

MODELO DIDACTICO INTERACTIVO DEL FRENO DE AHOGO DE MOTOR
DIESEL

CARLOS MARIO DIAGAMA PIÑEROS
JONY ALEJANDRO PRADA MENDOZA

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERIA MECANICA
PROGRAMA TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ
BOGOTA
2016

MODELO DIDACTICO INTERACTIVO DEL FRENO DE AHOGO DE MOTOR
DIESEL

CARLOS MARIO DIAGAMA PIÑEROS
JONY ALEJANDRO PRADA MENDOZA

Trabajo de grado para optar el título de tecnólogo en mecánica automotriz

ASESOR: ING. FABIO JIMENEZ

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERIA MECANICA
PROGRAMA TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ
BOGOTA
2016

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bogota D.C 30 marzo de 2016

DEDICATORIA

Dedicamos a dios este proyecto, por ser quien siempre ha estado en nuestro lado, dándonos fuerzas para continuar luchando, a nuestros padres, ya que ellos fueron los que nos dieron el impulso inicial sin el cual no hubiésemos podido estar en este punto y los cuales también han velado por nuestra salud, el bienestar, el desarrollo y crecimiento personal de cada uno de nosotros. A los maestros, que tanto nos enseñaron, con paciencia y mucho estímulo. A tanta gente que nos acompañó y nos dio la valentía de seguir adelante. Al ingeniero Fabio Jimenez tutor de este proyecto a el cual le agradecemos el apoyo y el respeto que nos ha brindado en la culminación de este ciclo de vida.

CONTENIDO		PAG
INTRODUCCION		11
DEFINICION DEL PROBLEMA		12
OBJETIVOS		13
1.GENERALIDADES		14
1.1 HISTORIA		14
1.2 FRENOS AUXILIARES DE MOTOR		14
1.2.1 FRENO MOTOR		14
1.2.1.1 VENTAJAS		16
1.2.2 FRENO HIDRONEUMATICO		17
1.2.2.1 FUNCIONAMIENTO		18
1.2.3 FRENO DE AHOGO		19
1.2.3.1 VENTAJAS		21
1.2.3.2 FUNCIONAMIENTO		22
1.2.3.3 DIAGRAMA DEL SISTEMA		23
1.2.3.4 SISTEMAS DEL FRENO DE ESCAPE		25
1.2.3.4.1 SISTEMA DE ESCAPE		25
1.2.3.4.2 SISTEMA ELECTRICO		30
1.2.3.4.3 SISTEMA NEUMATICO		35
1.2.4 APLICACIONES		39
2. MARCO METODOLOGICO		40
2.1 ESTRATEGIA METODOLOGICA		40
2.2 MATERIALES		40

2.3 HERRAMIENTAS	41
2.4 PROCEDIMIENTO	41
2.5 DATOS DEL MOTOR	44
3. ANEXOS	45
4. CONCLUSIONES	56
5. BIBLIOGRAFIA	57

LISTA DE FIGURAS

	PAG
Figura 1. Diagrama de funcionamiento del freno de motor	14
Figura 2. Tren de válvulas de un motor diésel	15
Figura 3. Freno hidroneumático	16
Figura 4. Carcasa freno hidroneumático	18
Figura 5. Microswitch instalados en los pedales del vehículo	18
Figura 6. Freno de ahogo	19
Figura 7. Circulación de los gases de escape	20
Figura 8. Cilindro neumático de activación del freno de ahogo	21
Figura 9. Diagrama electro neumático del sistema	22
Figura 10. Ensamble de la estructura	26
Figura 11. Proceso ensamble del prototipo	26
Figura 12. Sistema de pedales	26
Figura 13. Alistamiento del prototipo	26
Figura 14. Proceso de ensamble	27
Figura 15. Proceso de pintura	27
Figura 16. Compresor de aire	27
Figura 17. Instalación del freno de ahogo	28
Figura 18. Alistamiento del motor	28
Figura 19. Pruebas del sistema didáctico	28

3. GLOSARIO

- **ADIABATICA:** transformación termodinámica que un sistema experimenta sin que haya intercambio de calor con otros sistemas.
- **ATMOSFERA:** Aire o esta del aire que rodea un lugar abierto o que este contenido en un lugar cerrado.
- **CARBURACION:** mezcla de gases o de aire atmosférico con carburantes gaseosos o con vapores de carburantes líquidos para hacerlos combustibles o detonantes.
- **CARDAN:** articulación empleada en mecánica para transmitir un movimiento de rotación en direcciones distintas.
- **CARTER:** depósito de lubricante de motor de un automóvil.
- **DIESEL:** motor de combustión interna de alta compresión que funciona con aceites pesados o gasóleo.
- **EMBOLO:** pieza de una bomba o del cilindro de un motor que se mueve hacia arriba o hacia abajo impulsando un fluido.
- **ENERGIA CINETICA:** trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa determinada desde el reposo hasta la velocidad indicada.
- **ESTATOR:** circuito fijo dentro del cual gira el móvil o rotor.
- **FRENO DE MOTOR:** dispositivo del motor el cual usa la fuerza de oposición al movimiento presente en un motor diésel para disipar la energía que el mismo genera y de esta forma detener el vehículo.
- **HIDRODINAMICA:** parte de la dinámica que estudia el movimiento de los líquidos en relación con las causas que lo originan.
- **LIQUIDO HIDRAULICO:** transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.
- **PAR o TORQUE:** momento de una fuerza a una magnitud vectorial, obtenida como producto vectorial del vector de posición del punto de aplicación de la fuerza con respecto al punto al cual se toma el momento por la fuerza en ese orden.
- **PISTON:** pieza de una bomba o de un cilindro de un motor que se mueve hacia arriba o hacia abajo impulsando un fluido o bien recibiendo el impulso de él.
- **RETARDADOR:** circuito de bobinas el cual forman un campo magnético recorrido axialmente por los rotores, lo cual es usado para disminuir la velocidad de rotación de la transmisión.
- **REVOLUCION:** tiempo que se demora en dar una vuelta completa el cigüeñal de una máquina, más conocido como RPM.

- ROTOR: pieza de una maquina electromagnética o de una turbina que gira dentro de un elemento fijo.
- SOLENOIDES: bobina que genera un campo magnético de gran intensidad.
- TRANSMISION: mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina.
- TREN DE BALANCINES: juego de piezas metálicas que se alojan sobre la culata del motor. Su forma es la de unas pequeñas barras que por un lado toman el contacto con las varillas de empuje, las cuales comunican un empuje a uno de los extremos del balancín.

RESUMEN

En el primer capítulo contextualizaremos toda la temática acerca de los frenos auxiliares de motor que son de gran importancia como lo es el freno de escape y que actualmente se utilizan en la industria automotriz, visualizando de esta manera las diferencias y su funcionamiento. Antes de todo esto se inicia con una pequeña historia para poder entender el nacimiento de estos sistemas de frenos en la industria automotriz.

Luego de esto entraremos en el detalle de la construcción del sistema didáctico interactivo mostrando un paso a paso de cómo fue elaborado el sistema didáctico

Por último, se darán las conclusiones obtenidas en el desarrollo de este proyecto y cuál fue el aprendizaje para los integrantes.

INTRODUCCION

En la universidad ECCI y más específicamente en el programa de tecnología en mecánica automotriz un aspecto muy importante es poder brindarle al estudiante herramientas didácticas para que puedan obtener un mejor aprendizaje práctico y didáctico de los diferentes sistemas del motor.

Un sistema que se debe conocer de manera práctica debido a sus características es el freno auxiliar "freno de ahogo" pero en los laboratorios de la universidad no se encuentra un sistema didáctico donde se pueda evidenciar claramente su funcionamiento para la comprensión y su análisis.

Con este proyecto se busca demostrar a la institución otra alternativa de abordar el entendimiento de los frenos auxiliares del motor más específicamente el freno de ahogo. Todo esto se realiza con el interés de reflejar las diferentes herramientas educativas para la universidad.

Con esto se da inicio al planteamiento de estrategias didácticas que ayudan al desarrollo de las clases de mecánica automotriz logrando así establecer más formas de aprendizaje.

Es importante para los laboratorios y la universidad en general el aporte de herramientas didácticas para la práctica, simulación y análisis de los componentes de un motor, generando así dinámica en el aprendizaje con los estudiantes.

DEFINICION DEL PROBLEMA

Hoy en día se aplican diferentes metodologías para un mejor aprendizaje de los estudiantes, dentro de través de la simulación de un sistema de freno auxiliar. (Freno de ahogo motor Diésel). las cuales está la aplicación de sistemas didácticos interactivos los cuales facilitan el desarrollo de las temáticas programadas en cada una de las áreas de la ingeniería. A falta de herramientas para el desarrollo de las diferentes actividades en los laboratorios de mecánica de motores Diésel, surge la necesidad de la implementación de herramientas didácticas para la formación de los estudiantes de mecánica automotriz de la universidad ECCI.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Implementar un modelo didáctico interactivo del freno de ahogo en un motor Diésel de la institución.

Objetivos específicos:

- Fabricar un prototipo para el funcionamiento del freno de ahogo instalado en un motor Diésel de la universidad ECCI.
- Aplicar los conocimientos obtenidos en el campo automotriz actual.
- Diferenciar cada uno de los sistemas que componen el freno auxiliar (freno de ahogo motor Diésel)
- Poner en práctica iniciativas de forma tal que a corto o mediano plazo contribuyan a impulsar procesos en la universidad para gestionar sistemas didácticos en la institución para facilitar en los alumnos un mayor y mejor aprendizaje.
- Desarrollar manual de operación del modelo didáctico del freno de ahogo.

1. GENERALIDADES

1.1 HISTORIA

Las carreteras con grado de inclinación alto no sólo proporcionan momentos de ansiedad para los conductores de camiones, sino que también añaden las horas de trabajo de los operadores al volante. La llegada del freno de ahogo trajo una oportunidad para poner fin a este miedo casi en su totalidad y al mismo tiempo para aumentar de manera segura la velocidad media de los vehículos de carga pesada.

Aunque el freno de ahogo ha estado en el mercado desde 1961, la necesidad de la creación del freno de ahogo lo demostró su inventor Clessie L. Cummins, unos treinta años antes. En agosto de 1931, él mismo, Ford Moyer, y Dave Evans condujeron un vehículo con motor Diésel, desde Nueva York hasta Los Ángeles. Tratando de establecer un nuevo récord de velocidad de camiones pesados en todo el continente. Todo iba razonablemente bien hasta que el descenso de la antigua carretera 66 de Estados Unidos que conduce a San Bernardino, California. Un largo, ondulado y empinado camino de escombros, atravesado por un ferrocarril de la línea principal, casi llevó a la desaparición del camión menciona su conductor Clessie L. Cummins.

El recuerdo de la noche oscura que nunca fue olvidado por Clessie Cummins, el cual prometió que algún día su motor trabajaría cuesta abajo tan bien como cuando va cuesta arriba.

1.2 FRENS AUXILIARES DE MOTOR

1.2.1 FRENO DE MOTOR

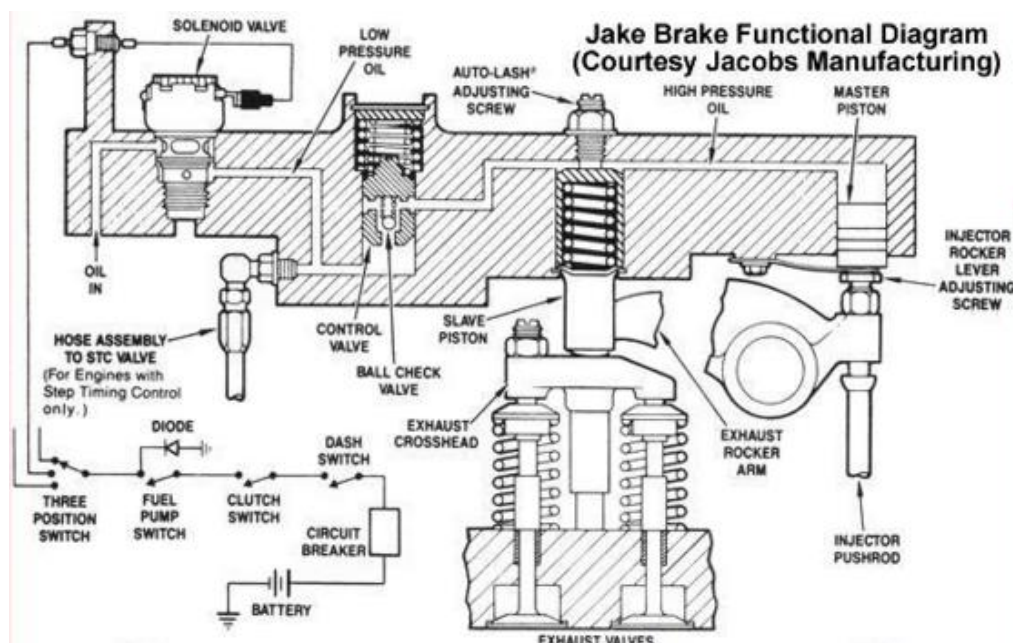
En el caso de los motores diésel, cuyos mecanismos no incluyen la carburación, la forma más común de frenar con el motor consiste en disminuir su compresión mediante la liberación de aire comprimido¹, lo cual solo es posible para equipos pesados de carga. Este sistema, está caracterizado porque consta de una carcasa de hierro fundido que contiene las válvulas solenoides de control, dispuestos en la parte superior del tren de balancines. Una vez se cumplen las condiciones para la aplicación del freno, dichos solenoides son electrizados ya sea por el módulo de

¹ <https://es.scribd.com/doc/296330545/Funcionamiento-freno-de-motor-pdf>

control electrónico en los motores más recientes o por activación directa desde la cabina en máquinas más antiguas. Una vez que la válvula solenoide es activada, permite el paso del aceite hacia la cámara del pistón maestro, luego este empuja el aceite hacia otro pistón llamado "esclavo", este circuito hidráulico está diseñado para abrir parcialmente las válvulas de escape del motor cerca del final de la carrera de compresión, dicha fase en la que normalmente se cierran para proporcionar mayor energía, las válvulas de escape se cierran justo después de que el pistón baja, al alterar la operación de las válvulas de escape,

se produce la liberación adiabática de cierto volumen de aire muy comprimido que se escapa a través de los múltiples y sale por el escape hacia la atmósfera, y de esta forma se evita que la energía regrese al pistón del motor en la carrera de empuje descendente, por lo tanto, el pistón viaja en carrera de descenso creando un vacío en la cámara, de este modo, no se produce combustión ni se aplica una fuerza firme sobre el pistón, dejando escapar aire una y otra vez en ciclos repetitivos hasta conseguir disipar la fuerza motriz, reduciendo así la frecuencia de explosiones del motor, esta pérdida de energía se toma de las ruedas traseras, las cuales proporcionan la acción de frenado del vehículo.

Figura 1 diagrama funcionamiento del freno de motor



Fuente: https://www.google.com.co/search?q=FRENO+DE+MOTOR+DIESEL&biw=1366&bih=667&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwit1Iq-zbLMAhVI2D4KHbwSBIEQ_AUIBigB#imgrc=FwQm-rQFhjiCyM%3A

1.2.1.1 VENTAJAS

Al funcionar el motor como compresor de aire, gracias a la acción de las válvulas de escape, se obtiene un sistema altamente eficiente y confiable no solo para el conductor del vehículo sino también para el motor en sí, ya que este no sufre ningún desgaste excesivo, ni siquiera un daño en consecuencia a la activación constante del freno.

Por otro lado, el freno garantiza seguridad cuando el vehículo tiene que descender pendientes muy inclinadas y reduce considerablemente los costos de mantenimiento de los frenos hidráulicos, puesto que si el freno de motor se utiliza de forma efectiva la duración de los frenos hidráulicos se va a prolongar notablemente.

En cuanto al desempeño y la capacidad del freno, este puede trabajar consecutivamente durante varios kilómetros tanto en bajadas como en curvas sin dejar de ser seguro, claro está que este freno está diseñado para reducir el esfuerzo de frenado de los frenos de servicio, por lo que es importante saber que este freno no debe ser utilizado para detener el vehículo porque no se diseñó para cumplir esta función.

Figura 2. Tren de válvulas de un motor Diesel



Fuente:<https://sapolander.wordpress.com/freno-de-motor/>

1.2.2 FRENO HIDRODINAMICO

El freno hidrodinámico es un dispositivo que ayuda a frenar un objeto en movimiento con ayuda de un fluido hidráulico el cual puede ser aceite de motor en muchos casos. El freno hidrodinámico funciona mediante el principio hidrodinámico desarrollado por el ingeniero alemán Herman Föttinger a principios del siglo XIX del cual se dará mayor explicación en la siguiente sección. Este tipo de freno ayuda considerablemente al frenado del vehículo sin utilizar los frenos de servicio ni el freno de motor del vehículo; ahora bien, al combinar ambos produce una mayor frenada al vehículo aumentando la potencia de frenado. Utilizando el freno hidrodinámico se ahorrará en la prolongación de los servicios de mantenimiento de los frenos de servicio debido a la disminución en el uso, también aumenta la seguridad del vehículo, así como la velocidad promedio del mismo. El freno hidrodinámico se monta entre la caja de velocidades o transmisión y el diferencial del vehículo, el eje del cardan se acopla al freno hidrodinámico mediante juntas especiales y cambio del primer eje cardan del vehículo.

2

Figura 3. Freno hidroneumatico



- A. El tornillo de nivel
- B. La sonda del nivel de aceite
- C. Tapón roscado para llenado de aceite

Fuente: <https://drive.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRinZExiNFpMWWxqSEk/edit?pref=2&pli=1>

² <https://drive.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRinZExiNFpMWWxqSEk/edit?pref=2&pli=1>

1.2.2.1 FUNCIONAMIENTO

En los vehículos el freno hidrodinámico puede ser montado, bien directamente sobre la caja de velocidades, posición focal, o bien intercalado en la transmisión o eje cardan, posición libre.

El freno hidrodinámico está compuesto de varias piezas para su funcionamiento entre ellas:

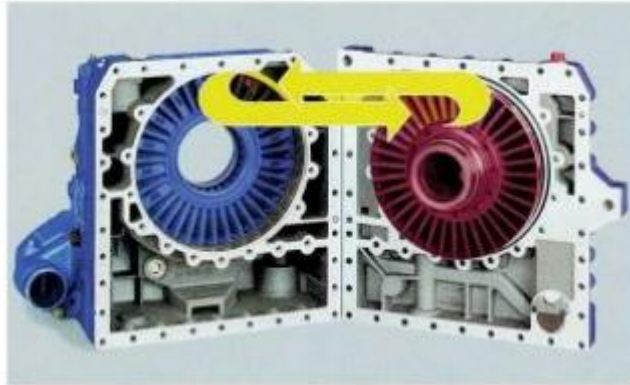
- Carcasa
- Estator
- Rotor.
- Carter o depósito de aceite.

El rotor del freno hidrodinámico es directamente accionado por el árbol de la Transmisión, Frente al rotor se encuentra el estator, que está unido directamente a la carcasa del freno hidrodinámico. El medio de trabajo utilizado usualmente es aceite sintético 10W30 o bien aceite SAE 30, este sufre una aceleración por el rotor en su movimiento que lo lanza contra el estator, experimentando con ello una desaceleración. La energía cinética se transforma en energía térmica, sufriendo el vehículo una reducción de su velocidad. El calor producido se disipa por medio del intercambiador de calor en el sistema de refrigeración del motor.

El estator o rueda exterior es el rodete que, junto con la cubierta forma la envoltura exterior del turbo acoplador o carcasa, el estator es la parte en la que choca el aceite o fluido de trabajo y absorbe la energía cinética del fluido de trabajo; prácticamente este dispositivo es el que detiene al vehículo por medio del fluido de trabajo, en este caso aceite.

En la figura 16 se ve al lado izquierdo el estator que va acoplado estáticamente a la carcasa, en medio se puede observar el rotor y al extremo El rotor del freno hidrodinámico es directamente accionado por el árbol de la transmisión. Frente al rotor se encuentra el estator, que está unido directamente la carcasa del freno hidrodinámico. El medio de trabajo utilizado usualmente es aceite sintético 10W30 o bien aceite SAE 30, este sufre una aceleración por el rotor en su movimiento que lo lanza contra el estator, experimentando con ello una desaceleración. La energía cinética se transforma en energía térmica, sufriendo el vehículo una reducción de su velocidad. El calor producido se disipa por medio del intercambiador de calor en el sistema de refrigeración del motor.

Figura 4. Carcaza del freno hidroneumático

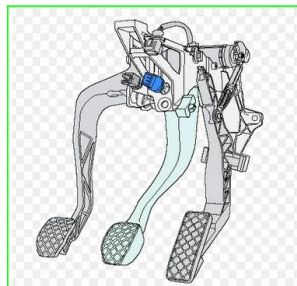


Fuente: <https://drive.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRinZExiNFpMWWxqSEk/edit?pref=2&pli=1>

1.2.3 FRENO DE AHOGO

El freno de ahogo es un dispositivo también conocido como freno de escape, implementado generalmente en vehículos de trabajo pesado y potenciados con motores diésel; Este mecanismo tiene como función cerrar la vía de escape de los gases mediante una válvula de mariposa de gran tamaño posicionada en el ducto de escape del motor y accionada por un solenoide controlado por el módulo de control electrónico, quien se encarga de mantener un monitoreo constante de los sensores que controlan la velocidad del motor y la posición del pedal de aceleración. Esta válvula al estar cerrada hace que se obtenga aire comprimido en gran cantidad dentro de los cilindros, al no accionar el pedal del acelerador no se inyecta combustible, simplemente el motor recibe lo suficiente para mantenerse en ralentí. Al estar cerrada la válvula del freno, los gases de escape no tienen a donde ir, entonces estos mismos generan una contrapresión contra los pistones del motor haciendo que estos reduzcan considerablemente la velocidad del cigüeñal y por consiguiente ocasionando la reducción de la velocidad del vehículo, sin producir daños.

Figura 5. Microswitch instalados en los pedales del vehículo



Fuente: 4.bp.blogspot.com/--hbHWNXyt7I/Tm-muK7a0XI/AAAAAAAAABs8/-o4FCp7zuBI/s400/gestion+motor+24.png

La contrapresión generada por el vacío al no acelerar el mismo es directamente proporcional a la presión posterior del motor, razón por la cual este sistema de freno auxiliar no es muy eficiente en comparación con un freno de motor.

Este freno fue implementado en consecuencia a la ausencia de una válvula de mariposa en el colector de admisión, lo cual hace que no se genere vacío a la entrada cuando no se inyecta el combustible al motor; este dispositivo genera una reacción muy similar a lo que ocurre en los vehículos a gasolina cuando están bajando una cuesta sin ser acelerados, pues debido a la aspiración del motor se crea un efecto de arrastre lo cual limita la velocidad del vehículo.

Figura 6. Freno de ahogo

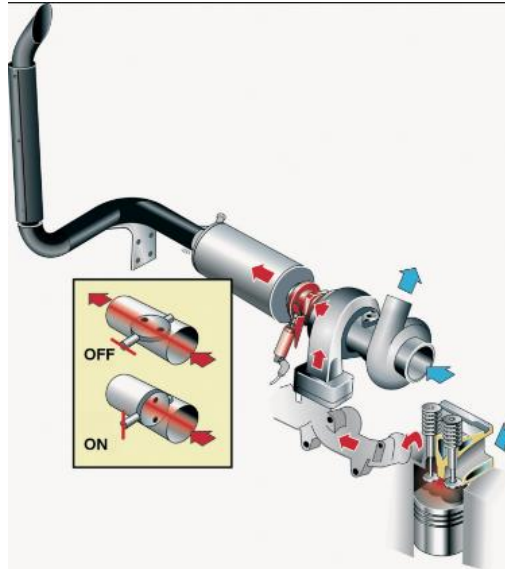


Fuente: http://www.knorr-bremse.es/es/commercialvehicles/products_1/engine_air_/engine_air__1.jsp

En la actualidad este freno auxiliar ha tenido diferentes innovaciones con el fin de aumentar la contrapresión del escape, una de estas mejoras aprovecha el par generado en el volante con el fin de que el freno pueda aprovechar más la potencia del frenado.

Este tipo de frenos son fabricados por diferentes empresas a nivel mundial, donde se destaca la marca Pacbrake y Jacobs, las cuales constantemente varían los diseños, pero mantienen el mismo principio de funcionamiento, esto con el fin de hacer cada vez más eficiente este dispositivo; en la actualidad existe el sistema EPM el cual tiene la capacidad de controlar la presión y en consecuencia mejorar el rendimiento de frenado a diferentes velocidades del motor.

Figura 7. Circulación de los gases de escape



Fuente: <http://jonathanaprendizenmecatronica.blogspot.com.co/>

1.2.3.1 VENTAJAS

El freno de ahogo con respecto al freno de motor tiene ciertas particularidades que lo hacen más práctico a la hora de implementarse en un vehículo de carga pesada, una de estas y quizás la más significativa de este tipo de freno auxiliar es que no contribuye con la contaminación auditiva, pues es muy silencioso y eficiente, por otro lado el freno de motor es muy ruidoso y algunas empresas fabricantes de vehículos de carga pesada no los utilizan a pesar de que estos son aún más eficientes que el freno de ahogo.

1.2.3.2 FUNCIONAMIENTO

Una válvula de mariposa obstruye el tubo de salida de escape, produciendo una contra presión de 2 a 5 bares, lo cual frena el desplazamiento de los pistones. Esta contrapresión está regulada por la mayor o menor apertura de la mariposa. Si la contrapresión fuera muy elevada podría perjudicar el cierre correcto de las válvulas de escape y por este motivo la mariposa lleva un orificio de seguridad.

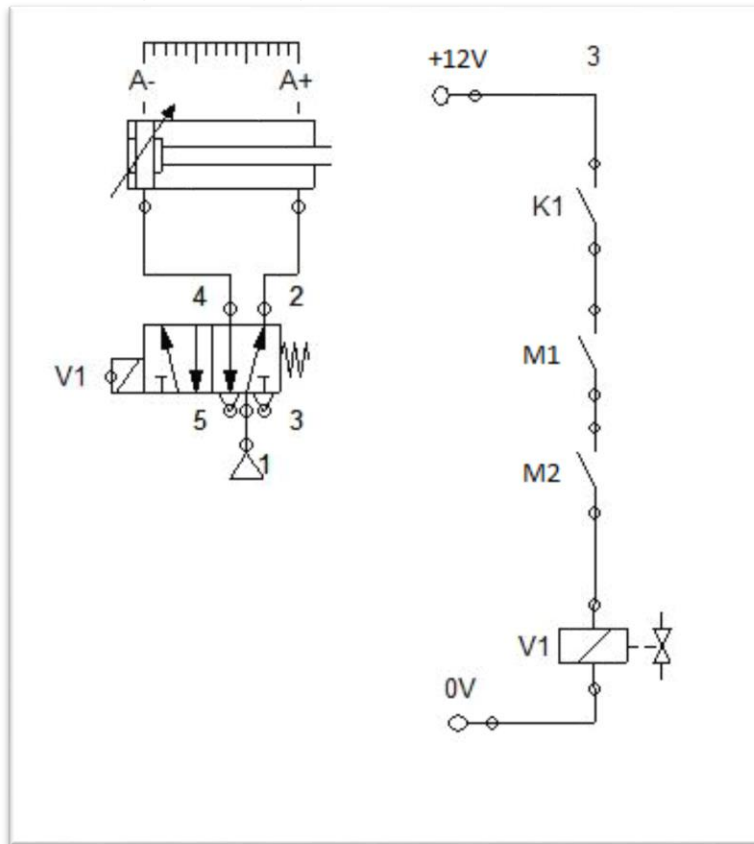
Figura 8. Cilindro neumático de activación del freno de ahogo



Fuente: http://www.ebay.com/itm/Nuevo-pacbrake-Escape-Freno-International-4200-4300-4400-7300-7400-7500-8500-8600-/161886294761?_ul=AR

1.2.3.2 DIAGRAMA DEL SISTEMA

Figura 9. Diagrama electro neumático del sistema



Fuente:autor

1. M1 Interruptor de embrague: Es un dispositivo de contacto ubicado en el pedal del embrague, el cual envía una señal al solenoide de la electroválvula.
2. M2 Interruptor del acelerador: Es un dispositivo de contacto ubicado en el pedal del acelerador, el cual envía una señal al solenoide de la electroválvula.
3. K1 Interruptor de apagado. Es un dispositivo eléctrico ubicado en el tablero de mandos, el cual proporciona la activación del circuito eléctrico.
4. V1 Válvula magnética: la válvula magnética conocida como electroválvula, es controlado por los interruptores de los pedales, el cual le envía señales para que

este se accione y posteriormente desplace el cilindro de control que opera la mariposa del freno de ahogo.

5. Cilindro de control del freno de escape: Este mecanismo es accionado mediante el solenoide y ayudado mediante presión de aire con el fin de dar apertura y cierre a la mariposa del freno de ahogo ubicada en el ducto de escape.

- A. Desde la fuente de poder
- B. Hacia el tanque de aire

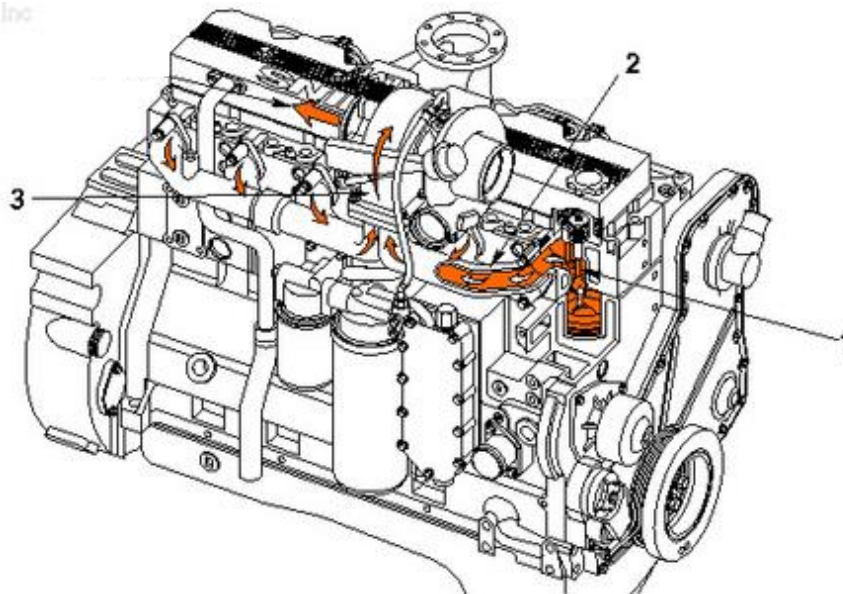
1.2.3.4 SISTEMAS DEL FRENO DE ESCAPE

1.2.3.4.1 SISTEMAS DE ESCAPE

El flujo de escape en un motor de combustión interna diésel se realiza en el cuarto tiempo de la combustión el cual es basado cuando la expansión en la cámara de combustión se genera hace que el pistón pasa de PMS a PMI con la válvula de admisión y escape están cerradas cuando el pistón pasa de PMI a PMS se realiza apertura de la válvula de escape sacando los gases que se generaron de la combustión pasando por la cabeza de cilindros hacia el múltiple de escape y hacia el turbo cargador.

Figura 9. Diagrama flujo de escape

©Cummins Inc

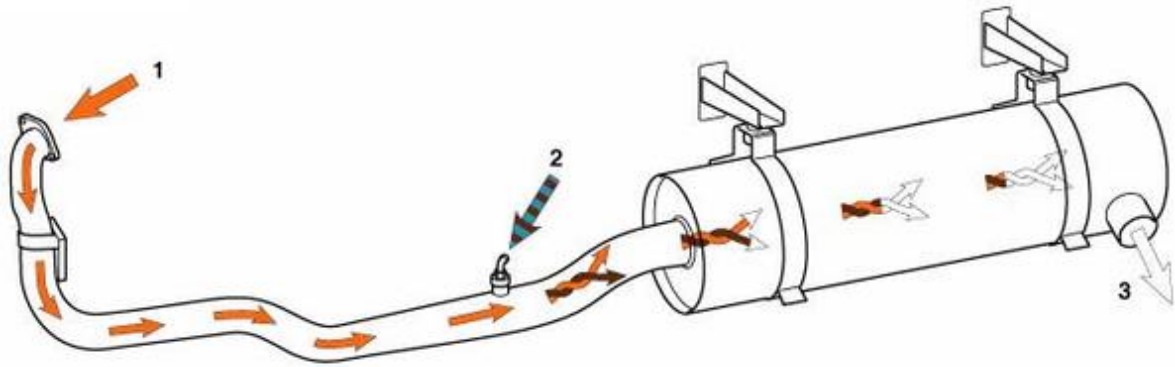


11d00001

Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4018059/>

Figura10: Diagrama salida de escape

©Cummins Inc



Fuente: <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es4018059/>

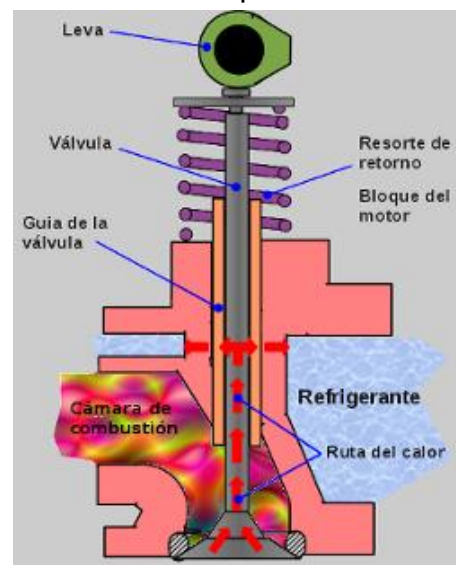
- 1. VÁLVULA DE ESCAPE:** Estas válvulas tienen un trabajo muy severo, se mueven a alta velocidad cuando el motor gira rápido, tiene la responsabilidad de cerrar herméticamente la salida de la cámara de combustión y están en el medio del paso de gases a más de 700°C cuando el motor trabaja con carga y velocidad elevadas. Estas condiciones hacen que las válvulas de escape sean una pieza del motor de altas exigencias constructivas y de material.

Desde el punto de vista de funcionamiento, las válvulas se abren y cierran por el empuje de una leva (figura 2), de este modo, la apertura y cierre no son instantáneas y demoran algún tiempo; tiempo en el que se mantiene el movimiento del pistón. Si se espera hasta que el pistón esté abajo, al final de la carrera de fuerza, en su movimiento, el pistón se habrá elevado una distancia notable mientras se abre completamente la válvula de escape, durante esta elevación tendrá que oponerse a la presión residual que queda en el cilindro, una suerte de compresión de los gases quemados, y esto, evidentemente, va en contra de la eficiencia del motor. Teniendo en cuenta ese asunto, la válvula de escape comienza a abrirse antes de que el pistón alcance el punto muerto inferior, y los gases de escape, aun a presión dentro de cilindro, comienzan a fluir a través de la abertura formada entre la cabeza de la válvula y su asiento, abertura que crece con el tiempo. Literalmente fluye "fuego" que envuelve la cabeza de la válvula. Mas tarde cuando el pistón comience a subir podrá "barrer" los gases quemados con mucha menor oposición dado que la válvula ya estará abierta.

Constructivamente las válvulas están hechas de aceros muy especiales, que son capaces de resistir por largo tiempo la acción erosionante y corrosiva de los gases de salida y también las altas temperaturas de trabajo, pero aun así, la temperatura de la cabeza de las válvulas puede llegar a valores muy altos y no soportables por los materiales de que están hechas, si no se les dota de una vía de enfriamiento.

2. **MÚLTIPLE DE ESCAPE:** Esta pieza es algo más que un conjunto de conductos que hacen converger los gases quemados a un tubo único dotado de un platillo de acople donde se une el tubo de escape. Lo primero que debe cumplir el múltiple de escape es tener suficiente resistencia a la corrosión

Figura11:Esquema montaje válvula de escape



Fuente:<http://www.sabelotodo.org/automovil/sisescape.html>

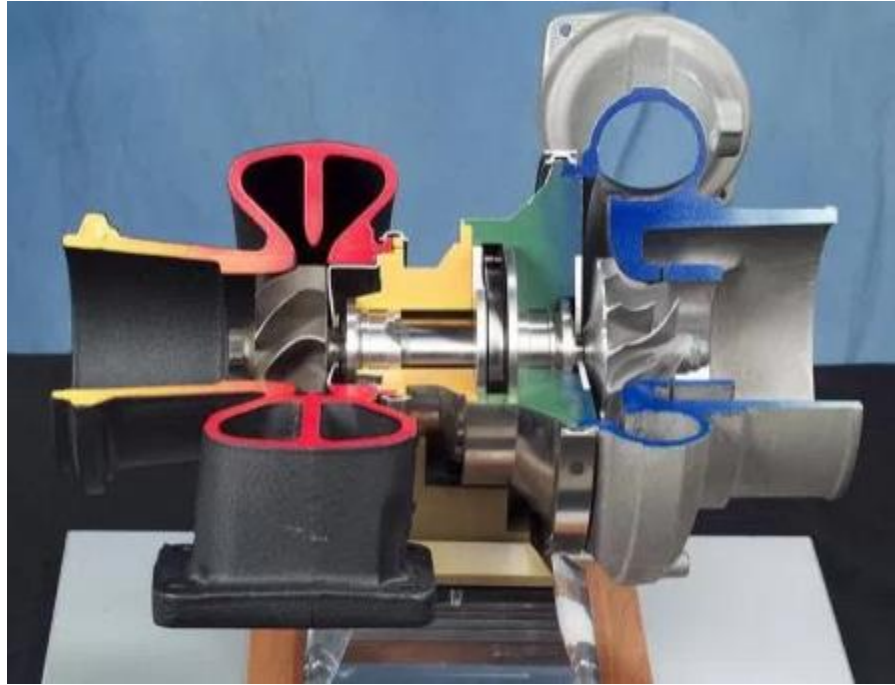
para ser duradero a las altas temperaturas de funcionamiento, lo que generalmente se logra con un proceso de aluminación, silicación, cromización o la combinación de estos procesos sobre un tubo de acero, o bien utilizando hierro fundido aleado, además debe impedir un elevado enfriamiento de los gases calientes, por eso, es común que sean de paredes metálicas gruesas. La forma y longitud de los tubos del múltiple de escape pueden jugar un papel notable a la hora de favorecer la limpieza del cilindro, y su diseño en particular está relacionado con las características del motor.

Cuando se abre la válvula de escape, los gases en el interior del cilindro aún están a elevada presión, por lo que se expanden en forma de una onda mecánica de choque dentro del espacio más amplio del tubo al que desembocan, esta onda mecánica debe viajar por los tubos que componen el múltiple de escape con libertad, si durante su trayectoria, la onda de expansión tropieza contra una superficie, por ejemplo con un codo muy pronunciado, puede rebotar en él (reflexión) y tomar un movimiento en reversa que se opone al libre paso del resto de los gases, por lo que el cilindro no se limpiará adecuadamente. Incluso, si se da el caso, la onda de retorno puede llegar a la válvula de escape abierta cuando el pistón está casi en el punto muerto superior y ya no realiza empuje de los gases, con la consecuencia de que entran gases quemados por esa válvula a alimentar la cámara de combustión. No hay que explicar que esto es muy nocivo para la eficiencia del motor.

- 3. TURBOCARGADOR:** Un turbo es esencialmente un compresor accionado por los gases del escape, cuya misión fundamental es presionar el aire de admisión, para de este modo incrementar la cantidad que entra en los cilindros del motor en la carrera de admisión, permitiendo que se queme eficazmente más cantidad de combustible. De este modo, el par motor y la potencia final pueden incrementarse hasta un 35%, gracias a la acción del turbo. Este dispositivo ha sido proyectado para aumentar la eficiencia total del motor.

La energía para el accionamiento del turbocompresor se extrae de la energía desperdiciada en el gas de escape del motor. Un turbocompresor puede girar a velocidades de 120.000 RPM. En algunas unidades de alto rendimiento; y está compuesto de tres secciones: la carcasa central, la turbina y el compresor.

Figura12: Estructura turbo cargador



Fuente: <https://sapolander.wordpress.com/funcionamiento-del-turbo/>

En términos generales existen dos tipos de turbos el de impulso y el de presión constante. Cada uno tiene sus propias características de funcionamiento y, sin embargo, ambos actúan de la misma forma básica. Una vez puesto en marcha el motor, los gases de escape de motor que pasan a través del alojamiento de turbina hacen que giren la rueda de turbina y el eje, los gases se descargan a la atmósfera después de pasar por el alojamiento de turbina, el turbocompresor responde a las exigencias de carga del motor reaccionando al flujo de los gases de escape del motor. Al ir aumentando el rendimiento del motor aumenta el flujo de los gases de escape y la velocidad y el rendimiento del conjunto rotatorio aumentan proporcionalmente mandando más aire al soplador del motor.

- 4. SILENCIADOR:** Este elemento tiene el objetivo de amortiguar el ruido que se produciría si la onda mecánica de choque generada cuando se abre la válvula de escape llegase directamente al exterior. El silenciador tampoco es imprescindible, pero pueden imaginarse una vía de tráfico intenso si todos los automóviles produjeran ruido intenso, por eso, en la mayoría de los países es de uso obligatorio este dispositivo.

Hay infinidad de diseños de silenciadores con mejor o peor eficiencia

acústica, pero todos sin excepción, lo que buscan es convertir el flujo pulsante de ondas de choque de los gases de escape a un flujo continuo y silencioso. Para ello se utiliza la cualidad de las ondas de reflejarse e interferirse.

La clave para su funcionamiento radica en conducir las gases de escape que salen del motor, como ondas de choque desde cada uno de los cilindros, a una cámara donde estas ondas choquen y se reflejen desde las paredes y actúen de manera destructiva sobre las ondas entrantes.

- 5. TUBERIA DE ESCAPE:** No son tramos de un tubo cualquiera, son en general de paredes muy finas para que sean de poco peso, y relativamente flexibles y así evitar cargas adicionales a las partes integrantes durante las dilataciones y contracciones, por el notable cambio de temperatura entre reposo y funcionamiento. Además, recuerde que están en el "frente de guerra" sometido por el exterior a la intemperie y por el interior a gases oxidantes muy caliente, por eso reciben un tratamiento protector superficial, generalmente aluminado, que le permite resistir esas condiciones por largo tiempo.³

1.2.3.4.2 SISTEMAS ELECTRICICO

- **BATERIA:** La batería proporciona la energía eléctrica inicial para poner en marcha todo el sistema eléctrico, computadora, motor de arranque y motor de combustión.
Una vez que el motor se ha encendido entonces el generador ó alternador genera voltaje y corriente para cargar la batería y mantenerla cargada.
Generalmente las baterías para automóviles son de 12 Voltios (V), una capacidad de corriente- expresada en Amperios-hora (Ah), que varía dependiendo de los requerimientos del motor y accesorios, y una corriente de arranque de corta duración, usada principalmente para el encendido del motor de arranque.
- **ALTERNADOR:** Cuando el motor del automóvil se enciende parte de la energía mecánica del motor se transfiere al generador o alternador mediante una correa trapezoidal para generar electricidad.
La electricidad generada en el generador es usada para cargar la batería y para el funcionamiento del sistema eléctrico automotriz.
El voltaje generado es alterno trifásico, luego se rectifica y se entrega a un regulador de voltaje que estabiliza el voltaje en unos 13.8 V para cargar la batería.

³ Tomado de: <http://www.sabelotodo.org/automovil/sisescape.html>

- **FUSIBLES Y RELES:** Los circuitos eléctricos del automóvil deben estar protegidos para cortocircuitos y sobre corrientes por medio de fusibles los que se hallan distribuidos en dos cajas, una de ellas está dentro de la cabina de pasajeros bajo el panel de instrumentos o en un costado, mientras que la segunda caja está localizada en el compartimiento del motor. Cada caja de fusibles tiene una tapa en la que se hallan etiquetados el nombre del circuito que protegen, su valor de corriente y su ubicación dentro de la caja. La caja de fusibles del motor también aloja una serie de relés o relays, cuya función es controlar una serie de elementos del vehículo como: encendido general, luces delanteras y posteriores, bomba de gasolina, circuito de ignición, ventilador del sistema de aire acondicionado-calefacción, aire acondicionado, motor de arranque entre los principales.⁴

MOTOR DE ARRANQUE: Las partes principales del motor de arranque son: la carcasa, las bobinas inductoras y masas polares, el inducido, el piñón de arrastre, la tapa lateral, las escobillas y el solenoide o automático.

La carcasa es el envoltorio de todo lo que es el motor de arranque, es la parte externa del mismo. A ella van sujetos todos los mecanismos del motor de arranque. La sujeción del motor de arranque en la carcasa del cambio de velocidades (zona más próxima al volante de inercia) se efectúa por medio de tornillos.

Las bobinas inductoras y masas polares van sujetas a la carcasa por medio de tornillos. Las bobinas inductoras son unos hilos muy finos alrededor de 1 mm. que están enrollados en forma de curva, de acuerdo con la forma de la carcasa. Los hilos son de cobre esmaltado y están totalmente encintados para su protección. Cuando conectamos la llave de contacto, damos paso a una corriente eléctrica procedente de la batería y que va a las bobinas, y éstas crean un flujo magnético el flujo magnético es el conjunto de líneas de fuerza que existen en el campo magnético.

El inducido o rotor es la parte móvil del motor de arranque. Tiene tres partes fundamentales: el bobinado, el tambor y el colector. El bobinado tiene cierta cantidad de hilos que van alojados por medio de soldaduras de gran precisión sobre las ranuras. El tambor del inducido es el que lleva practicadas las ranuras ya mencionadas anteriormente y van conectadas en

⁴ Tomado de: <http://www.autodaewoospark.com/sistema-electrico-automotriz.php>⁴

serie. El colector es el asiento de las escobillas y recibe la corriente procedente de las bobinas.

El piñón de arrastre va unido a un extremo del inducido. Tiene un estriado helicoidal del cual se deslizará el piñón en el momento de accionamiento de arranque. El piñón que se desplaza posee los dientes rectos y debido al roce y resistencia que ofrece el motor, éste ha de tener menor número de dientes que el volante de inercia para permitir una relación de fuerza adecuada para el motor en funcionamiento sin problema alguno.

La tapa lateral es la que une el solenoide y la carcasa ésta a su vez se une a la carcasa del cambio de velocidades, y también tiene por objeto alojar en su interior a la horquilla y piñón que desplaza.

Las escobillas han de ser de gran resistencia, suelen ser escobillas de cobre, porque en el momento del arranque reciben entre 150 a 300 amperios por cm² y la presión de éstas sobre el colector debe ser entre 600 y 800 gr/cm³.

El solenoide o automático es simplemente un electroimán, un ánclora y un muelle. Todo este conjunto es el encargado de desplazar la horquilla y ésta al piñón.

Cuando se acciona la llave de contacto en posición de arranque, la corriente llega al electroimán del automático y éste al magnetizarse atrae el ánclora que a la vez presiona el muelle. Así, el piñón se ha desplazado por medio de la horquilla y éste engrana con la corona dentada del volante de inercia.

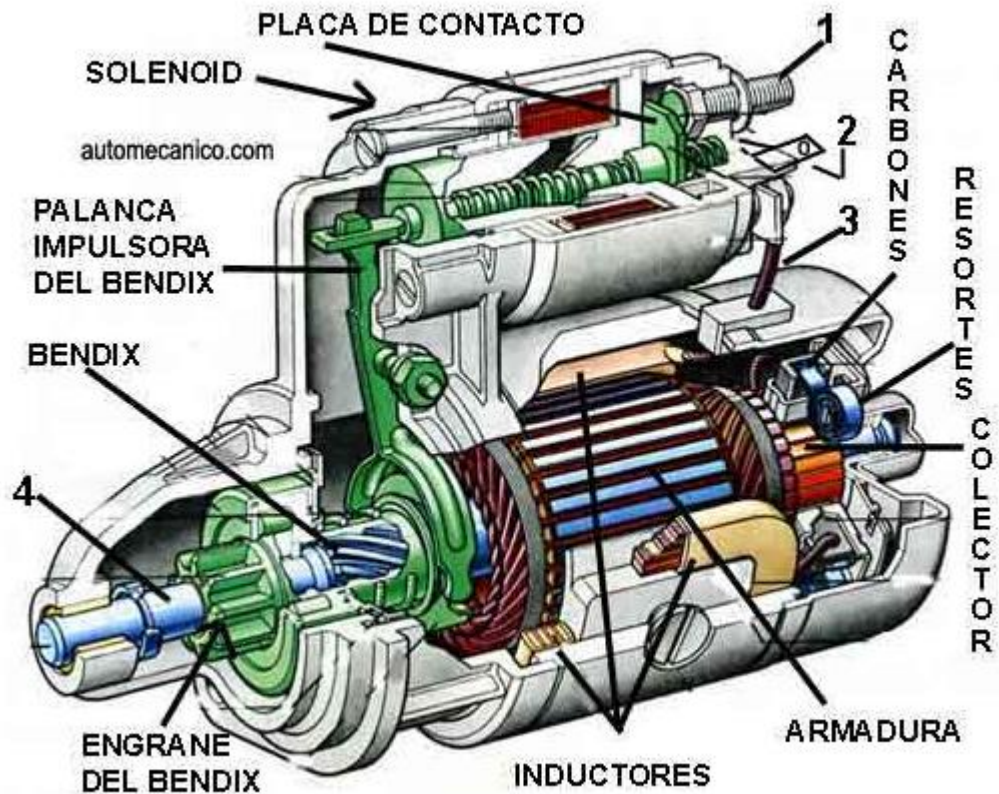
A continuación, automáticamente se conectará un segundo circuito que será el que pondrá el motor de arranque en funcionamiento. Con el motor ya puesto en marcha, se deja de accionar la llave de contacto, así no llegará más corriente al electroimán, permitiendo que la horquilla, el ánclora y el piñón vuelvan a su sitio por la acción del muelle.

El motor de arranque sustituye a una manivela unida al extremo del cigüeñal que era utilizada antiguamente para arrancar un motor.

Se trata de un motor eléctrico que, al ser accionado, desplaza un piñón que engrana con la corona dentada del volante de inercia y éste, a la vez, hace girar el cigüeñal a una velocidad mínima de 300 o 400 r.p.m., suficientes para vencer el roce y temperatura que tienen las partes internas del motor.

El motor de arranque recibe corriente eléctrica, consumiendo unos 300 amperios cada vez que se acciona la llave, y proporcionado el giro del motor.

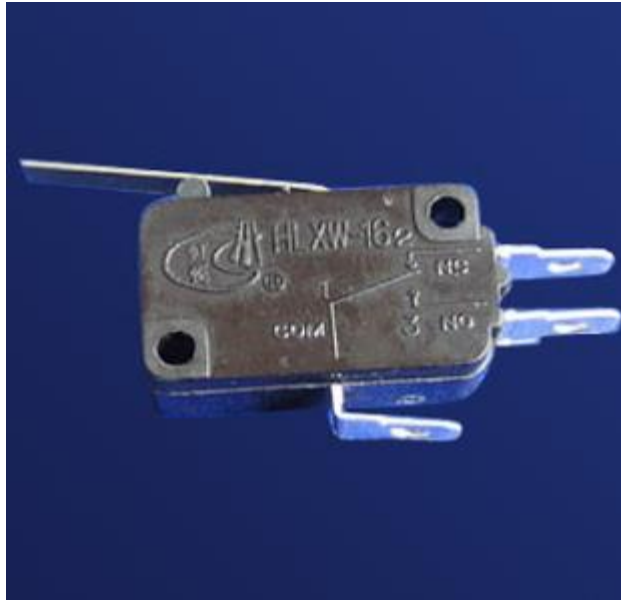
Figura13: Estructura motor de arranque



Fuente: <http://www.taringa.net/post/autos-motos/16754910/Motor-de-arranque---descripcion-y-funcionamiento.html>

MICROSWITCH: Un microswitch es un dispositivo cuya función es conmutar entre uno o varios circuitos. Tiene forma rectangular generalmente y en su exterior podemos visualizar tres terminales o contactos metálicos: dos patillas que salen de uno de sus lados más cortos y otro terminal saliendo en escuadra de uno de sus lados largos.

Figura14: Microswitch



Fuente: <http://nunoarcade.blogspot.com.co/2013/03/conexion-de-un-microswtich-arcade-como.html>

ELECTROVALVULA: La electroválvula se utiliza cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, preostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro de luz pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiados grandes.⁵

⁵ Tomado de: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica16.htm>

Figura15: Electroválvula



Fuente:<https://www.google.com.co/search?q=electrovalvulas+neumaticas&espv=2&biw=1366&bih=667&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&sqj=2&ved=0ahUKEwj61OOR->

1.2.3.4.3 SISTEMA NEUMATICO: El sistema neumático se introdujo en los vehículos para brindar una mejor eficiencia en el sistema de frenado, y se basa en almacenar aire comprimido en tanques o depósitos bien cerrados, para su uso en el momento deseado.

El esquema base que se utiliza en estos sistemas consta de:

COMPRESOR DE AIRE: El cigüeñal, puesto en movimiento por el motor del vehículo a través de la correa y la polea, transmite su movimiento al pistón a través de la biela. Al descender el pistón, el aire atmosférico limpiado bien mediante el filtro de aire del motor, bien mediante un filtro de aire propio húmedo o en baño de aceite, se aspira a través de sus tuberías y de la válvula de aspiración, se comprime al subir el pistón y se empuja hacia los depósitos a través de la válvula de presión.

Figura16: Compresor de aire



Fuente:https://www.google.com/search?q=compresor+de+aire+automotriz&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjM1f_1gdHNAhVCqh4KHRPLCvkQ_AUICGgB&biw=1366&bih=659#tbn=isch&q=compresor+de+aire+wabco&imgrc=axKTgUGKwTXpM%3A

TANQUE DE AIRE: Deposito el cual almacena el flujo que le envié el compresor de aire.

VÁLVULA REGULADORA: Regulación automática de la presión de servicio dentro de un sistema de frenos neumático y protección frente a la suciedad de los tubos y válvulas. Según la versión, control del dispositivo anticongelante automático conectado posteriormente o del secador de aire de una cámara.

Figura17: Regulador de aire



Fuente: <http://suspensionestg.mx/69-1-Valvulas.html>

FILTRO SECADOR: Secado del aire comprimido suministrado por el compresor mediante extracción del vapor de agua contenido en el aire. Este proceso consiste en un secado por adsorción con regeneración en frío, en el que el aire comprimido por el compresor se conduce a través de un granulado (medio adsorbente) capaz de absorber el vapor de agua contenido en el aire.

Figura18: Secador de aire



Fuente:https://www.google.com/search?q=compresor+de+aire+automotriz&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjM1f_1gdHNAhVCqh4KHRPLCvkQ_AUICCGB&biw=1366&bih=659#tbn=isch&q=filtro+secador+de+aire&imgsrc=FBYoVsmY07qnaM%3A

MANÓMETRO: Los manómetros sirven para supervisar la presión de los depósitos de aire y de las tuberías de freno.

Figura19: Manómetro de presión aire



Fuente:https://www.google.com/search?q=compresor+de+aire+automotriz&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjM1f_1gdHNAhVCqh4KHRPLCvkQ_AUICCGB&biw=1366&bih=659#tbn=isch&q=manometro+automotriz&imgsrc=krZQhNnp5w791M%3A

CILINDRO NEUMÁTICO: El cilindro neumático es el elemento utilizado para transformar la energía del aire comprimido en movimiento lineal. Ese responsable,

dentro del ámbito industrial y en otras instalaciones, de por lo menos, una de las tres operaciones básicas: dar movimiento, retener o componer alguna pieza. Se mueve (avanzando y retrocediendo el conjunto vástago-pistón) mediante el aire comprimido que es inyectado en sus cámaras delantera y trasera, por medio de válvulas direccionales o de elementos de control. La fuerza ejercida por el cilindro neumático es el producto del área (calculada por el diámetro interno) por la presión de trabajo utilizado. Este manual tiene como objetivo, ofrecer orientaciones sobre su instalación, mantenimiento y almacenamiento.

Figura20: Cilindro neumático



Fuente: [http://www.tracepartsonline.net/\(S\(apmlqtsgtnl0jwrcbx14bfvf\)\)/partdetails.aspx](http://www.tracepartsonline.net/(S(apmlqtsgtnl0jwrcbx14bfvf))/partdetails.aspx)

1.2.4 APLICACIONES

	FRENO MOTOR	FRENO AHOGO	RETARDADOR
cilindraje motor de aplicación	8.9L-15L	3L-8.3L	3L-8.9L
potencia motor de aplicación	240HP-600HP	120HP-300HP	120HP-300HP
capacidad de carga del motor	20 TON-35 TON	3 TON-20 TON	3 TON-20 TON
tipo de vehículos	camiones doble troques- minimulas- tractomulas	camionetas turbo-busetas- buses- camiones- minimulas	busetas- buses- camiones

2. MARCO METODOLOGICO

2.1 ESTRATEGIA METODOLOGICA

Para este proyecto utilizamos un motor Mitsubishi 4DL6 de la universidad ECCI, al cual le realizamos una modificación a la salida del tubo de escape para instalar el cilindro del freno de escape. Adicional a esto fabricamos un prototipo para la instalación de los demás accesorios del freno de ahogo, donde el estudiante podrá interactuar con el modelo y realizar la simulación. El trabajo realizado en este proyecto fue basado en los conocimientos obtenidos al largo de la tecnología mecánica automotriz, diferenciando cada uno de los sistemas que componen el freno de ahogo en un motor Diésel.

2.2 MATERIALES

- Tubo cuadrado de ½'' en acero.
- Codo de 3'' en acero.
- Freno de ahogo
- Platina de 3/16''x 2''
- Sistema de pedales de Renault 4
- 1/8 de fondo blanco
- 1/8 de esmalte azul
- ½ kilo de soldadura 6013
- 1 botella de tiner
- 1 paquete de estopa
- 1 pliego de lija 220
- 2 micro switch
- 10 metros de cable automotriz N°14
- 8 terminales en U
- 1 conector
- 1 switch on-off
- Motor mistubishi 4DL6
- Acoples neumáticos
- Racores
- Acople rápido

2.3 HERRAMIENTAS

- Equipo de soldadura eléctrica
- Careta
- cepillo de alambre
- martillo
- cincel
- pulidora
- hombre solo.
- Guantes de carnaza
- Taladro
- Broca 3/16"
- Segueta
- Prensa
- Equipo de autógena.
- Atornillador
- Alicata
- Cortafríos
- Bisturí
- Compresor de aire
- Pistola aerografía

2.4 PROCEDIMIENTO

- Asignación del motor
- Compra de materiales
- Ensamble del prototipo
- Ensamble de múltiple de escape
- Pintura de prototipo
- Cableado de sistema eléctrico
- Pruebas de motor
- Resultados.



Figura 10. Ensamble de la estructura del prototipo en tubo cuadrado de 1/2 '' en acero.



Figura 11. Proceso de ensamble del prototipo mediante soldadura eléctrica 6013



Figura 12. Sistema de pedales de un vehículo de la marca Renault 4 para la activación del freno de ahogo mediante los microswitch instalados en estos.

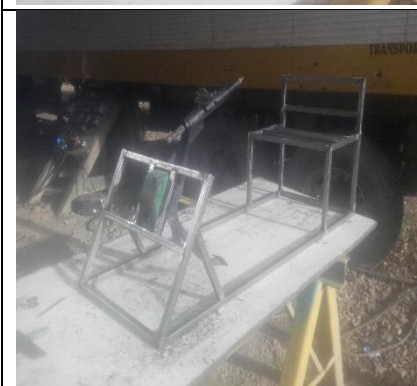


Figura 13. Alistamiento del prototipo para el proceso de pintura con un proceso de lijado con lija N°220 para la eliminación de óxido y partículas abrasivas de la superficie de los tubos cuadrados.



Figura 14. Proceso de ensamble del freno de ahogo con el codo en acero de 3'' mediante un proceso de soldadura autógena.



Figura 15. Proceso de pintura azul sobre el prototipo en el cual se aplica pintura esmalte con pistola aerográfica neumática



Figura 16. Compresor de aire para alimentación de aire continuo para la activación del cilindro neumático del freno de ahogo.



Figura 17. Instalación de freno de ahogo en múltiple de escape de motor Mitsubishi 4DL6



Figura 18. Alistamiento de motor Mitsubishi para pruebas de desempeño del freno de ahogo.



Figura 19. Pruebas del sistema didáctico con el motor encendido.

2.5 DATOS DEL MOTOR

- MOTOR: MITSUBISHI 4DL6
- CILINDROS: 4 CILINDROS EN LINEA
- ASPIRACION: NATURAL
- COMBUSTIBLE: DIESEL
- POTENCIA: 120 HP
- TORQUE: 40 Kg.m
- RALENTI: 600RPM
- FRENO ACTIVO 412RPM
- CONTRA PRESION: 2-5 BARES

9. ANEXOS

A. MANUAL DE OPERACIÓN

MANUAL DE OPERACIÓN DEL MODELO DIDACTICO INTERACTIVO DEL FRENO DE AHOGO DE MOTOR DIESEL

Para el manejo del modelo didáctico interactivo del freno de ahogo de motor diésel se deben tener en cuenta las indicaciones y precauciones con el fin de evitar incidentes que impliquen daños físicos.

INSTRUCCIONES GENERALES DE SEGURIDAD

- Trabaje en un area circundante, bien iluminada, ventilada, libre de desorden, herramientas sueltas, partes, fuentes de ignicion y sustancias peligrosas. Mantengase informado de las condiciones peligrosas que puedan existir dentro del laboratorio.
- Siempre use gafas y botas protectoras cuando trabaje.
- Las partes giratorias como el ventilador y el volante pueden causas eridas, mutilacion y estrangulacion.
- No utilice ropa suelta ni ropa rasgada, preferiblemente utilice el overol de la universidad, Quitese todas las joyas cuando vaya a realizar la puesta en marcha del motor.
- Para reducir las posibilidades de quemadura, este alerta de las partes calientes del motor.
- Use herramientas que este en buenas condiciones.
- No efectue ninguna practica cuando este fatigado o despues de consumir alcohol o sustancias alucionogenas que puedan afectar su desempeño.
- Siempre ajuste las conexiones de combustible, el ajuste deficiente puede permitir fuga de combustible lo cual nos puede generar fallas al momento del encendido del motor.

ALISTAMIENTO DE MOTOR



Ubique el motor Mitsubishi 4DL6 en un área despejada para la poner en marcha el motor



Ubique el modelo didáctico interactivo del freno de ahogo en la parte lateral derecha del motor Mitsubishi.

ALISTAMIENTO DE MOTOR



Ubique el banco del tanque de combustible y las baterías en la parte lateral izquierda del motor Mitsubishi.

Verifique el nivel del combustible ACPM en el tanque.

VERIFICACION DE NIVELES



verifique el nivel de aceite del motor con la bayoneta la cual se encuentra ubicada en la parte lateral izquierda de motor. Si el nivel del aceite se encuentra por debajo del valor nominal realice la adición correspondiente.

CONEXIONES ELECTRICAS

⚠ ADVERTENCIA ⚠

Las baterías pueden emitir gases explosivos. Para reducir la posibilidad de daño personal, ventile siempre el compartimiento antes de dar servicio a las baterías.

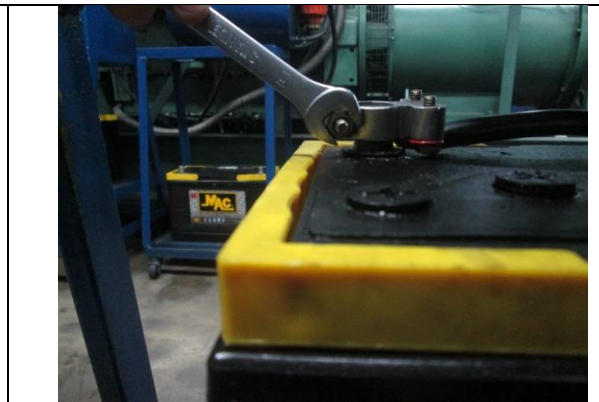


Mida el voltaje de la batería con el multímetro NOTA: el voltaje de la batería debe estar entre 11-13 voltios

CONEXIONES ELECTRICAS



conecte el cable positivo que sale del motor de arranque al borne positivo de la batería



Tome la llave 11mm y ajuste la terminal del cable con el borne de la batería

CONEXIONES ELECTRICAS

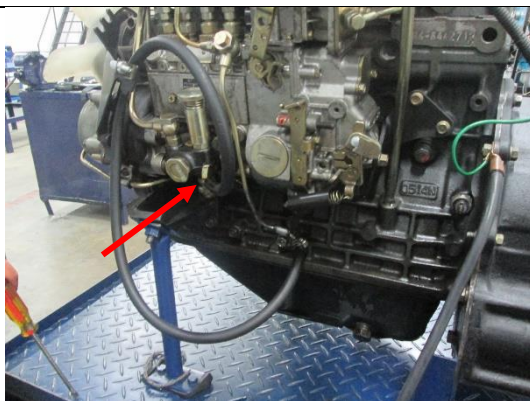


Conecte el cable negativo que sale de la carcasa de volante al borne negativo de la batería.



Tome la llave 11mm y ajuste la terminal del cable con el borne de la batería

CONEXIONES SISTEMA DE COMBUSTIBLE



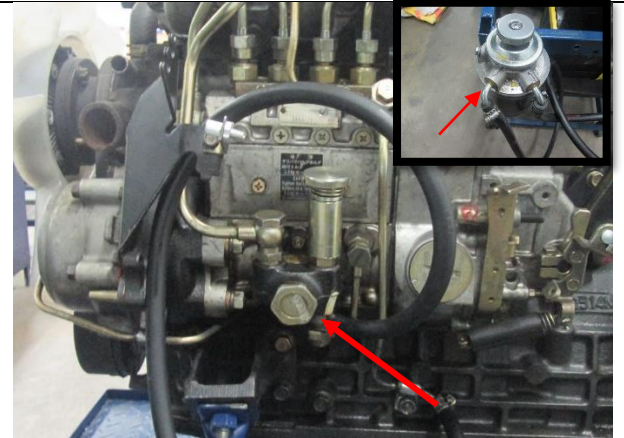
Desconecte la punta de la manguera de retorno de combustible con un atornillador de pala la cual está ubicada en la bomba de transferencia (bombín).



CONEXIONES SISTEMA DE COMBUSTIBLE



Tome la punta de la manguera que fue desconectada en el paso anterior e insértela en el tanque de combustible.



Tome la punta de la manguera de alimentación de combustible que sale del filtro de combustible y conéctela en la entrada de la bomba de transferencia (bombín)

CONEXIÓN SISTEMA ELECTRICO Y NEUMATICO



Conecte el enchufe trifásico del compresor a la toma corriente ubicada en la pared detrás del compresor de aire para su encendido

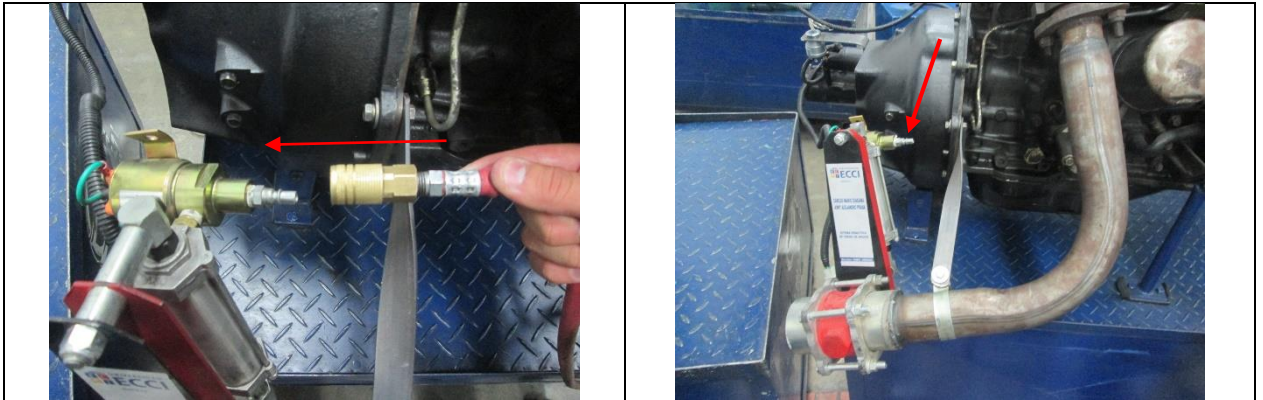


Tome la manguera de aire que sale del manómetro del compresor y llévela hasta el motor Mitsubishi.

⚠ ADVERTENCIA ⚠

Use gafas protectoras y una careta protectora, cuando use aire a presión. Los desechos y suciedad volando pueden causar lesión personal.

CONEXIÓN SISTEMA NEUMATICO

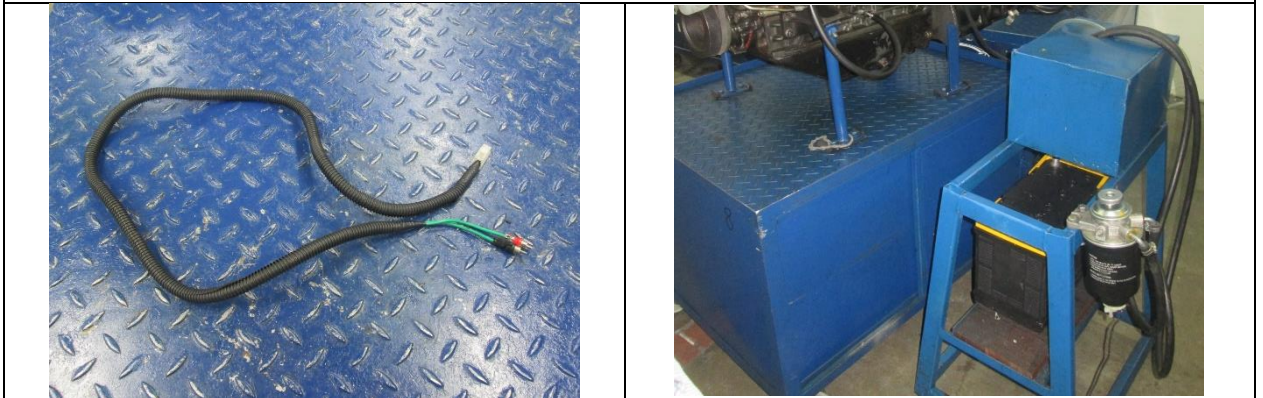


Conecte la punta de la manguera en el acople rápido que está ubicado en la electroválvula del freno de ahogo.

⚠ ADVERTENCIA ⚠

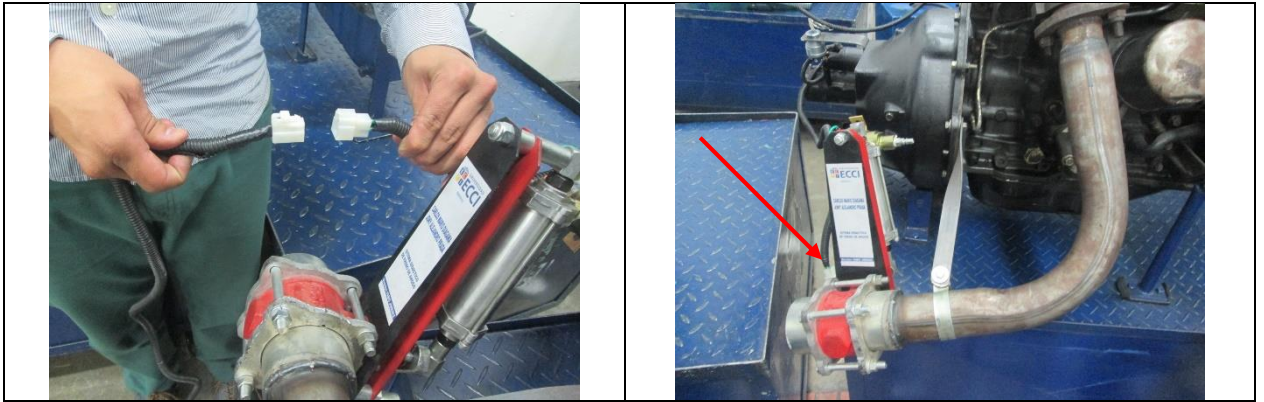
Para reducir la posibilidad de lesión personal debido a superficies calientes, permita que el motor se enfríe antes de iniciar el trabajo. Utilice guantes y gafas protectoras.

CONEXIÓN SISTEMA ELECTRICO



Tome el arnés que está ubicado en la caja de herramientas del motor

CONEXION SISTEMA ELECTRICO



Ubique el conector macho del arnés y conéctelo con el conector hembra que está ubicado en la parte posterior del motor.

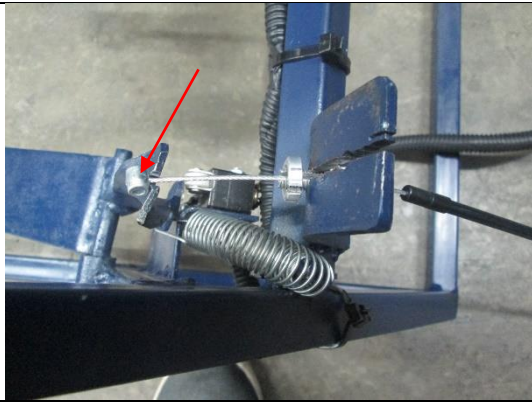
CONEXIÓN SISTEMA ELECTRICO



Tome el otro extremo del arnés y conéctelo en el tablero de control de mandos del modelo didáctico.

CONEXIÓN MECANISMO DE ACELERACION

Tome la guaya que está ubicada en la caja de herramientas del motor.

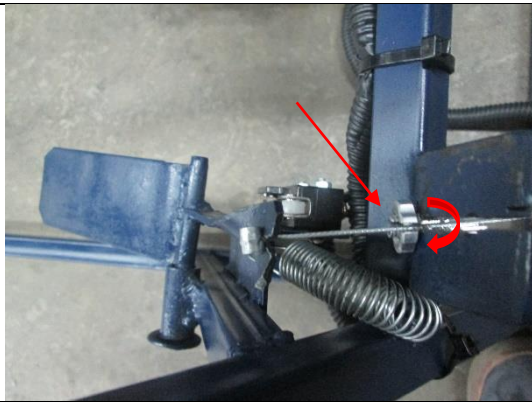


Conecte la punta de la guaya (cabeza de martillo) en el pedal del acelerador.



Introduzca la punta de la funda de la guaya en el tornillo de graduación ubicado en la parte frontal del acelerador.

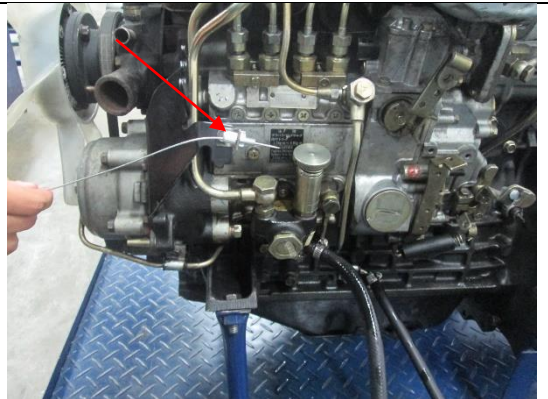
CONEXIÓN MECANISMO DE ACELERACION



Ajuste el tornillo de graduación (pinzas de punta o alicate) el cual está ubicado en la parte frontal de acelerador

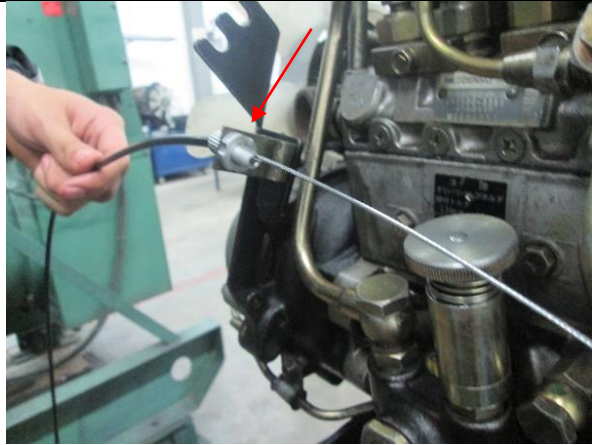


CONEXIÓN MECANISMO DE ACELERACION

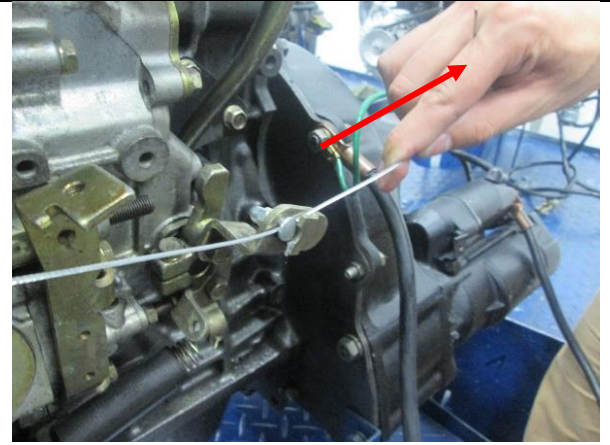


Tome la otra punta de la guaya e insértela por el tornillo de graduación el cual está ubicado en el soporte cerca de la bomba de inyección.

CONEXIÓN MECANISMO DE ACELERACION



Introduzca la punta de la funda de la guaya en el tornillo de graduación el cual está ubicado en el soporte cerca de la bomba de inyección.

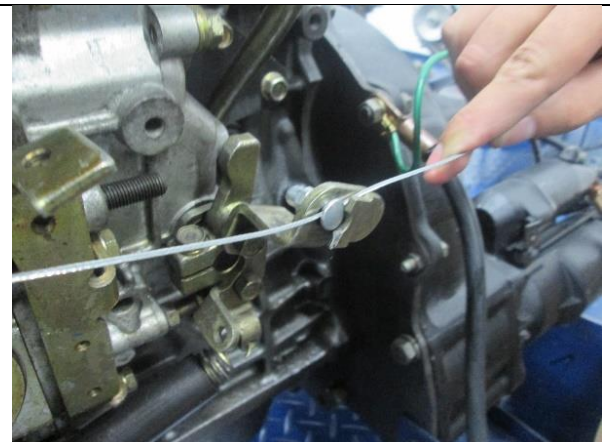


Tome la punta de la guaya y hálala hasta el trapecio de aceleración de la bomba de inyección.

CONEXIÓN MECANISMO DE ACELERACION

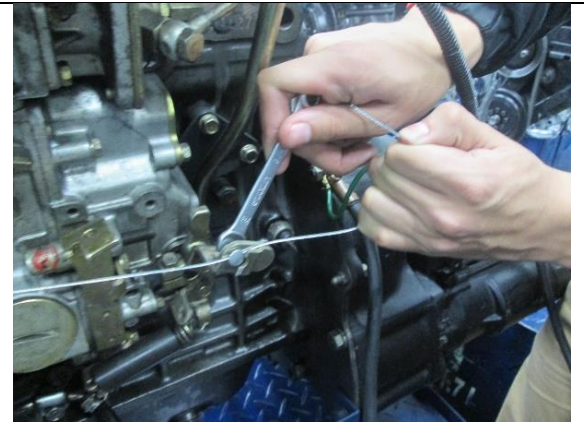
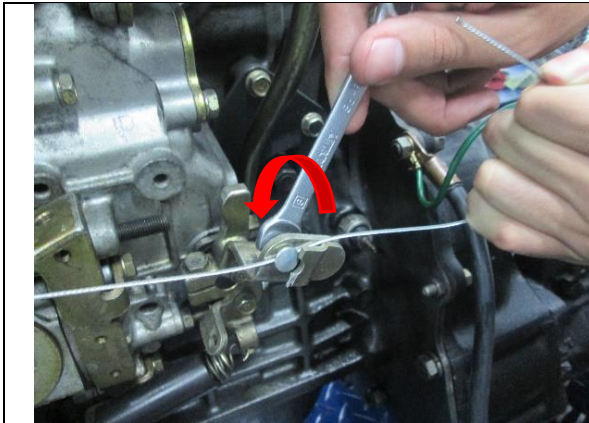


Inserte la punta de la guaya en la terminal ubicada en el trapecio de la bomba de inyección.



Tensione la guaya manualmente.

CONEXIÓN MECANISMO DE ACELERACION



Ajuste la terminal con una llave de boca fija de 8mm.

CONEXIÓN TUBO DE ESCAPE



Conecte la manguera de succión de gases en el tubo de escape del freno de ahogo.

ALIMENTACION DE AIRE Y ENCENDIDO DE MOTOR



Gire la llave 90° para abrir el paso de aire comprimido al cilindro neumático del freno de ahogo



Abra el switch de ignición en la primera posición y proceda a encender el motor

ENCENDIDO DE MOTOR



Deje el motor en marcha ralentí durante 3 minutos



Verifique las RPM de funcionamiento de motor.

ACTIVACION DEL FRENO DE AHOGO



Ponga en posición ON el interruptor electrico el cual se ubica en el tablero electrico en la parte frontal del modelo didactico.



Verifique nuevamente las RPM del motor y realice el cálculo del diferencial de revoluciones (RPM INICIALES-RPM FINALES)

INTERACCION DEL MODELO DIDACTICO



Interactue con los pedales de embrague y aceleración del prototipo y verifique el



Luego de realizar las pruebas coloque el switch de alimentación de energía en la posición OFF.

funcionamiento del cilindro neumático y el comportamiento de las revoluciones del motor.	
--	--

CONCLUSIONES

- El freno de ahogo es un freno auxiliar el cual es de gran importancia en los vehículos de carga pesada, gracias a este el vehículo automotor podrá disminuir su velocidad en las pendientes para que el operador no tenga la necesidad de utilizar constantemente los frenos de banda y así evitar un recalentamiento de frenos.
- Los gases de escape del motor son obstruidos por el sistema del freno de ahogo, en el cual una aleta se posiciona de forma transversal al flujo de los gases de escape, logrando la obstrucción de los gases y de esta manera el motor se frenará y empezará a bajar sus revoluciones.
- Gracias al manual de operación del modelo didáctico interactivo del freno de ahogo de motor diésel, los estudiantes podrán desarrollar sus laboratorios de una manera práctica, sencilla y de gran utilidad para la puesta en marcha del funcionamiento del equipo.
- Este freno tiene una particularidad y es en reducir los niveles de contaminación auditiva, su esquema es ser silencioso y eficiente, con respecto a otros tipos de frenos que son muy ruidosos

BIBLIOGRAFIA

- <https://quickserve.cummins.com>
- <http://www.jacobsvehiclesystems.com/spa/>
- Carlos Fernando Escobar García, José Alejandro Martínez Peña, German Alberto Téllez González. (2005). Control de un motor brushless DC con frenado regenerativo. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Juan F. Giro. (2005). Modelización y simulación de sistema de control para ensayos de motores de combustión interna. Argentina. Universidad nacional de la plata, Buenos Aires.
- Juan Alejandro Vargas Fabre. (2012). Conversión a auto eléctrico basada en un accionamiento trifásico: diseño, modelación e implementación. Chile. Universidad de Chile, Santiago de Chile.