



3. MODELO EMPRESARIAL ANALIZADO

En este punto del proyecto se detallará la información relativa a la empresa y su actividad. Concretamente se realiza una definición del tipo de empresa, la distribución física de sus instalaciones y la actividad comercial en la que opera actualmente. A continuación se definirá la maquinaria autopropulsada que la empresa posee en sus instalaciones, detallando las características de la misma. Se concluye el apartado con una descripción detallada del conjunto de elementos que componen un motor diesel genérico especificando la denominación de los mismos, sus funciones, los materiales de construcción y las características que se deben conocer para elaborar convenientemente el proyecto.

3.1. Tipo y Actividad de la Organización

La Organización analizada, que denominaremos **TRANSMAR, S.L. Transportes Marítimos Sociedad Limitada**, es una terminal de contenedores ubicada en un puerto marítimo de comunicaciones perteneciente a un grupo empresarial dedicado al transporte de mercancías a nivel mundial. La distribución física de la terminal de contenedores se aprecia en la figura adjunta (ver imagen 3.1), los elementos más importantes de la misma aparecen indicados:

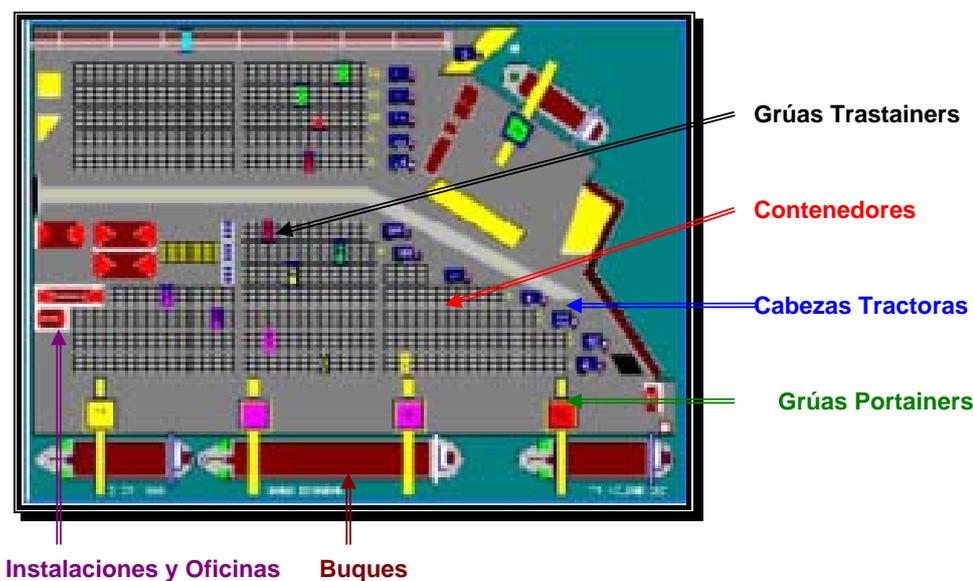


Imagen 3.1. Representación de la Terminal de Contenedores



Estratégicamente y como punto logístico importante TRANSMAR opera con buques que recepciona en sus muelles, descargando o redistribuyendo los contenedores transportados para proporcionar el servicio de la manera más eficiente posible, tanto internamente en la Organización, como externamente para con el cliente servido.

TRANSMAR, S.L. opera de la siguiente forma:

Recepción y Descarga del Buque. Las grúas Portainers instaladas a pie de mar se encargan de descargar los contenedores correspondientes que llegan como parte de la carga de los buques amarrados en el muelle (ver imagen 3.2).



Imagen 3.2. Grúa Portainer de MAERSK SEALAND.

Transporte a zona de Almacenamiento. Las citadas grúas depositan directamente el contenedor sobre cabezas tractoras que realizan su transporte hasta la zona de almacenamiento.



Imagen 3.3 Portainer depositando un contenedor en una cabeza tractora.

Descarga/Carga del Contenedor. La organización dispone de grúas trastainers para la descarga y carga de las cabezas tractoras estacionadas en la zona de almacenamiento. En la figura siguiente se observa una grúa trastainer desplazando un contenedor (ver imagen 3.4).



Imagen 3.4. Grúa Trastainer desplazando un contenedor.



3.2. Maquinaria Autopropulsada objeto de estudio

Nuestro proyecto se centra en el de criticidad y mejora de la fiabilidad operacional de los motores diesel del parque de grúas trastainers, empleadas para organizar la carga. En la figura siguiente se muestra una vista de alzado de una grúa trastainer (ver imagen 3.5).

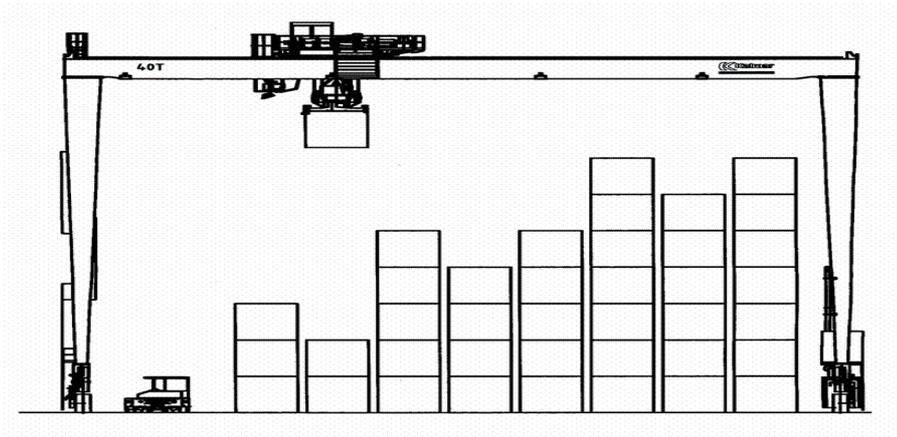


Imagen 3.5. Vistas de Alzado de una grúa Trastainer

Las características usuales de los trastainers se resumen en el cuadro siguiente (ver tabla 3.1):

Característica	Valor Aproximado
Número de Ruedas (de goma)	8
Masa	130 Tm
Distancia útil entre patas	2123 m
Distancia bajo <i>spreader</i>	18 m
Recorrido del Carro	18,5 m
Carga Nominal	40 Tm
Velocidad de Elevación	30/61 m/min
Velocidad del Carro	70 m/min
Velocidad del Pórtico	135 m/min

Tabla 3.1. Características de las grúas trastainers.



Los *trastainers* son grúas sobre llantas impulsadas por un sistema diesel-eléctrico. Poseen un *Spreader* (dispositivo de captura de contenedores) capaz de manipular contenedores ISO de 20ft y 40ft. Presenta una capacidad de apilamiento de contenedores en patio de aproximadamente 6 metros de ancho por 4 metros de alto más un espaciado para dotar de seguridad a las operaciones.

El marco estructural es un ensamblado de secciones soldadas, las cuales son unidas unas a otras por pernos. El sistema de control de motores gobierna y modula los movimientos de Pórtico (*Gantry*), Elevación de contenedor (*Hoist*) y movimiento de contenedores (*Trolley*). Las velocidades son reducidas en las posiciones finales por un sistema de desaceleración inteligente (*smart slowdown*).

Sistema HOIST. Sistema impulsado por un motor eléctrico de corriente alterna localizado en el *trolley*, posee un sistema eléctrico anti-balanceo (*anti-sway*), que asiste la manipulación del contenedor. El sistema de *skewing* hace posible mover el *spreader* en el plano vertical usando el movimiento de dos puntos fijos en el cable de *hoist*.

Sistema GANTRY. El sistema de desplazamiento de la grúa esta equipado con dos motores de corriente alterna, localizados diagonalmente. La velocidad es proporcionalmente manipulada a través de un controlador de velocidad localizado en el cuarto eléctrico. Produce una velocidad en movimiento longitudinal 65 m/min; velocidad normal (transversal) 130 m/min; y de carrusel de 25 m/min.

Sistema TROLLEY. El desplazamiento horizontal de los contenedores en elevación se logra gracias al sistema *trolley* que esta equipado con un motor de corriente alterna. La velocidad es manipulada a través de un controlador de velocidad localizado en el cuarto eléctrico. La velocidad aproximada es de 70m/min.

3.3. Reseña sobre el Motor Diesel

Los equipos que se analizan en el proyecto son motores diesel, en este apartado realizamos una descripción de los distintos elementos que lo componen con el fin de conocer qué partes constituyen la maquinaria.



Los elementos fijos de estos equipos son:

1. Bloque motor: Es el elemento que constituye el soporte estructural de todo el motor. Es el elemento más voluminoso y pesado del motor en el cual van alojados o acoplados el resto de la gran parte de elementos que lo componen.

Está formado por una serie de orificios denominados cilindros en los cuales se alojaran los pistones. Dependiendo de la forma, disposición y características del bloque se puede disponer de motores con cilindros en *Línea*, *Horizontales opuestos* y en *"V"*.

La disposición en línea es la más clásica y común para la mayoría de los motores actuales. Estos motores no son excesivamente voluminosos debido a que su potencia es media-baja, el problema se plantea cuando tratamos con motores de elevadas cilindradas y un número elevado de cilindros. En estos casos se nos plantean varios problemas, básicamente constructivos; el primero es que si tratamos de construir un motor con un número de cilindros superior a 4 ó 5, el bloque motor adquiere unas dimensiones exageradamente grandes.

El segundo problema radica en la construcción de un cigüeñal excesivamente largo lo cual nos produce una disminución en la resistencia del material y el consecuente aumento de las probabilidades de rotura o deformación del mismo. Un cigüeñal tan grande en movimiento almacena una energía cinética excesiva que podría repercutir en el resto de elementos del motor.

Para evitar este tipo de inconvenientes se disponen los motores en *"V"*. Como su propio nombre indica la disposición de los cilindros se realiza en dos mitades dispuestas en uve repartiendo de esta manera los cilindros y el resto de los elementos del motor consiguiendo una optimización de las dimensiones del mismo.

Otro tipo de motores según la disposición de los cilindros son los motores horizontales-opuestos; este tipo de motores es el menos utilizado pero se caracteriza por tener una disposición de los cilindros igual a la de los motores en *"V"* pero con un desfase de 180° .

El bloque motor debido a los cilindros y una serie de cavidades internas, se encuentra prácticamente hueco. Por tales cavidades circula el agua del circuito de



refrigeración. También posee otra serie de orificios roscados los cuales sirven para la fijación del resto de elementos que van acoplados al bloque; y no debemos olvidar que en el interior del bloque se encuentra un circuito de engrase que comunica con todas las zonas donde apoyan elementos móviles para su perfecta lubricación.

El material empleado para la construcción del bloque es la fundición gris aleada con metales como el níquel y cromo. Este material le proporciona al bloque una elevada resistencia al calor y al desgaste así como unas buenas propiedades de conductividad térmica.

Dependiendo del tipo de refrigeración utilizada en el motor, podremos clasificar los bloques en; *Bloques refrigerados por agua* y *Bloques refrigerados por aire*.

Bloques refrigerados por aire: Este tipo de bloques es el menos utilizado debido a su baja eficacia a la hora de refrigerar. Aunque posee la gran ventaja de ser muy económico.

Este tipo de bloques está constituido por una serie de láminas o nervios practicados en la parte exterior del bloque los cuales poseen una gran superficie de contacto con el aire del exterior.

Sus aplicaciones se reducen casi en su totalidad a motores de dos tiempos.

Bloques refrigerados por agua. A diferencia de los anteriores en este tipo de bloques; el calor generado en la combustión y debido al rozamiento de los distintos elementos; es evacuado por una corriente de agua que circula por el interior del bloque la cual va conectada al circuito de refrigeración. Este sistema es el más utilizado debido a su excelente eficacia. Los motores que tratamos son de este tipo.

En ocasiones los cilindros donde van alojados los pistones no se practican directamente sobre el mismo bloque sino que se emplean *forros* o *camisas* las cuales van insertadas en el propio bloque.



Este sistema plantea la enorme ventaja de que en el caso de existir un excesivo desgaste en las paredes del cilindro, la reparación es menos costosa, ya que tendremos que cambiar solamente la camisa y sustituirla por otra nueva. En el caso de ser un bloque sin *camisas*, el único modo de solventar el problema es rectificando los cilindros y por consiguiente variando las cotas esenciales de los mismos.

Dentro de la utilización de camisas podremos distinguir dos tipos:

Camisas secas: Este tipo de camisas se montan a presión en el interior del cilindro mecanizado en el bloque. Se encuentran en perfecto contacto con la pared del bloque, para que el calor interno pueda transmitirse al circuito de refrigeración.

Camisas húmedas: El bloque en este caso es totalmente hueco y es la camisa postiza la que forma y cierra la cámara de agua del circuito de refrigeración, el cual queda en contacto directo con la camisa

2. Culata: Es la pieza que sirve, entre otras cosas, de cierre a los cilindros por su parte superior. En ella van alojadas, en la mayoría de los casos, las válvulas de admisión y escape. También conforma la cámara de combustión en aquellos motores en los que no posean pistones con cámara incorporada. Sirve como soporte y alojamiento, para los distintos elementos de encendido o inyección según el tipo de motor que se trate.

En motores con árbol de levas en cabeza es decir, con dicho árbol situado en la parte superior de la culata, la culata dispone de una serie de apoyos para albergar al mismo.

En caso de que el motor tenga árbol de levas lateral o en bloque, en la culata se albergará el eje de balancines.

Al igual que el bloque la culata posee una serie de orificios por los cuales circula el agua del circuito de refrigeración y que están comunicados a su vez con los orificios del bloque.

Debido a las condiciones de trabajo que soportan, tienen que ser resistentes a las altas temperaturas y ser buenas conductoras del calor. Para ello se fabrican de



aleación ligera; aunque antiguamente se fabricaban del mismo material que el bloque para evitar dificultades en la sujeción debido al coeficiente de dilatación de los materiales.

En culatas con cámara de combustión, éstas pueden ser de diferentes formas según la disposición y forma de los distintos elementos; eligiendo la forma que mejor se adapte al tipo de motor. Así pues podremos diferenciar los siguientes tipos:

- *Cámara alargada:* Se emplea en motores con válvulas laterales. Presenta una gran superficie interior con zonas separadas del punto de ignición, formando rincones que dan lugar a depósitos de carbonilla, que pueden originar el autoencendido. Pero tienen la gran ventaja de ser de construcción económica.
- *Cámara de bañera y en cuña:* Se emplea en culatas con bujías laterales. Poseen la gran ventaja de que el recorrido de la chispa es muy corto y limita el exceso de turbulencias en el gas.
- *Cámara cilíndrica:* Una de las más utilizadas en la actualidad debido a su sencillez de diseño y fácil realización.
- *Cámara hemisférica:* Es de todas, la que más se aproxima a la forma ideal. Las válvulas se disponen una a cada lado de la cámara y la bujía en el centro. Tiene la enorme desventaja de que necesita doble sistema de distribución, un árbol de levas por cada fila de válvulas.

Para motores diesel existen dos tipos de cámaras; las cuales se clasifican según el tipo de inyección empleada (inyección directa o inyección indirecta).

Cámara de inyección indirecta o precámara de combustión: Este tipo de cámaras se divide en dos partes; una que es la cámara propiamente dicha que la conforma la culata o bien en el propio cilindro, y una cámara de precombustión alojada en la misma culata. Estas dos cámaras están comunicadas entre sí por medio de unos orificios denominados difusores. Cuando la válvula de admisión se abre parte del aire aspirado entra dentro de la precámara en la cual cuando se comprime lo suficiente se abre el inyector que debido a la elevada temperatura y presión del aire, ésta comienza a entrar en combustión, siguiendo dicha combustión en la cámara de combustión principal.

Este tipo de cámaras poseen la ventaja de ser más silenciosas y conseguir una combustión más suave y progresiva castigando menos a los elementos como el



pistón. Aunque también posee el inconveniente del arranque en frío ya que la cámara debe alcanzar una temperatura de entre 500 y 1000 °C para poder provocar la combustión de la mezcla. Para evitar este problema se emplean resistencias eléctricas denominadas “calentadores” que a la hora de poner el motor en marcha calienta la precámara, permitiendo un óptimo arranque. Existen, en cuanto a tipos de cámaras, una serie de variantes cuyo funcionamiento y disposición es prácticamente el mismo que el citado anteriormente, como por ejemplo; *Cámara de turbulencia* y *Cámara de reserva de aire*.

Cámara de inyección directa: Este tipo de cámaras son la base de casi todos los motores diesel que se fabrican en la actualidad. Consta de una única cámara de combustión en la cual se inyecta el combustible a alta presión por medio del inyector el cual, a diferencia de los inyectores utilizados en el otro tipo de inyección, posee varios orificios de salida de combustible. Este sistema posee la ventaja de tener un mejor arranque en frío, y un menor consumo de combustible aportando para características constructivas iguales una mayor potencia. El inconveniente de este tipo de motores es su excesivo ruido. En la actualidad este tipo de motores gracias a las nuevas tecnologías y al descubrimiento de nuevos materiales más resistentes y ligeros, han conseguido suprimir parte de sus inconvenientes; como por ejemplo el elevado ruido o el tiempo de respuesta (*reprise*).

En principio este tipo de motores no utilizaba *calentadores*, pero en la actualidad se incorporan para mejorar el arranque en frío.

Junta de culata: Elemento que separa la culata y el bloque motor y permite una perfecta unión entre ambos elementos y una estanqueidad casi perfecta entre las cavidades de los dos elementos. Construida a base de amianto y metal que la hacen resistente a la temperatura y a los esfuerzos mecánicos.

3. Tapa de Balancines y Cárter: Son los dos elementos que cierran al motor uno por la parte de arriba y el otro por la parte de abajo.

Cárter: Es la pieza que cierra al motor por la parte posterior. Cumple varias misiones; una de ellas es la de proteger a los elementos móviles (cigüeñal), también sirve de recipiente para el aceite de engrase y cumple el cometido de refrigerar dicho aceite. Se construye de chapa embutida y en su parte más baja



lleva practicado un orificio de vaciado del aceite de engrase. Existen modelos en los cuales se les practica una serie de orejas o laminaciones que sirven para la mejor refrigeración del aceite del engrase.

El cárter está unido al bloque por medio de unos tornillos y una junta de corcho para evitar fugas de aceite.

Tapa de balancines: Al igual que el cárter esta tapa sirve de cierre al motor por su parte superior. Está construida de chapa embutida cuya misión es la de proteger a los elementos móviles y se une a la culata por medio de unos tornillos que roscan en unos agujeros ciegos practicados en la culata y una junta de corcho que evita pérdidas de aceite.

4. COLECTORES DE ADMISIÓN Y ESCAPE: Estos colectores, que analizamos individualmente, tienen las siguientes características:

Colector de admisión: Es el elemento encargado de hacer llegar el aire para motores diesel y gasolina de inyección directa, al interior de los cilindros. Suele estar construido de aluminio ya que es un elemento que no está sometido a grandes temperaturas, debido a que los gases que entran son gases frescos. El número de orificios del colector dependerá del número de cilindros del motor, así pues si el motor tiene 4 cilindros, el colector tendrá cuatro orificios.

Colector de escape: Sirve de camino de salida de los gases quemados en la combustión hacia el exterior. Soportan grandes temperaturas por ello se fabrican de hierro fundido con estructura perlítica para darle una buena resistencia a las altas temperaturas.

En ocasiones se disponen los colectores de admisión y escape entrelazados uno con el otro, este sistema hace que el motor cuando está frío nos caliente los gases de admisión y evite una excesiva condensación en el arranque en frío.

Ambos colectores van unidos a la culata por medio de un sistema de espárrago y tuerca. Por último, en la zona media de los dos se coloca una junta de papel parafinado para el colector de admisión y otra de amianto para el de escape.

Los elementos móviles o motrices de los motores son los elementos encargados de transformar la energía térmica producida en la combustión en energía mecánica, a



través de un sistema de biela - manivela que transforma el movimiento alternativo del pistón en un movimiento giratorio del cigüeñal.

Entre los principales elementos móviles que constituyen el motor de cuatro tiempos podremos hablar de:

1. **Pistón o émbolo:** Es el elemento móvil que se desplaza en el interior de cilindro el cual recibe directamente sobre él el impacto de la combustión de la mezcla. Se divide en dos partes fundamentales; lo que se denomina cabeza del pistón y la otra llamada falda del pistón.

Cabeza del pistón: Es la parte superior del pistón que se encuentra en contacto directo con la cámara de combustión y que por lo tanto es la parte que se encuentra sometida a un mayor castigo mecánico, térmico y químico. En esta parte del pistón se encuentran mecanizadas unas ranuras (gargantas) las cuales sirven de alojamiento a los segmentos.

La cabeza del pistón puede llegar a tener varias formas dependiendo del tipo de motor, bien sea por su disposición o por su principio de funcionamiento. Así pues existen pistones con la *cabeza plana*, los cuales son de uso frecuente en motores con cámara de combustión en culata.

Cámara de combustión en pistón; a este tipo de pistones se les practica un alojamiento con unas formas determinadas que sirven de cámara de combustión, lo que nos permite montar culatas completamente planas.

Cabeza con deflector; este tipo de pistones se utilizan en motores de dos tiempos para conducir los gases.



Falda del pistón: Es la parte baja del pistón y la cual posee la misión de servir de guía en su movimiento alternativo. Es de dimensiones ligeramente mayores que las de la cabeza del pistón lo cual evita su cabeceo y por lo tanto un desgaste descompensado en el cilindro y en el pistón.

En esta parte se mecaniza un alojamiento para el bulón de unión entre la biela y el pistón. En ocasiones, en la falda, se practican unas ranuras en forma de T o de U, las cuales sirven de compensadores térmicos que evitan el aumento de dimensiones del pistón cuando alcanza altas temperaturas.

Debido a las condiciones de trabajo a las que están sometidos los pistones han de construirse de tal manera que sean robustos, ligeros, resistentes a las altas temperaturas, resistentes al desgaste, con bajo coeficiente de dilatación y gran conductividad térmica. Para conseguir todas estas propiedades se construyen de aleación ligera a base de aluminio - silicio con ligeros contenidos de cobre, magnesio y níquel.

2. Segmentos: Como hemos mencionado al estudiar el pistón, estos elementos van alojados en los pistones y se componen por unos anillos elásticos que se encuentran en contacto con las paredes del cilindro. Su misión es la de separar herméticamente el recinto volumétrico generado por el pistón en su desplazamiento; lubricar las pares del cilindro y transmitir el calor que le comunica el pistón a las paredes del cilindro.

El número de segmentos por pistón varía según los motores pero oscilan entre 3 y 6.

Al primer grupo de segmentos se les denomina; *segmentos de compresión* y son los encargados de realizar un cierre hermético con la parte superior del cilindro. Al primero de estos segmentos se le denomina de *fuego*.

Posteriormente tenemos los denominados *segmentos de engrase*, los cuales, como su propio nombre indica, sirven para engrasar las paredes del cilindro. Suelen tener unos orificios por los cuales circula el aceite y que comunican con el interior del pistón.

Al igual que los pistones y debido a sus condiciones de funcionamiento deben de cumplir una serie de condiciones mecánicas y térmicas como por ejemplo; ser



buen conductor térmico, resistente a las altas temperaturas y sobre todo, resistente al desgaste.

3. Biela: Es el elemento que sirve de unión entre el pistón y el cigüeñal y por lo tanto, es el que transmite todo el esfuerzo del pistón a las muñequillas del cigüeñal.

La biela se divide en las partes siguientes:

Cabeza: es la parte de la biela que va acoplada a la muñequilla del cigüeñal. Esta unión se realiza a través de un elemento llamado sombrerete el cual va unido a la cabeza de la biela por medio de dos fijaciones roscadas. También se colocan unos casquillos antifricción los cuales sirven para evitar el desgaste prematuro entre las superficies en contacto. Estos elementos se denominan semi-casquillos de biela o semi-cojinetes de biela.

Cuerpo de la biela: es la parte que une el pie con la cabeza y por lo tanto la que transmite el esfuerzo. Sometida a esfuerzos de flexión y compresión posee una sección transversal que varía de formas pero que suelen ser en forma de H la cual proporciona a la biela la suficiente resistencia mecánica para soportar tales esfuerzos.

Pie de biela: Es la parte que queda unida al bulón y que a su vez lo hace con el pistón.

4. Cigüeñal: Es el elemento que junto con la biela y el pistón realiza la transformación del movimiento alternativo en movimiento rotativo. Transmite también el giro y fuerza motriz a los demás órganos de transmisión.

Constituido por un árbol acodado el cual posee unas muñequillas de apoyo o moyús que descansan sobre los apoyos del bloque motor. El cigüeñal va fijado en sus apoyos, al igual que la cabeza de biela, por unos sombreretes, denominados *sombreretes de bancada*. También se colocan unos casquillos denominados semi-casquillos de bancada o semi-cojinetes de bancada, los cuales tienen la misión de reducir el rozamiento al máximo y evitar el desgaste prematuro entre las piezas en contacto. El número de apoyos de un cigüeñal suele ser igual el número de cilindros menos uno.



También posee unos muñones o muñequillas de biela, sobre los que se acoplan las bielas por medio de la cabeza de biela. Siendo el número de muñones igual al de cilindros.

En los apoyos situados en los extremos del motor, se montan unos retenes que eviten las pérdidas de aceite hacia el exterior, tanto en el lado de la distribución como en el lado del volante.

Posee unos orificios que comunican entre sí y que sirven como conductos para la circulación del aceite de engrase. Estos orificios se encuentran en los apoyos y en los muñones para que lubriquen las piezas que se encuentran sometidas a mayor desgaste.

5. Volante de Inercia: Es el elemento de gran masa que se acopla al cigüeñal y que tiene la misión de almacenar energía cinética para regular el giro del cigüeñal y transmitir esa energía en los puntos muertos del ciclo de movimiento.

6. Distribución: La comprenden el conjunto de elementos auxiliares necesarios para el perfecto funcionamiento de los motores. Tiene por misión la de abrir y cerrar las válvulas de admisión y escape en el momento adecuado para el llenado y evacuado perfecto de los gases de admisión y escape.

La distribución está constituida por los siguientes elementos:

Conjunto de Válvula: Son un conjunto de elementos que abren y cierran la entrada y salida de gases a la cámara de compresión.

Válvulas: Son los elementos principales de este conjunto. Situadas en el interior de la cámara de combustión son las encargadas de abrir y cerrar los orificios de entrada y salida de gases.

Constituidas por una *cabeza de válvula* la cual hace el cierre hermético con el orificio de la culata. Suelen estar mecanizadas con un ángulo de inclinación para evitar fugas y permitir un mejor cierre. Esta parte de la válvula apoya en la culata sobre un elemento llamado *asiento de válvula*.

Unida a la cabeza se encuentra el *vástago o cuerpo de válvula* cuya misión es la de servir de guía a la válvula en su desplazamiento. Al final del vástago



posee unas hendiduras las cuales sirven para fijar el resto de elementos que van acoplados a la válvula.

Muelles de la Válvula: Es el elemento encargado de mantener la válvula siempre cerrada. Este tipo de muelles se suelen fabricar con carga elástica de tensión gradual, es decir, que su constante de proporcionalidad varía a lo largo de su longitud; el objetivo de este tipo de construcción es el de evitar el rebote del propio muelle y por lo tanto de la válvula, debido al continuo movimiento alternativo. Otra forma de evitar este efecto es colocando dos muelles con distinto sentido de arrollamiento en la espira del muelle.

Elementos de Fijación: Con objeto de mantener el muelle unido a la válvula se emplean unos elementos de fijación como las cazoletas y los semi-conos. Estos elementos quedan fijados a la válvula gracias a la propia presión que realiza el muelle sobre ellos.

Guía de Válvula: Es el elemento sobre el cual se desliza el cuerpo de la válvula y el cual se encuentra fijo en la culata. Su misión, como su propio nombre indica, es la de guiar y hacer más suave el movimiento de la válvula.

7. Árbol de levas y elementos de mando: El árbol de levas es el elemento encargado de vencer la fuerza que ejercen los muelles sobre las válvulas a través de los mecanismos de mando para poder abrirlas y cerrarlas en el momento adecuado.

Constituido por un árbol al cual se le han mecanizado una serie de elementos excéntricos denominados *levas*, que son los encargados de mandar el empuje a través de los elementos de mando hacia las válvulas.

Al igual que el cigüeñal posee una serie de apoyos o moyús, los cuales pueden ir alojados o bien en el bloque (árbol de levas en bloque), o bien en la culata (árbol de levas en cabeza o en culata), dependiendo del tipo de distribución que tenga el motor. En ocasiones llevan mecanizados uno o dos piñones dentados los cuales sirven para dar movimiento a la bomba de aceite y al distribuidor o delco respectivamente.

La apertura y cierre de las válvulas debe de estar perfectamente sincronizada con la posición de los pistones. Debido a esto el árbol de levas recibe el movimiento



del cigüeñal el cual debe estar perfectamente sincronizado en su movimiento con el del árbol de levas.

Cuando el árbol de levas se encuentra en el bloque, el accionamiento sobre las válvulas se realiza a través de unos elementos de mando constituidos por:

Varilla Empujadora: Tiene la misión de transmitir el empuje de la leva hasta el balancín, salvando la distancia que hay entre ellos.

Taqués: Dependiendo del tipo de distribución, los taqués irán situados o bien en el bloque o bien en la culata.

Taqués en bloque: Van situados entre la leva y la varilla empujadora.

Taqués en culata: Se colocan cuando el árbol de levas va montado sobre la culata y el accionamiento sobre las válvulas es directo (no necesita varilla empujadora). Este tipo se coloca encima de la misma válvula.

En la actualidad, en este tipo de montaje, se emplean taqués hidráulicos los cuales poseen la ventaja de mantener en todo momento las cotas de funcionamiento.

8. Balancines: Es la palanca que transmite directa o indirectamente el movimiento de la leva a la válvula. Existen dos tipos de balancines;

Balancines Basculantes: Empleados en motores que usan varillas empujadoras. Por un extremo recibe el empuje y por el otro lo transmite, basculando en la parte central.

Balancines Oscilantes: Este tipo de balancines se emplea en motores con árbol de levas en cabeza.



A diferencia del anterior, en este caso, el movimiento lo recibe directamente el balancín en su zona central, basculando en un extremo y transmitiendo el movimiento en el otro.

Los balancines poseen un mecanismo de regulación constituido por un espárrago roscado y una tuerca bloqueante, sirve para que exista una pequeña holgura entre la válvula y el balancín. Esta cota es necesaria para que en condiciones de funcionamiento normales, al dilatar los materiales por el efecto térmico, no queden excesivamente juntas estas dos piezas y provoquen, en estado de reposo de la válvula (cerrada), una ligera apertura de la misma. A este fenómeno se le denomina *válvula pisada*.

Los balancines oscilan sobre un eje denominado *eje de balancines* el cual se encuentra situado en la culata. Posee una serie de orificios interiores que sirven para engrasar la zona de basculación del balancín.

9. Elementos de transmisión:: La transmisión del movimiento entre el cigüeñal y el árbol de levas puede realizarse de tres formas distintas;

Por rueda dentada: Consiste en comunicar el movimiento a través de unos piñones o ruedas dentadas. En principio se acopla una rueda dentada al cigüeñal y otra al árbol de levas las cuales engranan entre sí transmitiendo el movimiento. En caso de existir una distancia considerable entre ambas se intercala otra rueda dentada entre medias. Este sistema se encuentra en desuso debido al elevado ruido que produce y al gran peso de los piñones que disminuyen la eficacia del motor.

Por cadena: Consiste en realizar la transmisión del movimiento a través de una cadena que engrana en dos piñones situados en el cigüeñal y en el árbol de levas. Este sistema, más empleado que el anterior, también ha quedado prácticamente en desuso, ya que es muy ruidoso. Aunque plantea la ventaja de no necesitar un elevado mantenimiento.

Por correa dentada: Es el sistema más empleado en la actualidad ya que evita los inconvenientes de los otros sistemas, reduciendo considerablemente el ruido y el excesivo peso. Consta de una correa dentada la cual se encarga de transmitir el movimiento. Construida a base de caucho y poliamida con un



entramado metálico en su interior. Plantea el inconveniente que hay que sustituirla a un determinado número de kilómetros. Por lo tanto el riesgo de rotura es mayor que en los dos casos anteriores.

10. Elementos auxiliares de los motores: Todos los motores están constituidos básicamente por todos los elementos descritos hasta ahora, pero existen otros elementos acoplados al motor y que aunque no afecten directamente al ciclo fundamental de funcionamiento sin ellos sería imposible el funcionamiento del motor.

Circuito de Engrase: Es el encargado de mantener perfectamente engrasadas todas y cada una de las piezas que se encuentran en contacto con otras y que están sometidas a movimiento. Sus objetivos son: reducir al máximo el rozamiento entre las piezas en contacto para evitar que se calienten y puedan llegar a fundirse provocando el denominado “*gripaje*” y refrigerar las piezas del motor.

Constituido principalmente por la bomba de aceite, el filtro de aceite y el circuito de engrase.

Circuito de Refrigeración: Tiene la misión de mantener la temperatura del motor dentro de un rango de temperaturas idóneo para el perfecto funcionamiento del mismo. Consta de los siguientes elementos: Radiador, termostato, circuito, ventilador y vaso de expansión.

Circuito de Alimentación: Este circuito varía fundamentalmente dependiendo del tipo de motor.

Su misión es la de preparar la mezcla necesaria de aire - combustible para el posterior llenado de los cilindros en cada régimen del motor.