



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

**Mon
629.2503
O-48
2009**

**TESINA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

Tema:
**REACTIVACION Y PUESTA EN MARCHA DEL
MOTOR D-240.**

PRESENTADO POR:

**Br. Bismarck Olivas Rodríguez
Br. René Reyes Delgado**

TUTOR

Ing. William Urbina

Managua, Nicaragua. 2009

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene la finalidad de reactivar y poner en marcha el motor D-240, este servirá como material didáctico en la enseñanza teórica y práctica en las asignaturas referidas a motores.

El motor se encuentra ensamblado en su banco de ensaño. Este motor no ha sido utilizado en las asignaturas debido a encontrarse sin un buen mantenimiento. Para que el alumno aprecie bien la cinemática de movimiento de los motores de combustión interna se le debe acoplar al motor energía motriz para logra este fin. Como podrán apreciar a lo largo de este trabajo, se empezó por el desarme y limpieza de todos los componentes y piezas principales.

Para esto se han agregados fotos que permiten visualizar el proceso de desarme y limpieza de las piezas del motor. En este no hubo recuperación de piezas ya que todas estaban en buen estado. Luego, siguió por el arme total del motor, para este caso también se presentan fotos donde se demuestra que el motor está en optimas condiciones para su fin.

Al finalizar el armador del motor, se procedió a acoplarle a este la energía motriz capaz de vencer la inercia de sus elementos, poniendo en marcha todos estos. Para lograr esta transmisión, se hacer acoplar a un moto reductor un engranaje de dientes rectos el que a su vez es acoplado también a la volante del motor. Este detalle se encuentra documentado a través fotos de esta nueva innovación.

Finalmente, se dejará plasmado un sencillo y básico plan de mantenimiento preventivo, de aplicarse se garantiza que el motor funcione correctamente.

ANTECEDENTES

El taller automotriz fue construido en los que anteriormente era el Instituto Técnico de Estudios Superiores Pedro Arauz Palacios (ITESPAP). En 1985 las instalaciones pasaron a lo que es la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Con la incorporación de este taller los estudiantes de Ingeniería Mecánica obtuvieron el apoyo de los laboratorios, talleres e instalaciones más adecuadas para el desarrollo y formación de las habilidades y capacidades consideradas por el plan de estudio.

Desde los años ochenta hasta la fecha los equipos propios de laboratorios y del taller, se fueron deteriorando debido a las siguientes causas:

- Uso continuo del equipo y falta de aplicar un mantenimiento preventivo.
- Falta de financiamiento para la compra de repuestos.
- Malas operaciones de equipo.
- Falta de personal capacitado para corregir las fallas.

Antes de la reparación del motor, este no se había utilizado. Una limitante que hubo es que los catedráticos de la facultad tienen muy poco conocimiento de los antecedentes de este motor. Para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica y carreras afines, les es desconocido la existencia y funcionamiento del motor D-240.

JUSTIFICACION

Una de las debilidades de la educación superior es que los estudiantes en las universidades solo se quedan con el conocimiento teórico lo cual no es favorable para el estudiante, aun más al que estudia una carrera como la Ingeniería Mecánica donde es necesario ligar la teoría con la práctica.

Por tal razón, es imprescindible que la Facultad de Tecnología de la Industria ofertando la carrera de Ingeniería Mecánica tenga equipos de laboratorios para las prácticas de los estudiantes.

La Facultad de Tecnología de la Industria a través de la Universidad Nacional de Ingeniería tiene herramientas que por una u otra razón no se están aprovechando. Para el presente trabajo dicha herramienta es el motor D-240 que, como bien se explica en la introducción y en los antecedentes, el motor se encontraba en malas condiciones de funcionamiento.

Para llevar al motor de esta condición a las óptimas, debió pasar por un proceso de reparación el cual se explica a través de todo el documento.

El banco de ensayo de motores de combustión interna es fundamental para que los estudiantes de dicha carrera apliquen la teoría aprendida en las asignaturas siguientes tales Como:

1. Motores de combustión interna,
2. Máquinas automotrices,
3. Plantas térmicas,
4. Teoría de máquinas y mecanismo,
5. Diseño de elementos de máquina,
6. Introducción a la Ingeniería Mecánica.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Reactivación y puesta en marcha del motor Belarus D-240.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar un diagnostico del motor D-240 (general y especifico).
- Reparar el motor D-240.
- Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para el motor D-240.

1. GENERALIDADES DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

1.1 Historia de los motores de combustión interna

En 1860 el Francés Leonori construyó un motor accionado con gas de alumbrado cuyo rendimiento aproximado era del 3%.

En 1870 Otto construye el primer motor a gas con compresión por el sistema de trabajo de 4 tiempos con un rendimiento aproximado del 15%. Ese mismo año Elck construye el primer motor de dos tiempos accionado por gas.

En 1883 Daimler construye el primer motor de gasolina encendido de tubos incandescentes, al siguiente año Daimler construye una motocicleta de $\frac{1}{2}$ CV (Caballo de vapor).

Benz y Daimler en 1886 construyen un coche triciclo con ignición eléctrica, un coche motor que desarrollaba una velocidad de 18 Km/h.

En 1887 Bosch inventa el encendido por chispa de ruptores para motores.

May Bach en 1893 construye un carburador con toberas de inyección.

En 1897 Rudolf Diesel patentó su motor de autoencendido que utilizaba como combustible aceite pesado, (Diesel) pero fue hasta en 1923 que Benz- Man lanza por vez primera al mercado camiones con motores diesel.

En el año de 1957 Wankel construye un motor de pistones rotativos.

Durante el desarrollo de los motores fueron muchos inventores e inventos los que se desarrollaban, nuevos mecanismos y sistemas se perfeccionaban, ante lo cual fueron surgiendo nuevos personajes que aportaban parte en el desarrollo, hasta llegar al motor moderno que nos ayuda a realizar trabajos que antes que existiera dicho motor eran difíciles de realizar.

1.2 Clasificación de los motores

Los motores térmicos se pueden clasificar atendiéndose a diversas características:

- Según el campo de aplicación puede ser:
 - a) Estacionarios: que son los utilizados en los grupos electrógenos, en el accionamiento de equipos de bombeo, en los oleoductos y gaseoductos, en la agricultura, etc.
 - b) De transporte: los que se instalan en automóviles, tractores, aviones, barcos, locomotoras y demás máquinas y medios de transporte.
- Según el tipo de combustible utilizado, se dividen en:
 - a) De combustible líquido ligero (gasolina y keroseno)
 - b) De aceite pesado (mazut, aceite solar, diesel y gas-oil)
 - c) De combustible gaseoso (gas de gasógeno, gas natural, gas licuado y otros).
 - d) De combustible mixto; el carburante principal es un gas, pero para el arranque del motor se utiliza un combustible líquido.
 - e) De múltiples combustibles (gasolina, aceite diesel y otros).
- Según el modo de transformación de la energía calorífica en mecánica, se clasifican en:
 - a) Motores de combustión interna que son los de émbolos (o alternativos) y de pistón rotativo, en los cuales los procesos de la reacción química y la transformación de la energía calorífica en trabajo mecánico se realizan dentro del cilindro (en la cavidad ubicada dentro de pistón);
 - b) Motores de combustión externa, a estos se refieren: las turbinas de gas, en las cuales los procesos de la reacción química se realizan en un hogar aparte (cámara de combustión) y el fluido operante que se forma (productos de la combustión) pasa a los alabes del rotor de la turbina donde efectúa el trabajo.;
 - c) Motores combinados, en los cuales la combustión se realiza en un motor de pistón, que a su vez es generador de gas, y parte del trabajo mecánico se efectúa en el cilindro de dicho motor, en tanto que otra parte en los álabes del rotor de una turbina de gas (motores de pistones libres, motores alternativos con turbinas de gas y otros)¹.

¹ Motores de Automóvil, M. S. Jójaj, Editorial MIR MOSCÚ, 1982, Págs., 13, 14.

- Según el procedimiento de formación de la mezcla, los motores de combustión interna se dividen en:
 - a) Motores con formación externa de la mezcla, en los cuales la mezcla carburante se prepara fuera del cilindro (motores de carburador y a gas, así como los motores con inyección del combustible en el tubo de admisión);
 - b) Motores con formación interna de la mezcla, en los cuales durante el proceso de admisión ingresa solo aire al cilindro y la mezcla operante se forma dentro del cilindro. Por este procedimiento, funcionan los motores diesel, en los cuales el combustible se suministra a la cámara de combustión cuando el embolo se encuentra cerca del punto muerto superior al final del proceso de compresión; los motores de encendido por chispa e inyección del combustible al cilindro y los motores a gas con inyección del combustible o gas al cilindro al principio del proceso de compresión;
 - c) Motores de carga estratificada, en los cuales el fluido operante tiene distinta composición en diferentes zonas de la cámara de combustión.

- Según el procedimiento de encendido del combustible hay:
 - a) Motores de encendido por chispa eléctrica (ignición por chispa);
 - b) Motores de ignición por compresión (Diesel);
 - c) Motores de precompresión en los cuales la mezcla se enciende por chispa en una cámara de combustión especial (antecámara) de pequeño volumen y después el proceso de combustión continúa en la cámara principal;
 - d) Motores con encendido del combustible gaseoso por una pequeña porción de aceite diesel que se inflama por compresión, o sea, un proceso líquido-gaseoso.

- Según el método de efectuar el ciclo de trabajo los motores de pistón pueden ser:
 - a) De cuatro tiempo sin sobrealimentación (con admisión de aire de la atmósfera) y con sobrealimentación (la mezcla ingresa a presión);
 - b) De dos tiempo sin sobrealimentación y con ella. La sobrealimentación puede obtenerse accionando el compresor por una turbina de gas que emplea los gases de escape (sobrealimentación por turbocompresor); por un compresor movido mecánicamente por el mismo rotor o por dos compresores, uno de los cuales es accionado por la turbina a gas y el otro por el motor².

² Motores de Automóvil, M. S. Jójaj, Editorial MIR MOSCÚ, 1982, Págs., 14, 15.

- Según el método de regulación del fluido operante al variar la carga, se dividen en:
 - a) Motores con regulación cualitativa, en los cuales la cantidad de aire suministrada al cilindro se mantiene constante, pero se incrementa o disminuye la alimentación de combustible y por lo tanto, la composición de la mezcla varía;
 - b) Motores con regulación cuantitativa, en los cuales la composición de la mezcla se mantiene constante y varía solo su cantidad;
 - c) Motores con regulación mixta, que son aquellos que varía la cantidad y la composición de la mezcla.

- Según su estructura se clasifican en:
 - a) motores de pistón, que a su vez se dividen:
 - a.1) Según la disposición de los cilindros:
 - ✓ En verticales en línea,
 - ✓ Horizontales en línea,
 - ✓ En <<V>>,
 - ✓ En estrella y
 - ✓ Con cilindros opuestos;
 - a.2) Según la disposición de los émbolos:
 - ✓ En motores de pistón simples (en cada cilindro hay un solo émbolo y una sola cámara de trabajo),
 - ✓ Motores de pistón enfrentados (la cámara de trabajo se encuentra entre dos émbolos que se mueven dentro de un mismo cilindro en sentidos opuestos),
 - ✓ Motores con pistón de doble efecto (en ambos lados del émbolo hay cámaras de trabajo);
 - b) Motores de pistón rotativos, que pueden ser de tres tipos:
 - b.1) El rotor (pistón) efectúa un movimiento planetario dentro del bloque; al moverse el rotor entre él y las paredes del bloque se forman cámaras de volumen variable en las cuales se realiza el ciclo. Este es el esquema que mayormente se emplea; El bloque

efectúa un movimiento planetario mientras que el pistón está fijo, tanto el bloque como el rotor realizan movimientos de rotación, estos motores se denominan birrotativos³.

- Según el método de enfriamiento, los motores se subdividen en:
 - a) Refrigerados por líquido
 - b) Refrigerados por aire.

En los automóviles se utilizan motores de pistón de encendido por chispa (de carburador, a gas, con inyección de combustible) y de ignición por compresión (Diesel), así como motores con pistón rotativos. En los vehículos de pequeña capacidad de carga se utilizan a veces motores eléctricos que trabajan con batería de acumuladores. En algunos vehículos experimentales se utilizan turbinas de gas, motores de vapor, así como motores de combustión externa que funcionan según el ciclo Stirling⁴.

³ Motores de Automóvil, M. S. Jóvaj, Editorial MIR MOSCÚ, 1982, Págs., 15.

⁴ Motores de Automóvil, M. S. Jóvaj, Editorial MIR MOSCÚ, 1982, Págs., 15

1.3 Mecanismos y Sistemas de los Motores de Combustión Interna.

De forma general, todo motor esta constituido por partes esenciales o grupos fundamentales, claramente diferenciados por la misión que cumplen dentro del conjunto motor.

Dichos grupos funcionales son los siguientes:

- Elementos externos,
- Elementos activos,
- Sistema de Distribución de gases,
- Sistema de alimentación,
- Sistema de engrase,
- Sistema de refrigeración,
- Sistema eléctrico.

➤ **Elementos externos**

Son las piezas que componen la estructura externa del motor cuya misión es alojar, sujetar y proteger los elementos del conjunto del medio externo, garantizando hermeticidad y estanqueidad.

Los componentes externos del motor son:

1. Tapa de balancín o de válvulas.
2. Culata
3. Block
4. Cáster de aceite
5. Tapa de distribución
6. Envolvente del volante
7. Múltiple de admisión
8. Múltiple de escape

➤ **Elementos activos**

Son los encargados de transformar las reacciones químicas, entre el combustible, que es introducido a la cámara de combustión, y el oxígeno del aire, en movimiento mecánico.

Los elementos activos son:

1. Pistón,
2. Segmentos (anillos),
3. Bulón,
4. Biela,
5. Cigüeñal,
6. Semi-cojinete de biela,
7. Volante de inercia,
8. Corona de arranque,
9. Polea.

➤ **Sistema de distribución de gases**

Comprende los elementos encargados de abrir y cerrar las válvulas, para llenar y evacuar de gases los cilindros, según el orden de funcionamiento de los mismos.

Los componentes de Distribución son:

1. Árbol de levas,
2. Botador o taqué,
3. Varilla empujadora,
4. Tornillo de reglaje de taqué,
5. Balancín,
6. Soporte del eje de balancín,
7. Eje de balancín o flauta,
8. Guía de válvula,
9. Muelle de la válvula,
10. Cazoleta o platillo superior de válvulas.

➤ **Sistema de alimentación de combustible**

Está integrado por los elementos encargados de proporcionar la mezcla aire-combustible al interior de los cilindros, para el funcionamiento del motor.

El sistema de alimentación esta constituido por:

1. Deposito de combustible,
2. Filtro de combustible,
3. Tubería de alimentación a la bomba de combustible,
4. Bomba de combustible,
5. Tubo de alimentación a inyectores,
6. Filtro de aire.

➤ **Sistema de lubricación**

Esta formado por elementos encargados de proporcionar el aceite de lubricación en debidas condiciones a los distintos puntos a lubricar en el motor. Este tiene como objetivo evitar o disminuir el la resistencia debido al rozamiento que aparece en el movimiento relativo de las superficies en contacto.

El sistema de lubricación lo componen:

1. Filtro de aceite,
2. Colador de aceite,
3. Bomba de aceite,
4. Cáster de motor.

➤ **Sistema de refrigeración**

Comprende los elementos encargados de refrigerar y hacer circular el agua o líquido refrigerante por el interior del motor para evacuar el calor interno producido por la combustión y por la fricción entre los mecanismos.

El sistema de refrigeración esta constituido:

1. Tapón del radiador,
2. Termostato,
3. Cámara de refrigeración,

4. Bomba de agua,
5. Ventilador,
6. Radiador,
7. Tanque de retorno.

➤ **Sistema eléctrico**

El equipo eléctrico que interviene directamente en el funcionamiento del motor esta formado por tres circuitos independientes, cada uno con una misión definida:

1. Circuito de arranque (motor de arranque)
2. Circuito de encendido (switch de ignición, calentadores)
3. Circuito de carga (alternador)

1.4 Ciclo Real en los Motores de Combustión Interna.

Ciclos mecánicos

Ciclos es una de serie de operaciones después de las cuales el aparato, o sustancias, vuelven periódicamente a un determinado estado o configuración. En los motores de combustión interna, el ciclo mecánico puede completarse con una revolución (ciclo de dos tiempos), o en dos revoluciones (ciclo de cuatro tiempos)⁵.

Hay dos tipos de motores de combustión interna recíprocos, el de ignición por chispa (ciclo Otto) y el de ignición por compresión (ciclo Diesel). Ambos pueden funcionar con cualquiera de las dos formas de operación, a dos tiempos o cuatro tiempos.

Los motores de ignición por chispa (gasolina) utilizan un combustible muy volátil con temperatura de ignición relativamente alta⁶, en este ciclo el combustible y el aire se mezclan en el carburador y la mezcla explota mediante una chispa⁷. Mientras el combustible para los motores de ignición por compresión (Diesel) es de menor volatilidad y de menor temperatura de ignición. Es por esto que este combustible, después de la inyección, sólo se pone en ignición debido al incremento de temperatura que se obtiene durante la compresión⁸. El combustible diesel es inyectado mediante una bomba por aire comprimido⁹.

Ninguno de ellos cumple completamente el ciclo térmico para el cual fueron proyectados.

En realidad, un motor de combustión interna no trabaja según un ciclo termodinámico, porque el medio no vuelve al punto-estado original, sino que es evacuado a través del escape, y una nueva carga de medio es introducida en el cilindro¹⁰.

⁵ Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág., 415.

⁶ Análisis Termodinámico de Plantas Electricas, R.W.Haywood, editorial LIMUSA, MEXICO, 1986, pags., 72

⁷ Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág., 416, 417.

⁸ Análisis Termodinámico de Plantas Electricas, R.W.Haywood, editorial LIMUSA, MEXICO, 1986, pags., 72.

⁹ Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág., 416, 417.

¹⁰ Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág., 417

Ciclo de dos tiempos

La figura 1, representa un motor diesel de dos tiempos, en el cual se utiliza un ventilador para el barrido del cilindro y para introducir la carga de aire nuevo. Este ventilador es movido por el eje del motor. El aire entra por las lumbreras a una presión relativa de 0.28kg/cm² aproximadamente; los gases de escape salen por la parte alta del cilindro a través de válvulas de tipo de seta. Este motor desarrolla un ciclo completo en cada revolución.

Los motores diesel se adaptan muy bien al ciclo de dos tiempos, porque el aire entrante no lleva combustible, y en el aire que pueda escapar (barrido) con los gases de escape solamente representa una pérdida de trabajo realizado sobre el aire. Si el aire que pueda escapar contiene valor de gasolina, como acontece en los motores (Otto) con carburador, toda pérdida de aire lleva consigo una pérdida importante de combustible¹¹.

Mucho más motores diesel de dos tiempos han sido construidos que de cuatro tiempos, debido a que los primeros se les atribuyen las siguientes ventajas:

1. Menor pérdida de rozamiento por HP.
2. Menor espacio ocupado.
3. Construcción más sencilla¹².

¹¹ Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág., 417

¹² Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág.419

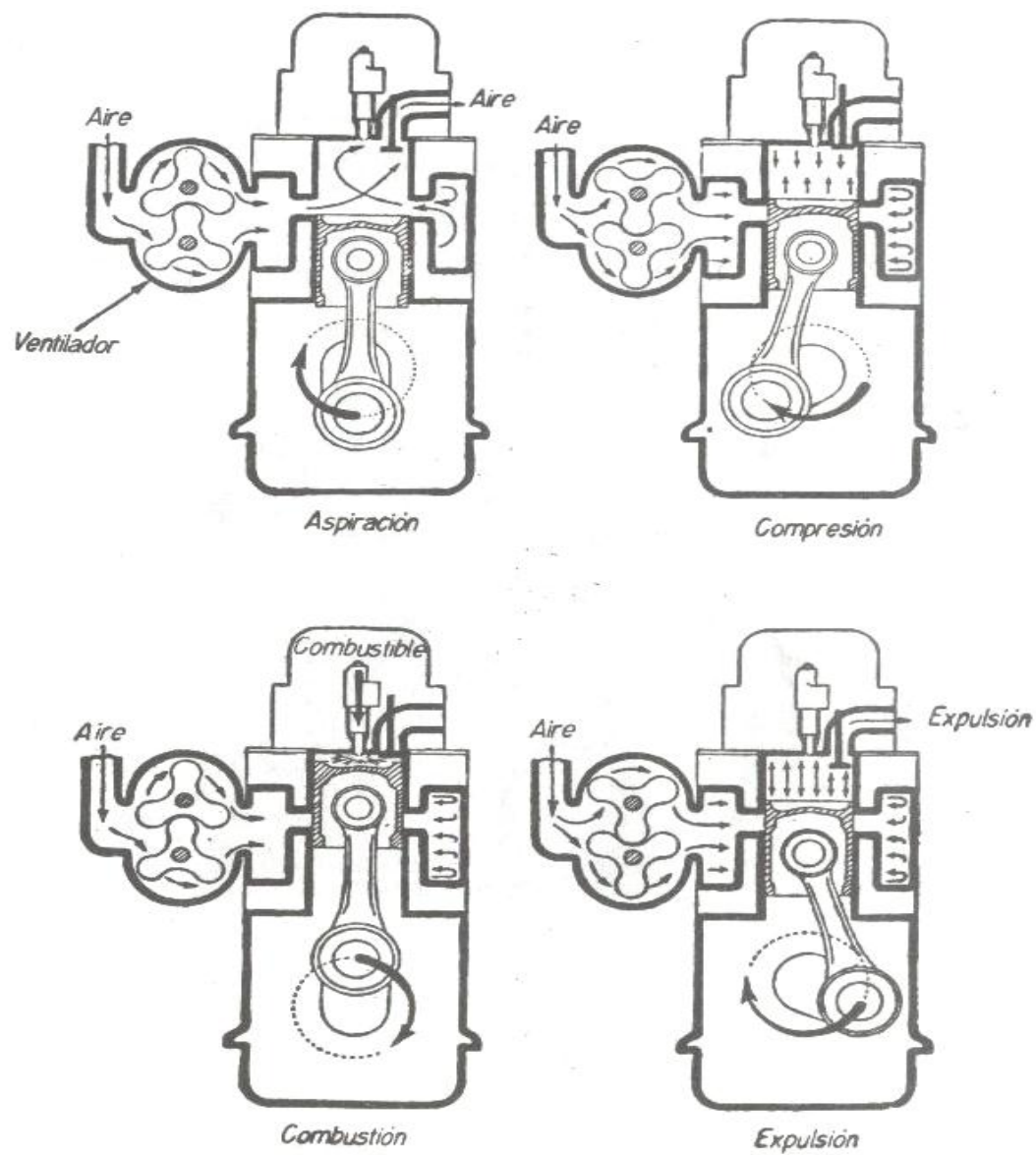


Fig. 1. Representación gráfica del ciclo diesel de dos tiempo¹³

¹³ Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág.419

Ciclo de cuatro tiempos

La figura 2 representa un motor Otto de cuatro tiempos, en el cual el ciclo mecánico se completa con cuatro carreras de émbolo y dos revoluciones del cigüeñal.

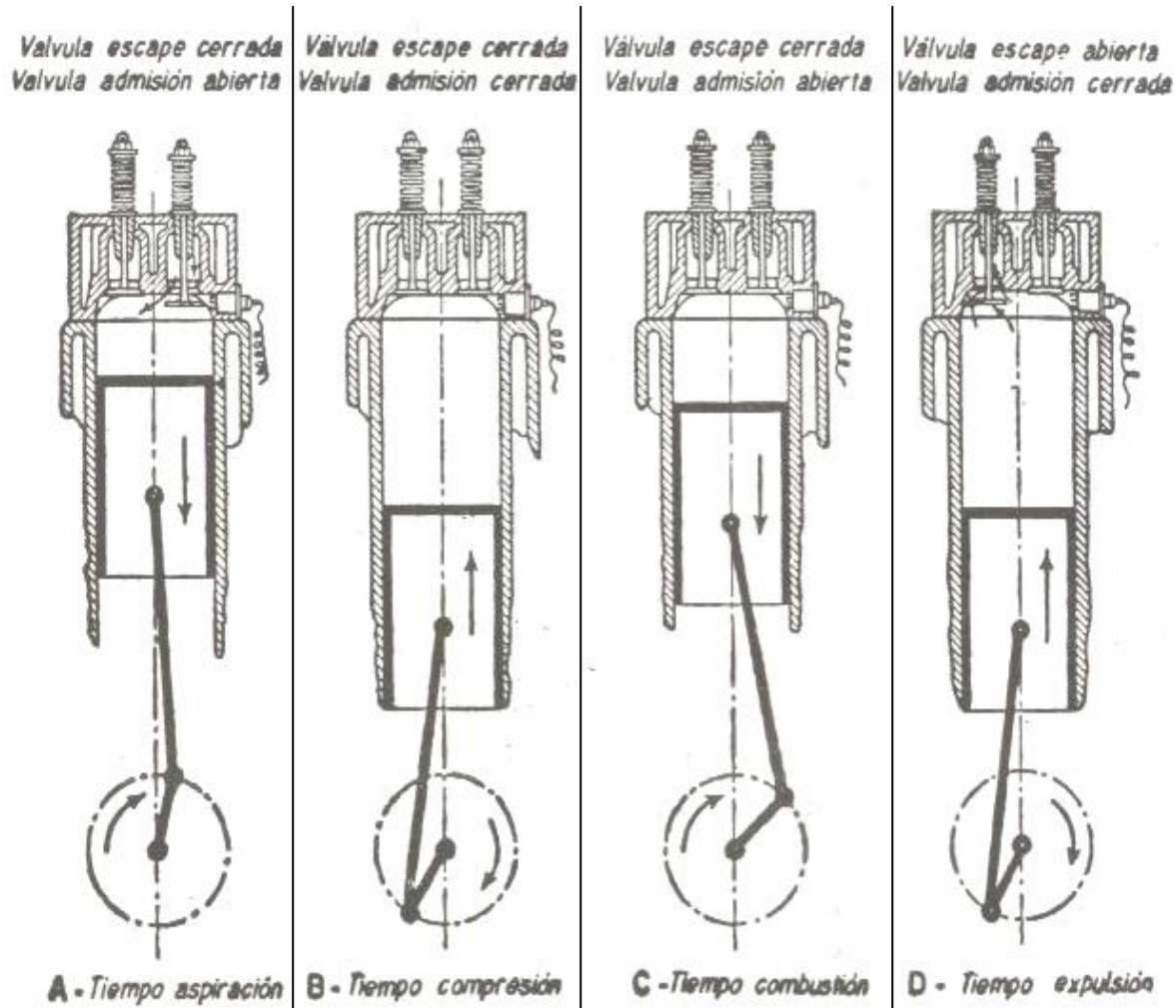


Fig. 2. Motor Otto de cuatro tiempos. A) Tiempo de aspiración, b) Tiempo de compresión, C) Tiempo de combustión, D) Tiempo de expulsión.¹⁴

En la posición A de la figura 2 aparece el tiempo de aspiración en el cual entra en el cilindro una carga de aire y combustible.

En la posición B de la figura 2 se comprime la mezcla estando cerrada las válvulas de aspiración y escape.

¹⁴Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág.421

Cuando el émbolo se encuentra cerrado de su final de carrera (punto muerto superior), el dispositivo para la ignición hace saltar una chispa, la cual produce la combustión de la mezcla comprimida. La elevada presión resultante de los gases calientes desplaza el émbolo hacia abajo en el tiempo de explosión C.

Cerca del final de este tiempo útil D (punto muerto superior) se abre la válvula de escape para dejar salir los gases quemados.

Durante el tiempo de expulsión el émbolo sube de nuevo, y obliga a salir el resto de los gases de escape, y completa el ciclo.

El motor Diesel de cuatro tiempos funciona según el mismo principio, excepto que el combustible se introduzca en el cilindro cerca del final de tiempo de compresión. El combustible arde merced al aire calentado por compresión.

Ciclo Térmico.

Todos los motores han tenido su origen en algún concepto de un ciclo termodinámico, el cual es una serie de eventos en los que la energía se recibe a un nivel elevado, se convierte en trabajo la cantidad mas grande posible, y el resto se vierte en el medio que lo rodea (segunda ley de la termodinámica).

Para facilitar su estudio es costumbre considerar que el aire es el medio de trabajo, y suponer que es un medio ideal, es decir, que su calor específico es constante, y que cumple exactamente las leyes de los gases perfectos. Un ciclo basado en tales hipótesis se denomina *ideal*, de aire *Standard*, o *teórico*, o se designa por una combinación de estos nombres¹⁵.

Asimismo, con el fin de simplificar el análisis se hacen usualmente otras hipótesis. Por ejemplo, se supone que todos los eventos del ciclo son reversibles, eliminando como consecuencia todos los efectos producidos por los rozamientos y que cualquier proceso puede ser adiabático o isotérmico. En la práctica todo esto no es cierto.

¹⁵ Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág.421

El rendimiento de un ciclo térmico cifrado en las hipótesis mencionadas, resulta ser aproximadamente el doble del obtenido con el ciclo de un motor real. El rendimiento del ciclo teórico o ideal sirve de primera aproximación y señala la trayectoria a seguir para mejorar el ciclo real. De los varios ciclos térmicos, el de Carnot sirve como el patrón de perfección, y si bien no puede aplicarse a un motor real, es de un valor inestimable para comprender los factores que influyen en el rendimiento y en el trabajo.

Ciclo de Otto Ideal Estándar de Aire

La forma de un diagrama indicador de un motor varia en gran medida de acuerdo a la carga, en especial en los motores de ignición por chispa regulado por válvulas de estrangulación. Sin embargo, hasta ahora solo se han considerado condiciones de diseño de carga completa para el motor (cuando la válvula de estrangulación esta completamente abierta) y el diagrama indicador que se obtiene de un motor de cuatro tiempo es similar al que se presenta en la figura 3.

En este diagrama se indica con claridad los cuatro tiempos (admisión, compresión, expansión y escape de gases), se ha exagerado la diferencia entre las presiones de los tiempos de admisión y escape solo para que puedan apreciarse mejor. Este diagrama se puede representar aproximadamente por medio del diagrama indicador idealizado por la figura 4a y se puede considerar que la trayectoria 1,2,3,4,1 es representativa, en general, del diagrama indicador idealizado tanto para la máquina de ignición por chispa como para la de ignición por compresión de alta velocidad a cargas completas¹⁶.

¹⁶ Análisis Termodinámico de Plantas Electricas, R.W.Haywood, editorial LIMUSA, MEXICO, 1986, Págs., 73

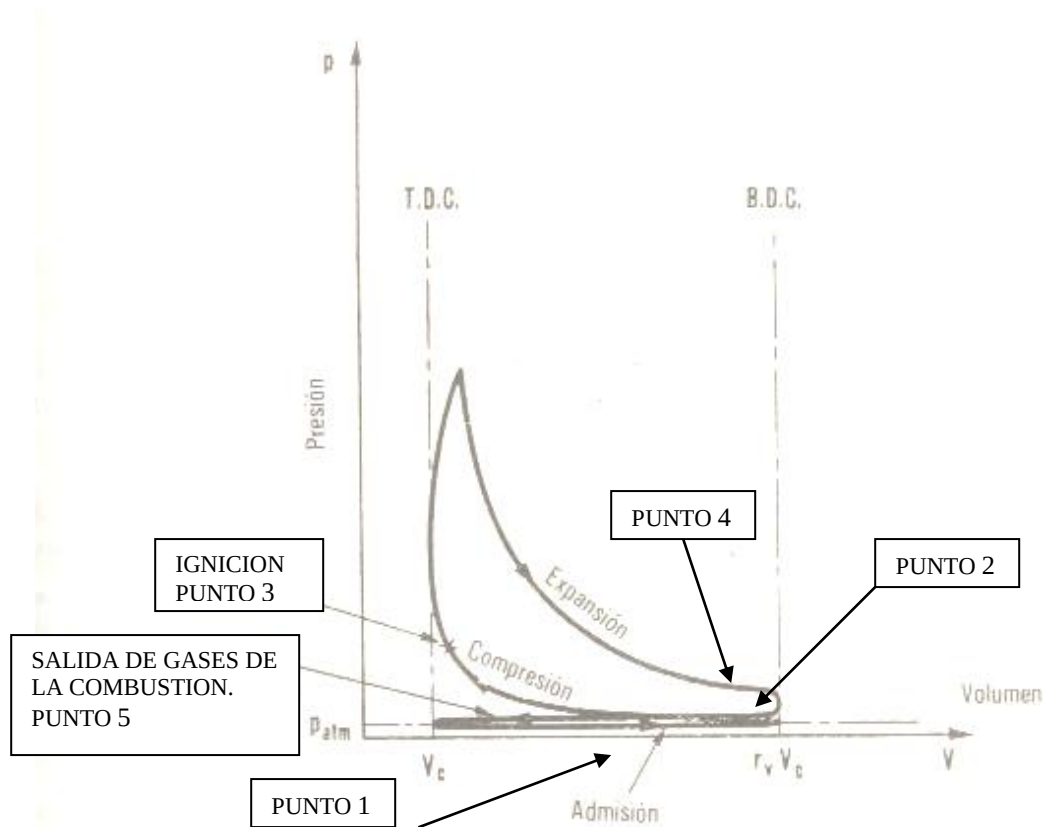


Fig. 3. Diagrama indicador para un motor de ignición de cuatro tiempos, a carga completa (válvulas de estrangulamiento completamente abiertas).

En vista de la gran dificultad que existe en los cálculos realizados con el rendimiento comparativo de los motores de combustión interna recíprocos diseñados para relaciones de compresión diferentes, el ingeniero tiene que desviar su atención a la similitud de forma existente entre el diagrama indicador de la figura 4a y el diagrama de estado de la figura 4b para lo que se conoce como *ciclo de Otto ideal estándar de aire correspondiente* que tiene la misma relación de compresión volumétrica r_v que el motor real. En este, la unidad masiva de aire que queda encerrada en el cilindro hace que se realice un ciclo termodinámico reversible y cerrado. A diferencia de los procesos correspondiente en el motor, la compresión 1-2 y la expansión 3-4 son adiabáticas además de reversibles y en consecuencias isentrópicas¹⁷.

¹⁷ Análisis Termodinámico de Plantas Electricas, R.W.Haywood, editorial LIMUSA, MEXICO, 1986, Págs.73, 74

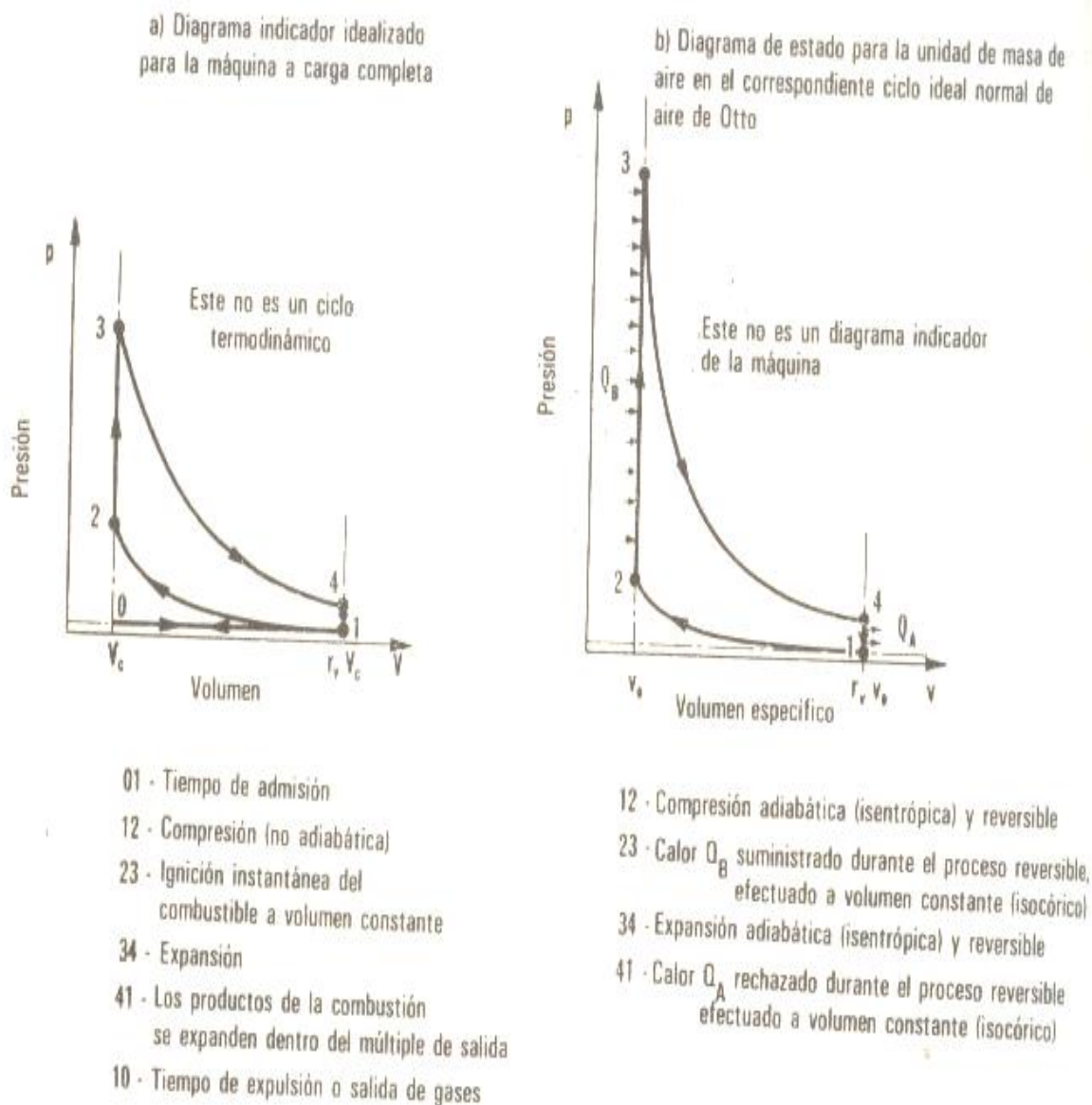


Fig. 4. Diagrama indicador idealizado para un motor y diagrama de estado para el ciclo Otto¹⁸.

En los motores de carburador (véase fig. 3) la válvula de admisión se abre con cierto adelanto al P.M.S. y el proceso de admisión de la mezcla combustible-aire se caracteriza por la línea 5-1-2. El ingreso de la mezcla termina en el instante en el que cierra la válvula de admisión (punto 2). La mezcla carburante que penetra en el cilindro, se mezcla con los productos de combustión que quedan en él del ciclo anterior (gases residuales) y forman la mezcla de trabajo.

¹⁸ Análisis Termodinámico de Plantas Eléctricas, R.W.Haywood, editorial LIMUSA, MEXICO, 1986, Págs 74

Una vez terminado el proceso de admisión, la mezcla de trabajo que se encuentra en el cilindro del motor se comprime. El punto tres en el diagrama indicado caracteriza la aparición de la chispa eléctrica. Una vez formada la chispa comienza la combustión de la mezcla aire-combustible. La combustión continúa en cierto tramo del proceso de expansión.

El barrido de los gases quemados (escape) empieza cuando se abre la válvula de escape. En ese instante la presión dentro del cilindro es considerablemente mas elevada que la atmosférica, por lo que en la etapa inicial del proceso los gases quemados salen del cilindro a través de la válvula a velocidad critica. Cuando el pistón se acerca al P.M.I. la presión en el cilindro cae considerablemente y a continuación, cuando el pistón se mueve desde el P.M.I. al P.M.S. los gases quemados son expulsados a la atmósfera.

2. PROCESO DE REPARACIÓN DEL MOTOR D-240

Generalidades

Comúnmente se entiende por tecnología la ciencia de los procesos de elaboración de materia prima para convertirlos en un producto terminado. En la reparación, la materia prima esta compuesta por las máquinas e implementos desgastados, en general defectuosos y los procesos de elaboración de esta materia prima se resumen a una serie de operaciones de recuperación de la capacidad de trabajo de la maquina. La secuencia y forma de realizar las operaciones de mantenimiento preventivo y/o correctivo depende del tipo de reparación (corriente, media, general), del diagnóstico y de la capacidad y medio de la empresa o taller. Todo esto esta ligado el método de reparación seleccionado.

Características técnicas del motor D-240

1. Cilindrada cúbica: 4.75 litros
2. Cantidad de cilindros: 4
3. Disposición de los cilindros: lineal.
4. Recorrido del pistón: 125 mm
5. Tipo: cuatro tiempo
6. Diámetro del cilindro (mm): 110
7. Pistonada (mm): 125
8. Grado de compresión: 16
9. Orden de encendido: 1-3-4-2
10. Potencia útil nominal: 56.6 kw (55.1 CV)
11. Máximo par torsor a 1,400 rpm: 29,1 kgf*m
12. Sin sobrealimentación¹⁹
13. Dimensiones exteriores (largo, ancho, alto): 985*680*1270 (mm)
14. Tipo del Cigüeñal: de 5 apoyos, plano, forjado, con contrapesos separables.
15. Mecanismo de válvulas: dos válvula con empujador plano
16. Fase de distribución de los gases (Abertura/Cierre):

Admisión

¹⁹ Manual de Motores Diesel para Tractores, B. A. Vsórov, Editorial Mir Moscú, 1986, Pág., 48

16° antes del P.M.S./ 46° después del P.M.S.

Escape

56° antes del P.M.S./18° después del P.M.S.

17. Angulo de avance de la bomba inyectora: 26°

18. Inyector: FD-22, tipo cerrado con pulverizador fijado de cuatro orificios.

19. Presión de Inyección: 175 Kgf/cm²

20. Volumen del sistema de lubricación: 15 litros

21. Presión del sistema de lubricación: 2.5-3 Kgf/cm² (0.25-0.3 MPa)

22. País Productor: Rusia²⁰

23. Par de resistencia al giro: 167-176 N·M²¹

2.1 Estado Técnico Inicial del Motor D-240

El motor D-240 se ubica en el aula de motores de la Facultad de Tecnología de la Industria. Aun en su mal estado, se ha seguido utilizando en la enseñanza prácticas de varias asignaturas en la carrera de Ingeniería Mecánica.

En las siguientes fotos se puede apreciar el estado en que se encontraba el motor.

²⁰ Manual de Motores Diesel para Tractores, B.A. Vsórov, Editorial Mir Moscú, 1986, pág., 25

²¹ Manual de Motores Diesel para Tractores, B.A Vsórov, Editorial Mir Moscú, 1986, pág., 271-273

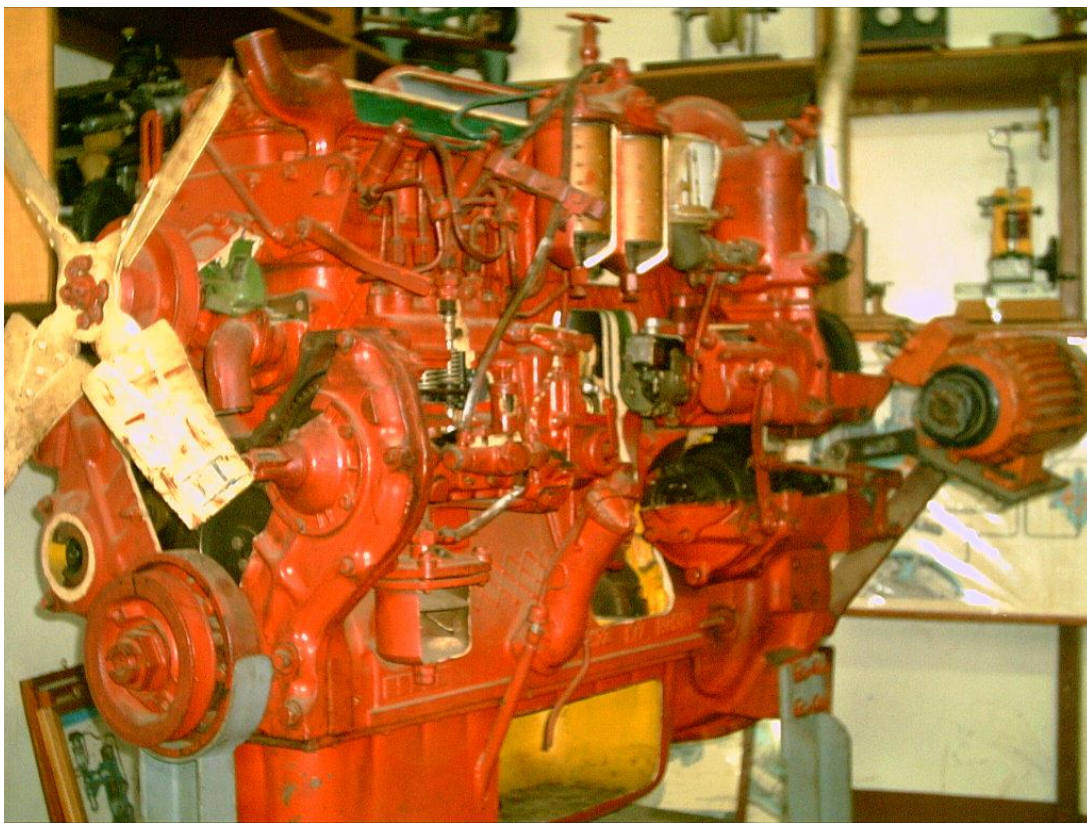


Fig. 5. Vista frontal del motor

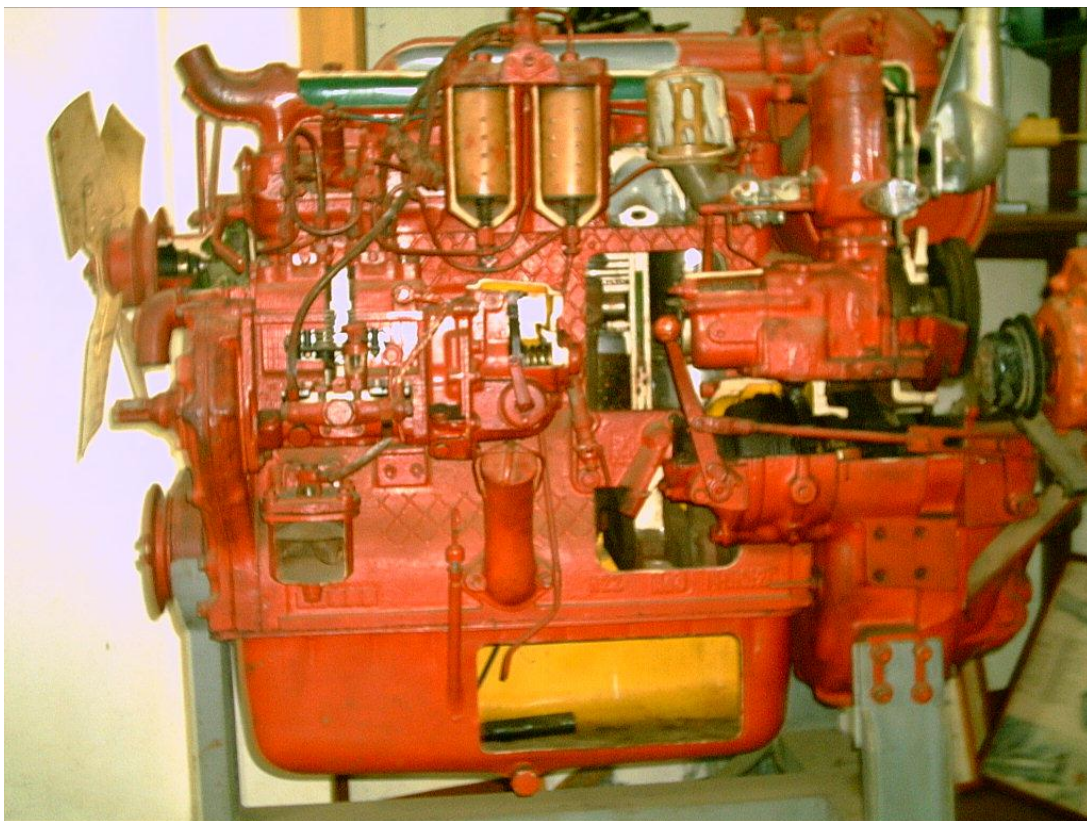


Fig. 6. Vista lateral del motor



Fig. 7. Vista posterior del motor

El motor eléctrico que se aprecia en las tres fotos, estaba acoplado al motor a través polea y banda acanalada **V** conectado al motor en una de sus poleas.

Tal como se puede apreciar en las figuras 5 a 7, el motor en su aspecto físico se encontró sucio tanto exterior como interiormente, esto provocó que sus elementos se pegaran por falta de uso, mantenimiento y lubricación por encontrarse expuestas al medio. Estos elementos son: bombas de aceite hidráulicas, motor estacionario, sistema de embrague de arranque, bomba inyectora de combustible, válvulas de admisión y escape, y el mecanismo mas importante en el motor, el cigüeñal, el sistema de embrague.

Este motor nunca había sido desarmado, pues se encontró en él una grasa en estado solidificado cubriendo los pistones y las camisas, entre el muñón del cigüeñal y las conchas de bancadas y de bielas. Debido al estado de esta grasa el mecanismo biela manivela estaba bloqueado. Sin embargo, las camisas se encontraron en perfectas condiciones ya que no tienen arrastres de pistones ni desgaste, los pistones también estaban en buenas condiciones por igual el cigüeñal.

El sistema de embrague se encuentra completo teniendo en su conjunto un plato de embrague, dos discos de embrague y un espejo separador entre los discos, su cojinete piloto y su cojinete axial y porta cojinete axial con su orquilla. El motor se encuentra con todos sus componentes necesarios para los fines didácticos.

2.2 Proceso General para la Reparación del Motor D-240

El proceso general que se usó para la reactivación del motor D-240 se compone de las siguientes operaciones fundamentales:

1. Desarme de la máquina en conjunto, subconjunto y piezas
2. Limpieza y lavado de las piezas
3. Control y clasificación de las piezas defectuosas, en este motor todas las piezas y sus componentes estaban en buen estado sin necesidad que se le recuperara a través de un proceso tecnológico.
4. Complementos de los subconjunto y conjunto, para este motor todas las piezas y componentes estaban completas sin necesidad de reemplazo.
5. Pintura total del motor.
6. Arme del motor.

3. TRABAJOS RELIZADOS AL MOTOR D-240

3.1 Desarme y Arme del Motor D-240

Como ya se ha venido mencionando, el motor D-240 se encontraba en malas condiciones de operación por encontrarse cubierto de una película de polvo y sin mantenimiento. Los componentes principales tales como el mecanismo biela-manivela (pistones, cilindros, anillos, conchas de biela, conchas de bancadas, cigüeñal), el sistema de embrague (uñas del plato de presión, cojinete piloto, cojinete axial) y el sistema de distribución de gases (balancines, válvulas de admisión y válvulas de escape, botadores, flauta, las guías de válvulas, árbol de leva), estaban fuertemente adheridos. Estas razones hicieron un poco mas complicado el desarme del motor. La figura 8 muestra el motor sin reactivarse.

En esta parte se muestran imágenes donde se demuestra el motor en su totalidad y las piezas desarmadas y nuevamente el motor armado.

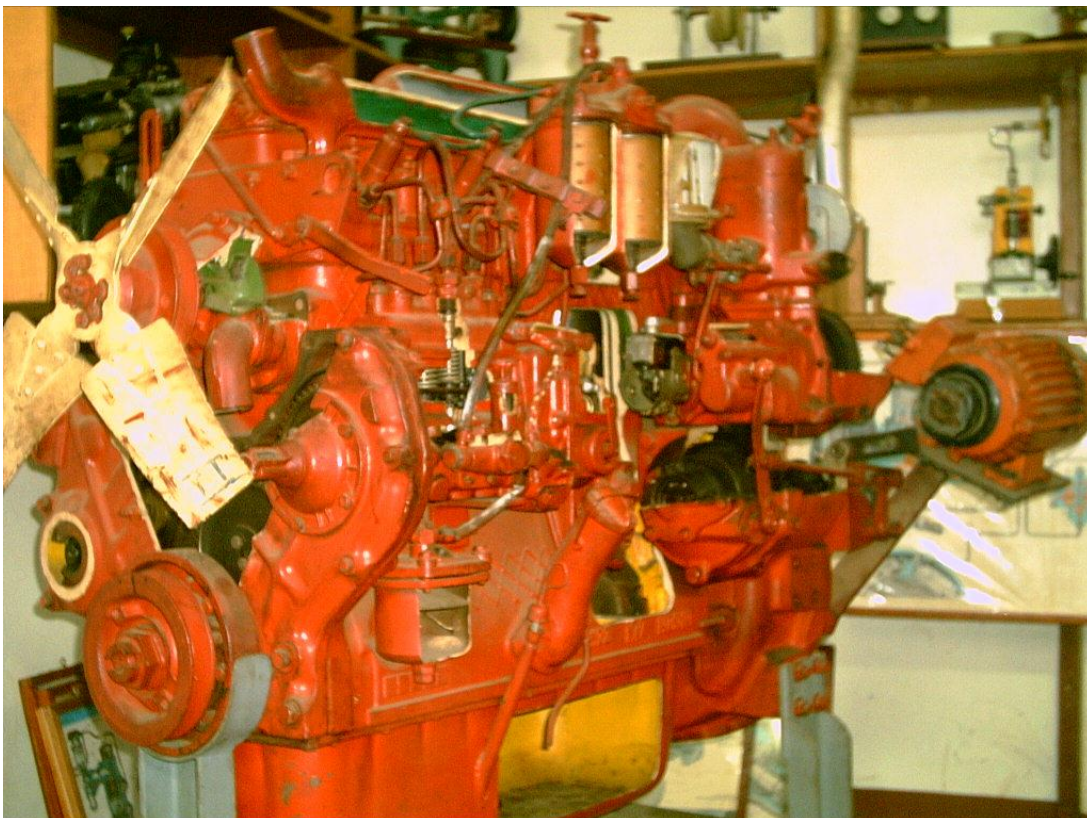


Fig. 8. Motor antes de reactivarse

Se desmontaron los múltiples de escape, admisión, filtro de aire, tapa de balancines, el cárter de aceite, aspa de la bomba de agua, motor eléctrico, filtros de combustibles, tuberías de combustibles entre otros. Luego de haber desmontado estas partes se procedió al desarme:

1. Sistema de lubricación del motor compuesto por: Bomba de aceite, filtro de aceite, cárter de motor y colador de aceite.

La bomba de aceite se puede apreciar en la figura 9. Se le realizó limpieza de sus elementos y prueba en vacío, su estado es bueno. El colador de aceite, que es parte de la bomba de aceite, se le hizo limpieza.

En la figura 8 se podrá apreciar el cárter de aceite del motor. Se le realizó limpieza, pintado y se modificó haciendo un nuevo corte lateral para que se pudiera apreciar mejor la bomba de aceite.

En la figura 10 se puede observar el filtro centrífugo de aceite el cual se le hizo desmontaje y limpieza.

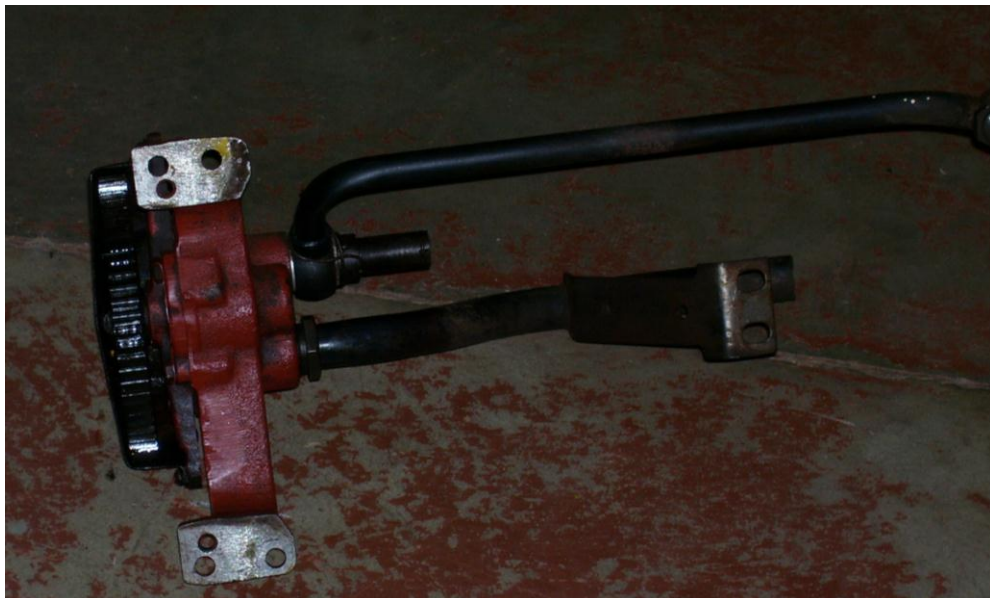


Fig. 9. Bomba de aceite.

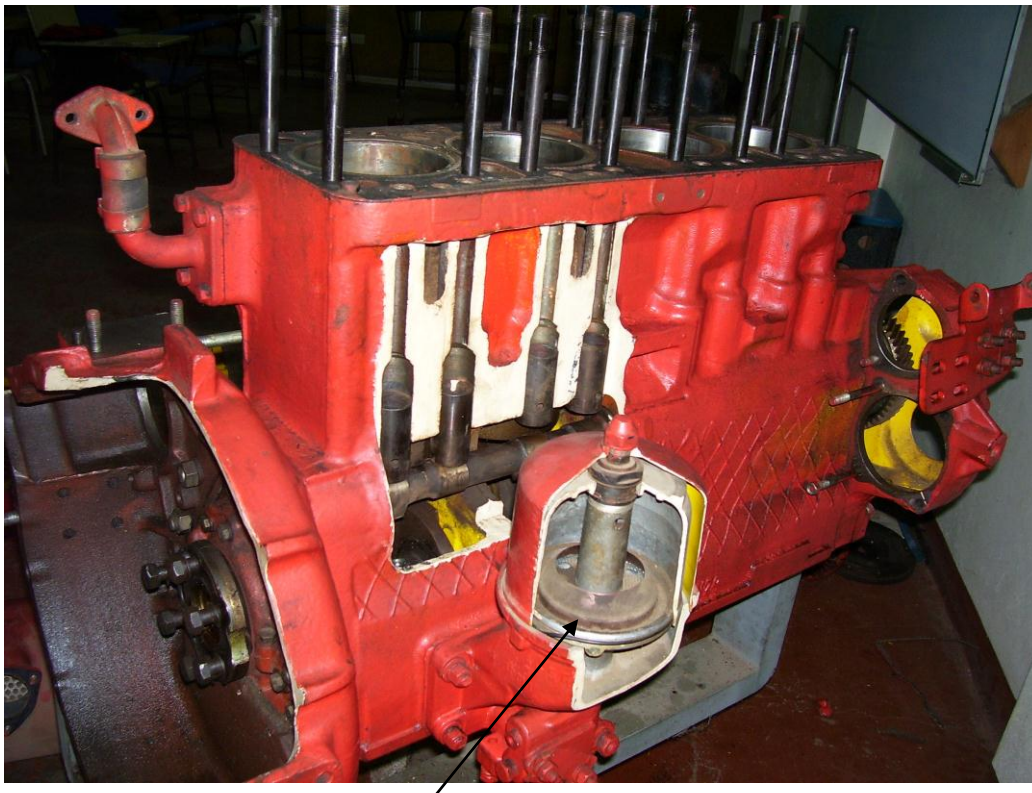


Fig. 10. Filtro centrífugo de aceite

2. Sistema de alimentación el cual lo constituyen: Inyectores, tubería de alimentación, filtros de combustible y bomba inyectora.

En la figura 11 se muestra la bomba inyectora desacoplada al motor. Lo que se le realizó a esta fue limpieza ya que todos sus elementos estaban en buen estado, se le probó si todos sus componentes se movían. A los inyectores solo se le realizó limpieza general ya que estaban en buen estado. En el caso de las tuberías y filtros se encuentran en buen estado.



Fig. 11. Bomba inyectora

3. Sistema hidráulico el cual está compuesto de dos bombas hidráulicas, a estas solo se le realizó limpieza y lubricación ya que estaban pegadas por una película de polvo y falta de lubricación. En la figura 12 y figura 13 se aprecian estas.



Fig. 12. Bomba hidráulica A

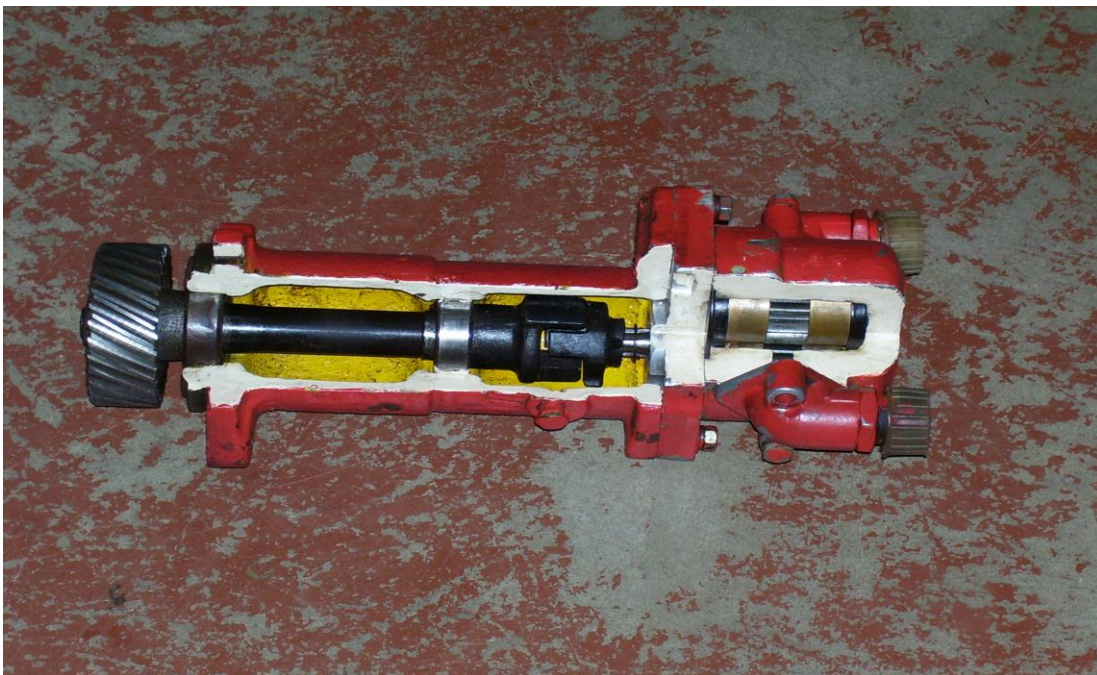


Fig. 13. Bomba hidráulica B

4. Sistema de embrague, está compuesto del plato de embrague, dos discos de embrague, volante, cojinete axial, cojinete piloto, espejo separador. Este sistema se encontró en óptimas condiciones por lo que lo único que se le realizó fue limpieza y engrase al cojinete axial y piloto y engrase de uñas del plato de presión.

En la figura 14 y 15 se puede apreciar este sistema y su alojamiento en el block del motor.



Fig. 14. Sistema de embrague.



Fig. 15. Alojamiento del sistema de embrague.

5. Pistones: estos se encontraban en buen estado junto con su juego de anillos, los pistones tenían en su superficie una película de grasa y entre la unión (bulón) estaba endurecida. Estos tuvieron que ser lavados con combustible para remover esta grasa y suavizar el movimiento de la unión. Luego se les aplicó una película de grasa grafitada en toda la superficie de trabajo y aceite en la unión. Los anillos tuvieron que desmontarse para lavarlos. En la figura 16 se aprecian el conjunto de pistones y bielas.



Fig. 16. Juego de pistones y bielas.

6. Block de motor: este quedó desprovisto de todos los elementos que tenía para poder realizarle un buen lavado. Aquí se aprovechó para darle limpieza y lubricación al cigüeñal sacando las conchas de bancadas una a una y lavando las juntas y aplicándole lubricante. Este giró hasta que fue bien lavado y lubricado. Se aprovechó para pulir los cilindros del block y lubricarlos con una grasa grafitada.

En la figura 17 se puede apreciar bien el block desarmado.



Fig. 17. Vista lateral del block

7. Culata: esta fue desarmada completamente quitando las válvulas de admisión y escape, toda la culata se encontraba en buenas condiciones descartando reventaduras superficiales por lo que solo se procedió a lavar, pulir las superficies de las válvulas y el asiento de estas en la culata y a comprobar la planicidad de la superficie entre la culata y el block.

La culata armada se puede apreciar mejor en la figura 18. En la figura 19 se aprecia la flauta donde van montadas los balancines, esta también fue lavada y lubricada.

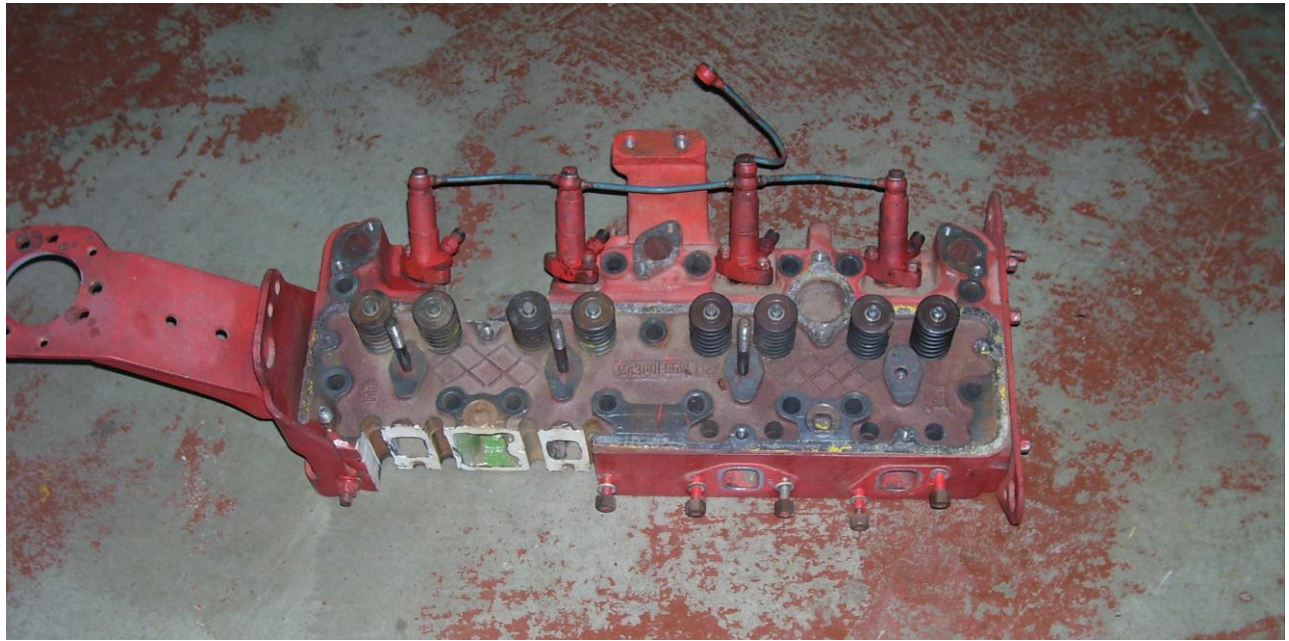


Fig. 18. Culata armada



Fig. 19. Flauta

8. Sistema de encendido: tiene un motor estacionario como sistema de arranque y un embrague como acople entre los motores. Este se muestra en la figura 20, a este conjunto se le hizo una limpieza hasta hacer que sus elementos giraran ya que estaban rígidos por falta de mantenimiento, suciedad del medio y falta de lubricación.

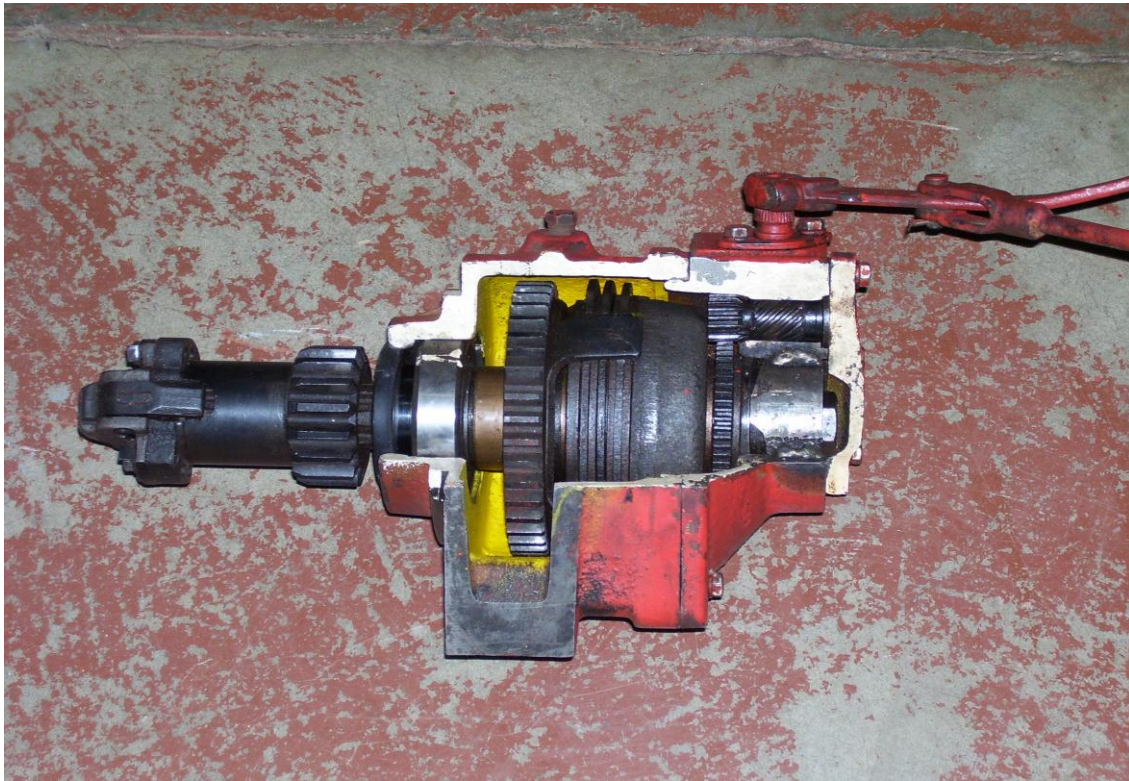


Fig. 20. Embrague del sistema de encendido.

9. Bomba de agua: esta aunque estaba aparentemente limpia se le realizó limpieza y lubricación. Después de esto quedó girando más suave. En la figura 21 se aprecia bien la bomba de este motor.

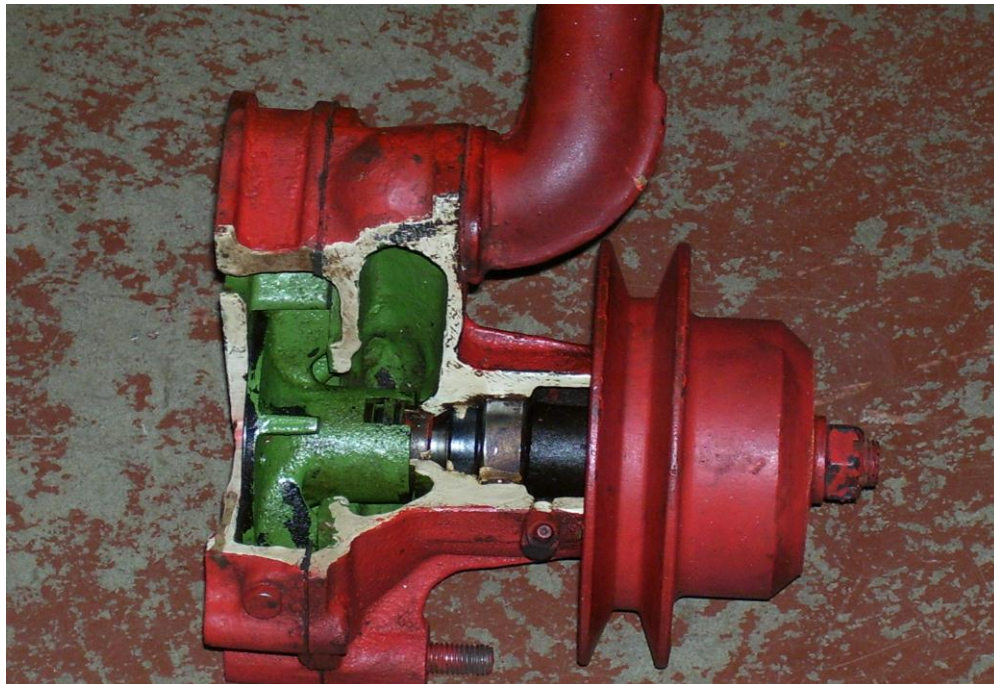


Fig. 21. Bomba de agua

10. Instalación del motor reductor eléctrico: se hicieron un sinnúmero de análisis para poder determinar donde era más conveniente instalar el motor reductor eléctrico de acuerdo a las condiciones y circunstancias. Al final, se decide que el lugar más adecuado sería acoplarlo a la volante del motor, esto para ganar torque y romper la inercia del conjunto del motor. Para poder alojarlo ahí fue necesario que se hicieran adaptaciones removiendo material del housing del sistema de embrague y poniendo una base en donde se asentaría al motor reductor eléctrico. Dado que el motor reductor fue acoplado a través de la volante su unión es a través de un engranaje que se instaló directamente al eje de salida del reductor. En la fig. 22a y fig. 22b se aprecia mejor esta adaptación.

11. Pintado general al motor: al terminar de armar el motor se procedió a pintar todo el motor siguiendo el modelo de colores que tenía inicialmente. Estos colores están de acuerdo al tipo de fluido que circula por las piezas y sus secciones, estos se enlistan de la siguiente forma:

1. Rojo: pintura externa del motor,
2. Blanco: Corte de la pieza,
3. Verde: agua,
4. Amarillo: Aceite
5. Gris: gases de combustión

Esto revistió al motor de presentación y se aprecian mejor las secciones que tienen corte. Con esto queda terminado el trabajo en el motor de combustión interna. La fig. 23 y fig. 24 nos muestra el motor armado y pintado.



Fig. 22a. Vista lateral de la Instalación motor reductor eléctrico.



Fig. 22b Vista frontal de la instalación del motor reductor.



Fig. 23. Vista lateral derecha del Motor reactivado

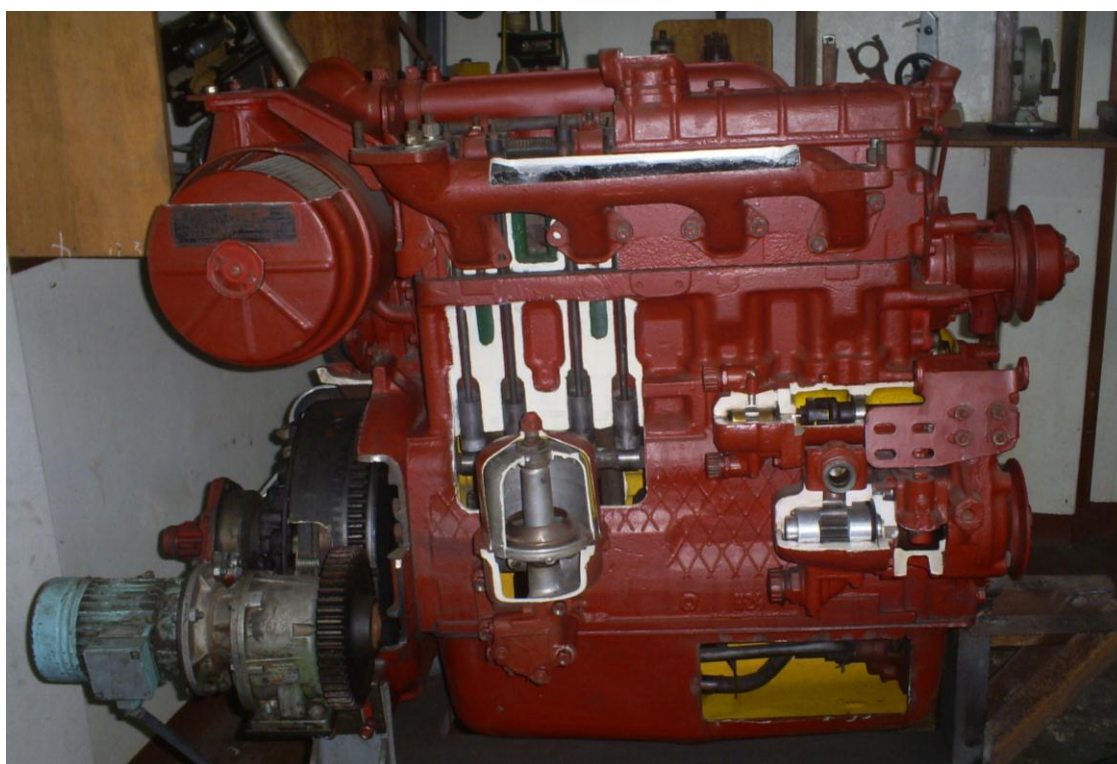


Fig. 24. Vista lateral izquierda del Motor reactivado

3.2 Ensayos en el banco

Al haber terminado el trabajo en el motor D-240 se procedió a realizar pruebas para que todo funcionara bien, inicialmente de forma manual haciendo girar el motor desde la tuerca del cigüeñal con una copa y un maneral de fuerza, sin hacer uso del motor eléctrico. Como todos los elementos del motor funcionaban bien se continuó con hacer uso del motor eléctrico, esta nueva adaptación funcionaba bien y el motor eléctrico hace mover todos los componentes del motor.

El motor eléctrico internamente está conectado en Delta funcionando con 330 voltios a una potencia de 750 watt.

El motor reductor funciona en óptimas condiciones de operación generando el torque necesario para vencer todas las fuerzas de inercia de los mecanismos y la fuerza de fricción que actúa en todos los elementos.

4. FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE ENSAYO

4.1 Aplicación

La aplicación de este banco de ensayo será una herramienta didáctica en el desarrollo de las asignaturas que correspondan con este, tales como:

1. Introducción a la ingeniería mecánica,
2. Estática,
3. Dinámica,
4. Termodinámica,
5. Teoría de máquina y mecanismos,
6. Diseño de elementos de máquinas,
7. Mantenimiento,
8. Transferencia de calor,
9. Plantas térmicas,
10. Tribología,
11. Motores de combustión interna,
12. Maquinas automotrices.

Ese banco es fundamental en el aprendizaje del estudiante a como se puede ver con las cantidades de las asignaturas que está relacionado.

Facilitará las prácticas de laboratorios de tecnología mecánica, en especiales de las asignaturas:

- ✓ Motores de combustión interna y
- ✓ Máquinas automotrices

Ayudará también, a facilitar la interpretación de los mecanismos aprendidos en la asignatura **Teoría de máquinas y mecanismos**, tal como el elemento **leva, engranajes, etc.**

Otra asignatura que nos ayudará a entender este banco de ensayo es **Elementos de máquinas**, lo que tiene que ver con la selección del material, cálculos de resistencia de materiales, proceso tecnológico de fabricación, cálculos para la fabricación en el proceso tecnológico, etc., de los engranajes, selección de correas de motor, y selección de cojinetes en función de la carga que soporte, ayudará a entender porque el sistema de embrague automotriz es de disco y prensa.

Por lo tanto, el banco de ensayo es una herramienta básica e importante para el aprendizaje de los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecánica y para otras carreras afines.

4.2 Funcionamiento del banco de ensayo.

Poner en marcha el motor reductor y, por tanto el motor D-240, es sencillo, en el procedimiento a seguir debe ser tomando en cuenta las medidas de seguridad que se mencionan en la sección que .

La conexión eléctrica se hizo desde el panel eléctrico cercano a la ubicación del motor D-240, como este motor es trifásico cada línea es protegida con un breaker de 15 amp., para poner en marcha el motor reductor solo será necesario poner en ON a los mismos.

No esta demás señalar las normas básicas que se deben aplicar antes de poner en marcha ambos motores:

1. La persona que accionará los Breaker desde el panel eléctrico, debe tener conocimientos básicos en esta materia.
2. Las cavidades del motor D-240 descubiertas al medio, deben estar desalojadas de todo objeto que obstaculice su recorrido en la operación del motor.
3. Las personas que estén en la práctica de observación deben estar con la ropa ajustada al cuerpo.

Cuando el motor D-240 está operando, todos sus mecanismos y componentes se podrán observar que están en funcionamiento, los cuales se pueden mencionar:

1. Bomba inyectora,
2. Pistones,
3. Bielas,

4. Cigüeñal,
5. Bomba de aceite,
6. Todo el conjunto del sistema de embrague,
7. Leva,
8. Botadores,
9. Varillas de empuje,
10. Balancines
11. Válvulas de admisión
12. Válvulas de escape,
13. Pistón, Biela, Cigüeñal del motor estacionario,
14. Dos bombas de aceite hidráulico,
15. Conjunto de engranajes del sistema de distribución de gases.

Gracias a este nuevo componente del motor D-240, es decir el motor reductor, se puede apreciar muy bien el funcionamiento de la cadena cinemática del motor y en lo general, tener una idea de cómo funcionan los motores de combustión interna.

5. ESQUEMAS DE PIEZAS MECANICAS DEL MOTOR D-240

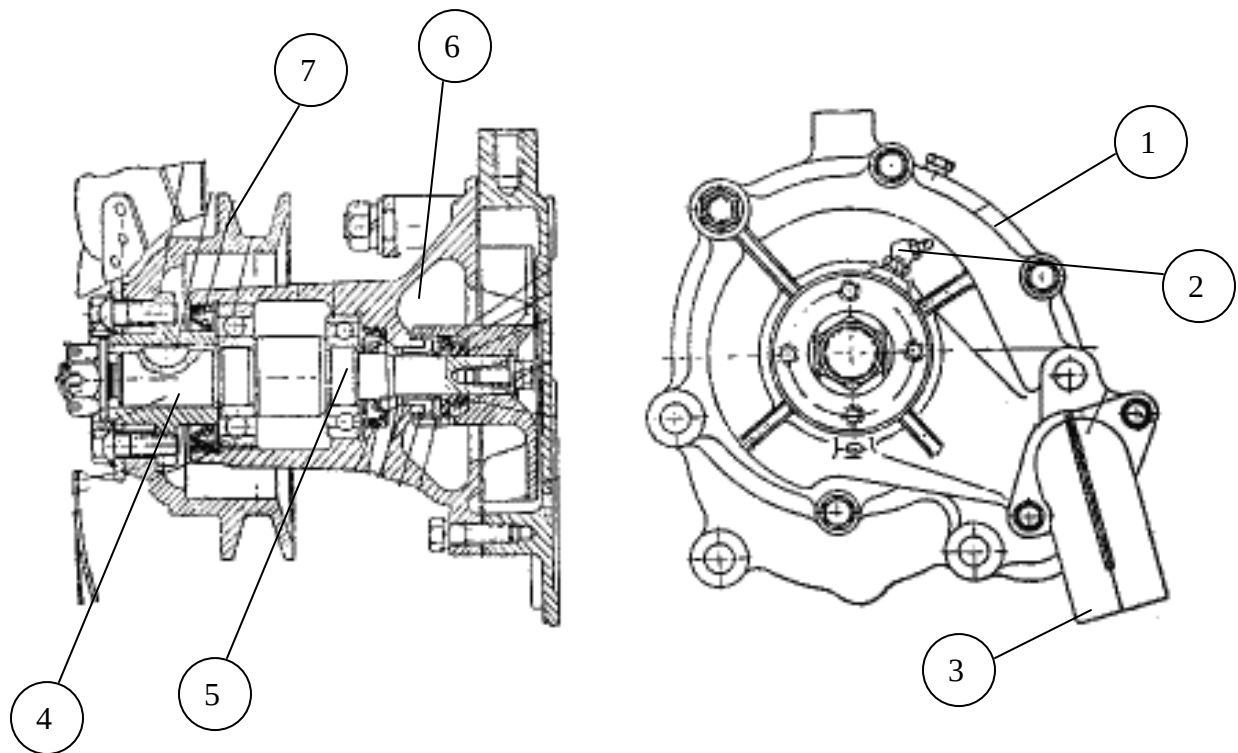


Fig. 25 Bomba de Agua

1. Cuerpo de la bomba
2. Chicha de engrase
3. Tubo de succión
4. Eje de la bomba
5. Balinera
6. Rotor
7. Polea

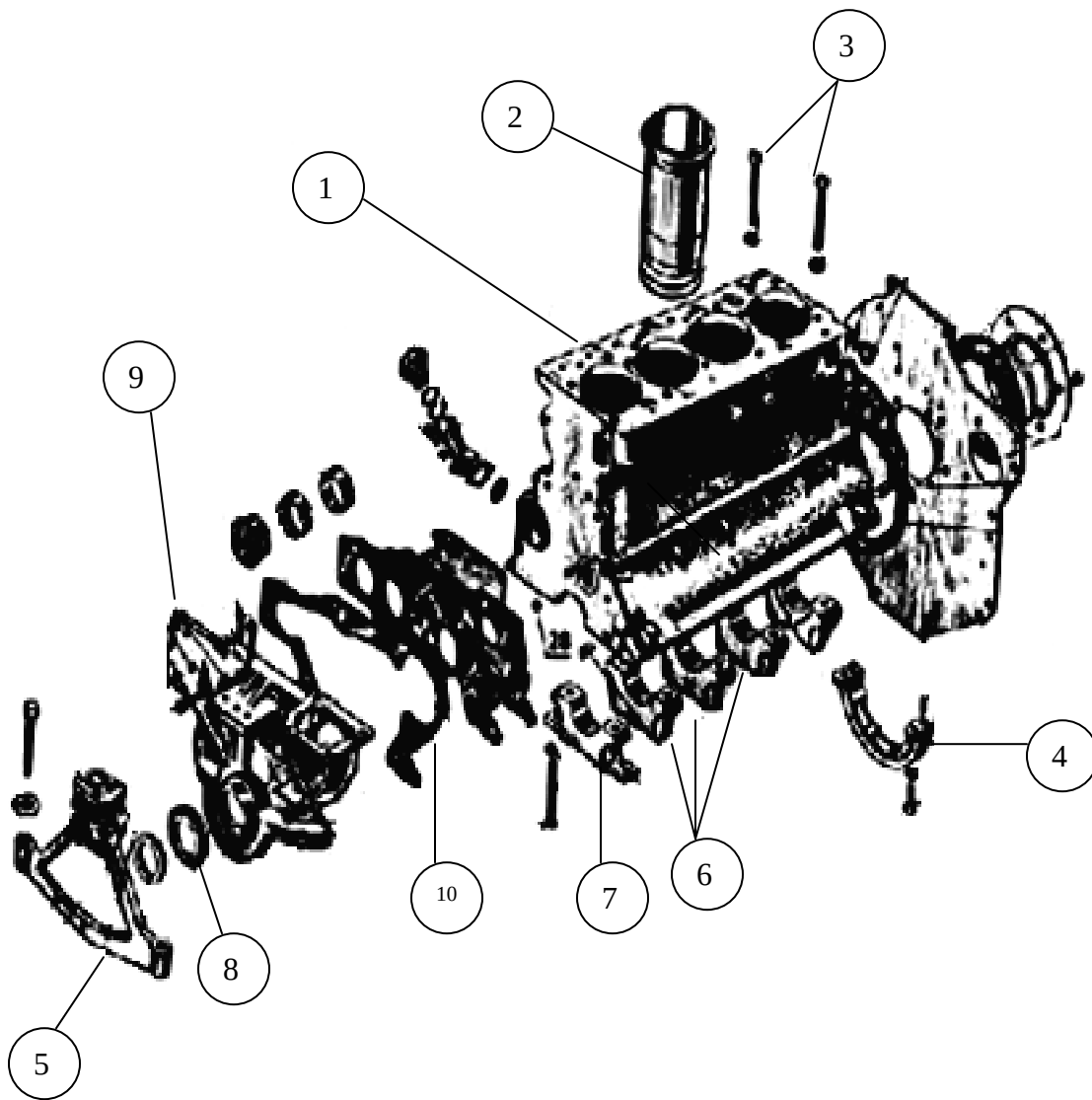


Fig. 26. Vista isométrica del motor

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1. Bloque de cilindros | 5. Apoyo del motor | 7. Tapa del cojinete principal | 9. Tapa frontal de motor. |
| 2. Cilindro | 6. Apoyos del cigüeñal | 8. Retenedor delantero de cigüeñal | 10. Junta |
| 3. Espárragos de block | | | |
| 4. Apoyo del cárter | | | |

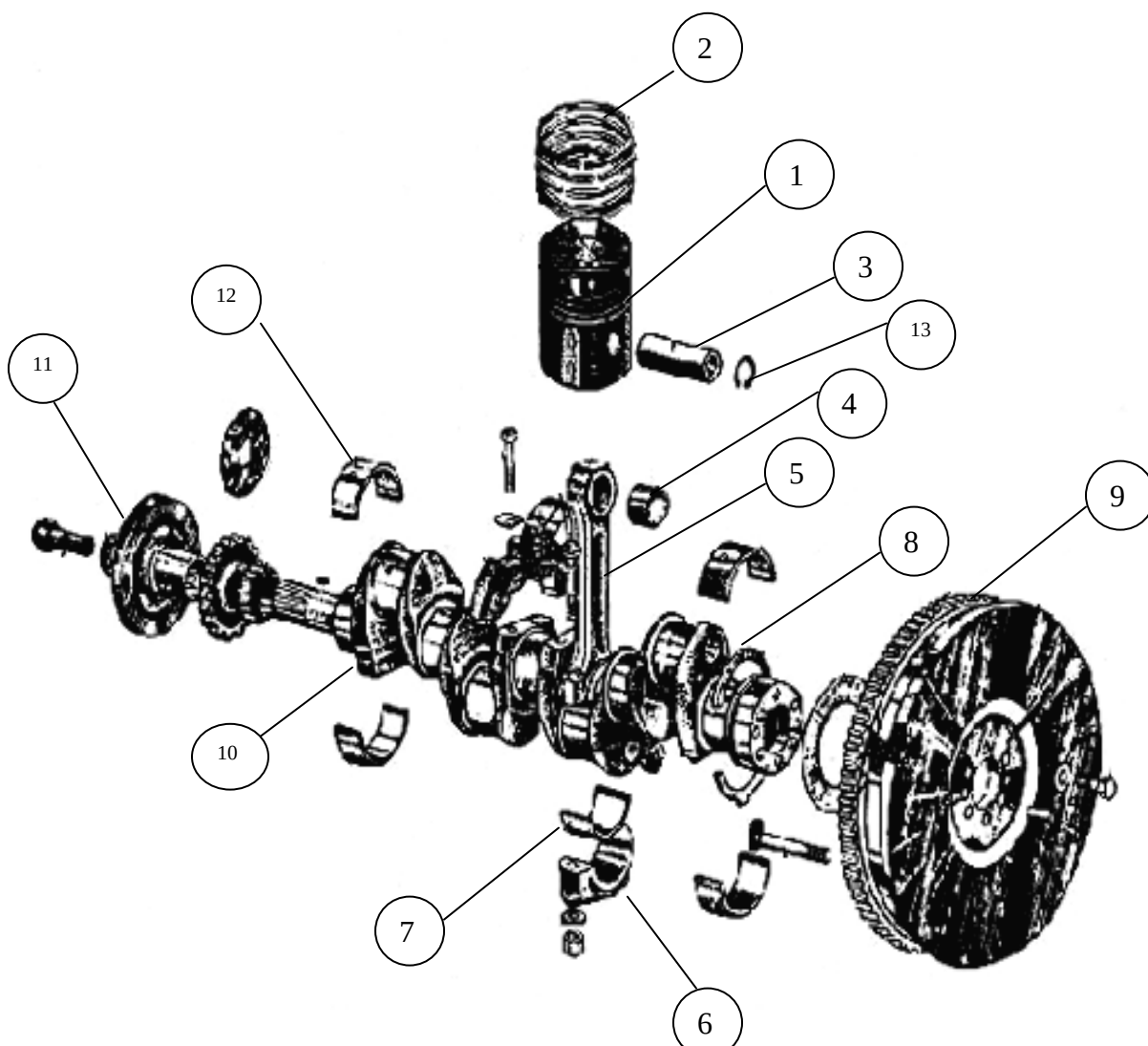


Fig. 27. Vista isométrica del mecanismo biela-manivela

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| 1. Pistón | 8. Axial de cigüeñal (ajuste) |
| 2. Anillos | 9. Volante de motor |
| 3. Bulón de pistón | 10. Cigüeñal |
| 4. Buje de biela | 11. Polea de cigüeñal |
| 5. Biela | 12. Concha de bancada |
| 6. Soporte de biela | 13. Chaveta de bulón de pistón |
| 7. Concha de biela | |

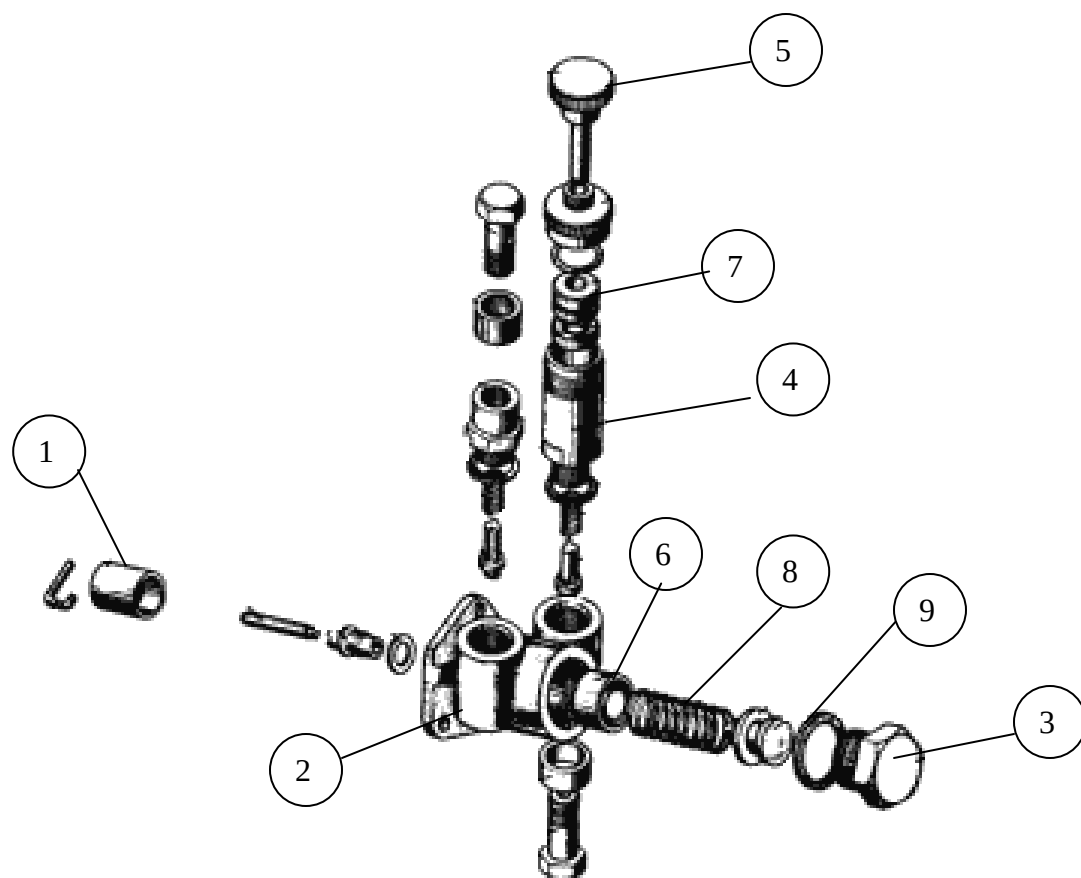


Fig. 28. Bomba trasegadora

1. Taqué
2. Cuerpo de bomba
3. Tapón
4. Cilindro
5. Mango
6. Pistón de presión principal
7. Pistón de presión secundario
8. Muelle
9. Junta

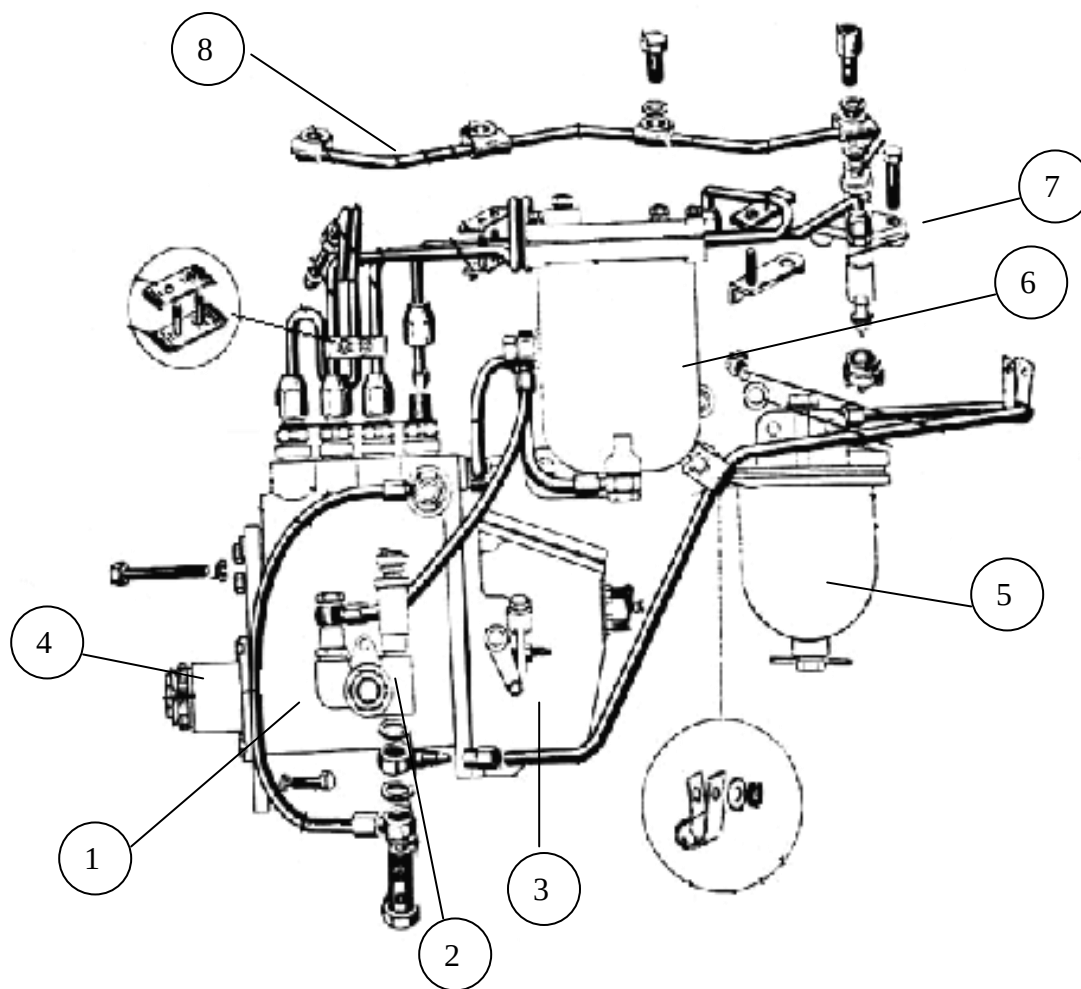


Fig. 29. Bomba inyectora

1. Cuerpo de Bomba Inyectora
2. Bomba trasegadora
3. Avance
4. Eje motriz
5. Filtro sedimentador de agua
6. Filtro de combustible
7. Inyector
8. Tubería

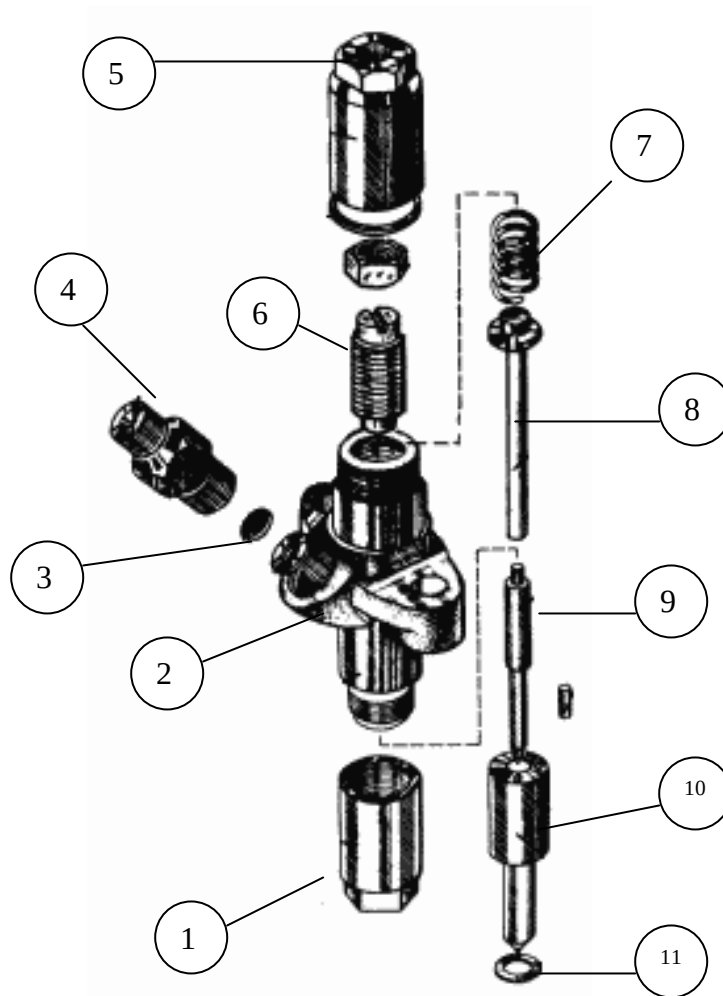


Fig. 30. Inyector

1. Tuerca del atomizador
2. Cuerpo del inyector
3. Filtro
4. Tuerca de retorno del diesel
5. Tuerca del cuerpo de inyector
6. Tornillo
7. Muelle
8. Varilla
9. Aguja
10. Punta de inyector
11. Junta

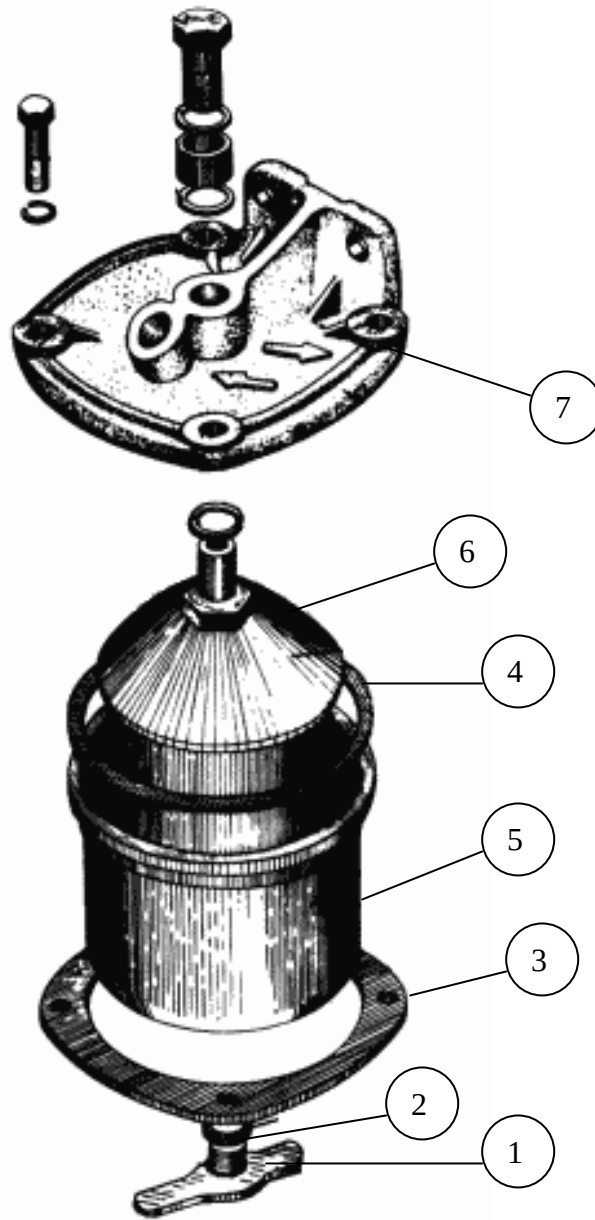


Fig. 31. Filtro de combustible

1. Tuerca de mariposa
2. Anillo
3. Junta inferior
4. Junta superior
5. Tasa de depósito del filtro
6. Elemento Filtrante
7. Tapa superior

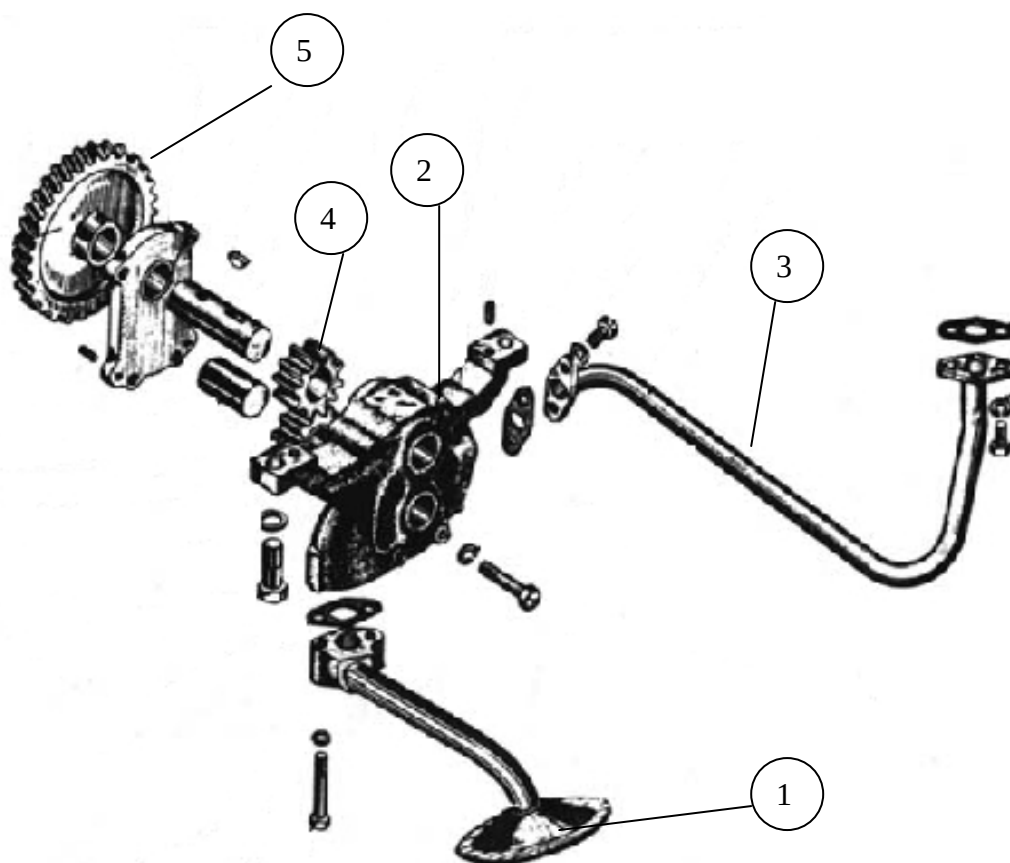


Fig. 32. Bomba de aceite de motor

1. Pascón
2. Cuerpo de la bomba
3. Tubería de descarga de aceite
4. Piñones conducido
5. Piñón conductor

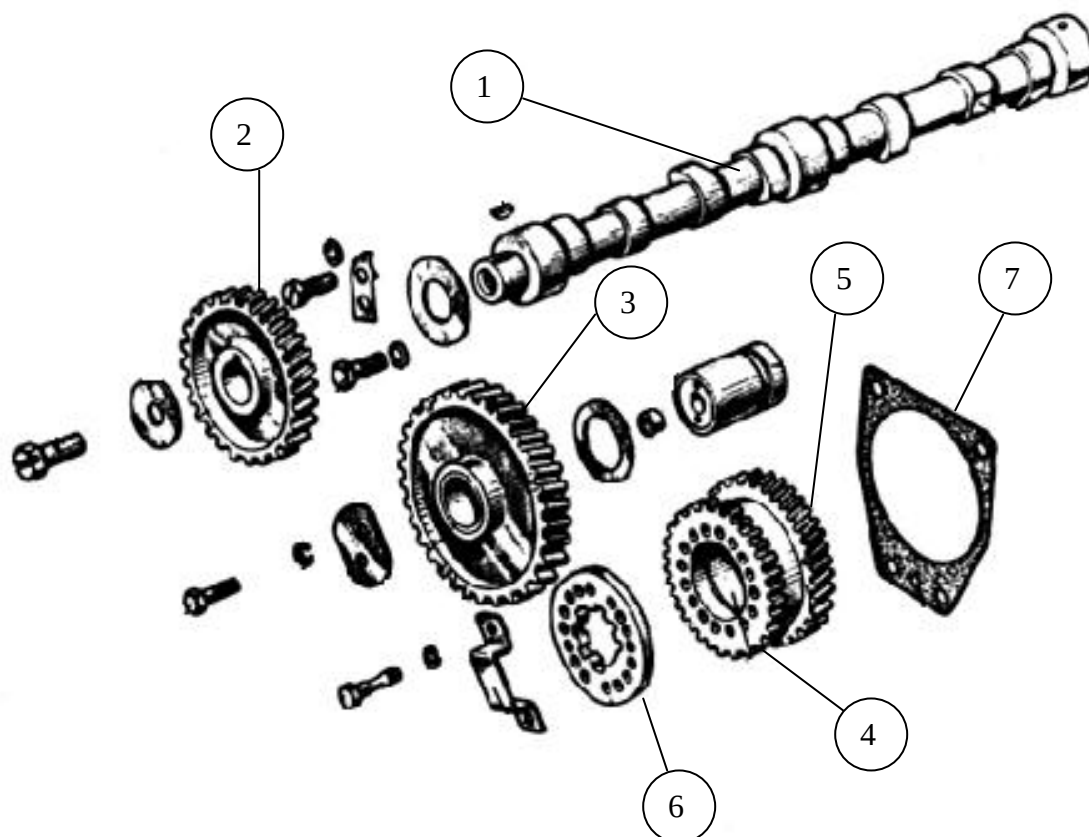


Fig. 33. Sistema de distribución de gases

1. Árbol de distribución.
2. Piñón motriz árbol de distribución
3. Piñón Intermedio
4. Casquillo
5. Piñón
6. Brida
7. Junta



- 53

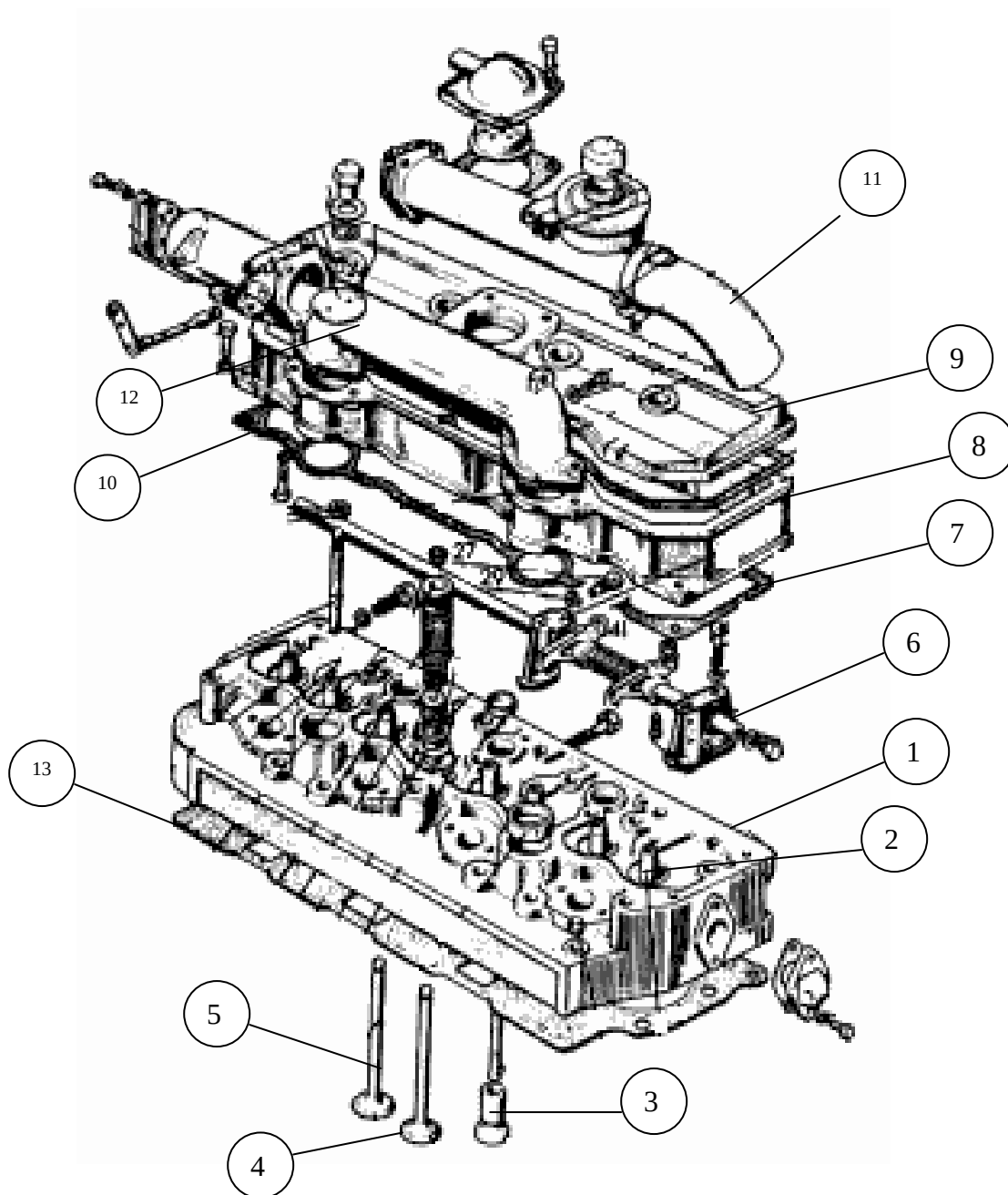


Fig. 35. Bomba de Agua

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1. Culata | 8. Válvula de escape |
| 2. Guía de válvula | 9. Flauta |
| 3. Taqué | 10. Empaque tapa de válvulas |
| 4. Válvula de admisión | 11. Culatín |
| 5. Válvula de escape | 12. Tapa de válvulas |
| 6. Flauta | 13. Empaque de culata |
| 7. Tubería de agua | |

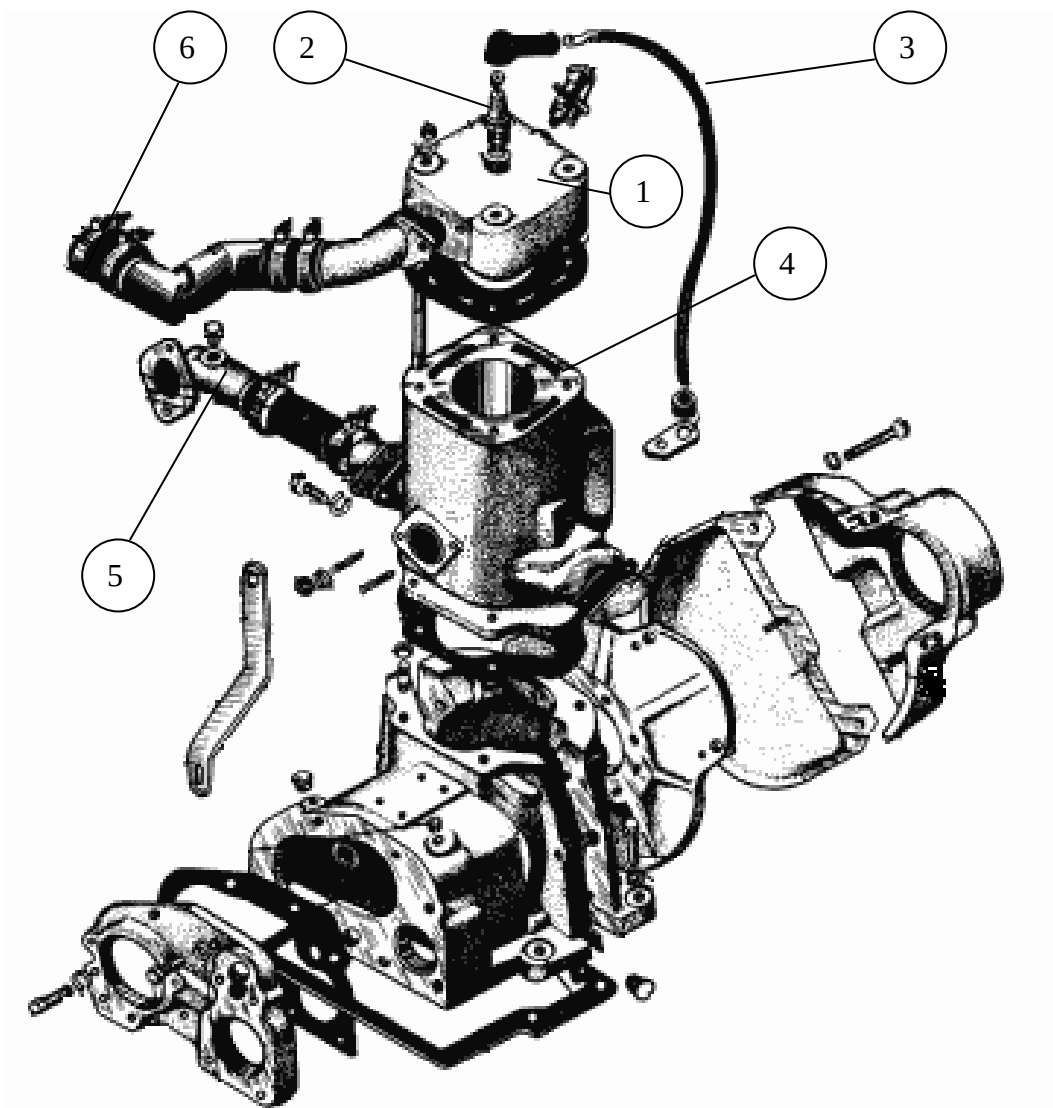


Fig. 36. Motor de arranque

1. Tapa superior
2. Chispero
3. Cable de chispero
4. Block de cilindro
5. Descarga de agua
6. Succión de agua

6. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD EN EL BANCO DE ENSAYO DEL MOTOR D-240.

6.1 Mecanismos en Operación

Como ya se ha mencionado anteriormente, el motor tiene fines didácticos por tanto es necesario que este tenga algunos de sus mecanismos visibles para que se pueda apreciar bien el funcionamiento de los mismos.

Algunas de las partes del motor que están expuestas son:

Bomba hidráulica, donde se encuentran engranajes de dientes rectos que en el momento del funcionamiento del banco podría ser un punto en donde se ocurra un accidente ya sea al introducir los dedos o si se introdujera un material entre los dientes podrá ocurrir un daño en ellos.

Bomba de inyección diesel, en donde tenemos muelles, leva, los elementos, etc.

Motor estacionario y su **mecanismo de engrane** con el motor de combustión interna.

Sistema de embrague, donde se puede apreciar la volante, el plato de embrague, los discos de embrague y el espejo intermedio.

Las **válvulas de admisión** y **válvulas de escape**.

Leva, botadores, varillas de empuje, balancines y engranajes del sistema de distribución de gases.

Cigüeñal, biela, pistón, estos son los elementos principales en el mecanismo del motor. Hay dos **cilindros** con **pistones, bielas y muñones del cigüeñal** que están expuestos a que se les introduzca objetos extraños y que alguien intente tocar el mecanismo mientras esté en funcionamiento.

El mecanismo de transmisión del movimiento del motor eléctrico hacia el motor de combustión interna es mediante engranajes. Es sumamente peligroso que se intente tocar algunos de estos engranajes, podrían tenerse pérdidas de miembros de nuestro cuerpo.

No tocar mecanismos tales como: engranajes, leva, poleas, balancines, botadores, muelles, cigüeñal, bielas, pistones, anillos, válvulas de admisión o escape, bomba de inyección,

volante del motor, plato de embrague y su conjunto, siempre y cuando todos estos elementos estén en movimiento. Las prácticas de laboratorios consisten en observar el funcionamiento del motor.

Se recomienda hacer grupos no mas de 5 personas cuando se hagan prácticas de laboratorios, de esta forma se tendrá mas control del personal, este se centrará en lo que se realiza y si ocurriera un imprevisto el tiempo de respuesta será breve.

6.2 Normas de Seguridad en el Mantenimiento del Banco de Ensayo

Reconocimiento de Riesgos en El Trabajo

Cuando se trabaja en un taller mecánico siempre se esta expuesto a que existan condiciones subestandar debido a instalaciones defectuosas y que el personal que allí trabaja pueda cometer acciones subestandar, las que pueden ocasionar daños a las personas, las que se deben evitar para que no se produzcan accidentes.

Las condiciones subestandar pueden ser entre otras:

- Instalaciones eléctricas defectuosas,
- Herramientas o equipos en mal estado,
- Ambiente de trabajo inadecuado (Falta de aireación, luminosidad, etc.),
- Falta de equipos de protección personal,
- Señalizaciones.

Importancia de conocer las causas de los accidentes

De acuerdo al concepto de accidente este es un hecho imprevisto. Sin embargo, el que sea imprevisto no quiere decir que sea impredecible. Todos los accidentes tienen una causa bien definida que los provoca, por esta razón se deben conocer e identificar las causas y tomar las medidas necesarias tendientes a eliminar las causas, es decir, se evitará su repetición al tomar las medidas correctivas que correspondan.

Las causas básicas se clasifican en dos grupos de acuerdo a su origen:

- El hombre.
- El medio ambiente.

Por un lado, se tiene que el hombre causará accidentes cuando lleve a cabo acciones subestandar. Por otro lado, tenemos al ambiente que causará accidentes cuando existan condiciones subestandar.

Las acciones subestandar se definen como cualquier acción (cosas que se hacen) o falta de acción (cosas que no se hacen) que pueden llevar a un accidente. Se tratan de acciones comunes que muchas veces se hacen sin pensar en que puede llevar a accidentes, toda acción insegura tiene una explicación.

Hay algo que lleva a esa persona a cometer una acción insegura. A ese algo ira dirigido especialmente la acción de prevención.

Los factores personales pueden dividirse en tres grandes grupos:

1. Falta de conocimiento o habilidad, los alumnos que se les asigne la tarea del mantenimiento del motor D-240 deberán tener como principal requisito un curso técnico del desarme y mantenimiento de los motores de combustión interna para garantizar que el mantenimiento ha sido realizado satisfactoriamente.
2. Motivaciones incorrectas o actitudes indebidas, se producen cuando la persona trata de ahorrar tiempo, de evitar esfuerzo, de evitar incomodidades o de ganar un prestigio mal entendido. En resumen cuando su actitud hacia su propia persona y la de los demás no es positiva. Para garantizar la motivación al mantenimiento del motor, esta tarea debe ser evaluada a través de una de las asignaturas concernientes a esta materia, además que el profesor evaluará la actitud del alumno ante esta asignación.
3. Incapacidad física o mental, se produce cuando por diversos motivos o circunstancias la persona ha visto disminuida su capacidad física o mental como por ejemplo cuando no escucha bien, o cuando esta sumamente perturbado por algún problema del tipo familiar, laboral, etc. Se deberá considerar este factor para cada uno de los alumnos que se le asigne la tarea del mantenimiento del motor, realizando preguntas verbales.

El control de estos factores personales se puede hacer, también, por entrenamiento, controles médicos y otras prácticas de buena administración.

Causas y orígenes de condiciones subestandar

- Desgaste normal de las instalaciones o equipos, proceso natural a todo equipo y material debido al uso y al tiempo.
- Abuso por parte de los usuarios.
- Diseño inadecuado, donde se podrá encontrar que las instalaciones no siempre han considerado la seguridad de su operación.
- Mantenimiento inadecuado, el no reemplazo de equipos viejos, la falta de repuestos y tantos otros factores relativos a la mantención, ubicación orden y aseo, que influyen siempre en los trabajadores que resultan expuestos a riesgos de cada trabajo.

La prevención de las condiciones subestandar, para ser efectiva exigirá que se ataque las causas anteriores.

Toda acción y condición insegura tiene un distinto grado de riesgo, habrán algunas de mayor riesgo y la posibilidad de peligro será mayor, habrá otras de menor riesgo en que la posibilidad de accidente sea lejana.

Los accidentes son complejos, rara vez implican solo una causa, normalmente existen causas múltiples que han operado en un orden de sucesión y en combinación para producir el accidente, es decir, se combinan acciones y condiciones subestándar.

Medidas de prevención

Toda medida debe atacar las causas de aquellas acciones y condiciones subestandar encontradas, o sea, estando atento a la prevención. De los tres tipos de factores personales y a los cuatro grupos de causas de condiciones subestandar podemos tener controlada casi toda la gama de posibles causas de accidentes laborales, ya que es inherente a la vida y al quehacer del ser humano.

Resumen de Buenas Prácticas a Observar en el Taller de Mecánica

1. Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo, evitando o en su caso recogiendo, los posibles vertidos y derrames de productos utilizados, así como las virutas que hayan podido caer al suelo.
2. Conservar en buen estado de funcionamiento las máquinas y herramientas y evitar que los cables y accesorios invadan el suelo y las zonas de paso.
3. Prevenir golpes, caídas y tropiezos.

4. No quitar los equipos de prevención de seguridad (Extintores, señalizaciones, etc.)
5. Los órganos de accionamiento de las máquinas deben ser claramente visibles y estar bien identificados.
6. Respetar la señalización de seguridad.
7. No fumar en el interior del taller.
8. Evitar el contacto directo de la piel con aceites, grasas o desengrasantes. En los casos en que no pueda evitarse, utilizar guantes o cremas barreras.
9. No utilizar llamas abiertas o fuentes de ignición, en el banco de ensayo, esto cuando se requiera extraer una tuerca que esté muy adherida. Se debe utilizar otro método.
10. Disponer de una buena ventilación general en este tipo de talleres.

7. PLAN DE MANTENIMIENTO DEL BANCO DE MOTOR D-240

Para un buen funcionamiento de los motores de combustión interna es necesario que se les realice periódicamente mantenimientos preventivos y a veces correctivos.

Este motor solo funcionará cuando se programen laboratorios, por lo que no requiere que se le aplique un mantenimiento preventivo ni correctivo con determinada frecuencia.

El mantenimiento preventivo que se les suele aplicar a los motores de combustión interna es con una frecuencia de operación de cada 250 hrs de trabajo. Dependiendo del tipo de mantenimiento que le corresponda según el ciclo de mantenimiento que se establezca los componentes fundamentales que se cambian son: filtros de aceite, filtros de aire, filtros de combustible, aceite de motor, cambios de correas de motor, etc.

En este caso, el mantenimiento de este equipo debe ser sencillo ya que el tiempo de operación y las cargas de empuje son livianas y no requiere básicamente de un mantenimiento mayor.

Por ello, se le debe de lubricar con aceite de motor SAE40 antes de ponerlo en marcha en las partes movibles y aquellos lugares donde sean conductos a elementos que estarán en movimiento. El plan de mantenimiento se especifica en un formato de control según las actividades, frecuencia, materiales y herramienta para cada actividad²².

Básicamente lo que se plantea en este plan de mantenimiento es la conservación del banco de ensayo, ya que este no tendrá un régimen de trabajo exigente.

²² Ver anexos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con este banco de ensayo las clases afines con esta rama de la ingeniería podrán ser más didácticas, entendibles y practicas para los alumnos con poco conocimiento de motores de combustión interna.
2. Se propone el plan de mantenimiento para el motor D-240 según las condiciones de operación y su medio externo.
3. Se definen las normas de seguridad para prevenir los accidentes aplicándolos cada ves que se le deba pone en marcha a este motor para que no se torne una práctica de laboratorio tragedia.
4. El plan de mantenimiento propuesto debe de llevarse acabo según las recomendaciones y la frecuencia recomendada por actividad para que este motor permanezca en buenas condiciones.
5. Cumplir las normas de seguridad es de suma importancia ante y durante la marcha del motor.
6. Aplicar a los mecanismos aceite de motor SAE-50

BIBLIOGRAFÍA

1. Análisis Termodinámico de Plantas Eléctricas, R.W.Haywood, editorial LIMUSA, MEXICO, 1986, Págs., 72-74.
2. Catálogo Belarús para Tractores MTZ80 y MTZ82, Kamanor, Editorial Mir Moscú, 1981, págs., 34-46, 50-56, 60-64.
3. Energía mediante vapor, aire o gas, Editorial REVERTÉ, MEXICO, 1992 pág., 415-417, 419, 421.
4. Motores de Automóvil, M. S. Jóvaj, Editorial MIR MOSCÚ, 1982, Págs., 13-15.
5. Manual de Motores Diesel para Tractores, B.A.Vsórov, Editorial Mir Moscú, 1986, págs., 25, 48, 50, 52, 509, 521-524.
6. Motores de Combustión Interna, V.N.Lukanin, Editorial Mir Moscú, 1988, págs., 260-285.
7. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/34.html>
8. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/35.html>
9. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/36.html>
10. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/37.html>
11. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/39.html>
12. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/42.html>
13. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/43.html>
14. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/44.html>
15. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/45.html>
16. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/46.html>
17. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/47.html>
18. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/63.html>
19. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/69.html>
20. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/70.html>
21. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/73.html>
22. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/74.html>
23. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/75.html>
24. <http://www-us.agrotech.com.ua/esp/catalog/5/45/168/85.html>

ANEXO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO "MOTOR BELARUS D-240".

REALIZADO POR: _____ FECHA DEL MANTTO: _____
 FECHA INICIAL: _____ H. INICIO: _____
 FECHA FINALIZACION: _____ H FINALIZACION : _____

☒	Realizado
☒	Reprogramado
☒	No programado

ACTIVIDADES	ANTES DE LA MARCHA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	MATERIALES	HERRAMIENTAS	FECHA PROGRAMADA
Lubricacion de balancines	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de varilla de empujes	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de botadores	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de valvula de admision y escape	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de bomba inyectora	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de pistones, anillos y camisas del block	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de engranajes del sistema de distribucion de gases	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de bombas hidraulicas	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de arbol de leva	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion de motor de combustion interna de arranque	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Lubricacion del sistema de embrague del arranque	x	x				Aceite SAE 50	Aceitera	
Chequeo de sistema eléctrico	x	x						
Limpieza del motor			x			Aire	Compresor	
Lubricacion de manivela de cigüeñal				x		Aceite SAE 50	Llave copa, rach y extension	
Lubricacion de la bancada del cigüeñal				x		Aceite SAE 50	Llave copa, rach y extension	
Lubricacion de reductor de velocidad				x		Grasa	Llave mixta	
Desarme y limpieza de motor electrico					x	Grasa	Llave mixta	
Limpieza de sistema eléctrico					x	Type, cable electrico	Tester	
Desarme y lubricacion del Embrague del sistema de arranque					x	Diesel, Kerosen, Aceite SAE 50	Llave copa, rach y extension	
Desarme y lubricacion del Embrague del MCI del sistema de arranque					x	Diesel, Kerosen, Aceite SAE 50	Llave copa, rach y extension	
Desarme y lubricacion de Bomba inyectora					x	Diesel, Kerosen, Aceite SAE 50	Llave copa, rach y extension	
Desarme y lubricacion de Bomba Hidraulica					x	Diesel, Kerosen, Aceite SAE 50	Llave copa, rach y extension	

Autorizado por: _____

Realizado por: _____