

Proceso de ejecución

1. Se debe quitar el tapón del radiador lentamente hasta el primer tope, antes de sacarlo del todo.
2. Dejar salir vapor.
3. Revisar el estado del tapón.
4. Sí el nivel del agua está 1 cm abajo del cuello agregue agua limpia.
5. Revisar fugas de agua.
6. Revise y limpie con cepillo metálico y agua el panel del radiador.

Observaciones:

- Nunca se pone agua fría cuando el motor está caliente.
- No quitar el tapón de llenado antes de que el agua se haya enfriado por debajo de la temperatura de ebullición.
- El funcionamiento del tapón del radiador. En la tapadera del tapón dice 0.9 bar, que es igual a 13 lb./pulg². El tapón está compuesto por dos válvulas, la válvula de presión y la válvula de vacío. Con presiones en el radiador arriba de las 13 lb/ pulg² la válvula de presión se abre para eliminar los exceso de vapor. Cuando la presión del agua del radiador es por debajo de las 13 lb/ pulg², la válvula de vacío se activa para dar paso a la presión atmosférica permitiendo la circulación del agua dentro del radiador.



(F. Álvarez)

Foto 12. Reservorio.



(F. Álvarez)

Foto 13. Radiador.

Limpiar el filtro de aire

Las partículas de polvo pueden afectar el motor sin haber pasado por la bomba y los inyectores. El aire que ingresa al motor puede estar contaminado con finas partículas de polvo, que podrían llegar hasta los cilindros directamente, hay que considerar que el ambiente de trabajo del tractor por lo general presenta importantes cantidades de tierra en suspensión, por lo que el filtro de aire deberá mantenerse siempre en óptimas condiciones.



(R. Andrago).

Foto 14. Filtro de aire.



(R. Andrago).

Foto 15. Filtro en el contenedor.



(R. Andrago).

Foto 16. Vaso decantador.



(R. Andrago).

Foto 17. Tapa del contenedor del filtro.

Proceso de Ejecución

1. Desmonte y limpie con trapo el vaso decantador de polvo (Foto 16).
2. Tape la entrada de aire al motor con una franela Foto 17).
3. Monte el vaso decantador, en condiciones donde hay mucho polvo el pre filtro o filtro primario se limpia con más frecuencia.
4. El filtro (Foto 14) se debe limpiar con presión de aire (30 psi) de adentro hacia afuera y a una distancia de al menos 2 cm.
5. Con la misma presión se puede quitar la tierra del exterior del filtro dirigiendo la pistola del aire con una inclinación de 30 o 40 °. Nunca apunte la pistola directamente al filtro.
6. Si encuentra partículas de polvo o tierra en la entrada del aire del motor o en el porta filtro luego del filtro, cambie el filtro lo antes posible.

Hay filtros con baño de aceite (Fig. 21), cuyo funcionamiento es de movimiento ciclónico haciendo precipitar las partículas en el aceite, en este sistema hay que revisar en forma periódica el vaso primario del filtro, que se encarga de retener las partículas más gruesas, revisar la acumulación de barro en el tazón, si supera 1 cm hay que cambiarlo, al cambiar el aceite no lavar el recipiente con gasolina, es preferible hacerlo con gasoil. El aceite que se utiliza es el mismo tipo que se usa en el motor (fotos 18 y 19).

Observaciones

- La frecuencia de limpieza del filtro depende de las horas de trabajado y la cantidad de partículas de polvo en el ambiente.
- Los filtros nunca se lavan con gasolina.

(F. Cáceres)



Foto 18. Base de filtro con baño de aceite.

Foto 19. Revisando la suciedad del aceite del filtro.

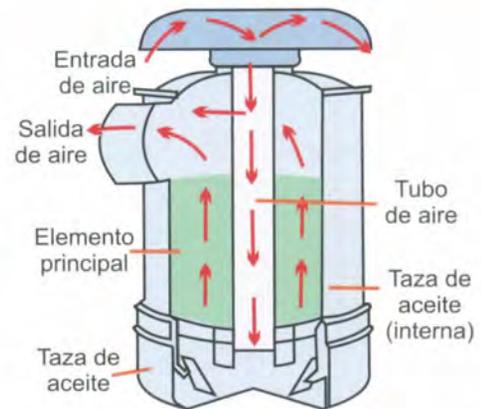


Fig. 21. Esquema de funcionamiento del filtro húmedo.

Engrasar el tractor

La misión principal de engrasar es evitar el desgaste de las partes móviles del tractor, debido al continuo rozamiento, creando una fina capa entre ellas.

Proceso de Ejecución

1. Seleccione el tipo de grasa a utilizar y limpie las boquillas.
2. Con la bomba de engrasar aplicar grasa hasta que la grasa limpia desplaze a la vieja de las partes móviles (Foto 21).
3. Limpiar el exceso, ya que con el polvo y tierra se hace una pasta difícil de limpiar.

Observaciones:

- Para fácil ubicación, pintar los puntos de engrase.
- Para facilitar la entrada de grasa en la parte delantera del tractor, puede levantarlo con una gata.
- Después de cada lavado, hay que engrasar el tractor completamente.
- Las partes con más boquillas son: Dirección, suspensión, partes móviles (crucetas de cardán).



(R. Andrango)

Foto 20. Bomba para engrasar.



(R. Andrango)

Foto 21. Articulación engrasada.

Llenar tanque de combustible

El circuito de combustible en los motores diesel empleados en la agricultura es cerrado. El diesel se limpia y en parte recircula, de allí la importancia de respetar determinadas normas. El tanque de combustible debe permanecer siempre cerrado con su tapa original en buen estado. Es importante que posea un drenaje que permita extraer el agua y las impurezas que se asentarán en el fondo.

Proceso de ejecución

1. Retire el tapón y limpie el polvo adherido.
2. Llene el tanque de combustible limpio hasta 2 cm abajo del cuello de llenado.
3. Si el llenado de combustible se hace en el campo, utilizar un embudo con malla.
4. Anote las horas trabajadas en el día en una ficha.

Observaciones:

- Llenar el tanque por la tarde para evitar la condensación.
- El control de las horas de trabajo es lo más importante para el mantenimiento y control de gastos de combustible.
- Si la provisión de combustible se hace por medio de tanques de almacenamiento de 200 litros, dejarlos reposar por lo menos 24 horas para que el agua y las partículas vayan al fondo por densidad.
- Colocar los tanques de almacenamiento de combustible con cierta inclinación para que en caso de lluvias el agua no se acumule y llegue al tapón.
- Guardar los tanques en un lugar techado para evitar la formación de agua por condensación.
- No almacenar combustible en tanques galvanizados porque producen óxido y el combustible se contamina.

8. MANTENIMIENTO SEMANAL

Consiste en darle el mantenimiento a todas las partes que el tractor necesite semanalmente, para el funcionamiento, con el fin de que no tengan desgastes prematuros.

8.1. Operaciones de mantenimiento semanal

1. Lavar el tractor.
2. Revisar los niveles de aceite en la transmisión hidráulica
3. Revisar el juego libre de los pedales del embrague y de los frenos.
4. Revisar parte del sistema eléctrico.
5. Calibrar la presión de aire en las llantas.

Lavar el tractor

Esta acción se hace con el propósito de quitar el polvo, tierra y lodo que se ha acumulado en el tractor, se puede hacer utilizando agua a presión (bombas de presión de bajo consumo de agua) o con baldes.

Proceso de ejecución

1. Desmante las latas que protegen el motor, guarde los pernos que lo sujetan.
2. Proteja las partes donde el agua puede ocasionar daños.
3. Lave con agua y jabón.
4. Seque con cuidado teniendo en cuenta de no desconectar cables eléctricos.
5. Monte las latas protectoras del motor.
6. Efectué el mantenimiento diario.

Observaciones:

Tenga cuidado de no mojar el alternador, motor de arranque y tablero eléctrico.

Revisar los niveles de aceite en la transmisión hidráulica

Verificar que el aceite hidráulico se encuentre en el nivel óptimo, para reducir el desgaste prematuro y daños a los componentes de la transmisión y el sistema hidráulico (dirección, frenos, embrague, brazos hidráulicos y válvulas de control selectivo).

Proceso de ejecución

1. La verificación se efectúa retirando la varilla de aceite hidráulico (Foto 22).
2. Se limpia y luego se introduce completamente.
3. Transcurrido de 5 a 10 segundos se retira nuevamente colocándola de forma horizontal para observar el nivel de aceite.
4. Esta varilla cuenta con dos marcas una superior e inferior que puede estar rotulada con "full" (lleno) y "add" (agregar).
5. Agregar aceite si el nivel está bajo la marca inferior, no se debe sobrellenar porque puede causar el rompimiento de sellos hidráulicos.



(R. Andriango).

Foto 22. Varilla para medir nivel de aceite hidráulico.

(R. Andrango).



Fig. 22. Varilla para medir nivel de aceite hidráulico/transmisión.

Observaciones:

- El sistema de dirección puede ser mecánico, semi hidráulico o completamente hidráulico, en los tres casos hay uso de aceite, por lo tanto siempre se tienen que revisar los niveles de aceite (Fig. 22).
- Respete las recomendaciones de los fabricantes de los tractores en cuanto a las especificaciones de los aceites que se utilizan en los distintos sistemas que cuenta el tractor (Consultar el manual del fabricante).

Revisar el juego libre de los pedales del embrague y de los frenos

Es importante revisar el juego libre de los pedales de freno (Foto 23), esto permite detener el tractor sin la necesidad de presionar los pedales hasta el fondo. Es importante chequear el funcionamiento del dispositivo que acopla los dos pedales.

Proceso de ejecución

1. Revise las varillas, los pines y los seguros del pedal de freno.
2. El juego libre debe ser de 3 cm de ajuste, si es necesario. Arriba de 3 cm cuesta frenar el tractor y debajo de 3 cm los frenos se ponen sensibles y puede causarse un accidente.
3. Revise el juego libre del freno de manual (de mano).
4. Ajuste si es necesario entre 3 a 5 dientes.
5. Revise las varillas, los pines, los seguros del pedal del embrague, el juego libre debe ser de 3 cm, ajustar si es necesario. Arriba de 3 cm, la caja de cambio truena y podrían quebrarse los engranajes; debajo de 3 cm, el disco del clush puede patinar y desgastarse rápidamente.



(R. Andrango).

Foto 23. Pedales de freno.

Observaciones:

Los pedales de los frenos deben tener la misma medida de juego libre porque al momento de juntarla, los frenos tienen que reaccionar al mismo tiempo.

Revisar las instalaciones del sistema eléctrico

Proceso de ejecución

1. Verificar la tensión de la correa o faja del ventilador, haciendo presión sobre la correa con la mano, asegurándose que exista un recorrido que no exceda una pulgada de desplazamiento (Foto 24).
2. Si está floja ajústela con la ayuda de una palanca.



(R. Andrango).

Foto 24. Tensión correa del ventilador.

3. Lave la batería (Foto 25) con agua, limpie los bornes y terminales. Limpie el sarro (sulfato de plomo) de los bornes y terminales con bicarbonato o soda.



Foto 25. Batería.

Revise el nivel de agua, agregue más si fuese necesario.

5. Revise las luces, tanto las de conducción en la noche como las guías.

Observaciones:

- No se debe poner grasa o aceite a la banda.
- A la batería solo se le agrega agua destilada.
- Por seguridad en la noche o lugares con neblina, el tractor debe tener luces en buen estado.

- Los compuestos del electrolito son: 64% agua y 36% ácido sulfúrico. Sólo el agua se evapora, el ácido sulfúrico no, porque éste se pega en las placas. Sólo se debe agregar agua destilada o desmineralizada.

Identificación de polaridad:

- | | |
|-------------|---------------------|
| 1. Positivo | Negativo |
| 2. + | - |
| 3. P | N |
| 4. Grueso | Delgado |
| 5. Rojo | Negro, verde o azul |

Manejo seguro de las baterías

No debe revisarse la carga de la batería haciendo un puente entre sus bornes con un objeto metálico. Debe utilizarse un voltímetro o hidrómetro.

El ácido sulfúrico en el electrolito de la batería es tóxico y bastante concentrado. Para evitar peligros se recomienda:

- Llenar las baterías en un lugar bien ventilado.
- Usar gafas y guantes protectores.
- No aspirar los vapores emitidos al agregar electrolito.
- Evitar los derrames de electrolito.
- En caso que ocurra un derrame de ácido sobre el cuerpo:
 - Enjuagar la piel con abundante agua.
 - Aplicar bicarbonato de sodio o cal para neutralizar el ácido.
 - Enjuagarse los ojos, en caso de salpicadura, con agua durante 15 o 30 minutos.
- En caso de ingerir ácido:
 - No inducir el vómito.
 - Beber agua o leche.
 - En ambos casos pedir atención médica.

Calibrar la presión de aire en las llantas

Los neumáticos agrícolas deben soportar un importante valor de carga normal (peso), que en relación a la superficie de contacto no debe sobrepasar la capacidad de soporte de los suelos. Es decir poder auto transportarse sin dejar demasiadas huellas. Además deben brindar suspensión, desplazamiento, transmitir las fuerzas de propulsión, frenado y conducción. Todas estas funciones sin provocar mayor impacto sobre el suelo.

En la interacción del neumático con el suelo, intervienen variables como:

- Tipo de construcción
- Dimensiones
- Presión de inflado
- Lastre
- Tipo de dibujo de la banda de rodamiento
- Tipo de suelo y estado en el momento de la labor agrícola.

Para obtener buenos resultados las cubiertas siempre deben inflarse de acuerdo con la carga que deban soportar.

Cuando las ruedas llevan mucha presión se produce:²

- Pérdida de tracción, las ruedas patinan, perdiendo fuerza el tractor.
- Se desgasta la banda de rodaje excesivamente.
- El tractor se hunde más en el terreno, con el riesgo de quedarse atascado.
- El tractor consume más combustible como consecuencia de la pérdida de tracción.

Perjuicios cuando las llantas no tienen suficiente presión:

1. Desgaste lateral de las llantas.
2. Alto consumo de combustible.
3. Pérdida de presión del tractor.

Proceso de ejecución

1. Revise la presión de las llantas delanteras, debe tener de 32 hasta 41 libras/pulg² (2,2 a 2,8 bar).
2. Revise la presión de las llantas traseras, debe tener de 17 a 22 libras/pulg² (1,2 a 1,5 bar).

Observaciones:

- La tracción o potencial de tiro está en relación al peso que acarrea, cuanto mayor sea la carga sobre el eje motriz, mayor será el esfuerzo de tracción que la llanta podrá ejercer.
- Las formas aconsejables de aumentar peso para mayor tracción son las siguientes:
 - Mediante el uso de contrapesos (lastre mecánico).
 - Agregando agua a los neumáticos (lastre hidráulico: hidroyado) (Fig. 23).

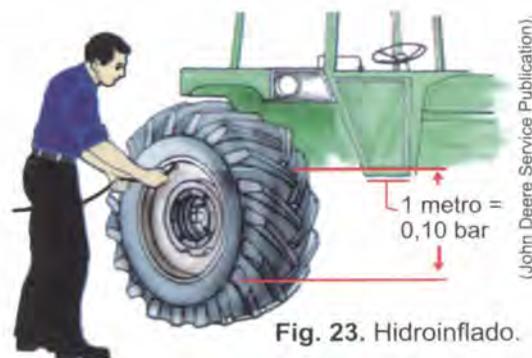


Fig. 23. Hidroyado.

John Deere Service Publication

2 Tomado de: http://www.eata.edu.ar/upload/trabajos/MANUAL_DE_MECNICA_AGRICOLA.pdf

Estas dos formas no son excluyentes, pudiéndose utilizar las dos formas en conjunto. Si se adecua en los neumáticos la velocidad y el lastre correspondiente, se conseguirá la máxima eficiencia del tractor.



Fig. 24. Inflado excesivo: Desgaste rápido del centro de la banda de rodadura que quita flexibilidad a los neumáticos. **Inflado insuficiente:** Excesiva flexión de las paredes laterales originando sobrecalentamiento. Ambos dañan los neumáticos.

9. MANTENIMIENTO EN LAS 100 a 250 HORAS

Consiste en darle el mantenimiento a todas las partes que el tractor necesita después de 100 horas de trabajo.

9. 1. Operaciones

- Cambiar el aceite del motor.
- Cambiar filtro de combustible.
- Revisar el tren delantero: engrase y ajuste de llantas.

Cambiar el aceite del motor

Todas las máquinas y equipos que utilizan mecanismos para la transformación de la energía, producida por motores de combustión interna en energía mecánica aprovechable, debe contar con un estricto plan de lubricación, lo que asegurará un adecuado funcionamiento de las máquinas y rendimiento.³

Proceso de ejecución

1. Coloque el tractor en un terreno plano.
2. Encender el motor entre 10.15 minutos para que se caliente y baje la viscosidad del aceite del motor y el drenaje sea mejor.
3. Drenar el aceite, revise el tapón y la arandela (Fig. 25).

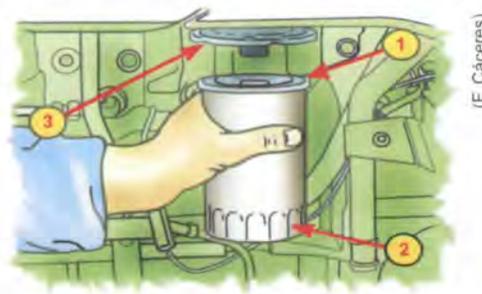


Fig. 25. Filtro de aceite.

³ Tomado de: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fcaceres/LIBRO.PDF> Recuperado febrero 23, 2012

5. Afloje el filtro y cámbielo (Fig. 26).
5. Seleccione el filtro adecuado y llénelo antes de instalarlo (según la posición). Recuerde que hace la función del riñón en el cuerpo humano (Foto 26).

(R. Andrango)



Foto 26. Filtro de aceite.

6. Poner en marcha el motor, detenerlo.
7. Medirlo y completar si hace falta.



(F. Cáceres)

Fig. 26. Tapón de cárter.

Observaciones:

- Nunca tratar de encender el tractor para forzar la salida de aceite.
- No se debe botar el aceite en el suelo, contamina rápidamente el agua y la vegetación.
- Cambiar el filtro de aceite con cada cambio de aceite del motor.

CONOCIMIENTOS RELACIONADOS

Aceites: Son sustancias más o menos densas, resultantes de la destilación y el refinamiento del petróleo crudo y que mejorados con ciertos procesos y sustancias se utilizan en la lubricación de los componentes del tractor.

Viscosidad: Es la resistencia al flujo a una temperatura determinada. Los aceites más viscosos son los más densos o gruesos y presentan mayor resistencia al flujo en conductos.

Función que cumplen los aceites en el motor⁴

1. Lubricar

Para disminuir la fricción de superficies sujetas a movimientos y evitar el desgaste, el recalentamiento y la pérdida de potencia.

2. Sellar

El aceite al lubricar los cilindros forma una película que impide el paso al cárter de la mezcla de aire combustible, productos de la combustión y combustibles no quemados.

4 Tomado de LIBRO.PDF (Objeto application/pdf). (s. f.). Recuperado febrero 23, 2012, a partir de <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fcaceres/LIBRO.PDF>

3. Refrigerar

Durante el funcionamiento normal del motor, existen fuentes de calor tales como: El calor de la combustión del combustible y el calor generado por la fricción, tienden a provocar un recalentamiento. El aceite lubricante al circular absorbe parte de ese calor y lo disipa al exterior a través del cárter del motor.

4. Limpiar

Los aceites formulados con aditivos dispersantes-detergentes, evitan la formación de borras o lodos, depósitos carbonosos (carbón, resinas y lacas) y hollín, que tienden a aglutinarse especialmente en las partes más calientes del motor y los mantienen finamente dispersas en suspensión, evitando que puedan obstruir parcial o totalmente los canales u orificios de los conductos de lubricación y ocasionar pegaduras de anillos, etc. Por este motivo, un aceite que posee estas propiedades se oscurezca cuando está en servicio, esto significa que está cumpliendo con su función de mantener en suspensión las partículas contaminantes, evitando que éstas se depositen en la superficie del motor y por lo tanto manteniendo a éste interiormente limpio.

5. Proteger contra la corrosión y la herrumbre

En la combustión de la gasolina y del diesel, el azufre y otros compuestos que contienen, dan origen a ácidos altamente corrosivos. El aceite lubricante debe neutralizar estos ácidos, evitando que ellos puedan corroer interiormente al motor. El aceite lubricante protege también las partes metálicas contra la herrumbre provocada por el agua o la humedad.

6. Proteger contra el desgaste.

El aceite lubricante forma una película que soporta grandes presiones, de modo de impedir el contacto metálico directo entre piezas sujetas a movimiento o fricción, como por ejemplo entre el pistón y cilindro, metales de biela y eje cigüeñal, mecanismos de levanta válvulas, que tienden a provocar su desgaste.

Clasificación SAE

Según la viscosidad, los aceites para motor se han clasificado en: SAE 30, SAE 40, SAE 50. Los aceites para transmisión SAE 90 y SAE 140.

Cuadro 3. Clasificación y usos de los motores de aceite y de gasolina.

USOS	MOTOR CLASIFICACIÓN	
	DIESEL	GASOLINA
Para trabajos livianos	CA	SA
Para trabajos entre livianos y moderados	CB	SB
Para trabajos moderados	CC	SC
Para trabajos entre moderados y pesados	CD	SD
Para trabajos pesados	CE	SE

Los aceites multigrados son:

- 10 w - 30
- 15 w - 40
- 20 w - 50

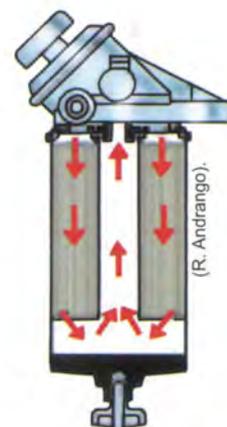


Fig. 27. Filtro de combustible.

Cambio de filtro de combustible

Para que el motor funcione correctamente el combustible debe ser lo más limpio posible, para evitar un desgaste acelerado de las piezas y su obstrucción, este trabajo lo hace el filtro reteniendo partículas e impurezas (Foto 27), la parte más afectada es la bomba de inyección.



Foto 27. Filtros de combustible.

Proceso de ejecución

1. Cierre la válvula del tanque de combustible.
2. Desmonte el filtro, seleccione el tipo de filtro adecuado.
3. Cambie los sellos de hule, lave la taza si tiene.
4. Monte el filtro.
5. Sangre el sistema de combustible.
6. Abra los tapones del filtro y luego de la bomba de inyección, ayudándose de la bomba auxiliar.

Observaciones:

- Si el sistema tiene dos filtros pasar el secundario a la posición del primario y el nuevo como secundario.
- Si el sistema es por gravedad llenar el tanque de combustible, para tener la presión adecuada para sangrar todo el sistema.

9.2. Controles a realizar cada 100 a 600 horas

- a) Cada 100 a 200 horas drene el sistema de refrigeración y enjuáguelo con algún producto comercial o una solución de soda (cien gramos por litro de agua) con la cual se debe hacer funcionar el motor algunas horas y después se lava bien con agua limpia manteniendo el motor en funcionamiento.
- b) Cambie el aceite del cárter cada 200 horas o antes si nota que está muy sucio. Tenga especial atención en usar aceite de la viscosidad recomendada por el fabricante.
- c) Cada 200 horas desmonte y limpie los filtros de combustible. Cambie los elementos si fuera preciso de acuerdo con su manual.
- d) Cada 100 a 300 horas ponga unas gotas de aceite liviano en los cojinetes del dínamo como recomienda el fabricante.
- e) Saque el conjunto completo del filtro de aire y límpielo cuidadosamente. Cambie el elemento si fuera preciso. En condiciones de trabajo muy polvorosas conviene realizar esta operación cada 100 horas.
- f) Cambie el aceite del diferencial y caja de cambios a las 200 horas cuando el tractor es nuevo. Luego realice esta operación cada 600 horas. Tenga especial atención en usar el aceite recomendado por el fabricante.
- g) Cada 600 horas ajuste el juego del pedal del embrague que disminuye con el desgaste del disco. Realice la misma operación con los pedales de freno.
- h) Controle el nivel de aceite del sistema hidráulico por lo menos cada 600 horas.
- i) Reajuste el juego del sistema de dirección y controle los cojinetes de las ruedas delanteras cada 600 horas como mínimo.
- j) Controle la luz de válvula por lo menos cada 500 o 600 horas.
- k) Controle la tensión de la batería y cárguela si fuera preciso por lo menos cada 500 o 600 horas.

Mantenimiento del tractor a las 1000 horas:

- a) Cambio de aceite.
- b) Limpieza del tanque de combustible.
- c) Limpieza del sistema de enfriamiento.
- d) Calibración de inyectores.
- e) Calibración de la bomba de inyección.

Cuadro 4. Actividades sugeridas de acuerdo a horas de trabajo del tractor

Operaciones a realizar	Número de horas del cuenta horas del tractor						
	100	200	300	400	500	600	1200
a	X	X	X	X	X	X	
b		X		X		X	
c		X		X		X	
d	X	X	X	X	X	X	
e	X	X	X	X	X	X	
f						X	X
g						X	X
h							
i							
j							
k							

Aunque las operaciones que se han mencionado anteriormente posiblemente no siempre concuerden con las recomendaciones del fabricante, pueden ser de utilidad si no dispone del manual de su tractor. Una manera eficiente de llevar un control sobre las operaciones de mantenimiento que se deben realizar en su tractor, puede ser la siguiente:

- Las horas que figuran arriba corresponden a las horas que indica el cuenta-horas del tractor.
- Las letras que figuran a la izquierda son las operaciones a realizar que mencionamos anteriormente.
- Indicando en los casilleros con una x las operaciones que se deben realizar de acuerdo a las horas que indica el cuenta-horas del tractor tendremos, por ej. a las 100 horas tenemos que realizar las operaciones a, d y e, por ej. a las 400 horas tenemos que realizar las operaciones a, b, c, d, y e.⁵

9.3. Símbolos de comandos del tractor

Los símbolos de comandos del tractor sirven para identificar la función del control y éstos para indicarle al tractor que realice una acción, facilitando la comunicación entre el operador y la máquina (Fig. 28).

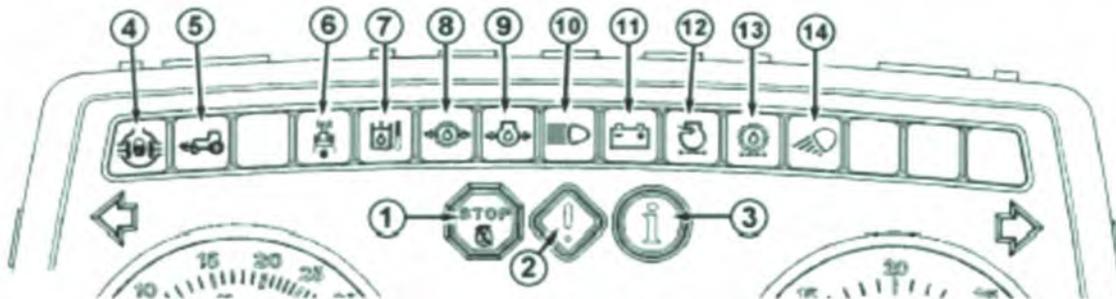
A continuación se presentan los símbolos de comandos comunes de un tractor:



(R. Andriango)

Foto 28. Tablero tractor agrícola.

5 Tomado de: <http://www.bse.com.uy/almanaque/Almanaque%201975/pdf/0%20-%20053.pdf>



P110600 -JH-C28E (P2)

(John Deere Service Publication).

Luces Testigo

1. La luz roja "STOP" parpadea cuando se produce un fallo grave (las luces testigo 7, 8 o 9 se encienden). Detenga INMEDIATAMENTE el motor y determine la causa.
2. La luz amarilla "ATENCIÓN" parpadea cuando las luces testigo 7, 11, 12 o 13 se encienden.
3. Esta luz parpadea para indicar averías en los componentes eléctricos del sistema hidráulico o de la transmisión. Diríjase a su concesionario John Deere.
4. Esta luz se enciende al conectar la traba del diferencial.
5. Esta luz se enciende cuando se conecta la tracción delantera.
6. Esta luz se enciende al seleccionar la TDF trasera.
7. Esta luz se enciende cuando la temperatura del aceite del sistema hidráulico y de la transmisión es muy alta.
8. Esta luz se enciende cuando la presión del aceite del sistema hidráulico y de la transmisión es muy baja. Diríjase a su concesionario John Deere.
9. Si se enciende la luz testigo de la presión del aceite del motor estando éste en marcha, detenga el motor y compruebe el nivel de aceite del motor.
10. Luz testigo de luces altas.
11. Esta luz testigo indica un defecto en el alternador. Inspeccione los cables del alternador. Si fuere necesario, diríjase a su distribuidor John Deere para que realice una inspección al alternador.
12. Esta luz indica que el filtro de aire del motor debe ser limpiado o reemplazado.
13. Esta luz se enciende cuando el filtro del aceite de la transmisión está obstruido o la temperatura del aceite es demasiado baja.
14. Esta luz se enciende al seleccionar las luces de trabajo.

Prueba de bombillas: Al arrancar el motor, todas las luces testigo deben encenderse durante un segundo aproximadamente, después se apagan tan pronto el motor empieza a trabajar. Si no se es así, la causa puede ser una bombilla defectuosa o un fusible fundido.

Fig. 28. Indicadores del tablero.

PRÁCTICA DE LA UNIDAD

Objetivos:

Al finalizar la práctica, el estudiante será capaz de:

- Conocer la importancia del tractor agrícola y sus principales partes.
- Realizar prácticas sobre el mantenimiento diario, semanal y el mantenimiento de las 100 horas.

Equipo agrícola necesario:

- Tractor de la serie 5400 o 2030.
- Tractor que tenga programado cambio de aceite.
- Hoja con gráfico del tractor para completar sus partes.
- Formato de seguimiento de mantenimiento de 100 a 600 horas.

Metodología:

- Por medio de la hoja con el gráfico del tractor agrícola llenar los espacios provistos con sus respectivas partes.
- Con el tractor parqueado reconocer las partes del tractor y clasificarlo de acuerdo a su rodadura.
- En el tractor con programación de cambio de aceite hacer el cambio y chequear fugas.
- Con el formato de mantenimiento de 100 a 600 horas (cuadro N° 4), programar las actividades de mantenimiento para el tractor.

Evaluación escrita:

- Enumere las maneras de cómo el tractor puede prestar servicio.
- Enumere la clasificación principal de los tractores.
- Enumere los puntos principales en el mantenimiento semanal.
- Enumere 4 funciones que hace el aceite en el motor.

FUNCIONAMIENTO DEL TRACTOR AGRÍCOLA

Objetivos

Al finalizar la unidad el estudiante será capaz de:

1. Identificar y describir la función de los componentes básicos del motor.
2. Comprender el funcionamiento del motor de dos y cuatro tiempos.

10. PARTES BÁSICAS Y FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

Introducción

Los motores utilizados en tractores son los de combustión interna o de explosión, llamados así porque en su interior se quema o hace explotar el combustible. La energía química almacenada en el combustible se aprovecha directamente, transformándola en mecánica.

10.1. Motor de combustión interna

Es un recipiente donde se introduce una mezcla de aire y combustible la cual se expande con rapidez y al quemarse ejerce una presión hacia afuera, que se aprovecha para realizar una función o movimiento de una máquina, por lo que decimos que es un dispositivo que transforma la energía calórica en fuerza mecánica útil.

Los motores de combustión interna se clasifican:

- Dos tiempos (gasolina/aceite)
- Cuatro tiempos (gasolina y diesel)

Pueden tener un cilindro o ser multicilíndricos.

10.2. Partes principales de un motor

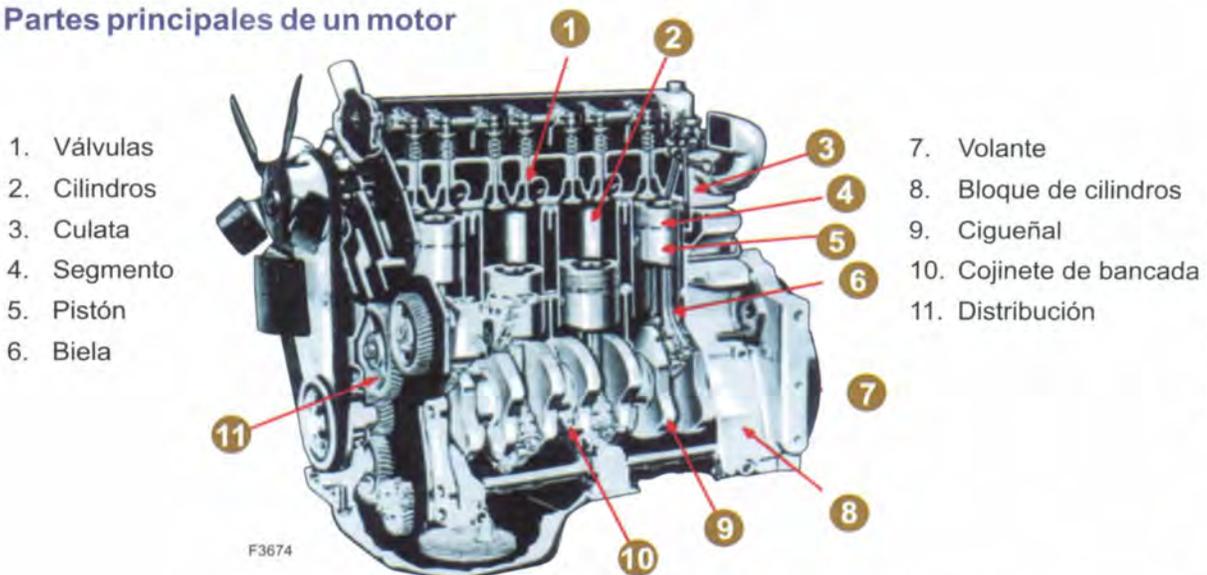


Fig. 29. Componentes básicos de un motor de combustión interna.

El pistón se encuentra dentro del cilindro, unido al cigüeñal por medio de la biela. El espacio comprendido entre la parte superior del pistón y la inferior de la tapa del cilindro o culata es la cámara de combustión, donde se realiza la ignición de la mezcla aire combustible, que al expandirse impulsa el pistón hacia abajo transmitiendo, por medio de la biela, el movimiento al cigüeñal (Fig. 30).⁶

10.3. Descripción de componentes del motor (Fig. 29)

- **Válvulas:** Encargadas de dejar entrar y salir el aire o la mezcla (combustible y oxígeno) al cilindro así como dejar salir los gases quemados, a un ritmo preciso.
- **Cilindros:** Tubo vacío en el que se aloja el pistón. Puede ser fundido dentro del bloque o encamisado.
- **Culata:** Aloja las válvulas y las canalizaciones de admisión y escape. Hace un cierre hermético sobre el bloque.
- **Segmentos:** Anillos que rodean al pistón en su circunferencia y cumplen las funciones de hacer un cierre hermético para los gases entre el pistón y el cilindro; ayuda a enfriar el pistón derivando el calor y barren el aceite de lubricación entre el pistón y la pared del cilindro.
- **Pistones:** Embolo que recibe la fuerza de la combustión, transmite ésta al cigüeñal y contiene los segmentos que hermetizan y barren el cilindro.
- **Bielas:** Dispositivos que transmiten al cigüeñal el movimiento del pistón.
- **Volante:** Cumple las funciones de almacenar energía cinética de cada golpe de pistón, hacer redondo y uniforme el giro del cigüeñal, y transmitir la fuerza desarrollada por el motor.
- **Bloque de cilindros:** Es la caja principal del motor y sirve de soporte a sus principales componentes. Tiene canalizaciones interiores para el aceite y el líquido refrigerante.

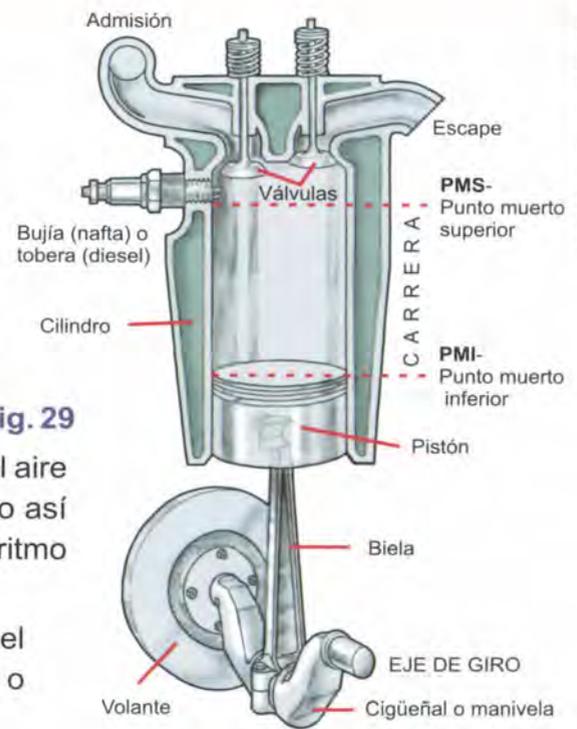


Fig. 30. Constitución de motor de un cilindro.

(John Deere Service Publication).

6 Tomado de: http://www.eata.edu.ar/upload/trabajos/MANUAL_DE_MECCANICA_AGRICOLA.pdf

- **Cigüeñal:** Dispositivo que transforma el movimiento alternativo de los pistones a rotatorio. Recibe la fuerza desarrollada por todos los pistones, para acumularla en el volante del motor.
- **Cojinetes de bancada:** Fundas cilíndricas que se meten a presión o se acomodan con tornillos en los lugares donde la fricción es excesiva y produce desgaste.
- **Engranajes de distribución:** Conjunto de engranajes que, accionados por el cigüeñal, mueve otros mecanismos sincronizados del motor. Ejemplos de mecanismos accionados por estos engranajes son:
 1. Bomba de aceite.
 2. Bomba de inyección.
 3. Bomba de ventilación.
 4. Bomba de agua.
 5. Bomba de alimentación de combustible.
- **Árbol de levas:** Alojado en el bloque de cilindros, se encarga de abrir válvulas en el momento preciso. Es accionado por el cigüeñal. A veces acciona también la bomba de aceite y la bomba de combustible.

10.4. Funcionamiento de un motor de ciclo de cuatro tiempos

Se denomina así porque completa un ciclo en cuatro momentos distintos, dos con el pistón arriba y dos con el pistón abajo donde da dos vueltas el cigüeñal (Fig. 31).

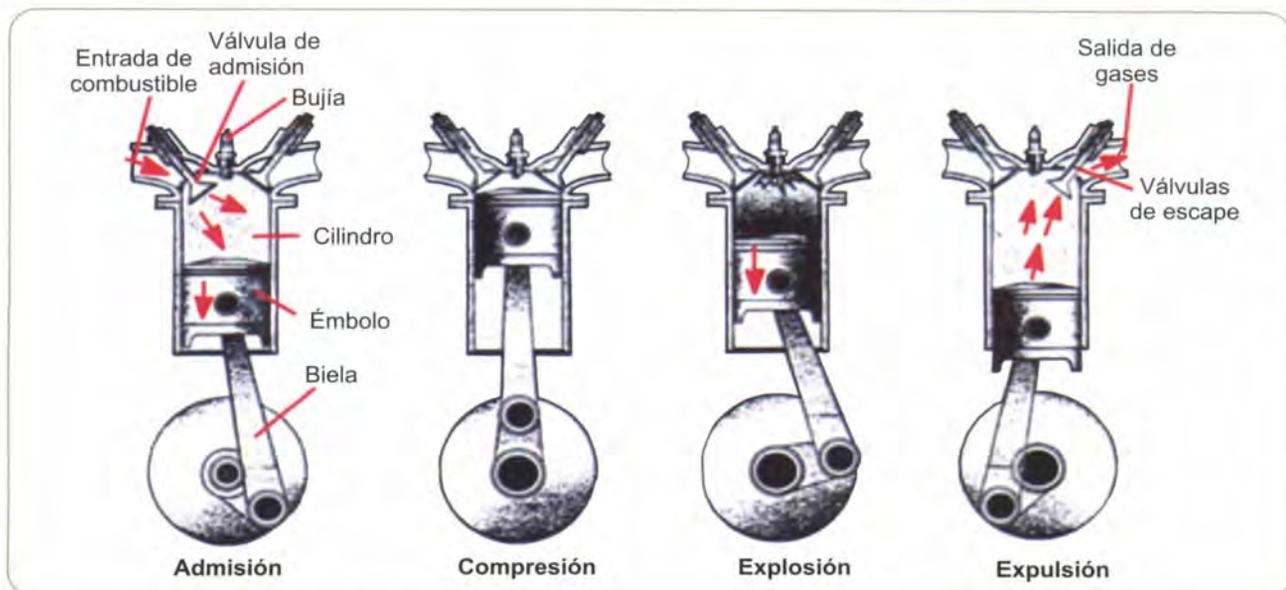


Fig. 31. Funcionamiento de un motor de cuatro tiempos.

Estos tiempos son:

1. Admisión
2. Compresión
3. Explosión
4. Escape.

Carrera de admisión: Inicia con el pistón cerca del punto superior del cilindro, el pistón comienza a descender y a la vez las válvulas de admisión se van abriendo permitiendo el ingreso de aire y combustible que llenarán al cilindro. La carrera de admisión finaliza al llegar al punto muerto inferior del cilindro.

Carrera de compresión: El pistón inicia su carrera ascendente, las válvulas de admisión y escape quedan totalmente cerradas y la mezcla de aire-combustible es comprimida por el cilindro en el punto muerto superior.

Carrera de explosión: Cuando el pistón está cerca del punto muerto superior, ocurre la chispa que inflama o es inyectado el combustible en el aire comprimido, la explosión hace bajar con fuerza al pistón y las válvulas continúan cerradas, aprovechando al máximo la fuerza de expansión de los gases.

Carrera de escape: Iniciando cuando el pistón se acerca al punto muerto inferior, la válvula de escape se abre y el pistón inicia la subida expulsando los gases quemados en el cilindro. Cuando llega al punto muerto superior, se cierra la válvula de escape.

Elementos necesarios para que un motor trabaje

- Aire, combustible y combustión.
- Compresión de la mezcla de aire y combustible.
- Movimiento alternativo y rotatorio.

Aire, combustible y combustión

- **Aire**
 - a) Suministra el oxígeno necesario.
 - b) Es comprensible.
 - c) Se calienta al comprimirlo, las moléculas friccionan entre sí.
- **Combustible**

Debe mezclarse fácilmente con el aire y quemarse bien. Debe poder vaporizar para que cada partícula de combustible se ponga en contacto con suficiente cantidad de oxígeno.
- **Combustión**

Proceso por el cual el oxígeno se pone en contacto con el combustible. Debe ser rápido y debe ser una explosión controlada.

La velocidad de la explosión se puede controlar:

- Modificando el grado de compresión.
- Modificando la riqueza de combustible en la mezcla.
- Modificando la volatilidad del combustible.

10.5. Ciclo de motor de dos tiempos

El ciclo completo de admisión, compresión, explosión y escape se realiza en dos carreras del pistón (Fig 32).

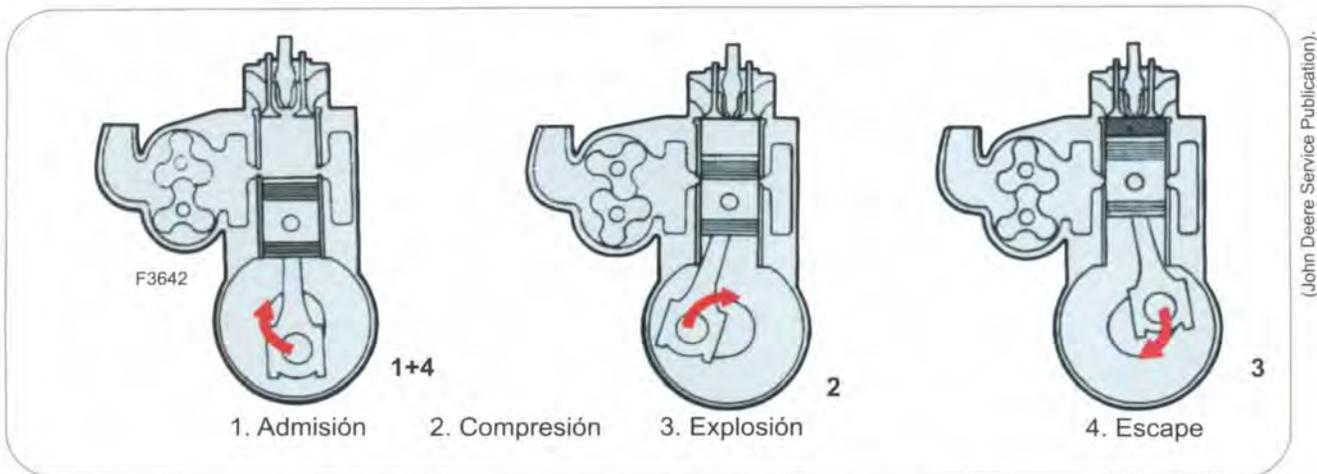


Fig. 32. Carreras del pistón de un motor de dos tiempos.

Carrera de bajada: ocurre al darse la **explosión** de la mezcla, el pistón es forzado hacia abajo producto de la energía liberada. A medida se aproxima al punto muerto inferior, va abriendo unos conductos ubicados en las paredes del cilindro llamados lumbreras (válvulas), éstos permiten la **admisión** de aire fresco que llene el cilindro, promoviendo el empuje de los gases quemados a través de la válvula de **escape** (localizado en la parte superior), la cual en este momento se encuentra arriba.

Carrera de subida: Ya con las lumbreras (válvulas) completamente abiertas y el cilindro lleno de aire fresco, inicia la carrera de subida para lograr la **compresión** de este aire. Al mismo tiempo la subida del pistón empuja los gases quemados restantes hacia la válvula de **escape**, la cual se va cerrando a medida va subiendo el pistón, permitiendo la compresión del aire admitido. Una vez en su punto superior, ocurre nuevamente la **explosión** y se repite el ciclo.

Se puede pensar que el motor con ciclo de dos tiempos tiene una eficiencia del doble de uno de cuatro tiempos pero no es así, parte de la energía producida se usa en el ventilador de admisión de aire y los gases quemados no se evacuan completamente. Se dice que la eficiencia no es mayor que un 75%.

PRÁCTICA DE LA UNIDAD

Objetivo:

Al finalizar la unidad el estudiante conocerá y distinguirá las partes principales del motor de dos y cuatro tiempos, así como también los elementos necesarios para su funcionamiento.

Equipo:

Para esta unidad los estudiantes deben conocer las partes del motor, por lo cual es importante, ver un motor desarmado (coordinar la visita a un taller en el caso de no disponer de un motor desarmado o maqueta).

Para diferenciar los motores de dos y cuatro tiempos se facilita la explicación comparando una motocicleta contra un vehículo.

Metodología:

- Con el motor desarmado explicar las partes del motor, indicando el trabajo que hace y dónde está ubicado.
- Hacer la diferenciación con los motores diesel, respecto a la bomba de inyección.
- Para distinguir los motores de dos y cuatro tiempos, compare el motor de una motocicleta (tipo Yamaha DT) con la de un vehículo, poniéndole énfasis en el sistema de lubricación, sistema de enfriamiento y número de pistones.

Evaluación:

1. ¿Qué evento genera el movimiento del motor?
2. ¿Qué sucede cuando el motor está consumiendo aceite?
3. ¿Por qué es importante calentar el motor antes de poner en marcha el tractor?
4. ¿Cuál es la diferencia entre el funcionamiento de un motor diesel y uno de gasolina?
5. ¿En qué afecta al funcionamiento del motor la mezcla de combustible y oxígeno?

PRINCIPALES SISTEMAS DEL MOTOR

Objetivo

Al finalizar la unidad él o la estudiante será capaz de:

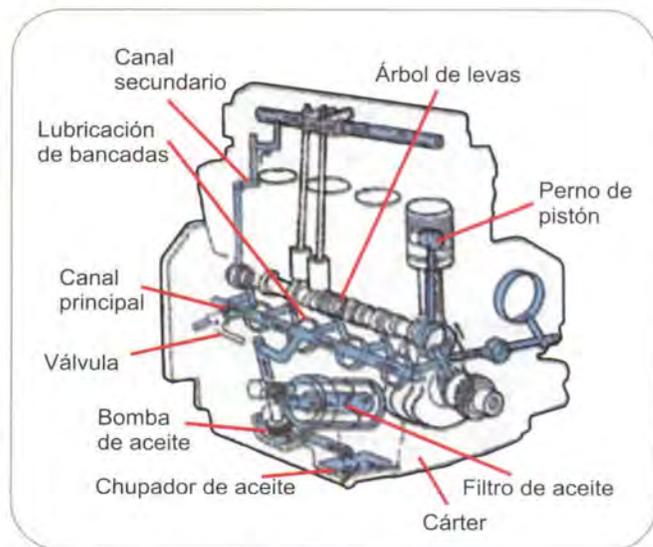
1. Conocer el funcionamiento de los principales sistemas del tractor agrícola, de manera que se pueda determinar y reparar posibles fallos.
2. Identificar el proceso a seguir para suministrar mantenimiento preventivo de acuerdo a cada sistema de motor.

11. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

En el sistema de lubricación, el aceite del motor cumple con cuatro funciones principales, las cuales son:

- Forma la película de aceite reduce la fricción y el desgaste de las partes.
- Enfría las piezas móviles.
- Ayuda al sellado de los anillos.
- Limpia las piezas.

En los motores, la lubricación se realiza bajo presión, la bomba aspira el aceite en el cárter a través del filtro y lo manda al circuito de lubricación (Fig. 33).



(John Deere Service Publication).

Fig. 33. Circuito de lubricación.

11.1. Mantenimiento del sistema

Se debe tener en cuenta:

- Sustitución del aceite del motor: Esta operación debe llevarse a cabo según las indicaciones del fabricante del motor, si faltan estos datos. Los motores nuevos o que han sido reparados corresponde utilizar el grado fluido (SAE 20) o semifluido (SAE 30) tanto en verano como en invierno, o según indique el fabricante. Los grados viscosos (SAE 40) cuando el desgaste por funcionamiento, aumenten los juegos entre los órganos del motor y reducir el consumo de aceite. Actualmente existen aceites multigrados que van de 15W a 40 W, que los transforma en multifuncionales.

- Sustitución del filtro del aceite del motor: Es una operación muy sencilla y debe ser efectuada cada 300 horas de trabajo. En general cada dos cambios de aceite.

Recomendaciones:

Para el correcto mantenimiento del sistema de lubricación se recomienda:

- Desmontar y lavar con solvente el tubo de respiración del cárter del motor una vez al año.
- Revisar las válvulas por lo menos una vez al año.
- Limpiar el exterior del radiador de aceite para que no se interrumpa el paso de aire y se limite la capacidad de refrigeración.
- Mantener los tambores y recipientes de lubricantes bajo techo y en posición horizontal para evitar la acumulación de agua de lluvia y polvo sobre los cabezales.
- Limpiar y tapar los envases pequeños para el fraccionamiento y transporte en pocas cantidades. Usar trapos que no dejen fibras ni pelusas.
- Incluir, si no tiene, en el tablero del tractor un manómetro, para medir la presión del aceite en todo momento. Debe controlarse si no alcanza el valor mínimo o si se eleva demasiado la presión.
- Revisar periódicamente el nivel de lubricante en la caja de marchas, diferencial y bombas hidráulicas.

12. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de refrigeración cumple con dos funciones principales:

- Impide que el motor se sobrecaliente.
- Mantiene la temperatura de trabajo constante.

En los motores de tractores, encontramos dos sistemas de enfriamiento: Por aire o por agua.

- El sistema por aire, dispone de una turbina que manda el aire a los cilindros y culatas a través de pasajes. Por lo general los cilindros y culatas están provistos de aletas hasta donde llega el calor; al pasar el aire por ellas arrastra el calor al exterior, produciéndose el enfriamiento del motor. Es importante que las aletas en cilindros y culatas estén libres de grasa y suciedades para un mejor enfriamiento (Fig. 34).

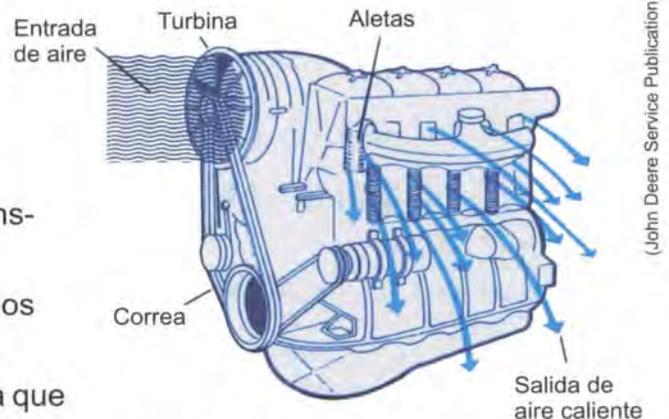


Fig. 34. Esquema de motor enfriado por aire.

(John Deere Service Publication).

- En el sistema por agua, el enfriamiento se efectúa cuando el agua que se encuentra en el radiador es impulsada por medio de la bomba a todos los pasajes de enfriamiento en el motor, absorbiendo el exceso de calor producido durante el funcionamiento (Fig 35).

PARTES BÁSICAS DE ESTE SISTEMA:

1. Tapa de presión del radiador
2. Termostato
3. Chaquetas de agua del motor (en culata y block)
4. Refrigerante (agua + anticongelante + anticorrosivo)
5. Bomba impelente de agua
6. Bypass o derivación
7. Manguera inferior
8. Ventilador
9. Radiador
10. Flujo de aire

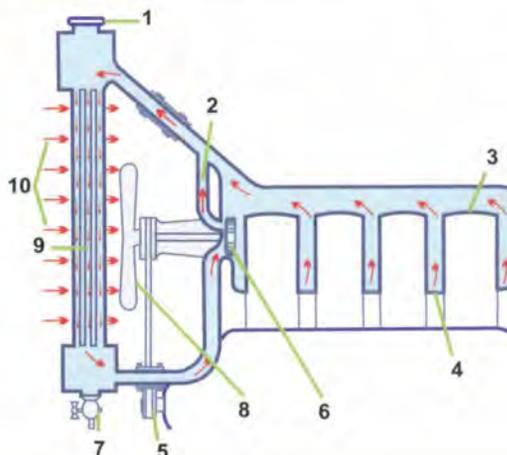


Fig. 35. Sistema de refrigeración.

Cuando el motor no ha alcanzado su temperatura de funcionamiento, el termostato permanece cerrado y el agua circula únicamente en los pasajes internos del motor. Cuando el motor alcanza su temperatura de funcionamiento, el termostato se abre y el agua pasa al radiador para enfriarse.

La temperatura óptima del motor va entre 80-85 grados C°, para motores que son enfriados por agua y de 90 grados C°, los motores que son enfriados por aire.

13. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

El sistema de alimentación de combustible tiene como objetivos:

- Almacenamiento de combustible.
- Suministrar combustible limpio.
- Dosificar el combustible.

Existen dos tipos de sistemas de alimentación de combustibles:

- Gasolina
- Diesel.

13.1. Sistemas de alimentación para motor gasolina

La función de este sistema es entregar una mezcla de aire y gasolina que entra a la cámara de combustión.

Los motores de tractores agrícolas funcionan con diesel, razón por la cual sólo se describe lo básico de los motores que funcionan con gasolina.

Elementos esenciales:

- **Depósito de almacenamiento:** Almacena el combustible y puede suministrar combustible al motor por gravedad o auxiliado por una bomba de alimentación.
- **Filtros de combustible:** Su función es retirar las impurezas del combustible para promover una ignición limpia y evitar obstrucciones.
- **Bomba de alimentación de combustible:** Aspira la gasolina del depósito y la manda al carburador. Esta bomba puede ser mecánica o eléctrica.
- **Carburador:** Aspira y atomiza el combustible mezclándolo con el aire para después enviarlo al cilindro. Funciona por diferencial de presión (venturi). Produce una mezcla ideal para el trabajo que realiza el motor, proporcionado de manera tal que se pueda quemar todo el combustible.

13.2. Sistema de Alimentación para motor diesel

Su función principal es inyectar, a gran presión, pulverizando finamente una cantidad determinada de combustible en cada cilindro del motor, en el instante preciso. El combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión del motor, donde se mezcla con el aire caliente comprimido, provocando una explosión, para introducir el combustible en el cilindro, tiene una bomba de inyección e inyectores (Fig. 36).

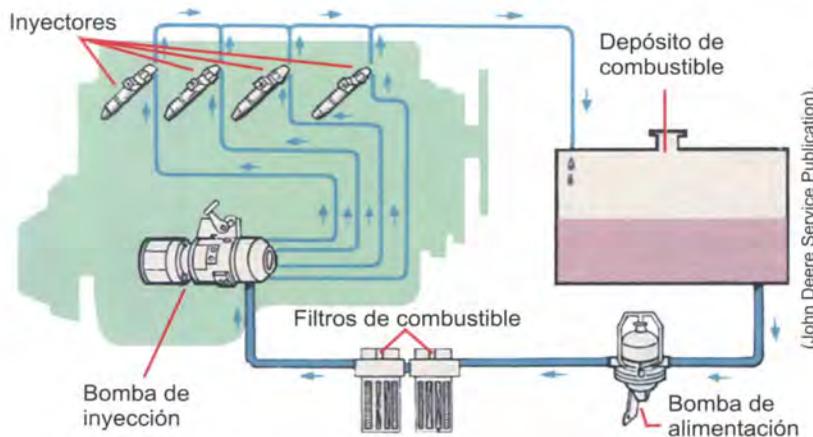


Fig. 36. Sistema de alimentación de combustible.

Elementos esenciales:

- **Depósito de combustible:** Lugar donde se almacena el combustible, generalmente están ubicados en lugares que brinden protección de daño o perforación (Foto 29).



Foto 29. Depósito de combustible.

(F. Alvarez)

- **Bomba de alimentación.** Dispositivo que manda el diesel a la bomba de inyección, a través de los filtros (Foto 30).
- **Filtros trampa de agua:** Retira el agua en el combustible (Foto 31).
- **Filtros de combustible:** Detienen las impurezas. La unidad de medida es la micra, partículas menores a una micra no producen daños a la bomba de inyección.
- **Bomba de Inyección.** Dispositivo que dosifica el combustible y lo inyecta a presión en los cilindros en el momento preciso (Foto 33).
- **Inyectores.** Dispositivos que pulverizan finamente el combustible al inyectarlo en el cilindro (fotos 32 y 33).



Foto 30. Bomba de alimentación.



Foto 31. Filtro trampa de agua.



Foto 32. Inyectores de combustible.



Foto 33. Inyectores y bomba de inyección.

13.3. Funcionamiento general

- El combustible llega a la bomba de alimentación (por gravedad o una bomba de transferencia).
- La bomba manda el combustible a través de los filtros para retirar las impurezas.
- El combustible llega a la bomba de inyección que lo distribuye, a gran presión, a los inyectores.
- Los inyectores introducen combustible atomizado, pulverizado, dentro de la cámara de combustión.

14. FUNCIONAMIENTO DEL TREN DE TRANSMISIÓN

Introducción

El motor es el encargado de generar la fuerza requerida para cumplir las funciones del tractor. Para aprovechar esta fuerza debe ser transferida a través del tren de transmisión, quien lleva esta energía desde el volante hasta las ruedas motrices, para poner en marcha el tractor.

El embrague cumple las siguientes funciones en el tractor:

- Conectar y desconectar el motor de la caja de transmisión, como también que el acoplamiento se efectúe en forma progresiva.
- Conectar y desconectar el motor, con el mando del toma de fuerza.

Cuando el pedal del embrague está en la posición normal (suelto o sin pisar) transmite el movimiento del motor a la caja de cambios. Al pisar el pedal, el embrague deja de transmitir dicho movimiento (Fig. 37).

El embrague consta de las siguientes partes principales (Fig 38):

- **Volante:** Engranaje que recibe directamente las revoluciones del motor, acoplado directamente al cigüeñal del motor, considerado como parte del motor y gira a las mismas revoluciones del cigüeñal.
- **Disco del embrague:** Provee el mecanismo de acople fácil y la transferencia del torque firme del volante de transmisión.

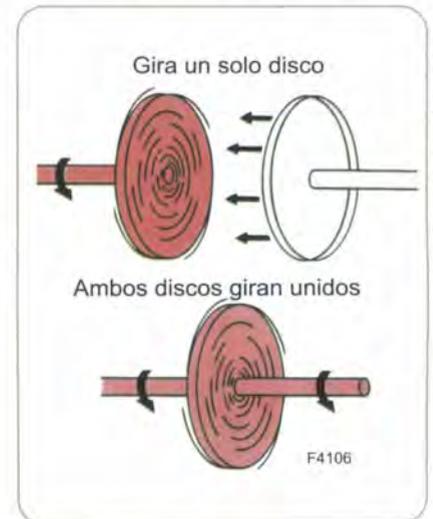


Fig. 37. Funcionamiento del embrague.

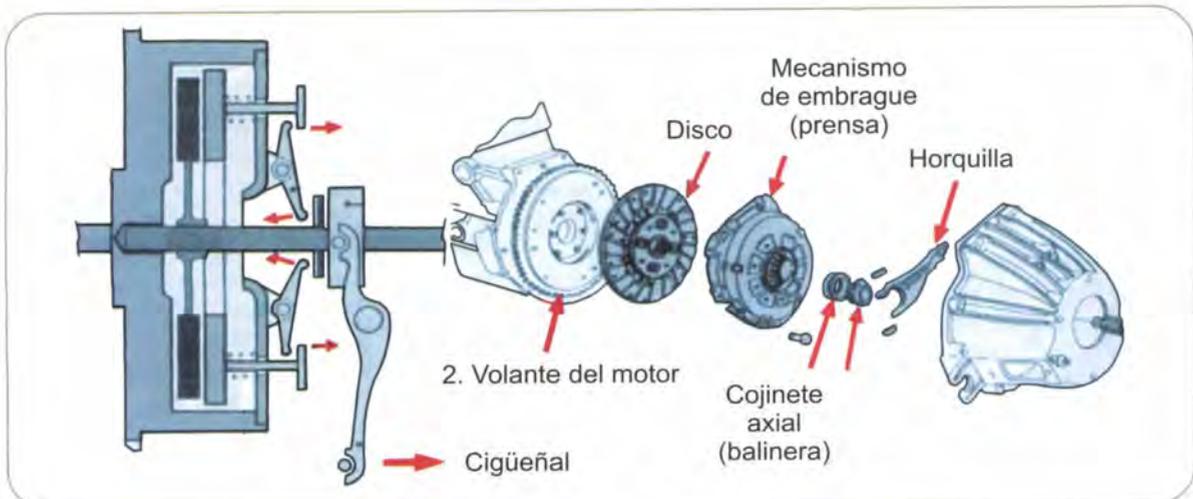


Fig. 38. Partes del sistema de embrague.

- **Prensa de embrague:** Engrana o libera el sistema al volante del motor. Cuando se presiona el pedal del embrague, se separa la prensa del disco.
- **Balinera:** Componente que presiona los dedos de la prensa de embrague para separarla del disco de embrague y volante.
- **Horquilla:** Componente que une el pedal de embrague con la balinera.

14.1. Tren de transmisión

El tren de transmisión de un tractor transmite la fuerza que genera el motor a las ruedas de tracción y a la toma de fuerza. Cumple cuatro funciones:

- Conecta y desconecta la fuerza del motor.
- Permite desmultiplicar o multiplicar la velocidad del motor.
- Permite invertir el sentido de giro de las ruedas.
- Permite que las ruedas motrices giren con independencia mutua en los virajes.

Casi todas las transmisiones constan fundamentalmente de engranajes, éste no es más que un medio de transmitir fuerza de torsión.

14.2. Componentes del tren de transmisión

El tren de transmisión es un conjunto de engranajes que sirven para comunicar movimiento y fuerza desde el motor hasta el punto de aplicación. El tren de transmisión tiene cinco componentes (Fig. 39):

- **Motor:** Parte del tractor que genera la fuerza de torsión a través de la quema de combustible.
- **Embrague:** Sirve para acoplar o desacoplar el volante de la transmisión.
- **Caja de cambios:** También se le conoce como caja de velocidades. Consiste en uno o varios paquetes de engranajes que multiplican o desmultiplican las revoluciones por minuto (rpm) del motor para lograr mayor velocidad o torque, según la necesidad, en la barra de salida. De esta forma la velocidad de giro del cigüeñal pueda traducirse a diferentes velocidades de giro.
- **Diferencial:** Permite que las ruedas motrices giren a diferentes velocidades. Ejemplo durante un viraje, mientras siguen impulsando sus cargas. Está conectado a la caja de cambios a través de la barra de transmisión y tiene las siguientes funciones:

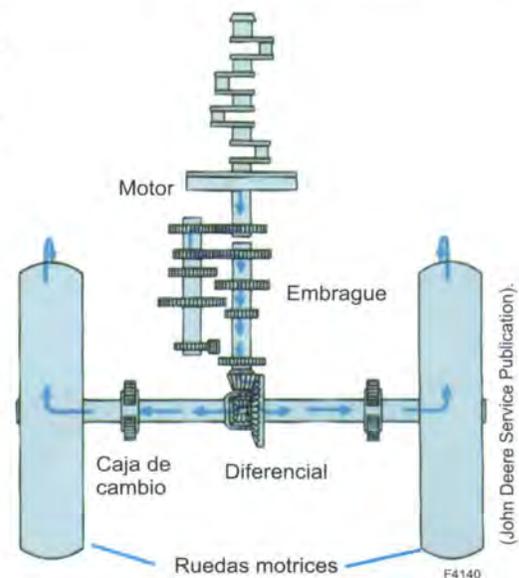
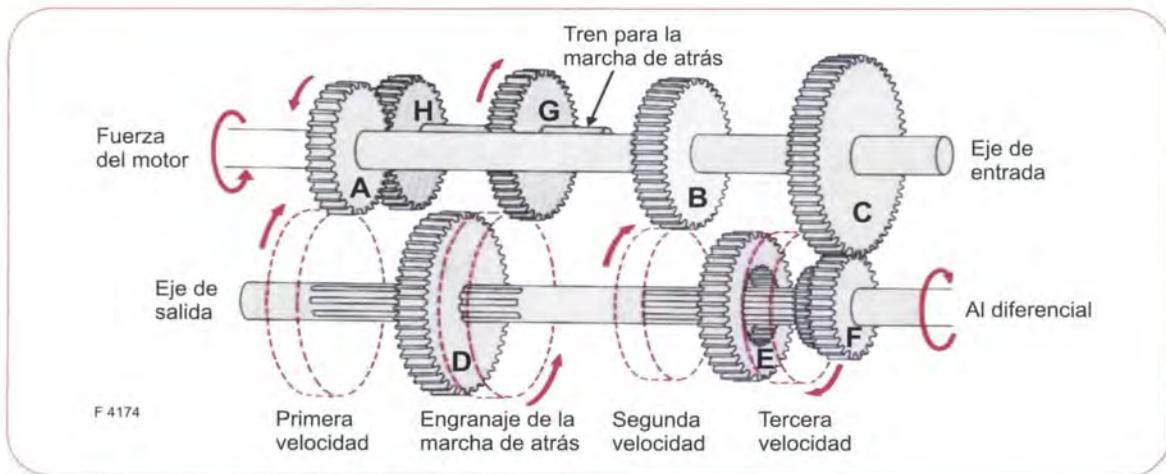


Fig. 39. Componentes del tren de transmisión.



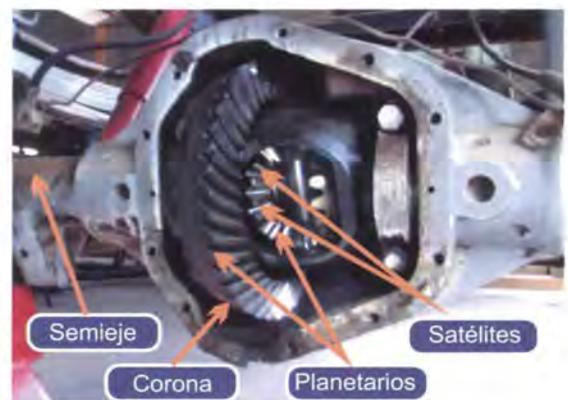
(John Deere Service Publication)

Fig. 40. Funcionamiento de la caja de cambio.

- Dirigir la potencia de la caja de cambios hacia ambas ruedas motrices.
- Actúa como un desmultiplicador final al reducir las revoluciones por minuto (rpm) que envía la caja de cambios antes de que la energía sea transmitida a las ruedas.
- Permite que las ruedas del eje impulsado giren a diferentes velocidades una de la otra.
- **Mandos finales:** Transmiten la energía del diferencial a las ruedas motrices reduciendo la velocidad y aumentando la torsión.
- **Ruedas motrices:** Mueven el tractor.

14.3. Componentes del diferencial (Foto 34)

- **Piñón de transmisión o semieje:** Es un engranaje cónico helicoidal, cuya función es recibir la rotación que viene de la transmisión y es la parte encargada de hacer rotar la corona.
- **Corona:** Recibe el movimiento del piñón de transmisión, normalmente, la corona se encarga de provocar el último salto de desmultiplicación de la caja.
- **Satélites:** La corona lleva acoplado dos satélites los cuales, en caso de un movimiento recto, éstos no giran sobre sí mismos, transfieren el movimiento a los dos semiejes a los que se encuentran engranados.
- **Planetarios:** Engranajes que se encuentran fijados en el extremo del semieje y que están en contacto directo con los satélites. Cumplen la función de transmitir el movimiento a las ruedas así como al momento de un giro, provocar una resistencia que hace que los satélites inician a girar sobre su eje.



(F. Álvarez)

Foto 34. Componentes del diferencial.