

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA,
PARA MECANIZAR LOS PROCESOS DE
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Ph.D. Ing. Adilio Portella Valverde, MSc.



Dr. ADILIO PORTELLA VALVERDE

ENERGÍA

La Energía es la capacidad de un elemento, cuerpo o máquina para realizar un determinado trabajo, o sea: Energía equivale a Trabajo.

La Energía es la capacidad de producir cambios en su alrededor.

La Energía es un recurso natural a ser explotado y procesado, para su aprovechamiento por el hombre.

El aprovechamiento de la Energía, significa "Desarrollo", o sea a mayor consumo de Energía hay mayor Desarrollo o viceversa, a mayor Desarrollo hay mayor consumo de Energía.

Dr. Ing. Adilio Portella Valverde

TRABAJO

El trabajo es la fuerza aplicada a un determinado cuerpo, produciendo su movimiento.

$$W = F \cdot d \quad (\text{Kg.m.})$$

$$W = 9.8 F \cdot d \quad (\text{N.m}) \quad (\text{Joule})$$

Donde :

F es fuerza en kilogramos (kg) o Newton (N)
D es la distancia en metros (m)

Dr. Ing. Adilio Portella Valverde

MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente es el entorno que nos rodea y que condiciona la vida de las personas o la sociedad en su conjunto, o sea es el espacio en el que se desarrolla la vida y comprende el aire, el agua, el suelo, las plantas, todos los seres vivos y las relaciones entre ellos.

Dr. Ing. Adilio Portella Valverde

LA ENERGÍA MECÁNICA

- Es una forma de energía, expresada en el movimiento de un cuerpo.
- *La energía potencial, es la energía acumulada que poseen los cuerpos para producir movimiento y la energía cinética, es la energía que tienen los cuerpos debido a su movimiento.*

Dr. Ing. Adilio Portella Valverde

LA ENERGÍA MECÁNICA

- La energía mecánica se obtiene en los motores en forma de movimiento giratorio, principalmente en los motores de combustión interna (motores diesel) y en menor medida en los motores eléctricos, motores hidráulicos, motores eólicos.

Dr. Ing. Adilio Portella Valverde



PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

LA ENERGÍA

La energía es la capacidad de un elemento, cuerpo o maquina, para realizar un determinado trabajo.

En los motores de combustión interna, la energía esta contenida en forma química en los combustibles, tales como: la gasolina, el petróleo diesel, el GLP, el GNV, el etanol y el biodiesel.

EL TRABAJO

El trabajo es la fuerza aplicada a un determinado cuerpo, produciendo su movimiento.

En los motores de combustión interna, el trabajo está dado por la presión de los gases calientes producto de la combustión del combustible, al expandirse desplazan violentamente al pistón, ubicado dentro del cilindro del motor, produciendo su movimiento rectilíneo (carrera de trabajo del pistón).

$$W = F \cdot d \quad (\text{Kg. m.})$$

$$W = 9.8 F \cdot d \quad (\text{N. m.})$$

EL MOTOR DIESEL CONSTITUCION

El motor diesel de 4 tiempos utilizado en todos los vehículos de transporte, maquinaria pesada, tractores agrícolas, etc. esta constituido por las siguientes partes principales:

CILINDROS

Son tubos vacíos, en donde los pistones realizan su movimiento alternativo y en donde se desarrolla la combustión del combustible y todo el ciclo de trabajo del motor.

LOS PISTONES

Son las partes que mediante movimientos alternativos dentro de los cilindros realizan 4 procesos del ciclo de trabajo del motor, en trabajo conjunto con las válvulas.

LAS BIELAS

Unidas por el extremo a lo pistones y por el otro a los codos del eje cigüeñal. Son mecanismos especiales que transforman el movimiento alternativo (rectilíneo) de los pistones en movimiento giratorio del eje cigüeñal.

EL EJE CIGÜEÑAL

Es un eje giratorio especial provisto de codos, que recibe la fuerza mecánica proveniente de los pistones en forma de movimiento giratorio.

LOS ENGRANAJES DE DISTRIBUCION

Ubicados en el extremo delantero del eje cigüeñal, son mecanismos que se encargan de transmitir la fuerza mecánica proveniente del eje cigüeñal, poniendo en funcionamiento al eje de levas y otros componentes del motor como: la bomba de inyección, la bomba de agua, el ventilador, etc.

EL EJE DE LEVAS

Es un eje especial, provisto de abultamientos (levas), ubicado generalmente a un lado y arriba del eje cigüeñal. Es la parte encargada de poner en movimiento las varillas de empuje.

LAS VARILLAS DE EMPUJE

Son los que accionados por el eje de levas a través de los voladores, ponen en movimiento a los balancines.

LOS BALANCINES

Ubicados en un eje y en la culata del motor. Son los encargados de poner en funcionamiento a las válvulas de acuerdo al ciclo de trabajo y en orden de encendido del motor.

LAS VÁLVULAS

Ubicados en la culata de motor. Son las partes que abren y cierran los orificios de entrada de aire a los cilindros y los orificios de salida de los gases quemados; por lo que existe una válvula de admisión y otra de escape en cada cilindro del motor. (En algunos motores de alta potencia existen 2 válvulas de admisión y 2 válvulas de escape).

LA CULATA DE MOTOR

Es la parte que cierra el extremo superior de los cilindros y va unida firmemente al bloque del motor.

LA TAPA DE LA CULATA

Es la parte que cubre al eje de balancines y a las válvulas.

EL BLOQUE O MOMOBLOCK

Es el armazón del motor, en el cual van ubicados sus demás componentes.

EL CARTER

Viene a ser la tapa inferior del motor, sirviendo como depósito del aceite de lubricación.

EL SISTEMA DE AIRE

Alimenta con aire a los cilindros del motor.

EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

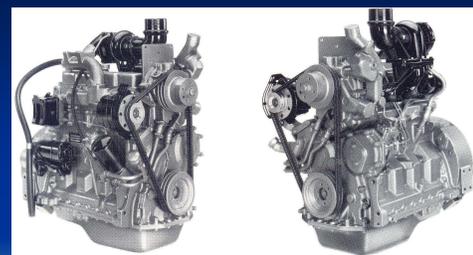
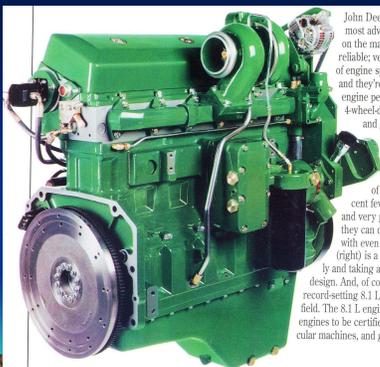
Alimenta con petróleo diesel a los cilindros del motor.

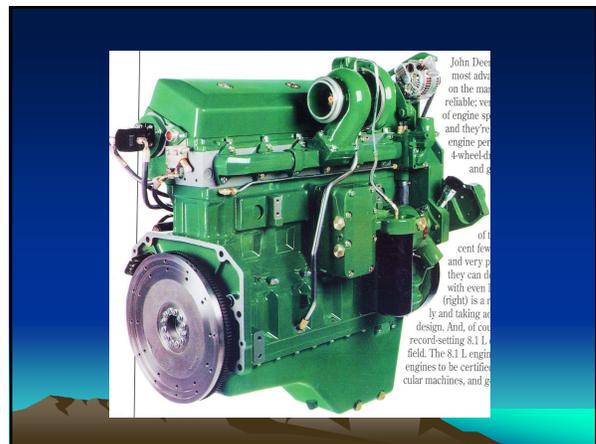
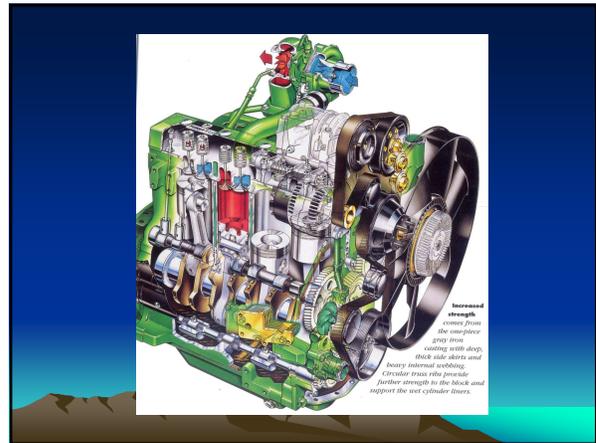
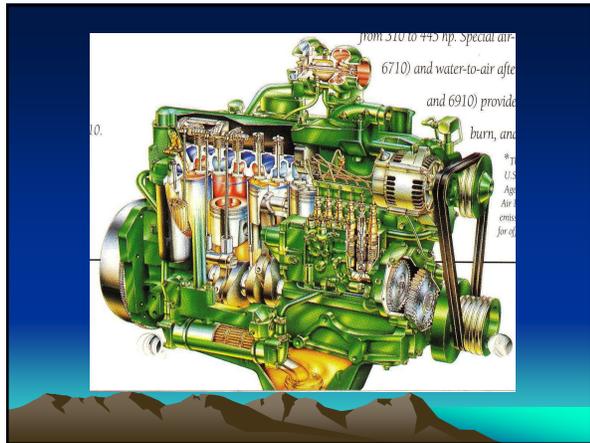
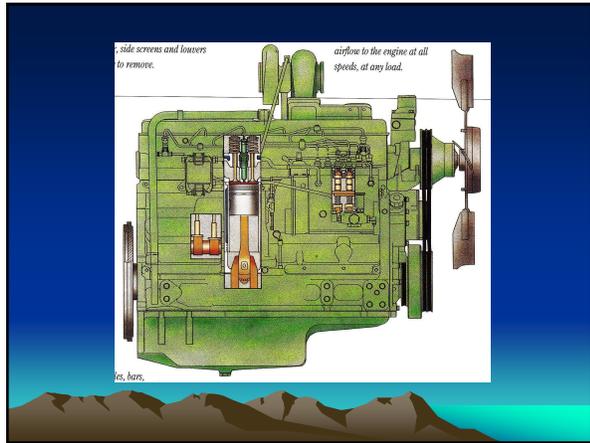
EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

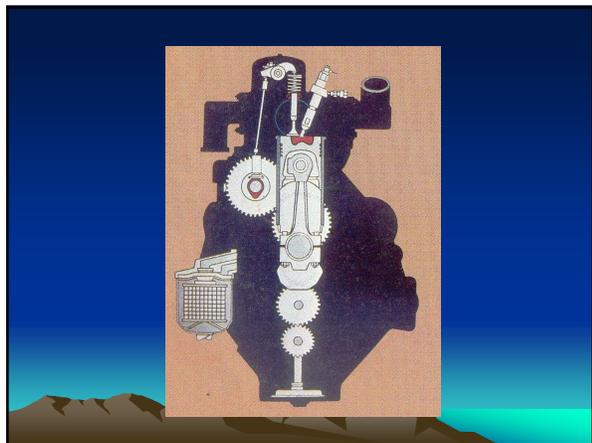
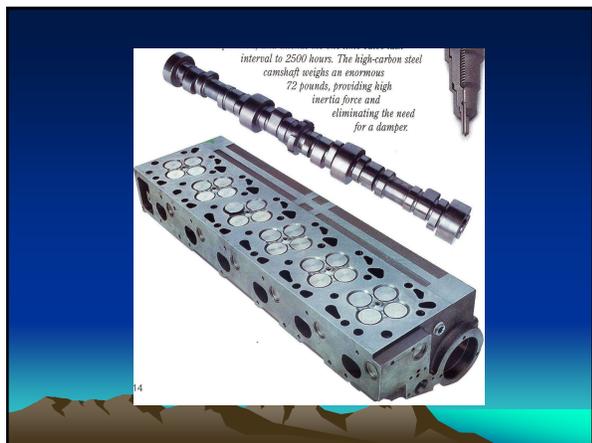
Sirve para mantener una temperatura óptima del funcionamiento del motor.

EL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Sirve para lubricar las partes internas del motor.







EL CICLO DE TRABAJO DEL MOTOR DIESEL DE CUATRO TIEMPOS

1er TIEMPO PROCESO DE ADMISION

Esto sucede cuando el pistón dentro de un cilindro realiza un movimiento de arriba hacia abajo, produciéndose un vacío en el cilindro. Durante este proceso la válvula de escape permanece cerrada y la válvula de admisión abierta, permitiendo la entrada de gran cantidad de aire dentro del cilindro proveniente de la atmósfera.

2do TIEMPO: PROCESO DE COMPRESIÓN

Es cuando el pistón, se desplaza de abajo hacia arriba; durante este proceso las válvulas de admisión y de escape permanecen cerradas, quedando atrapado el aire dentro el cilindro. A medida que el pistón se acerca al PMS, el aire es comprimido calentándose y llegando al final de este proceso a una temperatura de 500 a 600°, lo suficiente para que la mezcla de combustible y aire se auto inflame. Casi al final del proceso de compresión y por intermedio del inyector, se inyecta una pequeña cantidad de combustible dentro del cilindro donde se mezcla con el aire caliente.

3er. TIEMPO: PROCESO DE COMBUSTION

La combustión es un proceso de oxidación de las moléculas conformadas por carbonos e hidrógenos, en el cual se obtiene desprendimiento de calor (energía térmica), pero produciendo a la vez vapor de agua, Dióxido de Carbono y Óxidos de nitrógeno y azufre, los cuales contaminan el aire.

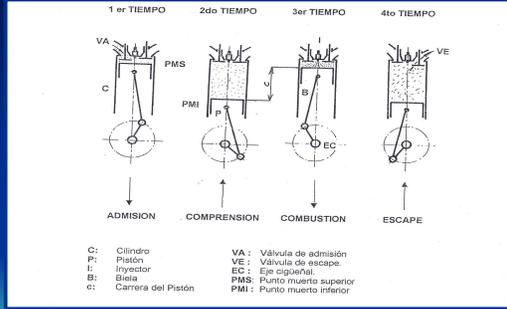
Este proceso se inicia cuando la mezcla del combustible con el aire caliente se autoinflama, desplazando violentamente y con gran fuerza al pistón de arriba hacia abajo, realizándose de esta manera la transformación de la energía química del combustible en trabajo mecánico del pistón. Durante este proceso las válvulas de admisión y de escape permanecen cerradas y la temperatura de los gases es de hasta 1900 a 2100°C al inicio del proceso.

4to. TIEMPO: PROCESO DE ESCAPE

Es cuando el pistón se desplaza por segunda vez de abajo hacia arriba, expulsando los gases quemados a través de la válvula de escape que se ha abierto. La válvula de admisión permanece cerrada.



CICLO DE TRABAJO DEL MOTOR DIESEL DE 4 TIEMPOS



C: Cilindro
 P: Pistón
 I: Inyector
 B: Biela
 c: Carrera del Pistón
 VA: Válvula de admisión
 VE: Válvula de escape
 EC: Eje cigüeñal
 PMS: Punto muerto superior
 PMI: Punto muerto inferior



CARACTERISTICAS TECNICAS

DIAMETRO DEL CILINDRO
Es la distancia entre los puntos más alejados entre sí, de la circunferencia del cilindro motor.
 d (cm)

CARRERA DE PISTÓN
Es la distancia recorrida por el pistón del motor, desde el PMI al PMS
 c (cm)

VOLUMEN DE EXPULSIÓN
Es el volumen del cilindro, entre el punto muerto inferior (PMI) y el punto muerto superior (PMS).

$$V_e = \pi \times r^2 \times c \text{ (cm}^3\text{)}$$

r - radio del cilindro



CILINDRADA DEL MOTOR
Es el volumen de expulsión multiplicado por la cantidad de cilindros del motor.

$$\text{Cilindrada} = V_e \times N \text{ (cm}^3\text{)}$$

N - cantidad de cilindros

INDICE DE COMPRESION
Es la relación entre el volumen total del cilindro ($V_e + V_{cc}$) y el volumen de la cámara de combustión.

$$I = \frac{V_e + V_{cc}}{V_{cc}}$$

V_{cc} = Volumen de la cámara de combustión.



ORDEN DE ENCENDIDO
Es el orden en que suceden los procesos de combustión, en los cilindros del motor.

Ejms: 1-3-4-2 1-4-2-3 1-3-2-4

POTENCIA DEL MOTOR
Es el trabajo realizado por los pistones del motor en la unidad de tiempo.

$$P_m = M_t \cdot \frac{2\pi n}{60} \text{ (KW)}$$

$$P_m = M_t \cdot \Omega = M_t \cdot 2\pi n \text{ (N.m/min)}$$

M_t = Momento de Torsión (torque) (N.m)
 Ω = Velocidad angular
 N = Velocidad del eje cigüeñal (RPM)



EL CABALLO DE FUERZA
Es la potencia desarrollada por un animal (caballo , buey) de 680 Kg. De peso, al arrastrar una carga equivalente al 10 % de su peso (68 Kg.) a una velocidad de 1.1 m/s.

1 HP = 68 X 1.1 = 74.8 Kg.m /s
 1 HP = 74.8 X 9.81 = 734 N.m /s
 1 HP = 0.734 KW

CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE
Es la cantidad de combustible en granos consumidos por el motor en una hora de funcionamiento por cada KW de potencia desarrollada.

$$C_o = \frac{P_m}{p} \times 1000 \text{ (g/ Kw.h)}$$

C_h = Consumo horario combustible (L/h)
 P_m = Potencia del motor (KW)
 p = Peso específico del combustible (Kg/L)

VELOCIDAD NOMINAL
Es la velocidad del eje cigüeñal (RPM), en la que el motor alcanza su máxima potencia

$N_m = 2000 - 2200 \text{ RPM}$





FUNCIONES

- El sistema del aire de los motores diesel de cuatro tiempos tiene la siguiente funciones:
 1. Abastecer a los cilindros del motor, del aire necesario para la combustión del combustible.
 2. Puricar ese aire proveniente de la atmósfera, de todas las impurezas que pueda contener (principalmente del polvo).

Dr. Ing. Adilio Portella Vaquerde



FUNCIONES

- El sistema del combustible, es un conjunto de elementos y mecanismos que tienen las siguientes funciones:
 1. Abastecer al motor del combustible necesario para un día completo de trabajo.
 2. Purificar el combustible de todas las impurezas (**suciedad**) que pueda contener.
 3. Inyectar pequeñas cantidades de combustible en forma pulverizada a los cilindros del motor, de acuerdo al ciclo de trabajo y al orden de encendido.

Dr. Ing. Adilio Portella Vaquerde



FUNCIONES

- El sistema de lubricación en todos los motores de combustión interna tiene las siguientes funciones:
 1. Disminuir la fricción y el desgaste de las partes en movimiento del motor.
 2. Contribuir a la refrigeración del motor.
 3. Hacer herméticas las cámaras de los cilindros, contribuyendo a obtener una buena compresión.
 4. Limpiar todas las partes internas del motor, arrastrando toda la suciedad al carter.

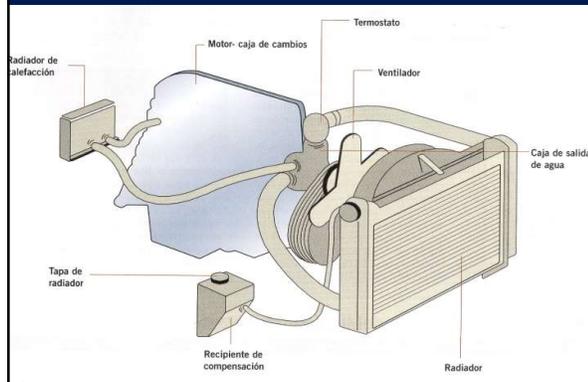
Dr. Ing. Adilio Portella Valverde

FUNCIONES

5. Contrarrestar la corrosión y las acciones de los ácidos que son sumamente perjudiciales para el motor.
6. Amortiguar el golpeteo del motor, suavizando su funcionamiento.

Dr. Ing. Adilio Portella Valverde

Sistema de Refrigeración



FUNCIONES

- El sistema de Refrigeración en todos los motores de combustión interna tiene las siguientes funciones:
 1. Absorber alrededor del **35%** del calor producido por el calor producido por la combustión del combustible, evitando de esta manera que el motor se recaliente, ya que una temperatura alta primero quemaría el aceite lubricante y luego fundiría el motor.

Dr. Ing. Adilio Portella Valverde

FUNCIONES

2. Evitar una baja temperatura de funcionamiento del motor, el cual también es perjudicial para el motor al impedir que el aceite lubrique bien, dando el motor su máximo rendimiento con mínimo consumo de combustible. La temperatura óptima de funcionamiento del motor es de **85 °C**.

Dr. Ing. Adilio Portella Valverde

APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA EN MOTORES DIESEL

Los Motores Diesel, son máquinas que transforman la energía química contenida en los combustibles: petróleo diesel y el biodiesel, en energía mecánica convertida en movimiento giratorio, el cual es transportado por mecanismos de transmisión de energía a los diferentes puntos de aplicación, como por ejemplo: las ruedas motrices de los tractores agrícolas y vehículos de transporte, generadores de energía eléctrica, bombas hidráulicas de la maquinaria pesada, bombas de agua, líneas de producción en la industria, etc.

La utilización práctica de los motores diesel, necesarios para el desarrollo económico del mundo, se da principalmente en los siguientes sectores de la economía:

EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.-

En los vehículos de transporte como : motocicletas, automóviles particulares y de servicio público, camionetas, combis, microbuses, autobuses, trenes, barcos, aviones, etc.

EL TRANSPORTE DE CARGA.-

En vehículos de carga como: camionetas, volquetes, camiones, cisternas, trenes de carga, barcos de carga, etc., etc.

CONSTRUCCION CIVIL.-

En la maquinaria pesada, tales como: cargadores frontales, gruas, retroexcavadoras, subsoladores, palas mecánicas, compresoras, mezcladoras, rodillos compactadores, taladros, etc., etc.

LA MINERIA.-

Para la explotación de pequeños y grandes yacimientos mineros, mediante la maquinaria pesada tales como: cargadores frontales, perforadores, volquetes, palas mecánicas, excavadoras, etc., etc.

LA EXPLOTACION FORESTAL

Para la propulsión y funcionamiento de tractores forestales con sus respectivos implementos especiales, para el funcionamiento de motosierras, etc., etc.

APLICACIÓN MILITAR

Para la propulsión de vehículos militares, para la propulsión y funcionamiento de carros de combate, tanquetas, tanques, lanzamisiles, aviones y barcos de guerra, etc.

LA INDUSTRIA.-

Motores de combustión interna estacionarios, para el funcionamiento de diferentes Líneas Tecnológicas de Producción; en la industria metal-mecánica en la industria alimentaria, en la pesquería, en la industria maderera, en la industria química, etc., etc.

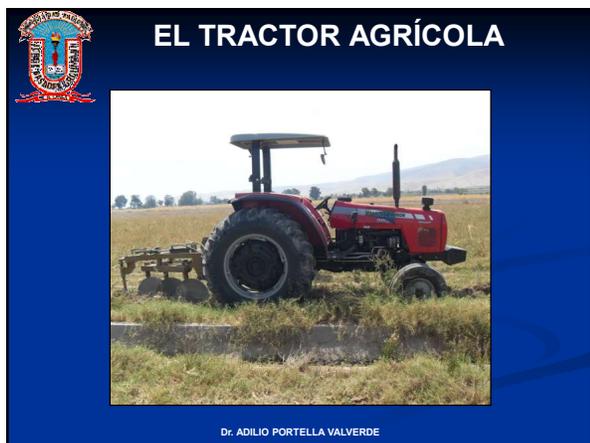
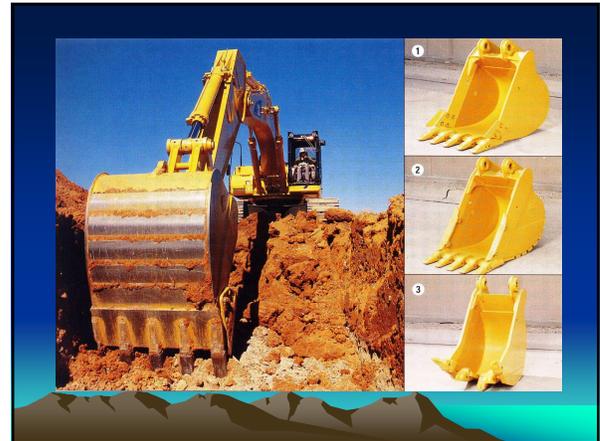
GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA.-

Mediante centrales o plantas termoeléctricas para el alumbrado de grandes ciudades y pequeños pueblos; para el funcionamiento de los diferentes artefactos eléctricos del hogar; para el alumbrado interno de las casas particulares, hospitales, centros comerciales, centros educativos, centros de recreación, etc.; para el funcionamiento de cientos de miles de computadoras, para el funcionamiento de las líneas tecnológicas de producción de las diferentes rama de la industria etc., etc., etc.

LA AGRICULTURA.-

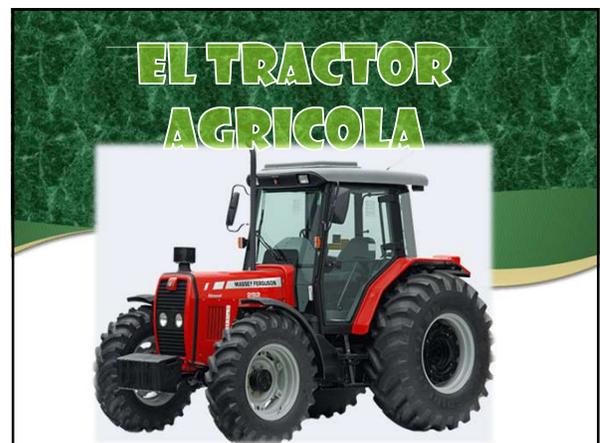
Para la propulsión y funcionamiento de tractores agrícolas con sus respectivos implementos y maquinas agrícolas; en maquinas autopropulsadas de alto rendimiento como por ejemplo los cosechadores de cereales; en el transporte rural, en plantas para operaciones post cosecha; en establos y granjas de animales, etc., etc.

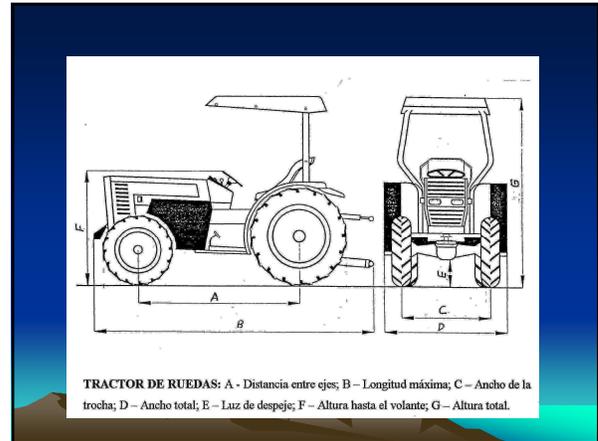
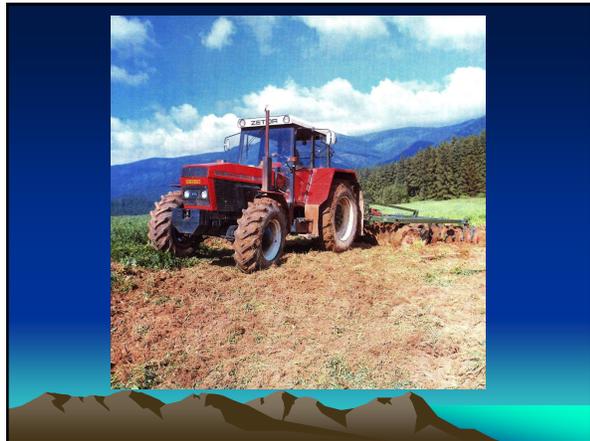




EL TRACTOR AGRÍCOLA

Dr. ADILIO PORTELLA VALVERDE





EL TRACTOR AGRICOLA

El tractor agrícola es una máquina de trabajo autopropulsada, que sirve como fuente móvil de energía, para la tracción y funcionamiento de los diferentes implementos y máquinas agrícolas acopladas a él.

APLICACIONES.-

El tractor agrícola, en conjunto con los implementos y máquinas agrícolas acopladas a él, forman equipos que se utilizan para realizar los diferentes labores en todos los procesos de la producción agrícola, en la construcción de caminos, en trabajos de movimiento de tierra, en la explotación forestal, en el transporte rural, etc.

EL TRACTOR AGRICOLA TIENE LAS SIGUIENTES APLICACIONES EN LA AGRICULTURA:

- Tirar implementos agrícolas acoplados a él, utilizando su fuerza de tracción, Ejm. El arado de discos, las diferentes rastras, el subsolador, la cuchilla niveladora (ramfla), la surcadora, la cultivadora, la aporadora, los rodillos compactadores, etc.
- Empujar implementos agrícolas acoplados a él, Ejm. La pala mecánica, los cultivadores, etc.
- Tirar y poner en funcionamiento máquinas agrícolas móviles, acopladas a él, utilizando su eje de toma de fuerza. Ejm. las sembradoras, las fumigadoras, los rastrillos henificadores, las empacadoras, las cosechadoras de cereales, las cosechadoras de forrajes, el arado rotativo, la cosechadora de tubérculos (papas), etc.



EL TRACTOR AGRICOLA TIENE LAS SIGUIENTES APLICACIONES EN LA AGRICULTURA:

- Transmitir su energía mecánica a máquinas estacionarias, utilizando su eje de toma de fuerza y mecanismo de poleas y engranes. Ejm. la desgranadora de maíz, los molinos, los limpiadores, las trituradoras, las picadoras de forraje, las trilladoras, la bomba de agua, la molienda, etc.
- Operar implementos y máquinas acopladas a él, utilizando su sistema hidráulico. Ejm. el cargador frontal, la plataforma de carga, etc.
- Proveer energía mecánica a medios de transporte rápido como las fajas transportadoras, los transportadores neumáticos, etc.
- En el transporte rural, tanto de carga como de personas, arrastrando el coloso.
- Producir energía eléctrica mediante un generador utilizando su eje de toma de fuerza y mecanismo de poleas y engranes.

DESCRIPCION

El tractor agrícola está constituido por las siguientes partes:

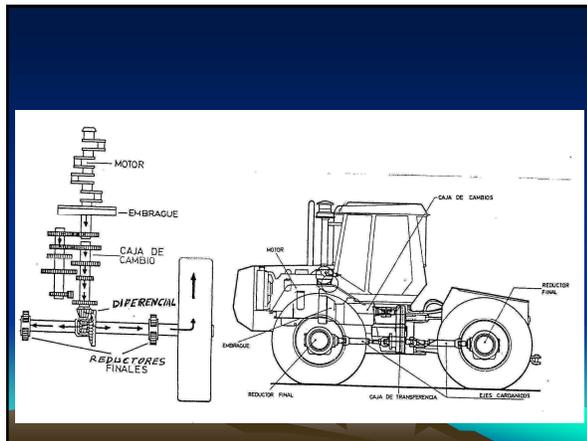
1. EL MOTOR DIESEL.-

Que es la parte principal del tractor, encargada de transformar la energía química del combustible en energía mecánica, en forma de movimiento giratorio.

2. EL SISTEMA DE TRASMISION.-

Constituido por un conjunto de mecanismos encargados de transmitir la energía mecánica obtenida en el motor, hasta las ruedas motrices del tractor, poniéndolo en movimiento. Está conformado por los siguientes componentes:





a) El Embrague.-

Constituido por el volante del motor (superficie propulsora), el disco del embrague (superficie propulsada), el plato opresor y el mecanismo de mando. Es la parte que sirve para acoplar o desacoplar el motor del resto del sistema de transmisión, al realizar el cambio de velocidades de marcha y al frenar el tractor.

b) La Caja deCambios.-

Conjunto de ejes giratorios, engranajes y cojinetes de rodamiento, ubicados dentro de una caja, bañados en aceite de transmisión y que sirve para:

- Cambiar las velocidades de marcha del tractor.
- Cambiar la fuerza de tracción del tractor.
- Cambiar el sentido de marcha del tractor (retroceso).
- Desconectar la transmisión del movimiento giratorio proveniente del motor, en paradas largas del tractor.

c) El Eje de Transmision Principal.-

Llamado también con el nombre de eje cardán, provisto de juntas universales (crucetas), transmite la fuerza mecánica desde la caja de cambio de velocidades hasta el conjunto diferencial.

d) El conjunto Diferencial.-

Constituido por el piñón de ataque, la corona, los engranajes satélites, los engranajes planetarios y los palieres, que en conjunto sirven para:

- Transmitir la fuerza mecánica desde el eje cardán hasta los reductores finales.
- Cambiar la dirección del movimiento giratorio en 90°.
- Disminuir la velocidad del movimiento giratorio, aumentando la fuerza de torsión, aumentando la fuerza de tracción del tractor.
- Asegurar que las dos ruedas motrices del tractor giren a distintas velocidades, posibilitando cambiar la dirección de marcha del tractor.

e) Los reductores Finales.-

Constituidos por un par de dos ruedas dentadas, pequeñas y grandes, ubicados a ambos lados del diferencial o constituidos por engranajes especiales (epicicloidal). Sirven para reducir considerablemente la velocidad del movimiento giratorio aumentando su fuerza de torsión y de esta manera aumentando la fuerza de tracción del tractor.

f) Los Semiejes Finales.-

Constituidos por dos ejes de transmisión, ubicados a continuación de los reductores finales. Son los que finalmente transmiten la fuerza mecánica a las ruedas motrices del tractor poniéndolos en movimiento.

3. EL TREN DE RODAJE

Constituido por las ruedas del tractor o el mecanismo de orugas. Es la parte que sirve para sostener los demás componentes del tractor y para ponerlo en movimiento.

4. LOS FRENOS

Son mecanismos especiales constituidos generalmente por tambores giratorios y las zapatas o por discos de freno. Son las partes que sirven para:

- Disminuir la velocidad de marcha del tractor.
- Parar (frenar) la marcha del tractor.
- Realizar virajes cortos.

5. EL SISTEMA DE DIRECCION

Ya sea mecánico o hidráulico, sirve para variar la dirección de marcha del tractor. La dirección hidráulica está constituida por el depósito de hidrolina, la bomba, el filtro, el cilindro hidráulico de doble acción y las tuberías. La dirección mecánica es un conjunto de elementos y mecanismos mecánicos que se inicia con el timón (volante).

6. EL SISTEMA ELECTRICO.-

Constituido por un conjunto de aparatos e instrumentos unidos entre sí por conductores (cables eléctricos). Se utiliza para:

- El arranque del motor del tractor.
- El alumbrado del tractor.
- La señalización acústica y luminosa.
- Poner en funcionamiento los instrumentos de medición en el tablero de control.

7. MECANISMOS DE TRASMISIÓN DE ENERGÍA.-

Mediante los cuales se realizan las diferentes aplicaciones del tractor:

a) El enganche de 3 puntos.-

Ubicado en la parte posterior del tractor, sirve para acoplar al tractor, los diferentes implementos y máquinas agrícolas del tipo suspendido.

b) La barra de Tiro.-

Ubicado en parte posterior-inferior del tractor, sirve también para acoplar al tractor, los diferentes implementos y máquinas agrícolas del tipo remolcado

c) El sistema hidraulico.-

Que mediante la fuerza hidráulica del aceite impulsado por una bomba, sirve para operar (bajar, subir), los diferentes implementos y máquinas agrícolas acopladas a él y regular la profundidad y altura de trabajo de los mismos. Asimismo sirve para proveer con aceite hidráulico a presión, a cilindros hidráulicos remotos de máquinas o accesorios acoplados al tractor.

d) El eje de toma de fuerza.-

Que sirve para transmitir la fuerza mecánica proveniente del motor a las máquinas agrícolas, acopladas a él, mediante un eje cardán, poniendo en funcionamiento sus diferentes mecanismos de trabajo.

