

End If

End Sub

Private Sub Option3_Click()

If ORDEN = 3 Then

If COMODIN = 0 Then CALIFICACION = CALIFICACION + 25

If COMODIN = 1 Then CALIFICACION = CALIFICACION + 12.5

If NUMPREGUNTA = 1 Then Form8.Command2.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command1.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 2 Then Form8.Command3.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command2.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 3 Then Form8.Command4.Visible = True: MsgBox "ok, " & CALIFICACION & " % completado": Command3.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 4 Then MsgBox "La prueba ha terminado puntuacion " & CALIFICACION & " % alcanzado": Command4.Visible = False: Command5.Visible = True: Picture1.Visible = False

Else

If COMODIN = 0 Then

MsgBox "La respuesta es incorrecta, tiene otra oportunidad calificada sobre la mitad del valor de la pregunta"

Option1.Value = False

Option2.Value = False

Option3.Value = False

COMODIN = 1

If NUMPREGUNTA = 1 Then Call DESARROLLO1

If NUMPREGUNTA = 2 Then Call DESARROLLO2

If NUMPREGUNTA = 3 Then Call DESARROLLO3

If NUMPREGUNTA = 4 Then Call DESARROLLO4

Else

If NUMPREGUNTA = 1 Then Command2.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command1.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 2 Then Command3.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command2.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 3 Then Command4.Visible = True: MsgBox "La respuesta es incorrecta 0% en esta pregunta": Command3.Visible = False: Picture1.Visible = False

If NUMPREGUNTA = 4 Then MsgBox "La prueba ha terminado puntuacion " & CALIFICACION & " % alcanzado": Command4.Visible = False: Command5.Visible = True: Picture1.Visible = False

End If

End If

End Sub

MODULO 1

Global PREGUNTA(9) As String

Global CORRECTA(9) As String

Global INCORRECTA(21) As String

Global SELECCION(4) As Integer

Global SELECCIONINC(2) As Integer

Global ORDEN As Integer

Global CALIFICACION As Integer

Global COMODIN As Integer

Global NUMPREGUNTA As Integer

PARA CARGAR LA PRIMERA PREGUNTA

Sub DESARROLLO1()

'If SELECCION(1) = 1 Then Form8.MSComm1.Output = "1"

'If SELECCION(1) = 2 Then Form8.MSComm1.Output = "2"

If SELECCION(1) = 3 Then Form8.MSComm1.Output = "3"

If SELECCION(1) = 4 Then Form8.MSComm1.Output = "4"

If SELECCION(1) = 5 Then Form8.MSComm1.Output = "5"

If SELECCION(1) = 6 Then Form8.MSComm1.Output = "6"

If SELECCION(1) = 7 Then Form8.MSComm1.Output = "7"

If SELECCION(1) = 8 Then Form8.MSComm1.Output = "8"

If SELECCION(1) = 9 Then Form8.MSComm1.Output = "9"

Randomize

ORDEN = Rnd * 2 + 1

Randomize

SELECCIONINC(1) = 20 * Rnd + 1

ETIQUETA4:

Randomize

SELECCIONINC(2) = 20 * Rnd + 1

If SELECCIONINC(2) = SELECCIONINC(1) Then

GoTo ETIQUETA4

End If

If ORDEN = 1 Then

Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(1))

Form8.Option1.Caption = CORRECTA(SELECCION(1))

Form8.Option2.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))

Form8.Option3.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))

End If

If ORDEN = 2 Then

```
Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(1))  
Form8.Option1.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))  
Form8.Option2.Caption = CORRECTA(SELECCION(1))  
Form8.Option3.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))  
End If
```

```
If ORDEN = 3 Then
```

```
Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(1))  
Form8.Option1.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))  
Form8.Option2.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))  
Form8.Option3.Caption = CORRECTA(SELECCION(1))  
End If  
End Sub
```

PARA CARGAR LA SEGUNDA PREGUNTA

```
Sub DESARROLLO2()  
  
'If SELECCION(2) = 1 Then Form8.MSComm1.Output = "1"  
'If SELECCION(2) = 2 Then Form8.MSComm1.Output = "2"  
If SELECCION(2) = 3 Then Form8.MSComm1.Output = "3"  
If SELECCION(2) = 4 Then Form8.MSComm1.Output = "4"  
If SELECCION(2) = 5 Then Form8.MSComm1.Output = "5"  
If SELECCION(2) = 6 Then Form8.MSComm1.Output = "6"
```

If SELECCION(2) = 7 Then Form8.MSComm1.Output = "7"

If SELECCION(2) = 8 Then Form8.MSComm1.Output = "8"

If SELECCION(2) = 9 Then Form8.MSComm1.Output = "9"

Randomize

ORDEN = Rnd * 2 + 1

Randomize

SELECCIONINC(1) = 20 * Rnd + 1

ETIQUETA4:

Randomize

SELECCIONINC(2) = 20 * Rnd + 1

If SELECCIONINC(2) = SELECCIONINC(1) Then

GoTo ETIQUETA4

End If

If ORDEN = 1 Then

Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(2))

Form8.Option1.Caption = CORRECTA(SELECCION(2))

Form8.Option2.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))

Form8.Option3.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))

End If

If ORDEN = 2 Then

Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(2))

Form8.Option1.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))

Form8.Option2.Caption = CORRECTA(SELECCION(2))

Form8.Option3.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))

End If

If ORDEN = 3 Then

Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(2))

Form8.Option1.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))

Form8.Option2.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))

Form8.Option3.Caption = CORRECTA(SELECCION(2))

End If

End Sub

PARA CARGAR LA TERCERA PREGUNTA

Sub DESARROLLO3()

'If SELECCION(3) = 1 Then Form8.MSComm1.Output = "1"

'If SELECCION(3) = 2 Then Form8.MSComm1.Output = "2"

If SELECCION(3) = 3 Then Form8.MSComm1.Output = "3"

If SELECCION(3) = 4 Then Form8.MSComm1.Output = "4"

If SELECCION(3) = 5 Then Form8.MSComm1.Output = "5"

If SELECCION(3) = 6 Then Form8.MSComm1.Output = "6"

If SELECCION(3) = 7 Then Form8.MSComm1.Output = "7"

If SELECCION(3) = 8 Then Form8.MSComm1.Output = "8"

If SELECCION(3) = 9 Then Form8.MSComm1.Output = "9"

Randomize

ORDEN = Rnd * 2 + 1

Randomize

SELECCIONINC(1) = 20 * Rnd + 1

ETIQUETA4:

Randomize

SELECCIONINC(2) = 20 * Rnd + 1

If SELECCIONINC(2) = SELECCIONINC(1) Then

GoTo ETIQUETA4

End If

If ORDEN = 1 Then

Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(3))

Form8.Option1.Caption = CORRECTA(SELECCION(3))

Form8.Option2.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))

```
Form8.Option3.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))
```

```
End If
```

```
If ORDEN = 2 Then
```

```
Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(3))
```

```
Form8.Option1.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))
```

```
Form8.Option2.Caption = CORRECTA(SELECCION(3))
```

```
Form8.Option3.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))
```

```
End If
```

```
If ORDEN = 3 Then
```

```
Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(3))
```

```
Form8.Option1.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))
```

```
Form8.Option2.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))
```

```
Form8.Option3.Caption = CORRECTA(SELECCION(3))
```

```
End If
```

```
End Sub
```

PARA CARGAR LA CUARTA PREGUNTA

```
Sub DESARROLLO4()
```

```
'If SELECCION(4) = 1 Then Form8.MSComm1.Output = "1"
```

```
'If SELECCION(4) = 2 Then Form8.MSComm1.Output = "2"
```

If SELECCION(4) = 3 Then Form8.MSComm1.Output = "3"

If SELECCION(4) = 4 Then Form8.MSComm1.Output = "4"

If SELECCION(4) = 5 Then Form8.MSComm1.Output = "5"

If SELECCION(4) = 6 Then Form8.MSComm1.Output = "6"

If SELECCION(4) = 7 Then Form8.MSComm1.Output = "7"

If SELECCION(4) = 8 Then Form8.MSComm1.Output = "8"

If SELECCION(4) = 9 Then Form8.MSComm1.Output = "9"

Randomize

ORDEN = Rnd * 2 + 1

Randomize

SELECCIONINC(1) = 20 * Rnd + 1

ETIQUETA4:

Randomize

SELECCIONINC(2) = 20 * Rnd + 1

If SELECCIONINC(2) = SELECCIONINC(1) Then

GoTo ETIQUETA4

End If

If ORDEN = 1 Then

Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(4))

Form8.Option1.Caption = CORRECTA(SELECCION(4))

Form8.Option2.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))

Form8.Option3.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))

End If

If ORDEN = 2 Then

Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(4))

Form8.Option1.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))

Form8.Option2.Caption = CORRECTA(SELECCION(4))

Form8.Option3.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))

End If

If ORDEN = 3 Then

Form8.Label1.Caption = PREGUNTA(SELECCION(4))

Form8.Option1.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(1))

Form8.Option2.Caption = INCORRECTA(SELECCIONINC(2))

Form8.Option3.Caption = CORRECTA(SELECCION(4))

End If

End Sub