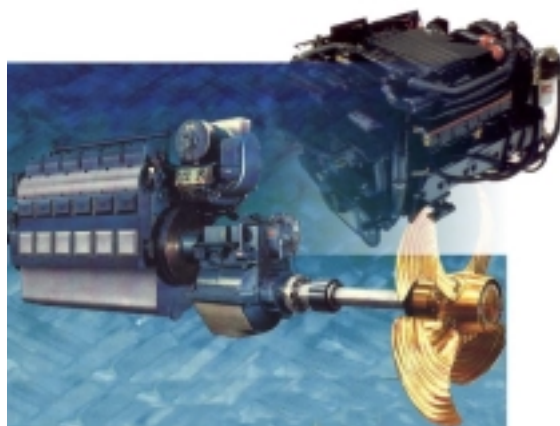


OPERAÇÕES COM MOTORES DIESEL

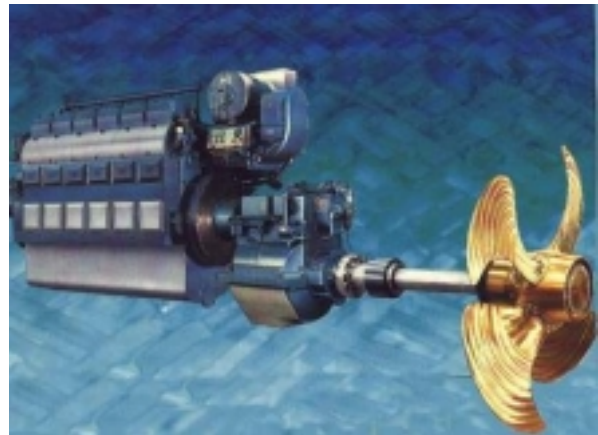


Componentes do motor Diesel

1. Partes componentes do motor diesel

1.1 Introdução

Considerando a grande importância do motor Diesel na sua vida profissional, esperamos que ao final desta disciplina você seja capaz de identificar os seus componentes, explicar o seu princípio de funcionamento e demonstrar habilidades suficientes para a condução segura e eficiente do motor de propulsão de uma pequena embarcação.



Para tornar o seu estudo mais agradável, o conteúdo da disciplina foi desenvolvido de forma bastante clara, sendo enriquecido com um grande número de figuras que certamente facilitarão o seu aprendizado. Para complementar seu estudo e também para futuras consultas foi introduzido um anexo com exercícios para você testar os seus conhecimentos.

1.2 Origem

Depois de muitos estudos e tentativas de construção, o brilhante cientista francês Rodolphe Diesel, nascido em Paris no ano de 1858, apresentou ao mundo a sua maravilhosa máquina que revolucionou a história da humanidade.

O motor Diesel, como hoje é conhecido, numa justa homenagem ao seu criador, podia queimar combustível mais barato, e apresentava um rendimento bastante superior ao das outras máquinas existentes na época. Com o passar dos anos, o motor foi tão aperfeiçoado que hoje é, sem dúvida alguma, a máquina de combustão interna mais utilizada na propulsão de navios de pequeno, médio e grande porte.

A figura 1 mostra o invento de Rodolphe Diesel. Observe com atenção os seus componentes. Agora tenha calma! Sabemos que você está curioso pra saber como é que a máquina funcionava, mas antes disso vamos conhecer alguns dos principais componentes de um motor diesel utilizado em propulsão de embarcações.



1.3 Principais componentes

Apresentamos abaixo os principais componentes de um motor diesel e a finalidade de cada um deles.

Bloco - é a peça mais pesada e mais volumosa do motor. É nele que ficam os orifícios denominados cilindros, dentro dos quais trabalham os êmbolos. O bloco também possui espaços ociosos em volta dos cilindros denominados jaquetas, destinados à passagem da água de resfriamento do motor.

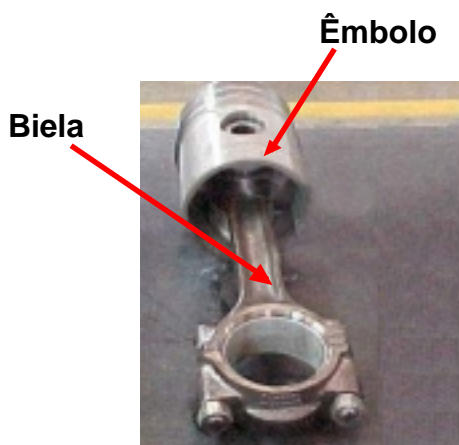


Cabeçote - é a peça que fecha os cilindros por cima, e na qual são montados os balancins, as válvulas de admissão e de descarga e os injetores de combustível. Possui também espaços vazios destinados à circulação da água de resfriamento.

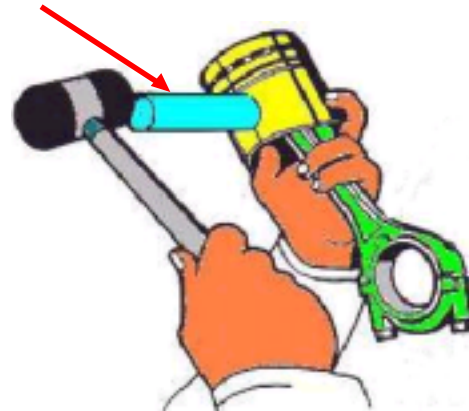
Cárter - é uma espécie de bacia que serve de depósito para o óleo lubrificante do motor. É fixado ao bloco por meio de parafusos, colocando-se entre as duas peças uma junta de material macio, como cortiça ou papelão apropriado.



Êmbolo ou pistão - é a peça do motor que trabalha no interior do cilindro e que recebe diretamente o impulso dos gases da combustão. É em seu movimento retilíneo alternado que se verifica a transformação da energia térmica do combustível em mecânica, transmitida ao eixo de manivelas por meio da biela.



Pino do êmbolo



Biela ou conectora - é a peça de ligação entre o êmbolo e o eixo de manivelas. É com o auxílio dela que o movimento alternado do êmbolo é transformado em rotativo no eixo de manivelas do motor. Uma de suas extremidades articula no pino do êmbolo e a outra articula no pino da manivela.

Eixo de manivelas ou virabrequim – é a peça na qual articula o mancal bipartido da biela, e que é responsável pela transmissão do movimento rotativo do motor ao seu utilizador, que no caso dos navios é o eixo propulsor.

O eixo de manivelas possui canais de lubrificação que comunicam as partes do eixo que assentam nos mancais fixos com os seus pinos de manivela correspondentes. É no pino da manivela que articula uma das extremidades da biela ou conectora.

Canais de lubrificação



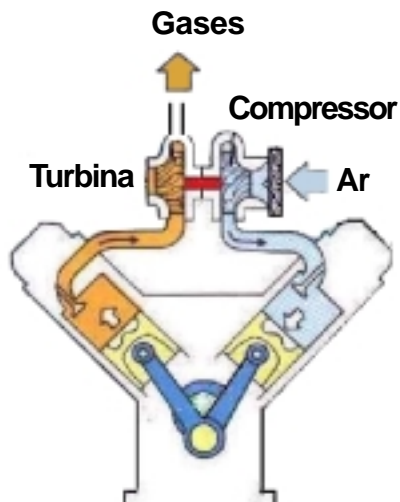
Pino de manivela

Volante

Volante - é um disco bastante pesado instalado na extremidade do eixo de manivelas, destinado a armazenar energia e facilitar a continuação do movimento de rotação do eixo de manivelas. Para proteger o operador, alguns volantes possuem uma capa de proteção.



Extremidade do eixo



Turbo-alimentador - (turbo-compressor) é o componente do motor que abastece os cilindros com a maior massa de ar possível, permitindo um bom aumento de potência. Quando o motor não possui turbo-alimentador, a sua potência é menor porque o êmbolo aspira uma menor quantidade de ar. Observe que esse componente é constituído por uma turbina acionada pelos próprios gases de descarga do motor e por um compressor montado no mesmo eixo, o qual aspira o ar da atmosfera, eleva a sua pressão e o envia para os cilindros.

Além dos componentes aqui citados, o motor Diesel possui ainda muitos outros que poderão ser estudados consultando o anexo. Entre eles encontram-se: a bomba e o filtro de óleo lubrificante, o tanque de combustível, os filtros de óleo combustível, os filtros de ar, os bicos injetores, que constituem os diversos sistemas de um motor.

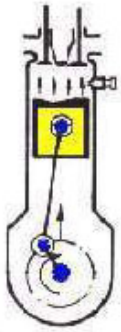
1.4 Princípio básico de funcionamento

Para compreender com maior facilidade o funcionamento do motor diesel, observe com muita atenção as figuras abaixo e as explicações ao lado delas.

O ciclo de funcionamento que vamos descrever é o de **4 tempos**, ou seja, o pistão tem que **descer**, **subir**, **descer** de novo e **subir** mais uma vez. É claro que para isso o eixo de manivelas do motor terá que dar **dois** giros completos. Depois tudo se repetirá e o motor funcionará sozinho.

Vejamos então como as coisas acontecem:

Admissão - o pistão desce da sua posição mais alta (ponto morto superior), fazendo vácuo no cilindro. Com a válvula de admissão aberta, o cilindro se enche de ar. Quando o êmbolo alcança a sua posição mais baixa (ponto morto inferior), a válvula de admissão fecha e ele não pode mais descer. Repare que isso aconteceu durante meia volta do eixo de manivelas do motor.



Compressão - com o cilindro cheio de ar e a válvula de admissão fechada, o pistão é obrigado a subir comprimindo o ar. A compressão é tão forte que a temperatura do ar comprimido atinge um valor muito alto. O pistão chega então novamente no seu ponto morto superior (PMS). Nessa altura, o combustível é pulverizado no cilindro, como mostra a figura. Observe que durante a compressão e a injeção o eixo de manivelas girou mais meia volta.

Combustão e expansão - devido à alta temperatura do ar comprimido na fase anterior, o combustível injetado entra em combustão e os gases em expansão empurram com muita força o pistão para baixo, realizando trabalho útil no eixo de manivelas. Quando o êmbolo chega novamente no seu ponto morto inferior (PMI), a válvula de descarga abre. Portanto o eixo de manivelas girou mais meia volta.

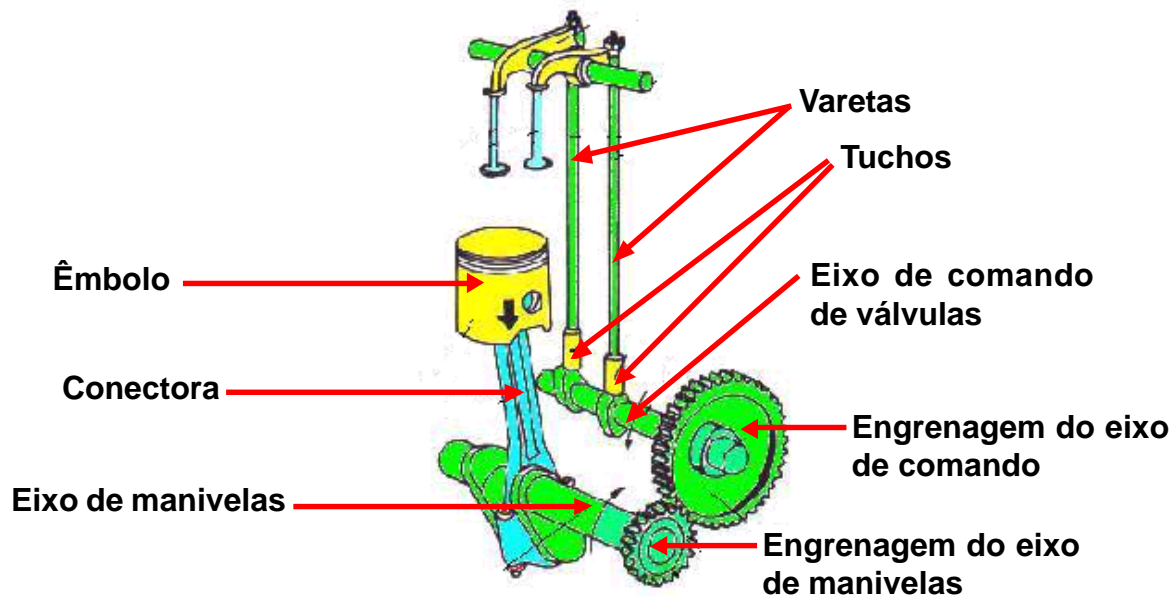


Descarga - com a válvula de descarga aberta, o pistão sobe descarregando para a atmosfera os gases da combustão que já fizeram o seu trabalho de empurrar o êmbolo. Para isso o eixo girou mais meia volta. Em seguida o ciclo se repete.

Você já viu que o volante serve para armazenar a energia do tempo de expansão e ajudar o motor a continuar funcionando, principalmente durante as fases que roubam energia como a de admissão, a de compressão e a de descarga.

Para que os ciclos funcionem corretamente o motor precisa de válvulas que permitem a entrada de ar e a saída dos gases da combustão. Vejamos então como é que as válvulas de admissão e de descarga funcionam.

Repare que, por meio de engrenagens, o eixo de manivelas faz girar outro eixo denominado eixo de comando de válvulas. Esse componente possui ressaltos (cames) que nos momentos apropriados acionam os tuchos e as varetas, sendo que estas atuam por baixo de uma das extremidades dos balancins, possibilitando a abertura das válvulas, cada uma delas no seu devido tempo.



Bem, agora que você já tem uma boa idéia do funcionamento do motor diesel, fica fácil entender que ele é uma **máquina térmica** que aproveita a energia gerada pelo calor da queima do óleo combustível, para produzir trabalho mecânico no eixo de manivelas. O movimento rotativo do eixo de manivelas pode então ser aproveitado para acionar um automóvel, um eixo propulsor de embarcação, um gerador de energia elétrica, etc.

Mas além de ser uma máquina térmica e alternativa, o motor diesel é uma **máquina de combustão interna**, porque o combustível é queimado no **interior** dos seus cilindros.

Por tudo o que já dissemos até agora, é que o motor diesel é considerado, sem dúvida alguma, como uma das mais espetaculares invenções do ser humano.

Agora, você já sabe algumas coisas sobre o motor, mas ainda tem muito que aprender sobre ele. Um motor diesel moderno possui, na verdade, um grande número de peças, cada uma delas desempenhando uma função importante para o seu bom funcionamento. Algumas delas são tão importantes que, se apresentarem defeito ou forem retiradas do motor, ele não poderá funcionar.

2. Operações com motores diesel

Na unidade anterior você aprendeu coisas importantes sobre motores diesel. Conheceu seu princípio de funcionamento e identificou os seus principais componentes. Agora você vai conhecer um pouco da prática de condução do motor. Durante o desenvolvimento dessa disciplina estaremos considerando o motor diesel marítimo como alvo principal do nosso estudo.



Uma boa condução exige que o condutor conheça muito bem as características de funcionamento do motor e as normas recomendadas pelo seu fabricante. Portanto, é de maior importância que você leia e releia com atenção o manual de instruções do motor e os planos da sua instalação a bordo do barco.

2.1 Providências para colocar o motor em funcionamento

Sabemos que cada motor tem suas particularidades, mas certamente as providências aqui recomendadas para a partida aplicam-se à maioria das instalações marítimas de pequeno porte.

A preparação da máquina deve ser feita com bastante antecedência, principalmente quando se tratar de um motor que esteve parado por muito tempo.

As providências tomadas antes da partida são as seguintes:

- verificar se existe a bordo quantidades suficientes de óleo combustível, óleo lubrificante e água potável para a viagem;
- verificar o nível de óleo lubrificante no cárter;
- encher o tanque de serviço do motor com óleo combustível;
- folgar um pouco o engaxetamento da bucha do eixo propulsor;
- verificar a carga da bateria do motor elétrico de partida e carregá-la se houver necessidade;
- abrir a válvula de fundo, as intermediárias e a de descarga no costado, pertencentes ao sistema de resfriamento do motor; e
- girar o eixo de manivelas do motor por meio de uma alavanca para verificar se ele pode girar livremente.

Após essas providências poderá ser dada a partida. Com o motor em funcionamento, o condutor deverá fazer observações periódicas, anotando tudo que for interessante.

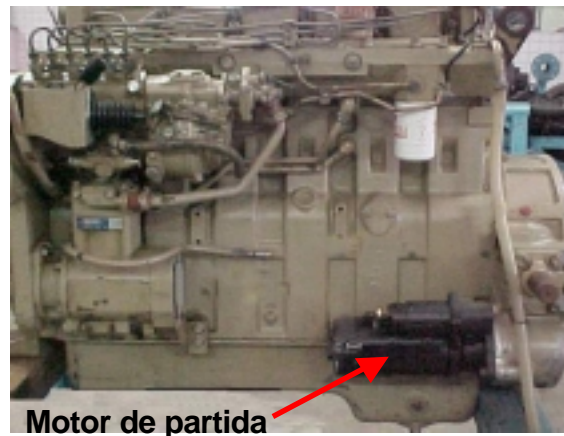
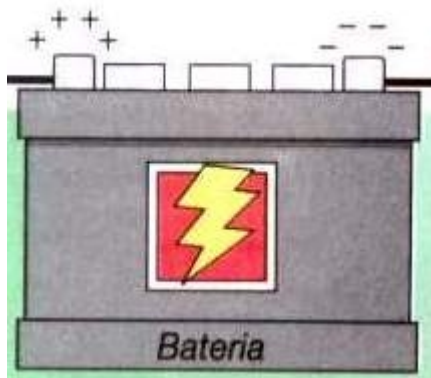
De hora em hora o condutor deverá registrar no caderno de anotações os valores de pressão e temperatura, ocorrência de eventuais vazamentos e outras informações que possam indicar o estado de funcionamento do motor. Além disso, devem ser registrados todos os serviços de manutenção que forem sendo realizados.

2.2 Identificação dos componentes do sistema de partida

O sistema de partida do motor diesel é constituído por uma bateria, um motor de arranque ou de partida, uma chave ou botão de partida e alguns cabos elétricos.

A **bateria** fornece a energia elétrica necessária para o motor de arranque dar a partida no motor. Para fazer isso, a bateria sofre um processo de descarga, e precisa ser recarregada pelo sistema de geração de energia que você pode conhecer com mais detalhes no anexo. Portanto, a bateria é nada mais, nada menos, que um **acumulador** de energia elétrica, que necessita de alguns cuidados, tais como:

- deve ser mantida carregada;
- seus terminais devem estar sempre limpos; e
- o nível da água deve ser completado com água destilada; caso esteja baixo.



2.3 Procedimentos na parada ou repouso do motor

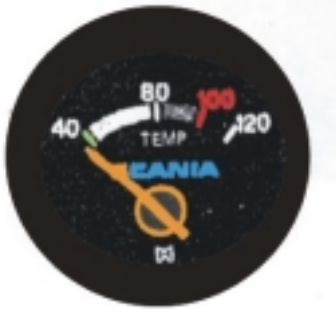
Os procedimentos para a parada ou repouso do motor são os seguintes:

- próximo do local de destino, reduzir gradativamente a marcha para que o motor arrefeça lentamente;
- após a atracação, e a parada total do motor, fechar a válvula de comunicação de combustível no tanque;
- fechar as válvulas (de fundo, intermediárias e do costado) do sistema de resfriamento;
- deixar o motor esfriar e limpá-lo externamente, procurando eliminar possíveis vazamentos; e
- se a parada for longa, verificar a carga da bateria.

2.4 Instrumentos do painel de controle e suas finalidades

Diversos são os instrumentos encontrados no painel de controle do motor. Vamos definir dois tipos a seguir:

Manômetros - são instrumentos destinados a medir a pressão. No painel de controle do motor indicam as pressões do óleo lubrificante, do óleo combustível, da água doce, da água salgada e do ar de sobrealimentação do motor.



Termômetros - são instrumentos destinados a medir temperatura. No painel de controle do motor servem para indicar a temperatura do óleo lubrificante e da água de resfriamento do motor.

Atenção:

Você deve ter sempre atenção ao manômetro de óleo lubrificante e ao termômetro de água de resfriamento, pois eles podem indicar uma situação de emergência.

3. A manutenção de motores diesel

Você conheceu as providências que o operador deve tomar antes da partida, durante o funcionamento e após a parada do motor. Estudou também o sistema de partida e a finalidade dos instrumentos de controle existentes no painel do motor. Nesta última unidade de ensino, você conhecerá os cuidados básicos de segurança para trabalhar no compartimento do motor. Além disso, conhecerá, com suas respectivas causas, os principais defeitos que o motor pode apresentar durante o seu funcionamento, alguns deles normalmente indicados nos mostradores do painel de controle da máquina.

3.1 A segurança no compartimento do motor

Neste item serão relacionadas medidas gerais de segurança recomendadas para proteger a vida das pessoas e preservar o funcionamento das máquinas.

Prevenção contra acidentes e incêndio

- manter na casa de máquinas apenas os produtos inflamáveis indispensáveis à instalação;
- manter o espaço abaixo do motor sem óleo, estopa ou trapos;



- evitar o uso de substância inflamável com o motor em funcionamento;
- não secar roupas ou trapos no tubulão de descarga de gases do motor;
- reparar todo e qualquer vazamento de óleo ou água; e
- conhecer a localização dos extintores de incêndio existentes na casa de máquinas.

Cuidados com as ferramentas e peças sobressalentes

- guardá-las de forma que não se soltem com o balanço do barco;
- usá-las apropriadamente no trabalho; e
- transportá-las com cuidado.



Manuais e planos

- ter sempre a bordo o manual de instruções do motor e os planos de sua instalação a bordo; e
- seguir rigorosamente as instruções do manual na condução e manutenção do motor.

Uso de roupas apropriadas para o serviço

- utilizar roupas e equipamentos de proteção durante a operação e a condução do motor.;
- não usar jóias, especialmente cordões, anéis e pulseiras; e
- usar gorro ou capacete, e sapatos apropriados para o ambiente de trabalho.

Tanques de serviço de óleo combustível

- se não houver tomada própria, utilizar funil no seu enchimento; e
- não martelar partes temperadas de ferramentas, motores e outros equipamentos, por causa do risco de centelhamento; o compartimento do motor pode conter gases explosivos.

Atenção:

- na condução estar sempre atento durante a operação do motor.
- limpeza, manutenção e reparo: realizar essas fainas com o motor parado.



Nos circuitos elétricos

Consertar ou substituir, tão logo apareçam:

- interruptores com centelhamento excessivo;
- motores elétricos, geradores, chaves e cabos com aquecimento excessivo; e
- não utilizar fusíveis super dimensionados no circuito.

3.2 A carta ou tabela de lubrificação

Um motor marítimo de médio ou de grande porte utiliza, ao mesmo tempo, vários tipos de óleo lubrificante (lubcilindros, lubcarter, lubturbina, óleo para o regulador de velocidade, etc.), que serão listados na carta de lubrificação. Um motor de pequeno porte; entretanto, utiliza quase sempre um mesmo óleo lubrificante para todo o motor.



De qualquer maneira, os fabricantes de motores sabem muito bem o quanto é importante a utilização de um lubrificante adequado às características de funcionamento dos seus motores. Por isso, fazem sempre constar dos manuais de instruções dos seus motores uma tabela como a mostrada abaixo, contendo os produtos recomendados para os seus motores. Repare que a temperatura ambiente interfere na determinação do óleo a ser utilizado.

A tabela de lubrificação abaixo refere-se a um pequeno motor Agrale. Nela, você pode verificar por exemplo que, para uma temperatura ambiente de até 30° C, o óleo deverá ser o SAE 30. Observe que na falta do óleo Ypilube SD 30 da Ypiranga, poderá ser usado o Rimula CT-30 da Shell, o Brindilla D3 da Esso, ou qualquer outro da mesma coluna.

Atenção:

Nunca utilize um óleo lubrificante não indicado na tabela ou carta de lubrificação do fabricante do motor.

Especificação	Temperatura ambiente	
	até 30 C MIL L 2104 C - SAE 30	acima de 30 C MIL L 2104 C - SAE 40
Fabricante		
Ipiranga	Ipilube SD-30	Ipilube SD-40
Shell	Rimula CT-30	Rimula CT-40
Esso	Brindilla D3-30	Brindilla
Texaco	Ursa Oil LA-30	Ursa Oil LA-3
Atlantic	Ultramo ED-3	Ultramo ED-3
Mobil Oil	Delvac 1330	Delvac 1330
Castrol	Tropical Super 30	Tropical Super 40
Petrobras	Lubraxis MD-400	Lubraxis MD-400
Tutela	Agerter SAE 30	Agerter SAE 40

3.3 Sintomas de mau funcionamento do motor

Um condutor de motores diesel experiente é capaz de perceber, com relativa facilidade, a maioria dos sintomas de anormalidades no motor. Essa experiência, é claro, só se adquire com leituras de manuais e anos de serviço na condução e manutenção dessas máquinas. A lista de defeitos é realmente muito extensa, portanto apresentaremos apenas alguns deles:

Ruídos anormais em marcha lenta

Causas:

- deficiências nas válvulas de admissão e/ou descarga, devidas a: guia de válvula folgada; mola de válvula partida; guia do tucho folgada ou regulação excessiva da folga; e
- dentes das engrenagens de distribuição partidos ou chavetas aliviadas.

Batidas fortes em marcha lenta

Causas:

- mancais fixos ou móveis muito gastos;
- pino do êmbolo ou alojamento no êmbolo muito gasto;
- mancais do eixo de cames ou de algum eixo auxiliar gastos radial ou axialmente;
- mancais dos balancins gastos;
- dentes de engrenagens de transmissão partidos;
- êmbolo com folga exagerada, deformado ou partido; e
- pino do êmbolo aliviado.

Detonação em um ou mais cilindros

Causas:

- má combustão devida a: combustível com número de cetano muito baixo; orifícios das válvulas de injeção parcialmente obstruídos; falta de estanqueidade na válvula de injeção, devida à má vedação da válvula de agulha.;
- câmara de combustão com resíduos carbonosos devida a: filtro de ar obstruído; impurezas no combustível; má pulverização; carbonização do óleo de lubrificação; formação de gotas nos orifícios do pulverizador; e
- motor em sobrecarga devida a: regulador atuando inadequadamente ou avanço exagerado do ponto de injeção.

Fumaça azul na descarga

Causas:

- queima de óleo lubrificante devida ao nível de óleo no cárter muito alto;
- nível de óleo no filtro de ar muito alto; e
- tela de aspiração do ar de lavagem suja.

Fumaça branca na descarga

Causas:

- filtro de combustível sujo;
- ar ou água no sistema de combustível;

- água na câmara de combustão;
- água na tubulação de descarga ou silencioso; e
- pulverização deficiente do óleo combustível.

Fumaça negra na descarga

Causas:

- carga excessiva;
- baixa compressão ;
- injetor de combustível pulverizando mal;
- injeção atrasada.;
- bomba injetora mal regulada;
- filtro de ar sujo; e
- turboalimentador deficiente.

Tendo em conta a vasta relação de defeitos a que os motores estão sujeitos, alguns fabricantes apresentam os problemas e suas possíveis causas de uma forma compactada como a mostrada na tabela abaixo.

Falha	Índice de causas prováveis
Baixa rotação de partida	1 e 2
Motor não pega	3 e 4
Consumo excessivo de combustível	4, 5, 6, 7 e 8
Fumaça preta na descarga	4, 5, 6, e 9
Fumaça branca na descarga	7, 9, 10 e 11
Pressão de óleo baixa	10 e 12
Vibração	4, 6, 7, 8, 9 e 11
Superaquecimento	4, 5, 7, 11, 13 e 14

Causas prováveis	
1. Bateria com carga insuficiente	8. Válvulas presas
2. Motor de partida defeituoso	9. Anéis de segmento quebrados
3. Tanque de combustível vazio	10. Camisas gastas
4. Bomba de combustível defeituosa	11. Êmbolo quebrado ou engripado
5. Filtro de ar muito sujo	12. Óleo lubrificante incorreto
6. Injetores defeituosos	13. Obstrução da passagem de ar
7. Vazamento pela junta do cabeçote	14. Motor trabalhando em sobrecarga

3.4 Manutenção preventiva nos sistemas do motor

O quadro abaixo mostra um programa de manutenção preventiva recomendado para um motor MWM 229. Como você pode ver, o fabricante já lhe dá um plano de trabalho. Você só precisa mesmo é segui-lo para contribuir com a preservação da vida útil do seu motor. Como não poderia deixar de ser, o plano de manutenção leva em consideração a aplicação a que o motor se destina.

Manutenção do motor MWM 229	Periódica a cada			
	dia	100 h	250 h	1000 h
Radiador - verificar nível				
Tanque de combustível - verificar nível				
Óleo lubrificante - verificar nível				
Filtro de ar - limpar				
Filtro de combustível - limpar				
Vazamentos - verificar				
Óleo lubrificante e filtro - trocar				
Braçadeiras de mangueiras - reapertar				
Correias - tensionar				
Tanque de combustível - drenar				
Bateria - verificar nível e carga				
Filtro de combustível - trocar				
Cabeçote - reapertar				
Válvulas - regular				
Bicos injetores - testar				
Bomba d'água - verificar				