



Research Paper

Fundamentals of the operation of a four-stroke internal combustion agricultural diesel engine and its relationship with the movement of the tractor.

Roberto Rivas Valencia¹

¹ Facultad de Agrobiología "Pdte Juárez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo de la Revolución esq. Niza. C.P. 60160, Uruapan, Michoacán. *Autor para correspondencia

Resumen

Fundamentos del funcionamiento de un motor diésel agrícola de combustión interna y su relación con el movimiento del tractor. El objetivo de la presente investigación es analizar y explicar todos los sistemas que se tiene que llevar a cabo para que un motor diésel agrícola de combustión interna a cuatro tiempos funcione y su relación con el tractor, que se conozca el funcionamiento del tractor, para que de esta forma los propietarios de maquinaria agrícola, operadores y alumnos de la carrera de Ingeniero Agrónomo o Ingeniero Mecánico lo comprendan y puedan agendar los servicios de mantenimiento.

Este trabajo es cualitativo y cuantitativo, en donde se consultaron diferentes fuentes de información y se eligió la mejor información de los mejores libros, artículos y experiencia como mecánico y profesor de la asignatura de maquinaria agrícola en donde se explica el funcionamiento de un motor diésel y su relación con el tractor, para que los productores agrícolas y administradores de maquinaria, consideren los criterios aquí explicados y puedan tomar decisiones más certeras.

De acuerdo a la información obtenida y experiencia propia en la presente investigación, es básico describir los diferentes sistemas que hacen que funcione el motor agrícola y su relación con el tractor.

Los resultados de la presente investigación resultaron satisfactorios, debido a la importancia de conocer como funciona el motor agrícola y su relación con el movimiento del tractor

Palabras clave: Tractor, Motor, Sistemas, Diésel, Potencia.

Received 13 October, 2021; Revised: 25 October, 2021; Accepted 27 October, 2021 © The author(s) 2021. Published with open access at www.questjournals.org

I. INTRODUCCIÓN

Sin lugar a dudas el motor diésel de combustión interna a cuatro tiempos, es el principal proveedor de potencia, para que los tractores agrícolas tengan movimiento y puedan desarrollar las diferentes actividades en el campo, dependiendo del implemento que se deba de utilizar, así como para realizar el barbecho se tiene que utilizar un arado, ya sea de discos o de vertederas, el rastreo con una rastra de discos, ya sea de levante, de jalón o tirón, la siembra con una sembradora, ya sea normal o de precisión, así mismo al realizar los cultivos, estos se deben de hacer de preferencia con una cultivadora, el control de plagas y enfermedades con una bomba aspersora y la cosecha con una combinada o cosechadora, si utilizamos lo anterior avanzaremos en forma eficiente, desde la preparación del terreno, hasta la cosecha y obtendremos cosechas en el menor tiempo, más baratas y de mayor calidad.

En la actualidad se cuenta con diferentes capacidades en cuanto a caballos de fuerza (HorsePower, H.P., por sus siglas en inglés) de motores diésel, y así mismo, si tienen mayor cantidad de caballos de fuerza, mayor será el avance que tendrá al utilizar los diferentes implementos agrícolas entre ellos, (arado, rastra, sembradora, cultivadora, remolque, desvaradora, cegadora o cegadora acondicionadora, hileradora, empacadora, podadora, molino, niveladora, cosechadora de forraje, bomba fumigadora, combinada o cosechadora), y que posean un ancho de corte más amplio, terminaran las actividades agrícolas en el menor tiempo, a este tipo de maquinaria agrícola y equipo mientras más potencia posea un tractor y más ancho es el avance del implemento utilizado, le llamaremos maquinaria y equipo eficiente, incluyendo a la combinada o cosechadora de granos, debido a que en un menor tiempo realizaran las labores agrícolas y su periodo de duración, será mayor en cuanto a años, y esto es porque vienen más reforzados en cuanto a su estructura, iniciando por el diámetro y número de

pistones o cilindros y todas las demás partes que integran el motor del, cual estaremos describiendo su funcionamiento.

Utilizando maquinaria y equipo agrícola un solo productor puede satisfacer las necesidades de alimentos y fibras de aproximadamente 52 personas (Hunt, 1983, pág. 5). Hace 189 años. Los agricultores utilizaban herramientas de mano como la hoz y la guadaña, para cosechar grano y en un día cosechaban 8,160 m², que equivale a 00-81-60 hectáreas (Stone & Gulvin, 1982).

Objetivo: Conocer el funcionamiento de un motor diésel de combustión interna a cuatro tiempos y su relación con el funcionamiento del tractor, combinada, trilladora o cosechadora.

II. METODOLOGÍA

Para un mejor estudio, partiremos de lo que nos indican: (Hunt, 1983, Stone & Gulvin 1982, García & García, 1982, Soto, 2011, SEP, 1982 y Pérez, 2006), en cuanto a los sistemas que integran el funcionamiento de un motor de combustión interna a cuatro tiempos de cuatro, seis u ocho pistones o cilindros y considerando las partes básicas que integran el motor y su relación con el movimiento del tractor.

- 1.- Sistema de combustión interna a cuatro tiempos
- 2.- Sistema de enfriamiento
- 3.- Sistema de lubricación
- 4.- Sistema eléctrico
- 5.- Sistema de inyección

Sistema de combustión interna a cuatro tiempos: Independientemente del número de pistones o cilindros, para que funciones adecuadamente el motor se tienen que llevar a cabo cuatro tiempos, al cual denominaremos.

1.- Sistema diésel de combustión interna a cuatro tiempos

- a. Admisión
 - b. Compresión
 - c. Explosión
 - d. Escape
- a. Admisión: Es el ingreso del aire mediante el filtro del aire que continua hacia el tubo de admisión y enseguida hacia la cámara de pistón o cilindro el cual va descendiendo, es decir se ésta aspirando aire, la válvula de admisión se encuentra abierta y la válvula de escape se encuentra cerrada.
 - b. Compresión: El pistón o cilindro va subiendo, la válvula de admisión y de escape se encuentran cerradas, se ésta generando una alta compresión y calor.
 - c. Explosión: Al llegar el pistón o cilindro a la parte más alta, la compresión que genera una temperatura que supera a los 1000 °C, las válvulas de admisión y de escape siguen cerradas, en ese momento el inyector efectúa una aplicación que genera una mezcla de catorce partes de aire por una de combustible y resulta una explosión considerable, en la cual se genera que el pistón o cilindro necesariamente descienda.
 - d. Escape: Una vez que el pistón o cilindro nuevamente empieza a ascender, se abre la válvula de escape y permite que los residuos del combustible y otras impurezas circulen por el múltiple de escape, para continuar hacia el tubo de escape y es el humo que se observa cuando un motor de diésel está encendido.

III. FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES:

Filtro del aire: Su función es permitir que ingrese al aire libre de impurezas o sustancias extrañas, que afecte el funcionamiento del motor agrícola.



Tubo de admisión: Conduce al aire a la cámara de combustión interna, en donde se encuentran los pistones.



Pistón o cilindro: Es una estructura de acero ligero, el cual va adherido a la biela y esta al cigüeñal, en la figura se observa la biela, el perno o sujetador, seguros y ranuras, así como los metales o cojinetes y tapa que se sujeta al cigüeñal con dos tornillos.

Los metales que facilitan que el cigüeñal gire en la base el monoblock y los metales que facilitan el movimiento de las bielas, adheridas al cigüeñal, tiene cierta tolerancia una vez reparado el motor, cuando el motor es nuevo,

se dice que ésta en estándar, es decir los metales no tiene desgaste, una vez que se repara el motor, por el desgaste, se tiene que instalar metales con medidas en 10 o 15 mm de grosor y esto se mide con platigage, es una tirita de plastilina con su debida escala.



Vista de un motor de combustión interna a cuatro tiempos, se observan los cuatro pistones y las camisas, es por donde hacen su recorrido y tubería por donde se conduce el diésel.

Monoblock: Estructura que resulta una vez que se desarmo totalmente el motor diésel de cuatro pistones.



Cigüeñal: Estructura de acero especial y es el que hace que se muevan los pistones o cilindros, es el eje principal.



IV. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Partes que lo integran:

Radiador, mangueras, bomba de agua, ventilador, banda, orificios por donde circula el agua, termostato, indicador de la temperatura, grifos.

Proceso: Cuando está encendido el motor, debido a que esta frío, el agua empieza a circular del radiador, mediante la manguera de la parte de abajo, la cual jala el agua del radiador debido al funcionamiento de la bomba del agua, la cual se va introduciendo por los conductos, los cuales están diseñado para que circule el agua, debido a que el motor no posee la temperatura de trabajo, hace el recorrido hasta el termostato, el cual permanece cerrado y no deja que el agua continúe, una vez que la temperatura llega a los 80 °C (Hunt, 1983) el tractor está trabajando normalmente, pero debido a que en el trabajo del tractor agrícola se utiliza mucha potencia, la temperatura empezara a subir y cuando llega a los 90° C, para que descienda se tiene que abrir forma automática el termostato y la temperatura inicia el descenso debido a que el agua ésta circulando hacia el radiador mediante la manguera que sale de la tapa donde se ubica el termostato, una vez que llega a los 75° C se vuelve a cerrar y así continua el ciclo.

Por lo que aquí se sugiere, que el radiador siempre este provisto de agua y de anticongelante, este último ayuda a estabilizar la temperatura.

Radiador: Estructura, denominada en otros términos deposito del agua



Manguera para conducir el agua: Su función es conducir el agua del radiador hacia el interior del motor y del motor hacia el radiador, en la imagen en cual se observa la manguera de regreso del agua al radiador.



Bomba del agua: Tiene como función jalar el agua del radiador e impulsarla hacia el interior del motor, para que la temperatura se estabilice.



Ventilador y banda: Su actividad, es generar aire mediante las bandas y atraerlo hacia el motor, también para que la temperatura se nivele y las bandas o banda cuya estructura es de hule resistente, que acciona el ventilador, al alternador y a la bomba del agua, se acciona por el giro del cigüeñal mediante una polea



Termostato: Dispositivo que regula la salida del agua del interior del motor, hacia el radiador, una vez que la temperatura es máxima más o menos 90° C, y se cierra, cuando la temperatura desciende a 70°C aproximadamente.



V. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Componentes que lo integran:

Se refiere a todas las partes del motor que debe ser lubricadas, cigüeñal, metales, bielas, pistones, bomba del aceite, camisas, engranes, paredes del monoblock, árbol de levas, bases de las varillas, varillas, balancines, resortes, seguros de resortes, tapas fijadoras de los resortes, válvulas de escape y de admisión, los conductos por donde circula el aceite y las medias lunas que se ubican entre el cigüeñal y la bancada.

Se inicia el funcionamiento del motor, empieza a trabajar la bomba del aceite, la cual lo envía a las partes que están en movimiento, como son el cigüeñal, los metales tanto del cigüeñal como de las bielas, los pistones, los anillos de los pistones, la misma bomba del aceite, los engranes tanto del bomba del aceite como del árbol de levas, las varilla, los balancines, los resortes, seguros y tapas de las válvulas, tanto las de admisión como las de escape, para los engranes que es encuentren en la tapa de distribución delantera, los engranes o mecanismos de las bombas de inyección.

Por lo que el aceite tiene cinco funciones básicas (Hunt, 1983 pág. 305): Estabiliza la temperatura, por el hecho que tiene cierta viscosidad, reduce el desgaste y la fricción al separar las partes en rozamiento, ejerce un sistema de lavado, un a ves que el motor se apagó, debido a la viscosidad y a que por gravedad tendrá que bajar durante el tiempo que el motor este apagado, este arrastrara a la parte más baja que es el cárter, todas las

impurezas que se encuentre a su paso en el descenso, además absorbe los choques que ocurren en los cojinetes y actúa como sello en la cámara de combustión.

Carter o depósito del aceite



Bomba del aceite: Estructura que absorbe e impulsa hacia las partes que están en contacto o rozamiento al interior del motor:



Camisas: Estructuras cilíndricas, de un plástico resistente, el cual sirve para el pistón realice su recorrido, con sus espacios, para ubicar las ligas o empaques de hule, los cuales no permiten que se introduzca el agua a la cámara de combustión, y es en donde hace su recorrido el pistón, hacia arriba y hacia abajo y lubricado con aceite, de tal forma, si las ligas no están funcionando, el aceite se mezcla con el agua y el motor puede desviarse, es decir no funciona.



Engranés: Estructuras redondas dentadas, las cuales hacen trabajar otras partes, enlazados a otros engranes.



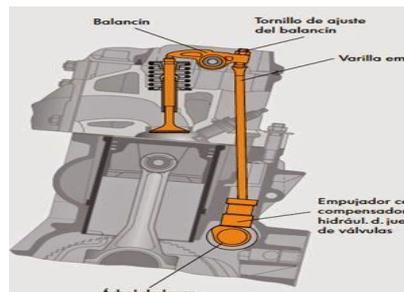
Árbol de levas con engrane: Estructura que gira mediante bujes y un engrane lo hace girar mediante las bases de o buzos, estos impulsan a las varillas que suben y bajan, y a la vez las varillas accionan los balancines y estos determinan que se abran o se cierren las válvulas de admisión y de escape.



Bujes: Estructuras redondas, que sirven como base para que el árbol de levas gire



Bases de las varillas o, empujador: Se observa como el árbol de levas gira en sentido de la manecilla del reloj y la parte más alta de este empuja la varilla y hace que suba la y presiona hacia abajo para abrir o cerrar las válvulas de admisión y de escape con ayuda del balancín, en este caso como el resorte que se observa tiene bastante presión automáticamente cuando la varilla va descendiendo, el resorte hace que la válvula de admisión o escape se cierren, el resorte esta fijo en las válvula mediante una cubierta, la cual fija las válvulas mediante unos seguros en forma de cuñas, las cuales ya tienen su espacio entre la punta de las válvulas y la cubierta o tapa.



Varillas: Estructuras alargadas, en la parte inferior redondas y en la parte superior con un hueco y que el árbol de levas hace que trabajen, presionando mediante el balancín para empujar hacia abajo, para abrirlas y cerrar las válvulas de escape y de admisión.



VI. SISTEMA DE ELÉCTRICO

Componentes: batería, cableado, motor de arranque o marcha, volante del motor, generador o alternador, regulador, sistema de encendido, bobinador, fusibles, indicador de la carga eléctrica o amperímetro, faros.

Al activar el encendido del motor, la energía eléctrica almacenada en el acumulador hace que trabaje el bendix, el cual está ubicado en el motor de arranque o marcha y este se inserta en las hendiduras del volante el cual hará girar al cigüeñal y todas las partes internas, encendiéndose el motor de combustión interna a cuatro tiempos, un cable de corriente color rojo, es el que le suministra la energía eléctrica y otro color negro que es el tierra está acoplado al chasis del tractor, los cables se distribuyen en la red del tractor y unos se conectarán a las luces delanteras, tablero, preventivas y un cable se conecta al generador, el cual es el encargado de generar energía eléctrica, de este salen cables y uno de ellos se conectará al regulador, el cual proporciona cierta energía al acumulador o batería, para tener energía suficiente, si quiero apagar y encender el motor o encender las luces, mientras este apagado el motor.

Batería: Estructura donde se almacena la energía eléctrica, y esta disponible para cuando se encienda el motor y las luces, o con girar la llave para activar la corriente, se puedan encender las luces o preventivas, también para saber cuánto combustible (diésel) contiene el tanque del diésel.



Batería, cables, marcha y conexión al encendido del motor: Se observa la batería, de ella sale un cable negro, el cual es el de tierra y va fijo a con un tornillo al chasis del tractor, otro cable rojo que es propiamente el de corriente y va conectado a la marcha o motor de arranque, de este sale otro cable el cual se enlaza con el alternador o generador, de ahí salen cables al sistema de luces, al de encendido y al regulador, el cual determina que cantidad de energía eléctrica va a ingresar a la batería.



Volante del motor: Como parte del sistema de encendido y que va insertado y con tornillos en la parte posterior al cigüeñal.



VII. SISTEMA DE INYECCIÓN

Componentes: Tanque del combustible, mangueras, filtros, bomba de elevación en algunos motores, ejemplo marca Perkins, bomba de inyección, tubería, inyectores, tubería de retroceso, en algunos motores, ejemplo marca Perkins.

Al encender el motor, el combustible empieza a fluir mediante mangueras o tubería del tanque del combustible (diésel), hacia los filtros, enseguida a la bomba de elevación, para seguir su camino en dirección de la bomba de inyección, la cual procesa el combustible (diésel), y lo proyecta hacia los inyectores, los cuales lo aplican en cada una de las cámaras de combustión, en donde se ubican los pistones o cilindros, para que se lleve el tiempo de explosión. El exceso de combustible y que no es posible que lo apliquen los inyectores, se regresara a la bomba de inyección y se repite el ciclo.

Funciones de los componentes de los sistemas de inyección:

Tanque de combustible: Espacio donde se almacena el diésel



Tubería flexible: Permiten que el combustible (diésel), circulen efectuando su recorrido desde el tanque de combustible, hasta los inyectores, los cuales hace la pulverización del combustible en el tercer periodo denominado explosión, de un motor de combustión interna a cuatro tiempos.



Filtro de diésel y agua: Nos permiten retener impurezas y agua, y que el diésel circule y se aproveche lo más limpio que sea necesario, de tal forma que el sistema de combustible funcione de la forma más eficiente.



Bomba de elevación: Se encarga de impulsar el diésel, hacia la bomba de inyección



Bomba de inyección de cuatro pistones y cuatro inyectores: Se encarga de procesar el combustible diésel e impulsarlo a los inyectores, mediante tubería.



Inyectores, varillas, tapa de punterías, tornillos, tuercas y rondanas: Son las estructuras encargadas de aplicar una parte del combustible y que se mezcle con 15 partes de aire por una de combustible, para que se lleve a cabo la explosión y esto hace que el pistón baje necesariamente con fuerza.



Cabeza armada con válvulas de escape y de admisión, resortes, gorritos y seguros, aun cuando, la imagen que se presenta, es de 4 válvulas de escape y 4 de admisión, lo correcto es que sean 8 válvulas de admisión y 8 de escape.



VIII. CABALLOS DE FUERZA DE UN MOTOR AGRÍCOLA DIÉSEL DE COMBUSTIÓN INTERNA A CUATRO TIEMPOS.

Considerando lo que indica (Hunt, 1983), en este apartado, hablaremos de los caballos de fuerza o H.P. (HorsePower), y generados por los pistones, que son los que en un momento dado aportan la potencia del motor diésel, y así podemos decir que la potencia es entonces el trabajo realizado por la unidad de tiempo.

Primero se inventó la máquina de vapor en Inglaterra y en la última parte del siglo XVIII, James Watt determino la capacidad de sus máquinas de vapor en términos de caballos de potencia.

Realizó una serie de pruebas con caballos promedio y encontró que un caballo podía extraer 366 lb de carbón de una mina con una velocidad de 1 pie/seg. En otras unidades esto eran en números redondos 22 000 pies*lb/min. Y arbitrariamente James Watt considerando que el material de las máquinas de vapor era de hierro incremento un 50 % a lo ya calculado, obteniéndose 33 000 pies*lb/min., operación que se desarrolla de la siguiente manera $22\ 000 * 1.5 = 33\ 000$ pies*lb/min. Y que esto es igual a 550 pies*lb/seg., es decir ya convertido a segundos.

Existen dos sistemas para la medición de los caballos de fuerza de los motores diésel.

1.- Sistema Internacional (SI), en el que se ha denominado watt (W) a la unidad de potencia. Un watt es la potencia equivalente a un newton de fuerza aplicado a través de un metro de distancia en un segundo.

Un newton (N) denominado así en honor a Sir Isaac Newton es la unidad de fuerza necesaria para acelerar un kilogramo de masa en un metro por segundo cada segundo.

2.- Sistema é(SI), en el cual se consideran como resultado los caballos de fuerza (H.P.), una libra de fuerza del sistema inglés es aproximadamente 4.448 N. Un caballo de fuerza del sistema inglés equivale a 745.7 W, y un kW (KW) equivale a 1.341 H.P. y 1 W equivale a 1000 kW.

Ejemplo:

Suponemos que aplicamos una fuerza de 100 N [22.48 lb] se aplica potencia y que es igual a fuerza por distancia entre el tiempo y con una velocidad de 4 m/seg. [13.123 pies/seg].

Encontremos la potencia necesaria, en los dos tipos de sistemas.

Potencia en el Sistema Internacional:

$$400\ W = 100\ N \times 4\ m / 1\ seg * 1\ W / 1\ N * m / seg$$

Entonces si un Watt es igual a 1000 Kw, tenemos que $400\ W / 1000\ kW = 0.400\ kW$ por tanto si 0.400 kW lo multiplicamos por 1.341 H.P., de acuerdo a la conversión ya explicada, obtendríamos lo siguiente $0.400\ kW * 1.341\ H.P. = 0.536\ H.P.$ que es el equivalente al Sistema Inglés.

Potencia en el sistema inglés:

$$[0.536\ H.P. = 22.48\ lb * 13.123\ pies / 1\ seg * 1\ H.P. / 550\ pies * lb / seg]$$

La potencia en un tractor agrícola se basa fundamentalmente en el diámetro o volumen del cilindro o pistón, a mayor diámetro o volumen, mayor potencia y también a mayor cm^3 mayor potencia, o dicho de otra forma en centímetros cúbicos (cc) o litros, o cilindrada.

Si estamos hablando de un tractor nuevo, estamos diciendo que también el motor es nuevo, por lo tanto, podemos decir que el motor se encuentra en su estado estándar, es decir no tiene desgaste alguno.

Por lo tanto, se sugiere, utilizar un motor de 95 H.P. al volante, el cual realizara las actividades de forma eficiente, también se considera utilizar implementos con un ancho mayor de avance o de corte y se obtendrán mayor capacidad de hectáreas por horas, realizadas en la jornada de trabajo diario.

Sistemas del tractor y que generan su movimiento

1. Sistema del clutch o embrague: Su función es permitir seleccionar las velocidades y ésta integrado por siguientes partes.

1.- Disco y cubierta, los cuales van adheridos mediante tornillos al volante de motor y el orificio debe centrarse para acoplar la flecha de la caja de velocidades.

2.- Otra parte es el collarín y horquilla, los cuales debe de estar coordinados para al accionar el pedal del clutch, se seleccione la velocidad indicada.



2. Caja de velocidades: Estructura provista de engranes especiales, de los cuales depende en que posición debe ser seleccionada la palanca lenta o rápida o seleccionar la velocidad primera, segunda, tercera o reversa, el engrane que se ubica en la parte más baja, se refiere a que se transfiere movimiento a las ruedas delanteras y cuando se acciona este sistema, diremos que se esta aplicando el sistema 4 x 4 o doble tracción, lo cual, permite que el tractor al estar trabajando lo realice con mayor facilidad. Y está dotada con un aceite especial para caja de velocidades, para disminuir el rozamiento entre engranes.



3. Sistema de transmisión: En esta imagen se observa también el sistema denominado propiamente de transmisión, el cual esta provisto también de engranes muy resistentes de acero, los cuales les transfieren movimiento a las ruedas traseras, cada una viene provista de unas estructuras denominados satélites, los cuales permiten el movimiento independiente de cada rueda, mediante el freno, que puede ser derecho o izquierdo, es decir, si presionas el pedal en forma independiente, ya sea el derecho o izquierdo, estará trabajando la rueda libre dando vuelta al lado correspondiente y esto es muy importante sobre todo al dar vuelta en las cabeceras del terreno, que no es otra cosa que el espacio que se necesita para el tractor para dar vuelta y continuar preparando el terreno.



Otra vista de la caja de velocidades y la parte posterior a la que se le llama propiamente sistema de transmisión.



Vista de la caja de un sistema de transmisión en reparación, observar que, de acuerdo al diseño, se le transfiere tracción a las ruedas delanteras, mediante la flecha que observa al margen derecho, lo que indica que es 4 x 4.

4. Sistema hidráulico: Mediante una palanca su función es de facilitar el que se pueda levantar y bajar cualquier implemento, que se acople al sistema de enganche universal de tres puntos, así mismo permite el nombre de dirección hidráulica, es decir el volante del operador para que las llantas delanteras den vuelta a la derecha o izquierda sea más cómoda, fácil o sencilla y va provisto de un aceite especial, para disminuir el rozamiento entre engranes y estabilizar la temperatura

Generalmente se ubica en la parte baja de asiento del operador, y la bomba según (Stone & Gulvin, 1982) puede producir una presión máxima de 70 a 140 kg/cm².

Componente sistema hidráulico, el cual se encuentra en la parte inferior del asiento del operador, en el interior del sistema de transmisión.



IX. EXPLICACIÓN GENERAL DE CÓMO SE TRASMITIRSE LA POTENCIA HACIA LA TOMA DE FUERZA, BARRA DE TIRO Y MOVIMIENTO DE LAS LLANTAS TRASERAS.

Una vez funcionando el motor si la velocidad es neutral, la potencia generada es al volante, bien, al accionar el sistema del clutch presionando el pedal del clutch se selecciona la primera o segunda velocidad con finalidad de que el tractor se mueva hacia adelante, y en ese momento se conecta mediante una flecha y trabajan tanto la caja de velocidades, así mismo la transmisión que se conecta mediante engranes, esta última es la que hace mover las ruedas traseras, mediante engranes y satélites, para que se pueda frenar en forma independiente cada llanta, cuando se requiera, entonces la toma de fuerza se puede conectar, si se quiere que trabaje, acoplando los implementos que se mencionaran posteriormente y de igual forma la barra de tipo, la cual ya tiene la potencia optima, para jalar los implementos que también se mencionaran más adelante. También una vez encendido el motor, automáticamente se acciona el sistema hidráulico, el cual permite mover la dirección con

mayor facilidad y se puede levantar y bajar a implementos que se acoplen al sistema de enganche universal de tres puntos, así como a implementos que sean jalados por la barra de tiro, pero conectados al sistema hidráulico mediante mangueras.

X. FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A CUATRO TIEMPOS

Vamos a suponer que todos los sistemas del motor están condiciones normales, entonces sucede lo siguiente:

Si el motor se apaga mediante el ahogador, debe de estar en posición de abierto, para pueda circular el combustible (diésel).

Bien, al girar la llave en el switch o dispositivo de encendido, inmediatamente sale energía eléctrica de la batería y acciona el bendix de la marcha, mediante los cables el rojo que es el de la carga positiva, pero también tiene un papel importante el cable negro que es el de tierra y que va conectado al chasis del tractor, bien entonces el bendix se acciona y se conecta al volante del motor mediante unas astrias e inicia la actividad del motor en este sentido se dice que la corriente ésta fluyendo hacia las partes donde se necesita, el tablero de instrumentos, las luces, y esta energía se ésta generando en el alternador o generador de ahí un cable se dirige al regulador el cual permite que cierta energía eléctrica se almacene en el acumulador, también inicia a fluir el aceite, el cigüeñal ésta girando hacia las manecillas del reloj, este hace que los pistones desarrollen los cuatro tiempos ya explicados y para esto es necesario también que el árbol de levas estén trabajando, para hacer subir y bajar la varillas, las cuales están en las bases o busos, subiendo y bajando y esto permite que estén trabajando los balancines, ya previamente calibrados y permiten que tanto las válvulas de admisión y de escape se abran y se cierren cuando les corresponda, por otra parte el agua que se encuentra en el radiador se ésta introduciendo al interior del motor y hace su recorrido con el objeto de estabilizar la temperatura, debido a la potencia que se aplica, la temperatura tiende a subir, y cuando se ubica en 80 °C, como es una temperatura que si sigue aumentando le puede afectar al motor, entonces en ese momento se abre el termostato, el cual permite que el agua que se encuentra al interior del motor circule libremente hacia el radiador, con la finalidad de que la temperatura baje a aproximadamente de 60 a 70°C e inmediatamente se cierra el termostato y se repite el ciclo, al mismo tiempo el combustible diésel, sale del depósito y mediante tubería y por la acción de la bomba de elevación, se mueve el diésel, pero previo a que llegue a la bomba de elevación pasa por dos filtros cuando menos, un como trampa de agua y el otro como trampa de impurezas, bien el combustible sale de la bomba de elevación y se dirige a la bomba de inyección mediante tubería de cobre, ahí se procesa de tal forma que también mediante tuberías expulsa el diésel hacia los inyectores, los cuales aplicaran cierta dosis de diésel en el tiempo de explosión.

Entonces podemos decir que el motor transforma la energía eléctrica en energía mecánica, bien también mencionaremos que el volante del motor ésta girando, y los proveedores de tractores agrícolas como ejemplo la marca de tractores agrícolas Kubota Uruapan (12 marzo 2021), consideran que el modelo M9540DTH-MEX genera una potencia neta al volante de 95 H.P. y en 70.8 en kW, quiere decir que hasta el volante del motor de diésel tiene hasta 95 H.P.

XI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante conocer el funcionamiento interno a cuatro tiempos del motor diésel agrícola y los sistemas que lo integran y su relación con el funcionamiento del tractor agrícola, de esta forma tenemos una idea más concreta de las partes que sufren desgaste debido al trabajo de las actividades agropecuarias y programar los servicios de mantenimiento que les debemos de proporcionar, en el caso del motor, pero también de todos los sistemas, sus partes y funcionamiento que hace que funcione el tractor agrícola.

Sin lugar a duda que los resultados obtenidos por (Stone & Gulvin, 1982), (Hunt, 1983), (García & García, 1982), (Soto, 2011), (SEP, 1982) y (Pérez, 2006), en relación al funcionamiento de un motor de combustión interna a cuatro tiempos y su relación con el funcionamiento del tractor agrícola son similares a los explicados en la investigación que se presenta, considerando la experiencia práctica de su servidor como mecánico de motores diésel de tractores agrícolas y la experiencia como profesor de la Asignatura de Maquinaria Agrícola en Facultad de Agrobiología "Pde. Juárez" dependiente de la UMSNH, desde 2005.

XII. CONCLUSIONES

- 1.- Si se utiliza tractor y equipo agrícola en las labores agropecuarias, las cosechas son de mayor calidad, son más rápidas, son menos costosas y son más fáciles de hacer.
- 2.- Seleccionar la maquinaria y equipo agrícola más eficiente, para lograr una efectividad en las labores agropecuarias
- 3.- Al conocer el funcionamiento del tractor agrícola, nos permite programar los servicios necesarios para que nos proporcione un mejor rendimiento.

- 4.- Si le proporcionamos los servicios necesarios a tractor, el cual incluye el motor de combustión a cuatro tiempos y a los implementos agrícolas, su vida útil en años u horas serán mayor.
- 5.- Comprender el funcionamiento general de la utilización del tractor agrícola para realizar ciertas reparaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Archie A. Stone & Harold E. Gulvin, 1982, Maquinaria Agrícola, Editorial C.E.C.S.A. Decima segunda impresión, México.
- [2]. Cuiris Pérez Heliodoro, 2006, Curso de Mecanización de la Producción Agropecuaria, Facultad de Agrobiología "Pdte. Juárez" UMSNH.
- [3]. Donell Hunt, 1983, Maquinaria Agrícola, Rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo, Editorial LIMUSA S.A., Primera edición, México.
- [4]. García Fernández José y García del Caz Rafael, 1983, Maquinas Agrícolas, Editorial Boixareu, 2º Edición.
- [5]. <https://www.metric-conversions.org/es/longitud/pies-a-metros.htm> (20/03/2021)
- [6]. Norton L. Roberto, 2012, Diseño de Maquinaria, quinta edición, editorial Mc Graw Hill.
- [7]. Rivas Valencia Roberto, 2019, Planeación Financiera Mecanizada en la Administración Agrícola, ponencia presentada en el Congreso Internacional de la Facultad de Contabilidad y Administración de la UMSNH.
- [8]. Rivas Valencia Roberto, 2011, Apuntes de Maquinaria Agrícola, autorizados por el Honorable Consejo Técnico de la Facultad de Agrobiología "Pdte. Juárez" de la UMSNH.
- [9]. Rivas Valencia Roberto, experiencia propia como mecánico de 1969 a 1975, taller mecánico diésel denominado Inyección Diésel, del Sr. Enrique García Molina y con el maestro mecánico Rubén Rodríguez Ponce, ubicado en Zacatecas número 87, Col. Ramón Farias de Uruapan, Michoacán.
- [10]. Robles, Sánchez Raúl., 1981, Producción de Granos y Forrajes, Segunda Edición, Editorial Limusa
- [11]. SEP, 2003, Motores Agrícolas, Editorial Trillas Octava Reimpresión.
- [12]. SEP, 2008, Elementos de Maquinaria Agrícola, Reimpresión 2008.
- [13]. Soto Molina Saúl, 2011, Introducción al Estudio de la Maquinaria Agrícola, Editorial Trillas, Reimpresión 2011.
- [14]. Tractores Ford 5600, 6600 y 7600, 1985
- [15]. Tractores Kubota, marzo de 2021, de Uruapan, Michoacán