

**MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS
ENSINO PROFISSIONAL MARÍTIMO
CURSO DE FORMAÇÃO DE AQUAVIÁRIOS
(CFAQ I-M)**

**MANUTENÇÃO DE MOTORES DIESEL
– MCI 002–**

1ª.edição
Rio de Janeiro
2013

© 2013 direitos reservados à Diretoria de Portos e Costas

Autor: Professor Gabriel de Andrade **Galindo**

Revisão Pedagógica:

Revisão ortográfica:

Diagramação/Digitação: Invenio Design

Coordenação Geral:

_____ exemplares

Diretoria de Portos e Costas
Rua Teófilo Otoni, n. 4 – Centro
Rio de Janeiro, RJ
20090-070
<http://www.dpc.mar.mil.br>
secom@dpc.mar.mil.br

Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto nº 1825, de 20 de dezembro de 1907
IMPRESSO NO BRASIL / PRINTED IN BRAZIL

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	5
UNIDADE 1 – FERRAMENTAS	7
1.1 FERRAMENTAS.....	7
1.1.1 Instrumentos de medição.....	8
1.1.2 Manuseio de ferramentas.....	8
1.1.3 Ferramentas necessárias.....	8
Teste de autoavaliação da unidade 1.....	8
UNIDADE 2 – MOTOR DIESEL.....	11
2.1 O MOTOR DIESEL.....	11
2.1.1 Peças que mantêm movimento relativo entre si.....	12
2.1.2 Vedações móveis e fixas.....	12
Teste de autoavaliação da unidade 2.....	14
UNIDADE 3 – DESMONTAGEM E MONTAGEM.....	17
3.1 PREPARAÇÃO PARA A DESMONTAGEM.....	17
3.2 CUIDADOS NA DESMONTAGEM.....	18
3.3 PREPARAÇÃO PARA A MONTAGEM.....	19
3.4 CUIDADOS NA MONTAGEM.....	19
3.5 SEGURANÇA NA MANUTENÇÃO.....	20
Teste de autoavaliação da unidade 3.....	22
UNIDADE 4 – SINCRONIZAÇÃO MOTORA.....	23
4.1 SINCRONIZAÇÃO MOTORA.....	23
4.1.1 Regulagem de válvulas de admissão e de descarga.....	23
4.1.2 Testes de válvula de injeção (injeção mecânica).....	26
4.1.3 Sincronização de bomba de injeção.....	28
4.1.3.1 Calagem ou sincronização de uma bomba UNITÁRIA Bosch.....	28
4.1.3.2 Calagem ou sincronização de uma bomba MÚLTIPLA Bosch, que tem eixo próprio.....	29
4.1.3.2.1 Como proceder para sincronizar uma bomba múltipla engranzada ao motor por engrenagem.....	29
4.1.3.2.2 Como proceder para sincronizar uma bomba múltipla ligada ao motor por acoplamento.....	30
4.1.3.2.3 Calagem ou sincronização de uma bomba MÚLTIPLA Bosch, que NÃO tem eixo próprio.....	32
4.1.3.2.4 Calagem ou sincronização de um INJETOR (GM V 92).....	32

Teste de autoavaliação da unidade 4.....	33
CONCLUSÃO	35
BIBLIOGRAFIA	37
GABARITO DOS TESTES DE AUTOAVALIAÇÃO	39

INTRODUÇÃO

Este livro-texto se destina ao estudo da disciplina Manutenção de Motores Diesel (MCI-002) do curso CFAQ-I-M e foi desenvolvido de maneira que você possa facilmente absorver os ensinamentos. Queremos, desde já, parabenizá-lo pela opção que fez pelo estudo de máquinas e esperamos que você não se dê por satisfeito com somente esses ensinamentos que estão sendo transmitidos. Você sabe, tanto quanto nós, que um bom profissional não pode parar de estudar, devido à constante evolução tecnológica.

O conhecimento, além de abrir as portas para a sua ascensão profissional, dá a você a segurança de quem sabe o que faz e de quem realmente conhece o seu trabalho. Após o curso e quando embarcado, um fator extremamente favorável ao seu aprendizado a bordo é que você poderá fazer do navio um gigantesco e maravilhoso laboratório, onde há inúmeros recursos disponíveis a qualquer instante, além da presença de profissionais experientes para alargar o seu horizonte profissional.

Não desconsiderando a importância das outras máquinas, esta disciplina tem ênfase no motor diesel, haja vista ser maciça a presença desses motores a bordo dos navios mercantes, tanto nos sistemas de propulsão quanto nos sistemas de geração de energia elétrica. Esperamos que, ao final desta disciplina, você seja capaz de demonstrar habilidades pertinentes ao marinheiro de máquinas, quando fazendo reparos ou manutenções em motores diesel a bordo.

Ao final de cada unidade, você poderá testar os seus conhecimentos, resolvendo os exercícios propostos. Não deixe de resolvê-los. Eles são extremamente importantes para consolidar o que você acabou de conhecer. Para conferir suas respostas, você encontrará no final deste livro-texto, o gabarito das questões propostas em todas as unidades.

UNIDADE 1

FERRAMENTAS

1.1 FERRAMENTAS

O homem se destacou dos outros animais justamente porque aprendeu a criar e utilizar recursos vários para auxiliá-lo nas diversas tarefas do dia-a-dia. Esses recursos são denominados de **ferramentas**. Por exemplo: para saborear a castanha de um coquinho, o homem precisava quebrar esse coquinho com os dentes; então, ele aprendeu que, batendo no coquinho com uma pedra, poderia quebrá-lo com menor esforço e não ficava com os dentes doídos. Estava criado o martelo, ferramenta largamente utilizada nas tarefas diárias de um maquinista.

As ferramentas podem ser **gerais** ou **especiais**. As gerais são aquelas utilizadas em diferentes máquinas e equipamentos, como, por exemplo, o martelo, a chave de fenda, a chave de boca, o alicate universal, etc. Já as ferramentas especiais são aquelas que são utilizadas somente num determinado equipamento ou máquina, como, por exemplo, o saca-válvula de retenção da bomba de injeção unitária Bosch¹. Ou seja, esse saca-válvula só serve para isso e naquele tipo de bomba. Essas ferramentas especiais normalmente acompanham a máquina ou equipamento por ocasião da aquisição do mesmo.

Os tipos, a utilização e os cuidados com as ferramentas estão detalhados em outro livro-texto deste Curso, CFAQ-IM, denominado de “Ferramentas 2”.

1.1.1 Instrumentos de medição

As ferramentas usadas para fazer medições são denominadas de instrumentos de medição. Seja uma régua, um esquadro, um transferidor, um paquímetro ou um micrômetro. Esses, e muitos outros, são utilizados naquilo que mais se adéquam e de acordo com as necessidades do momento. As máquinas e equipamentos de um navio possuem várias peças que precisam ter medidas adequadas para o seu perfeito funcionamento. Peças de encaixe de alta precisão (rolamentos, luvas, engrenagens, etc.) e peças que possuem movimento relativo de deslizamento entre si (êmbolos, camisas, telhas de mancal, etc.) são exemplos de componentes a medir durante um reparo ou durante uma manutenção.

Os tipos, a utilização e os cuidados com os instrumentos de medição estão detalhados em outro livro-texto deste Curso, CFAQ-IM, denominado de “Ferramentas 1”.

¹ Bosch – famoso e gigante fabricante alemão de máquinas, equipamentos e ferramentas.

1.1.2 Manuseio de ferramentas

As ferramentas devem ser manuseadas e guardadas apropriadamente, para que elas possam desempenhar suas funções por longo período. São exemplos de uso não apropriado: uma chave em milímetro usada num parafuso em polegada, ou vice-versa; uma chave de fenda utilizada como talhadeira; um torquímetro usado como punho fixo; uma chave de grifo utilizada em sextavados; ou, um alicate com punho de metal não isolado para serviços elétricos.

Como já citado nos itens 1.1 e 1.1.1, os livros-texto deste Curso CFAQ-IM, Ferramentas-1 e Ferramentas-2, trazem todas as informações sobre o manuseio das ferramentas e dos instrumentos de medição, não justificando aqui ficar fazendo repetições.

1.1.3 Ferramentas necessárias

Você recebeu a ordem do chefe de máquinas para ir realizar uma determinada manutenção ou reparo no motor do MCA-1, por exemplo. Você chegou há poucos dias no navio e não conhece aquele equipamento. Que ferramentas levar para aquela faina ?

Reunir numa caixa umas ferramentas gerais é uma primeira saída. Ferramentas como: um martelo de bola (250g ou 500g), três chaves de fenda (grande, média e pequena), um alicate universal, um jogo de chaves tipo caixa (de 6mm a 50mm), um punho fixo e extensores para chave de caixa, um punho-catraca para chave de caixa, um jogo de chaves tipo combinada (de 6mm a 50mm), um punção marcador, um tubo de força, etc.

Com essa caixa levada para as proximidades do MCA-1, você vai atender a cerca de 90% das necessidades de ferramentas. Isso é válido, de uma maneira geral, para qualquer equipamento de um navio. Porém, mais na frente neste livro-texto, veremos onde podemos nos guiar para reunirmos as ferramentas necessárias para um determinado reparo ou manutenção.

Você chegou ao final da primeira unidade. Agora é importante que você teste seus conhecimentos.

Em caso de dúvida, leia atentamente o texto que trata do assunto. Você vai ver que alguma informação pode ter escapado da sua atenção.



Teste de autoavaliação da unidade 1.

I) Escreva Certo ou Errado no espaço ao lado de cada questão.

- 1.1) (_____) O homem se destacou dos outros animais justamente porque aprendeu a criar e utilizar recursos vários para auxiliá-lo nas diversas tarefas do dia-a-dia. Esses recursos são denominados de **utensílios**.
- 1.2) (_____) As ferramentas podem ser **gerais** ou **especiais**.
- 1.3) (_____) As ferramentas especiais são aquelas que são utilizadas somente num determinado equipamento ou máquina.

II) Responda as questões abaixo.

1.4) Como são denominadas as ferramentas usadas para fazer medições ?

1.5) Cite duas peças de motor diesel que obrigatoriamente precisam ser medidas por ocasião de um reparo ou manutenção.

1.6) Cite duas utilizações não apropriadas de ferramentas.

III) Assinale a única alternativa correta em cada item.

1.7) As medidas das ferramentas de um jogo de chave de caixa, por exemplo, a ser levado para uma determinada faina, devem se situar entre:

(a) 12 mm e 26 mm.

(b) 10 mm e 30 mm.

(c) 06 mm e 50 mm.

(d) 08 mm e 48 mm.

Veja as respostas na página 34.

UNIDADE 2

MOTOR DIESEL

2.1 O MOTOR DIESEL

Em 1867, na Exposição de Paris, o engenheiro alemão Nicolaus August **Otto** apresentou a primeira máquina de combustão interna (MCI)², o hoje conhecido como motor a gasolina, ao mundo.

Na Alemanha, em 1893, passados portanto 26 anos após a apresentação do motor a gasolina, o franco-germânico Rudolf **Diesel** apresentou o primeiro motor diesel ao mundo. Esse tipo de motor, outra MCI, depois dos diversos melhoramentos nele implantados, foi utilizado na propulsão de embarcações já nos primeiros anos do século XX. E a partir daí, a máquina alternativa a vapor e a turbina a vapor foram sendo deixadas de lado, já que o motor diesel se constituiu numa máquina de rendimento superior, de custo inicial menor e ocupando um espaço no navio também menor.

A grande maioria das unidades mercantes costuma apresentar o seu sistema de propulsão movimentado por um ou mais motores diesel (MCPs), sendo também utilizados na movimentação de geradores de eletricidade (MCAs). A figura 2.1.1 mostra o sistema propulsor de um navio possuidor de seis motores diesel propulsores (MCPs), três em cada eixo propulsor, e a geração de eletricidade a cargo de outros quatro motores diesel, sendo três MCAs e um diesel de emergência (DE), todos distribuídos em quatro praças de máquinas.

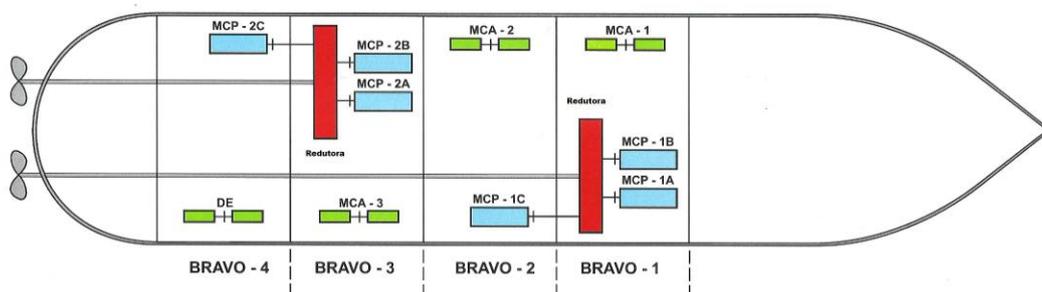


Figura 2.1.1 - Motores diesel na propulsão e na geração de eletricidade.

O motor diesel, seus tipos, seus arranjos, suas peças móveis, suas peças fixas e o seu funcionamento estão amplamente mostrados no outro livro-texto deste curso CFAQ-I-M, intitulado de Máquinas e Equipamentos do Sistema de Propulsão (MCI-001).

² Recebeu essa denominação porque o combustível é queimado em seu interior.

2.1.1 Peças que mantêm movimento relativo entre si

Em uma máquina de combustão interna (MCI), há várias peças que mantêm movimento relativo entre si. Seja um êmbolo atritando com seu cilindro (figura 2.1.1.1), seja um eixo atritando com seu mancal (figura 2.1.1.2) ou sejam as pistas de um rolamento atritando com suas esferas ou roletes (figura 2.1.1.2). Esses movimentos têm seu atrito diminuído pelo lubrificante que se põe entre essas peças. Logo, temos que ter uma atenção especial com a lubrificação, pois, não havendo lubrificação, o atrito passa a ser bem maior, gerando muito calor e, conseqüentemente, as peças se fundem. O dano à máquina é praticamente total.



Figura 2.1.1.1: - Cilindro com seu pistão (Motos Blog.com.br)

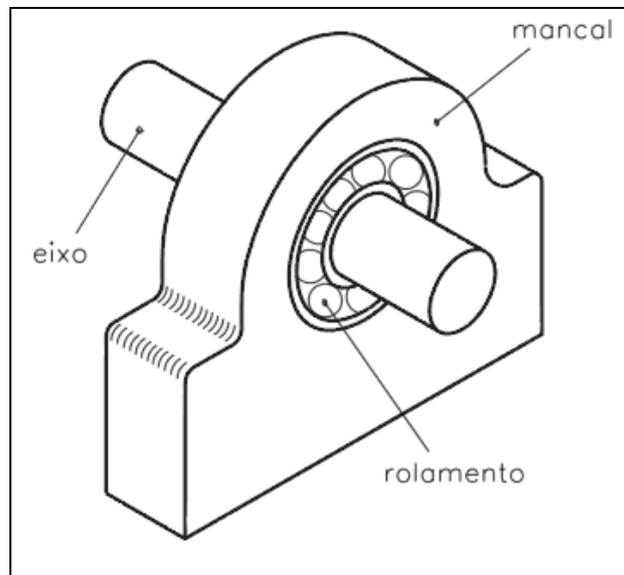


Figura 2.1.1.2 - Eixo com seu mancal.

2.1.2 Vedações móveis e fixas

Vedação é o recurso que impede a passagem de líquidos, gases, sólidos ou pó, de um meio para outro ou de um ambiente para outro. Isso depende da temperatura, do estado físico, da pressão; e do acabamento das peças também.

Os elementos de vedação classificam-se em dois grupos: de junções fixas e de junções móveis. A vedação entre duas seções de tubulação através de flanges, como mostra a figura 2.1.2.1 é um exemplo de junção fixa. A figura 2.1.2.2 mostra vários tipos de juntas. Já a vedação em um eixo, para que o lubrificante não passe de dentro para fora do motor, é feita por retentores, como mostra a figura 2.1.2.3.

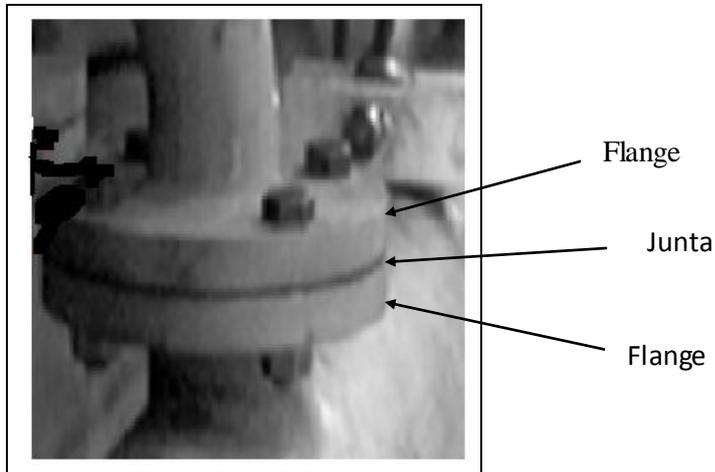


Figura 2.1.2.1 - União fixa entre tubos.

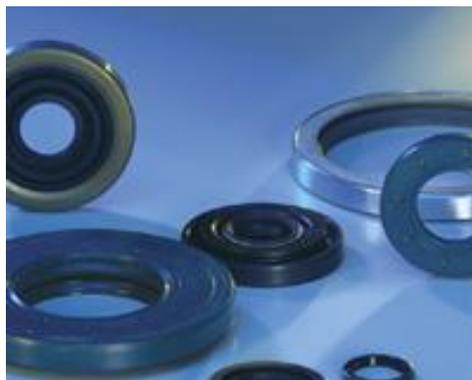


Figura 2.1.2.2 - Juntas de vários materiais.

Os elementos de vedação para junções fixas podem ser: juntas de borracha, juntas de papelão, juntas de velumóide, anéis de borracha (*O-rings*) ou anéis metálicos.

Os elementos de vedação para junções móveis podem ser: retentores, caixas de gaxeta ou selos.

Figura 2.1.2.3 - Retentores vários.



As caixas de gaxeta ou selos são muito utilizados para, por exemplo, a vedação do eixo propulsor, quando ele passa de dentro para fora do navio. As figuras 2.1.2.4 e 2.1.2.5 mostram esses tipos de vedação móvel.

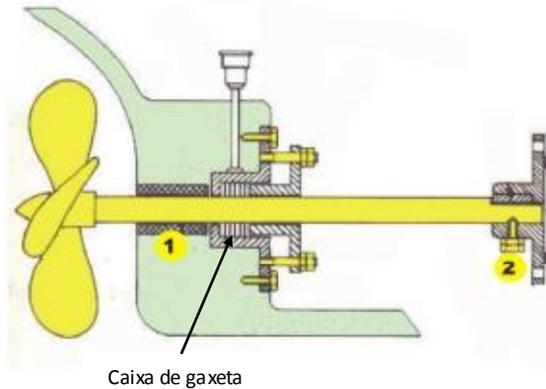


Figura 2.1.2.4 - Caixa de gaxeta



Figura 2.1.2.5 - Selo mecânico (ManeSeal da Wärtsilä)

Você chegou ao final da segunda unidade. Agora é importante que você teste seus conhecimentos.

Em caso de dúvida, leia atentamente o texto que trata do assunto. Você vai ver que alguma informação pode ter escapado da sua atenção.



Teste de autoavaliação da unidade 2

1) Escreva **Certo** ou **Errado** no espaço ao lado de cada questão.

- 2.1 (_____) A vedação do eixo propulsor, quando ele passa de dentro para fora do navio, pode ser feito por uma caixa de gaxeta.
- 2.2 (_____) Os elementos de vedação classificam-se em dois grupos: de junções fixas e de junções móveis.
- 2.3 (_____) O engenheiro franco-germânico **Rudolf Diesel** apresentou o primeiro motor diesel ao mundo em 1893.

II) Responda as questões abaixo.

2.4) Por que o motor diesel derrubou a supremacia das máquinas a vapor e das turbinas a vapor na propulsão de navios ?

2.5) Dê dois exemplos de peças de motor diesel que trabalham com movimentos relativos entre si.

2.6) Cite dois elementos de vedação para junções móveis

III) Assinale a única alternativa correta em cada item.

2.7) O hoje conhecido como motor a gasolina foi apresentado ao mundo pelo engenheiro alemão **Nicolaus August Otto** em:

(a) 1867

(b) 1893

(c) 1901

(d) 1914

Veja as respostas na página 34.

UNIDADE 3

DESMONTAGEM E MONTAGEM

3.1 PREPARAÇÃO PARA A DESMONTAGEM

Diferentemente do que pensa a maioria, esta fase de preparação representa ganho de tempo. O profissional deve aproveitar esta fase para planejar os diversos detalhes que envolverão a faina. De posse de caneta e papel, o profissional procura responder inicialmente a três questões básicas, a saber:

- a) **O QUE FAZER ?**
- b) **COMO FAZER ?**
- c) **O QUE É NECESSÁRIO PARA A REALIZAÇÃO DA FAINA ?**

A importância desse planejamento saltou aos olhos após a Marinha Americana ter desenvolvido um método de planejamento, nos anos 1950, denominado de PERT (Program Evaluation and Review Technique)³, que foi posto em prática na construção dos submarinos nucleares classe “Nautilus”. O custo e o tempo de construção de cada submarino sofreu uma redução enorme após esse método de planejamento ter sido implementado.

Vejamos um Exemplo.

O maquinista Ximenes embarcou há três dias em um navio que nunca havia entrado ou conhecido, quando recebeu a seguinte ordem do chefe de máquinas: Ximenes, providencie a troca dos anéis de segmento dos êmbolos do MCA-1. E acrescentou: o navio parte amanhã às 07:00h e esse MCA deverá estar em carga às 06:00h.

O Ximenes verificou que o gerador do MCA-1 é movimentado por um motor diesel MAN W8V, um motor em linha de 8 cilindros.

A troca dos anéis de segmento dos êmbolos de um motor diesel é uma faina que nem se compara com as fainas na construção de um submarino. Todavia, uma preparação para esse serviço só vai trazer vantagens.

Então, o Ximenes, de posse de caneta e papel, ainda em seu camarote, procurou a resposta para cada questão que envolve uma preparação, a saber:

³ Há outros métodos de planejamento, como o CPM (Critical Path Method) e a matriz GANTT, desenvolvidos com o mesmo propósito do PERT.

a) O QUE FAZER ?

O próprio chefe de máquinas já respondeu, pois foi ele quem determinou o que fazer.

b) COMO FAZER ?

O manual do fabricante e os cartões de manutenção auxiliaram o Ximenes a responder a essa pergunta, já que trazem todas as instruções para as fainas naquele motor.

c) O QUE É NECESSÁRIO PARA A REALIZAÇÃO DA FAINA ?

Também o manual do fabricante e os cartões de manutenção auxiliaram o Ximenes a responder a essa pergunta. Nessas fontes, ele ficou sabendo que: **a)** seriam necessários mais dois homens para, com ele, darem o pronto do serviço em oito horas de trabalho; **b)** teria que separar um local para arrumar as peças ao passo que elas fossem sendo retiradas; **c)** teria que separar um local para arrumar as ferramentas a serem utilizadas; e, **d)** teria que atender às seguintes necessidades:

1) **Ferramentas:** jogo de chave combinada de ¼" a 2"; jogo de chave de caixa de ¼" a 2" ; punho fixo; punho catraca; extensores; martelo de bola de 500g; alicate universal; alicate de bico reto; alicate de bico em 90 graus; alicate saca-mola de êmbolo; calibre de lâminas (apalpador); torquímetro de 8kgf-m a 41kgf-m; chaves de fenda (grande, média e pequena); paquímetro; micrômetro de medidas internas; micrômetro de medidas externas; gola cônica ou cinta de êmbolo; etc...

2) **Sobressalentes:** jogo de molas do êmbolo; kit de juntas e *O-rings*; etc...

3) **Outros:** veda-juntas; vasilhame p/ limpeza de peças; óleo diesel limpo; pasta p/ limpeza; trapos; talha; estropos; cavalete; cabo portátil (rabicho); óleo lubrificante; almotolia; vasilhame para óleo lubrificante usado; pó de serra; etc...

Terminada a fase de preparação, o Ximenes partiu para a **fase de execução**, que, desde que a preparação tenha sido cuidadosa, esta fase vai deslanchar de maneira correta e rápida. O imprevisto, se ocorrer, será contornado; seu número e intensidade serão, com certeza, bem inferior a da não existência de preparação.

3.2 CUIDADOS NA DESMONTAGEM

O que é mais fácil, desmontar ou montar uma máquina ou equipamento ?

Aparentemente, montar uma máquina é muito mais difícil que desmontá-la, não é mesmo? Entretanto, a verdade é outra: desmontar se torna muito mais difícil que montar, pois, durante a desmontagem, o maquinista precisa tomar alguns cuidados para que a montagem ocorra correta e rapidamente.

Que cuidados são esses?

Vejamos alguns desses cuidados.

1) A posição das peças tem de ser marcada antes da desmontagem, para que a montagem dessas peças não seja errada. E essa marcação deve ser feita com um punção marcador, de bico ou alfanumérico. Nada de giz, tinta, etc.

2) As peças têm que ser retiradas do motor na sequência determinada no manual do fabricante e/ou cartões de manutenção e arrumadas, na mesma sequência com que foram retiradas, no local já definido na alínea c) do item 3.1.

3) Após a retirada de um componente, suas porcas e/ou parafusos voltam para seus lugares. Isso evita que haja dúvida (é esse ou aquele parafuso?) ou perda (parafusos soltos se misturam a outros, caem no porão, etc.) por ocasião da montagem.

4) Fios, cabos e tubos têm que ser etiquetados antes de sua retirada, para evitar a dúvida, ou mesmo a ignorância, de localização na montagem.

5) Há várias peças num motor diesel que são sincronizadas a outras para cumprirem seu papel no momento correto, como por exemplo: eixo de cames com eixo de manivelas; distribuidor de ar de partida com eixo de cames; bomba de injeção de combustível com eixo de cames; etc. Antes da desmontagem, **a)** caso haja marcações do fabricante, a correta sincronização dessas marcações precisa ser observada; e, **b)** caso não haja marcações do fabricante, o maquinista, se utilizando de um punção marcador, faz suas marcas para garantir a perfeita sincronização durante a montagem.

6) Muitas peças de um motor diesel precisam ser medidas para se saber se estão em condições de continuarem sendo utilizadas. Êmbolos, camisas, telhas de mancal e anéis de segmento são algumas delas. E essa medição tem de ser efetuada durante a desmontagem de cada peça. Caso uma peça não esteja dentro do limite permitido pelo fabricante, o maquinista já a lança na lista dos sobressalentes necessários para a montagem.

7) Cada peça, imediatamente após ser retirada do motor, deverá ser bem limpa. Isso permitirá ao maquinista enxergar pequenas avarias, como rachaduras e bexigas, que a sujeira não permitiria.

Há muitos outros cuidados a serem observados durante uma desmontagem. De posse do manual do fabricante e/ou dos cartões de manutenção, o maquinista vai tomar conhecimento deles no momento certo. No próximo item 3.5 veremos outros cuidados relacionados com a segurança.

3.3 PREPARAÇÃO PARA A MONTAGEM

A fase de preparação para a montagem é semelhante a que foi citada no item 3.1 referente à desmontagem. Acrescenta-se ao material já citado tudo que foi listado na lista de sobressalentes que o maquinista fez durante a desmontagem, material esse que não se esperava que precisasse de substituição.

3.4 CUIDADOS NA MONTAGEM

Se o maquinista seguiu as instruções do manual do fabricante e/ou dos cartões de manutenção e se tomou os cuidados citados no item 3.2, a fase de execução da montagem ocorrerá de forma correta e rápida. As peças serão montadas no motor na sequência inversa da de desmontagem. A experiência nos diz que, se a desmontagem foi bem feita, a execução da montagem tomará no máximo 40% do tempo gasto para a desmontagem.

3.5 SEGURANÇA NA MANUTENÇÃO

Os cuidados a serem tomados durante a desmontagem já foram listados no item 3.2. Aqueles cuidados devem ser tomados visando uma montagem correta e rápida. Entretanto, há outros cuidados que visam a segurança do maquinista e/ou da máquina de uma maneira geral e a prevenção de acidentes. Vejamos, então, alguns desses cuidados.

- 1) Qualquer trabalho no motor só deve ser realizado por pessoal treinado e qualificado para tal.
- 2) Usar o Equipamento de Proteção Individual (EPI) apropriado para a faina. Seja óculos, seja máscara, seja avental, sejam botas, sejam luvas, seja protetor de ouvido, etc.
- 3) Nunca usar o motor como terra da máquina de soldar elétrica. Se for necessária a solda elétrica de um furo no coletor de descarga, por exemplo, o coletor deverá ser retirado do motor para ser soldado na bancada da oficina.
- 4) Os gases de descarga são venenosos e matam se inalados. Portanto, não permitir o vazamento dos gases de descarga num ambiente fechado como a praça de máquinas.
- 5) Não desconecte tubulações de água doce / salgada ou de combustível ou de lubrificante ou de óleo hidráulico com o motor funcionando.
- 6) Inoperar a partida do motor antes de começar qualquer reparo ou manutenção.
- 7) Inoperar a partida de um motor com partida elétrica é conseguida com a retirada do cabo negativo da bateria. Não esquecer de afixar um aviso de “em reparo” ou “em manutenção” sobre o borne negativo da bateria.
- 8) Inoperar a partida de um motor com partida a ar comprimido é conseguido com o fechamento da válvula de ar mais próxima do motor e a retirada do volante dessa válvula (caso não haja cadeado para travamento). Manter bem guardado o volante. Não esquecer de afixar um aviso de “em reparo” ou “em manutenção” na haste da válvula.
- 9) O reparo ou manutenção só deve ser efetuado com o motor parado.
- 10) Manter distância de um motor ou equipamento que esteja suspenso ou sendo movimentado por guindaste ou outro aparelho de força.
- 11) Nunca dobrar e nem instalar tubulações que trabalhem com fluidos em alta pressão.
- 12) Retirar lenta e progressivamente a tampa de um tanque de expansão, que trabalhe numa pressão superior à atmosférica, utilizando um trapo ou luva.
- 13) Quando trocando o óleo lubrificante de um motor ou trabalhando no sistema de combustível, se assegurar que a praça de máquinas esteja bem ventilada.
- 14) Utilizar sempre o auxílio de guindaste ou talha quando precisar mover uma peça de 25 kg ou mais.
- 15) Baterias liberam gases explosivos (hidrogênio, por exemplo). Evitar centelhas ou chamas nuas (isqueiro, maçarico, etc) próximo a elas. Ventilar bem o compartimento.

16) Não deixar que uma máquina funcione com suas partes em movimento (rotativo ou alternativo) sem proteção.

17) Corrigir vazamentos de óleo lubrificante ou de combustível imediatamente, a fim de evitar-se um incêndio.

18) Ao ligar uma bateria com outra que se quer dar uma “chupeta”, primeiro ligue os dois cabos positivos e por último os dois cabos negativos. Quando for desfazer a “chupeta”, primeiro desligue os cabos negativos e por último os cabos positivos.

19) Sempre manter um extintor de incêndio próximo ao local do reparo ou manutenção. Se certificar de que sabe utilizá-lo.

20) O chumbo é altamente prejudicial à saúde, mesmo em mínimas quantidades. Portanto, manter o local bem ventilado, usar máscara e luvas são cuidados imprescindíveis para quem trabalha com chumbo.

21) Em faina de pintura, usar sempre máscara, manter local ventilado, não fumar, não provocar chamas nuas e manter extintor à mão, são cuidados que não devem ser nunca negligenciados.

22) A pele humana suporta no máximo 2,1 kg/cm² de pressão. Portanto, ao utilizar ar comprimido para limpeza de peças, não deixar que essa pressão seja ultrapassada.

23) O nitrogênio líquido, muito utilizado a bordo para tornar inertes tanques de combustível ou para resfriar eixos, pode provocar queimaduras tal qual o fogo e pode matar por asfixia. Ventilar bem o ambiente, usar luvas e usar máscara são requisitos de proteção para o maquinista.

24) O ar comprimido, mesmo na pressão máxima de segurança para a nossa pele (2,1 kg/cm²), pode passar pelo tecido da roupa. Se o jato de ar for direcionado para as costas de alguém e penetrar pela cavidade anal, fatalmente vai causar a ruptura dos intestinos desse alguém, levando-o à morte por infecção generalizada.

25) Não usar roupas folgadas ou desabotoadas, não usar cordão no pescoço, não usar pulseira e nem aliança evitarão que peças em movimento de um motor possam puxar o maquinista, causando-lhe ferimentos ou morte.

26) Ao término do reparo ou manutenção e antes de dar a partida no motor, fazer uma inspeção rigorosa para se certificar de que nenhuma ferramenta, cabo portátil, trapo, contra-pino, proteção de parte móvel, ... não foram esquecidos.

Apesar do grande número de cuidados listados acima, há muitos outros a serem observados pelo maquinista por ocasião de um reparo ou manutenção.. De posse do manual do fabricante e/ou dos cartões de manutenção, o maquinista vai tomar conhecimento deles no momento certo.

Você chegou ao final da terceira unidade. Agora é importante que você teste seus conhecimentos.

Em caso de dúvida, leia atentamente o texto que trata do assunto. Você vai ver que alguma informação pode ter escapado da sua atenção.



Teste de autoavaliação da unidade 3

I) Escreva Certo ou Errado no espaço ao lado de cada questão.

3.1) (_____) Só utilizar o auxílio de guindaste ou talha quando precisar mover uma peça de 50 kg ou mais.

3.2) (_____) Cada peça, imediatamente após ser retirada do motor, deverá ser bem limpa. Isso permitirá ao maquinista enxergar pequenas avarias, como rachaduras e bexigas, que a sujeira não permitiria.

3.3) (_____) A pele humana suporta no máximo 2,1 kg/cm² de pressão. Portanto, ao utilizar ar comprimido para limpeza de peças, não deixar que essa pressão seja ultrapassada.

II) Responda as questões abaixo.

3.4) Na fase de preparação para uma desmontagem, quais são as três questões básicas que precisam ser respondidas ?

3.5) O que é mais fácil, desmontar ou montar uma máquina ou equipamento ? Por que?

3.6) Como ligar uma bateria com outra que se quer dar uma “chupeta” ?

III) Assinale a única alternativa correta em cada item.

3.7) Qual foi o método de planejamento desenvolvido pela Marinha Americana, no início dos anos 1950, durante a construção dos submarinos classe Nautilus ?

- a) CPM
- b) O&M
- c) PERT
- d) Matriz GANTT

Veja as respostas na página 34.

UNIDADE 4

SINCRONIZAÇÃO MOTORA

4.1 SINCRONIZAÇÃO MOTORA

Vamos tratar, nesta Unidade, da sincronização motora, haja vista que há várias peças num motor diesel que são sincronizadas a outras para cumprirem seu papel no momento correto. Podemos citar como exemplo a sincronização entre: **a)** o eixo de cames e o eixo de manivelas; **b)** o distribuidor de ar de partida e o eixo de cames; e, **c)** a bomba de injeção de combustível e o eixo de cames; etc. É importante que o determinado pelo fabricante seja cumprido à risca. Quando o fabricante estipula que naquele motor o avanço à injeção é de 25 graus, isso significa que na bancada de teste na fábrica, de todos os outros valores em graus testados, no avanço com 25 graus aquele motor mostrou maior eficiência.

4.1.1 Regulagem de válvulas de admissão e de descarga

Há válvula(s) de descarga nos motores de dois tempos que possuem na camisa só janelas de admissão; e há válvula(s) de admissão e válvula(s) de descarga nos motores a quatro tempos. Essas válvulas precisam abrir e fechar no momento certo, momento este que é determinado pelo fabricante, para que o motor funcione o mais eficientemente possível.

Como pode-se observar pela figura 4.1.1.1, que mostra um cabeçote de um motor a quatro tempos, com válvulas de admissão e válvulas de descarga, essas válvulas são abertas por um balancim e são fechadas por ação de uma mola.

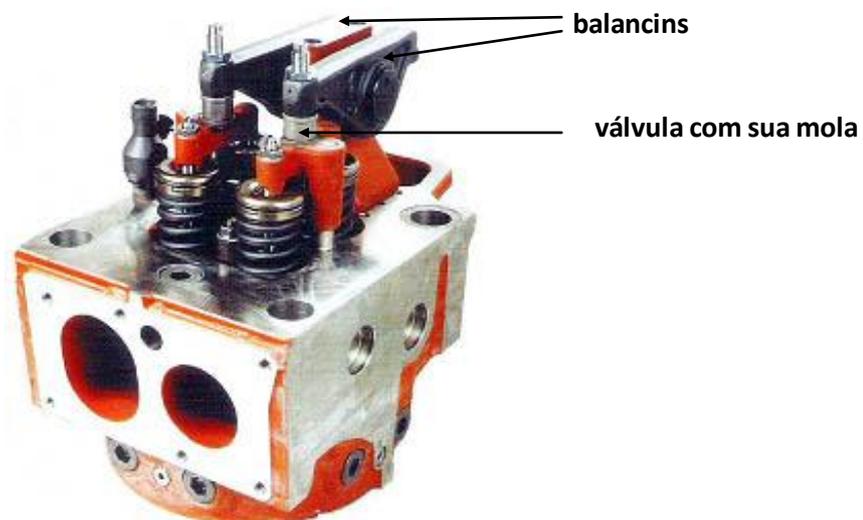


Figura 4.1.1.1 - Válvulas de admissão e de descarga (Wärtsilä 200)

Entre a haste da válvula e o balancim tem que haver uma folga para absorver a dilatação do metal, provocada pela alta temperatura gerada pela queima do combustível. E é sobre essa regulagem que vamos nos referir a seguir.

O fabricante determina o valor dessa folga e se ela deve ser verificada com o motor frio ou quente. Normalmente a folga da válvula de descarga, por receber mais calor, é maior que a folga da válvula de admissão.

Para se fazer a regulagem das válvulas (ou qualquer regulagem ou sincronia) em um motor diesel, faz-se mister que se dê os seguintes passos:

A) Preparação	
1	Qual é o sentido de rotação do motor? Mesmo que o motor seja reversível (pode girar à esquerda ou à direita), o fabricante estipula o sentido de rotação em que a regulagem / sincronia deve ser feita.
2	Qual é o cilindro número 1 do motor? O fabricante sempre coloca o cilindro número 1 no zero grau do volante, sendo, portanto, o ponto de partida para qualquer regulagem / sincronia.
3	Quantos cilindros tem o motor?
4	Qual é o arranjo do motor? É em linha? É em "V"?...
5	O motor é a 2 ou é a 4 tempos? Com as informações dos itens 3 a 5, pode-se responder à pergunta do item 6 a seguir.
6	Qual é o ângulo de calagem do motor? Após a regulagem / sincronia do cilindro 1, gira-se o eixo de manivelas por um ângulo de calagem e o próximo cilindro estará na posição de ser regulado / sincronizado.
7	Qual é a ordem de queima do motor? Ao girar-se o eixo de manivelas por um ângulo de calagem, e no sentido de rotação estipulado pelo fabricante, o próximo cilindro a estar na posição de ser regulado / sincronizado é o citado na ordem de queima.

B) Execução	
(tomando-se a figura 4.1.1.2, de um motor a 4 tempos em linha, como referência).	
	
Figura 4.1.1.2 – Regulando válvulas (Scania DS)	

1	Colocar o cilindro 1 no PMS em final de compressão. Nesse ponto, as válvulas de admissão e de descarga estarão fechadas (os balancins estarão descolados das hastes das válvulas, podendo ser balançados livremente).
2	Com uma chave de fenda no parafuso de regulagem, forçar o balancim para baixo, de maneira que ele fique o mais distante possível da haste da válvula.
3	<p>Medir a folga entre o balancim e a haste da válvula, passando a lâmina do apalpador (figura 4.1.1.3) correspondente à que foi determinada pelo fabricante. A lâmina deve ser manuseada com as pontas dos dedos, ou seja, não precisa colocar força nela. A folga estará boa quando o maquinista, movimentando a lâmina no sentido do comprimento, sentir que ela não prende e que também não está folgada.</p> <div data-bbox="708 752 1027 987" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">Figura 4.1.1.3 - Apalpador ou calibre de lâminas.</p>
4	Caso a folga não esteja boa, folgar a porca que prende o parafuso de regulagem. Com a chave de fenda, girar o parafuso de regulagem até que a folga normal seja obtida. Apertar a porca do parafuso de regulagem. Checar a folga de novo após o aperto da porca, para ver se a folga foi mantida. Repetir toda a operação se necessário.
5	Repetir os procedimentos listados nos itens 2 a 4 anteriores para a(s) outra(s) válvula(s) do mesmo cilindro.
6	Girar o eixo de manivelas por um ângulo de calagem e no sentido de rotação estipulado pelo fabricante. O próximo cilindro a estar na posição de ser regulado / sincronizado é o próximo na ordem de queima.
7	Repetir as operações citadas nos itens de 1 a 6 anteriores até o último cilindro da ordem de queima.

O raciocínio aqui transmitido para regulagem de válvulas é válido para qualquer motor diesel do tipo mostrado nas figuras 4.1.1.1 a 4.1.1.2. Entretanto, dependendo do fabricante, o manual do motor pode trazer outras instruções que facilitam essa regulagem.

Há motores que possuem tuchos hidráulicos, não havendo necessidade de verificação dessas folgas.

Os grandes motores propulsores de navio são a 2 tempos e são do tipo *long stroke*⁴. Esses motores possuem camisas com janelas de admissão e uma válvula de descarga por cabeçote. Essas válvulas de descarga não são acionadas por balancins e nem possuem molas. Elas são abertas hidráulicamente (pressão em torno de 200 kg/cm²) e são fechadas pneumáticamente (pressão em torno de 8 kg/cm²). Essas válvulas, portanto, não têm verificação de folga como a citada nos itens de 1 a 7 anteriores.

4.1.2 Testes de válvula de injeção (injeção mecânica)

A válvula de injeção é responsável pela atomização e pela distribuição do combustível no interior do cilindro. Agora, vamos aprender como testar e regular esse tipo de válvula.

Antes de instalar uma válvula de injeção no motor, devemos testá-la de conformidade com as instruções do fabricante. Isto é válido até mesmo para as válvulas novas. Também devemos realizar o teste quando:

- por ocasião de manutenções do motor;
- por ocasião de revisão do motor; ou
- sempre que houver suspeita do mau funcionamento de uma válvula.

Devemos removê-la do motor, desmontá-la, lavar seus componentes com escovinha e óleo diesel limpo. Limpar e medir o(s) furo(s) do bico da válvula com as ferramentas apropriadas fornecidas pelo fabricante. O conjunto formado pela válvula-agulha (4) e seu cilindro (7), figura 4.1.2.1, é fabricado com **extrema precisão um para o outro**. Portanto, não podem ser trocados separadamente.

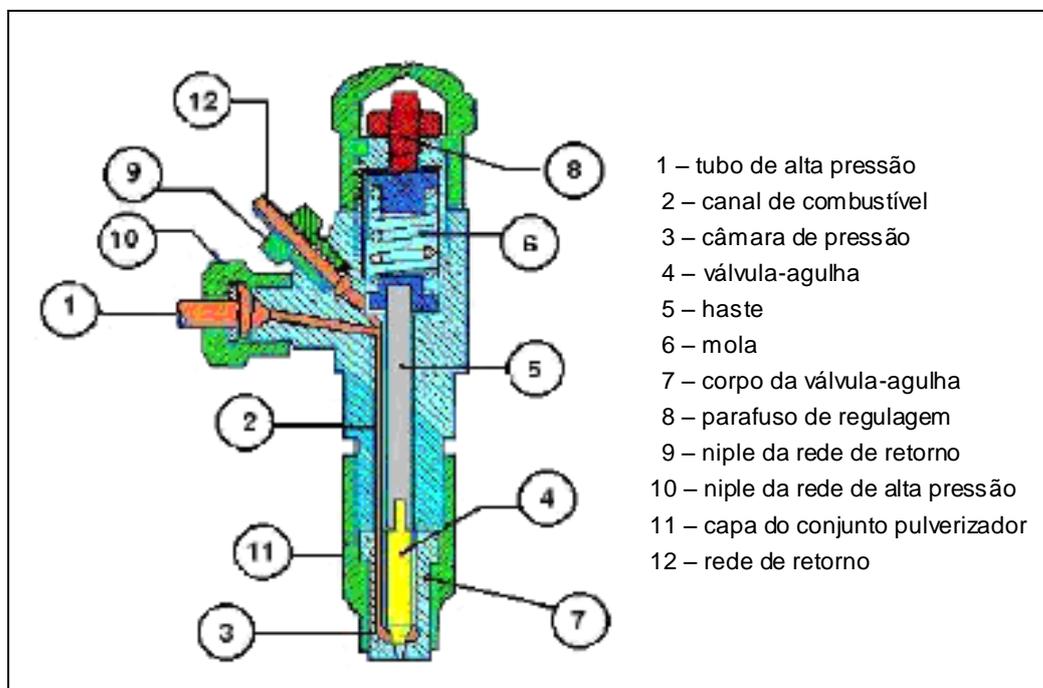


Figura 4.1.2.1 - Válvula de injeção Bosch.

⁴ Long stroke – motor com longo curso do êmbolo.

Um teste prático e simples pode ser efetuado, conforme mostra a figura 4.1.2.2. Segurando o conjunto (válvula-agulha e seu cilindro) na vertical, suspende-se a válvula-agulha até o limite superior de seu passeio, soltando-a em seguida. Se a válvula descer, sob seu próprio peso, sem emperrar, até o limite inferior do seu passeio, o conjunto poderá ser novamente utilizado. Caso contrário, **o conjunto** deve ser substituído.

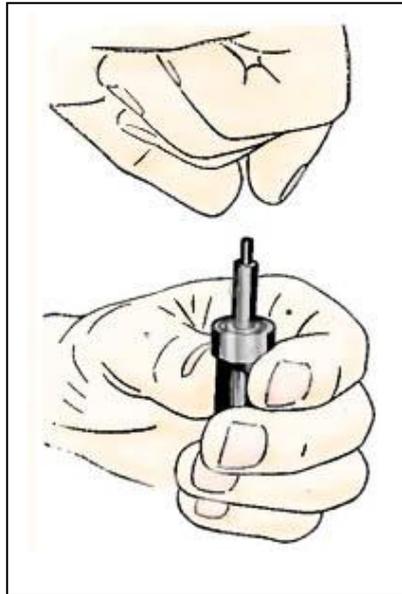


Figura 4.1.2.2
Teste prático e simples do
conjunto válvula-agulha e
seu cilindro.

A figura 4.1.2.3 mostra um aparelho de teste de válvulas de injeção. O sistema consta essencialmente de um depósito (com filtro interno) para combustível, uma bomba de alta pressão, um manômetro, uma válvula de interceptação e dois tubos: um tubo ligando o depósito à bomba e o outro ligando a bomba à válvula a ser testada. O manômetro é de precisão e permite a leitura dos valores de pressão a que a válvula vai sendo submetida durante o teste. A pressão de teste dessas válvulas se situa normalmente entre 130 kg/cm² e 350 kg/cm² (o fabricante determina um valor dentro dessa faixa).

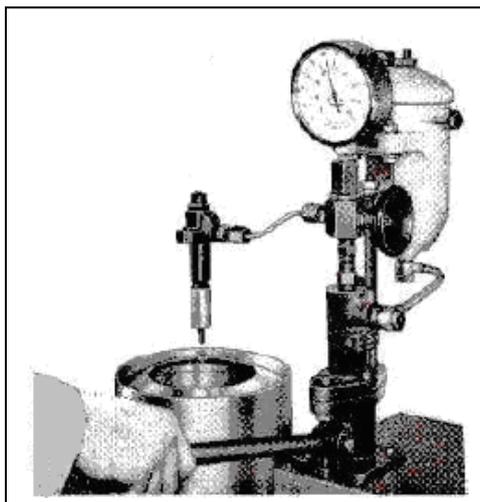


Figura 4.1.2.3 - Aparelho de teste para válvula (Bosch EPS 100)

Como pode ser visto na figura 4.1.2.3, a bomba do aparelho de teste é acionada manualmente através de uma alavanca. Observando o manômetro, o operador do teste vai

calibrando a tensão da mola, atuando no parafuso de regulagem localizado na parte superior da válvula de injeção, com uma chave de fenda. Antes de apertar a união entre o tubo de pressão e a válvula de injeção, deve o operador bombear o combustível, através da alavanca, para que todo o ar do sistema seja retirado.

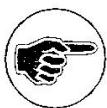
Há válvula de injeção que não possui parafuso de regulagem. A tensão da mola da válvula é modificada colocando-se ou retirando-se calços.



O que deve ser observado durante o teste de uma válvula de injeção?

A válvula de injeção só será considerada pronta para funcionar se:

- a) não houver orifício(s) obstruído(s);
- b) a válvula estiver estanque – quando o operador parar de acionar a alavanca da bomba, o combustível não pode ficar vazando pelo(s) orifício(s);
- c) a qualidade do jato estiver dentro do padrão determinado pelo fabricante (o combustível tem de sair atomizado, isto é, em forma de névoa);
- d) a direção do jato estiver correta – o fabricante fornece o ângulo que o(s) jato(s) de combustível deve(m) formar; e
- e) a pressão de abertura estiver de acordo com o manual do motor.



Importante! A válvula de interceptação do teste de bancada, que fica entre a descarga da bomba e o manômetro, tem a função de proteger o manômetro. Portanto, só deverá ser aberta por ocasião do teste de pressão.

4.1.3 Sincronização de bomba de injeção

A calagem ou sincronização de uma bomba de injeção é uma operação extremamente importante para o funcionamento adequado do motor, já que o combustível tem de começar a ser injetado no cilindro um pouco antes do final da **fase de compressão**. Essa calagem deve ser feita seguindo-se rigorosamente as instruções do manual do fabricante do motor, para não se prejudicar o rendimento ou, mesmo, tornar o motor inoperante.

4.1.3.1 Calagem ou sincronização de uma bomba UNITÁRIA Bosch

A bomba **unitária** de injeção dispõe normalmente de uma janela de ponto ou de sincronização na sua carcaça, como mostram as figuras 4.1.3.1.1(A) e 4.1.3.1.1(B).

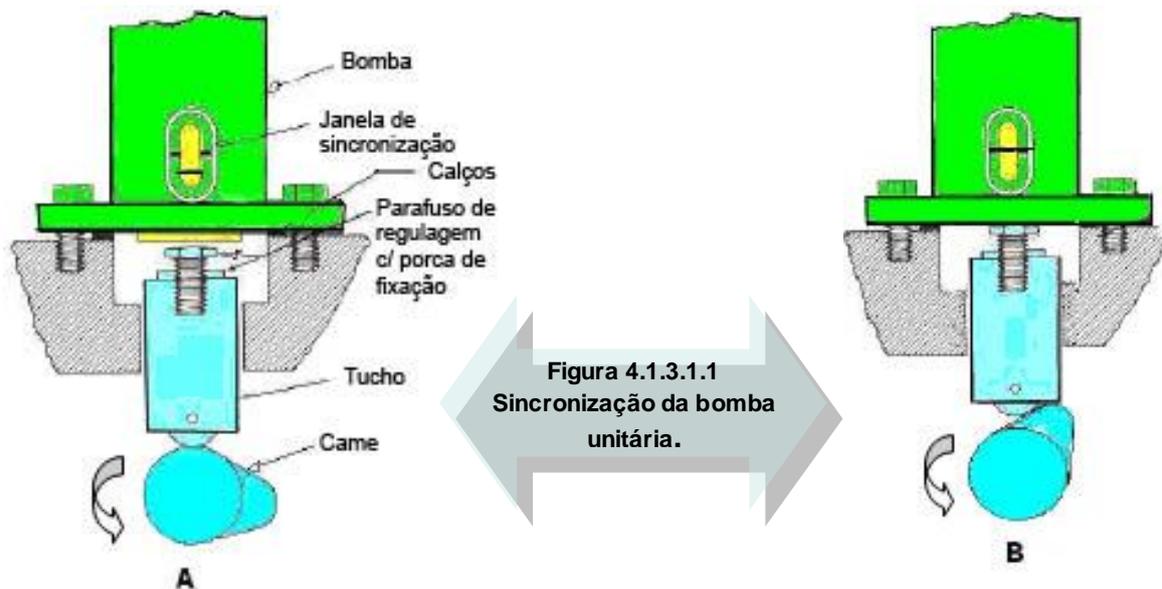
Observe que, entre a parte inferior da bomba e o tucho, há um parafuso de regulagem com uma contra porca. Veja, então, como deve ser feita a sincronização ou calagem de uma bomba unitária.

No início da injeção, a marca que aparece no seguidor do junço da bomba (peça em amarelo) deverá estar em coincidência com as marcas existentes no corpo da bomba. Portanto, se a marca do avanço à injeção estiver gravada no volante, basta você girar o volante do motor, no sentido normal de rotação, e buscar a posição do início de injeção. Feito isto,

verifique se houve ou não a coincidência da marca do seguidor do junço da bomba com as marcas existentes no corpo da bomba.

Se as marcas não estiverem coincidindo, folgue a contra porca e gire o parafuso de regulagem, até que as marcas coincidam. Não esqueça que, após encontrar o ponto certo, deve-se travar o parafuso por meio da contra porca.

Outro tipo de bomba unitária pode ter seu ponto de injeção regulado pela inserção ou retirada de calços entre o flange de assentamento da bomba e a plataforma do motor sobre a qual ela é montada.



4.1.3.2 Calagem ou sincronização de uma bomba MÚLTIPLA Bosch, que tem eixo próprio

4.1.3.2.1 Como proceder para sincronizar uma bomba múltipla engranada ao motor por engrenagem:

- 1) Coloque o cilindro nº 1 do motor no final de compressão (gire seu eixo manualmente ou através da catraca, no sentido normal de rotação);
- 2) gire o motor, por 50 a 60 graus, no sentido contrário de sua rotação (para compensar as folgas do trem de engrenagens);
- 3) gire o motor, no seu sentido normal de rotação, até que o ponto de avanço à injeção seja alcançado (no caso da figura 4.1.3.2.1.1, esse ponto se situa a 26° antes do PMS);

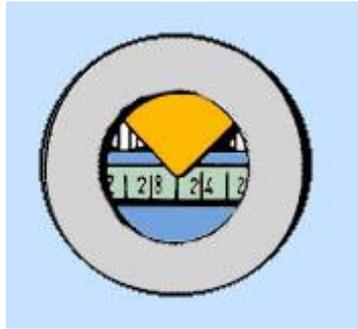


Figura 4.1.3.2.1.1 - Ponto de avanço à injeção.



O ponto de avanço à injeção é o ponto, em graus do volante, antes do PMS e próximo ao final de compressão, onde começa a injeção (normalmente entre 8 e 30 graus).

- 4) acople a engrenagem da bomba de injeção à engrenagem do trem de engrenagens do motor, tendo atenção à coincidência dos dentes das engrenagens (ver figura 4.1.3.2.1.2); e
- 5) recomponha e aperte os flanges e tubulações (não esqueça de retirar o ar do sistema).

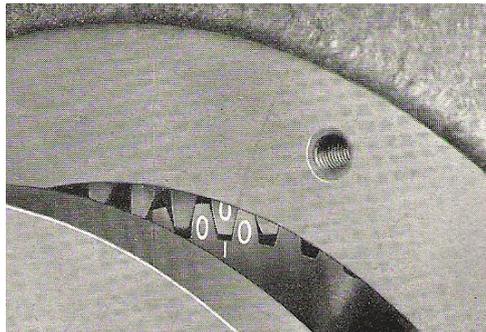


Figura 4.1.3.2.1.2 - Coincidindo dentes de engrenagens.

4.1.3.2.2 Como proceder para sincronizar uma bomba múltipla ligada ao motor por acoplamento:

- 1) coloque o cilindro nº 1 do motor no final de compressão (gire seu eixo manualmente ou através da catraca, no sentido normal de rotação);
- 2) gire o motor, por 50 a 60 graus, no sentido contrário de sua rotação (para compensar as folgas do trem de engrenagens);
- 3) gire o motor, no seu sentido normal de rotação, até que o ponto de avanço à injeção seja alcançado (no caso da figura 4.3.2.1.1, esse ponto se situa a 26° antes do PMS).

Agora, o motor está pronto para receber a bomba.

Vamos, então, preparar a bomba?

Observe a figura 4.1.3.2.1, para lembrar a bomba múltipla, visando acompanhar os passos seguintes.

- Na bomba de injeção múltipla, retire o tubo de descarga e a válvula de retenção do elemento bombeador nº 1, enroscando aí um **pescoço de ganso** (ver figura 4.1.3.2.2);
- conecte a rede de admissão de combustível à bomba de injeção múltipla;
- abra a válvula de interceptação, instalada entre o tanque de serviço e o motor;

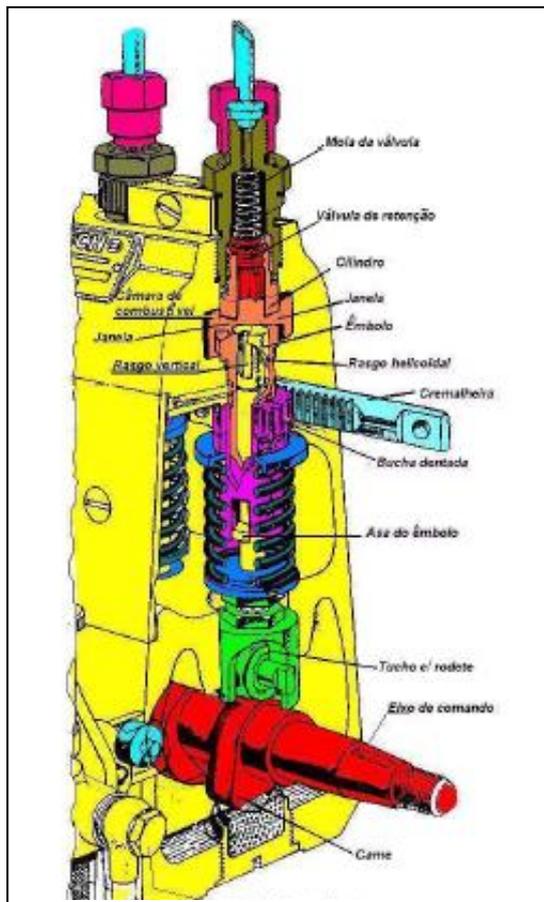


Figura 4.1.3.2.1: Bomba múltipla de injeção Bosch.

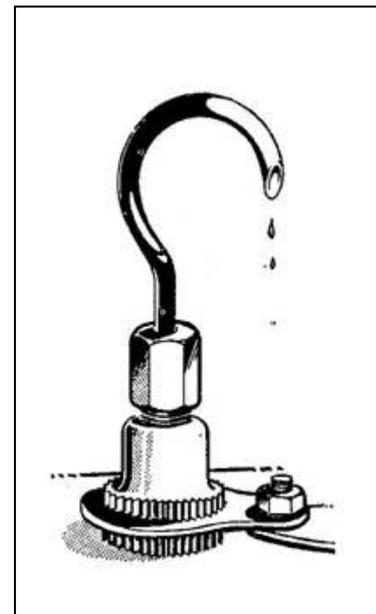


Figura 4.1.3.2.2: Pescoço de ganso no lugar do niple de saída da bomba.



Se o tanque de serviço ficar num nível mais elevado que o nível da bomba, o combustível já vai começar a sair pelo pescoço de ganso, por gravidade. Se a bomba estiver num nível acima do nível do tanque de serviço, será necessário acionar a bomba de alimentação, para que o combustível chegue ao pescoço de ganso.

d) a alavanca de aceleração da bomba de injeção múltipla tem que estar numa posição diferente da de **“parada”**;

e) gire o eixo da bomba manualmente, no seu sentido normal de rotação, coloque o elemento bombeador nº 1 da bomba na posição de início de injeção (o combustível deixa de

sair pelo pescoço de ganso, quando o **êmbolo ou junço** do elemento bombeador nº 1 fechar a janela de combustível);



O início de injeção ocorre quando o **êmbolo ou junço** fecha a janela de combustível do elemento bombeador. Porém, como o giro do eixo da bomba é feito manualmente, esse ponto de início de injeção pode passar pouco ou muito, dependendo da sensibilidade de cada operador. Por isso, ficou estabelecido que a saída do combustível pelo pescoço de ganso não deve ser parada totalmente, e sim, deve-se deixar sair de 2 a 3 gotas de combustível por minuto. A partir daí, a bomba está pronta para ser acoplada ao motor.

f) com muito cuidado para que o eixo da bomba não gire, acople a bomba ao motor, apertando os parafusos do flange;

g) gire o motor até que a posição de sincronia seja atingida de novo; verifique se a bomba realmente ficou na posição de sincronia; caso contrário, repita as instruções dos itens e) e f) anteriores;

h) desligue a bomba de alimentação de combustível ou feche a válvula de interceptação; e

i) recoloca a válvula de retenção e recomponha as tubulações (não esqueça de retirar o ar do sistema).

4.1.3.2.3 Calagem ou sincronização de uma bomba MÚLTIPLA Bosch, que NÃO tem eixo próprio

Esse tipo de bomba se utiliza diretamente do eixo de cames do motor para ser movimentada. Se o eixo de cames estiver sincronizado, ou seja, se não tiver sido mexido, ela pode ser simplesmente aparafusada à base. O raciocínio feito para as bombas que possuem eixo próprio pode ser seguido para verificação da sincronia desse tipo de bomba.

4.1.3.2.4 Calagem ou sincronização de um INJETOR (GM V 92)

O **injetor** é um equipamento que engloba bomba de injeção e válvula de injeção de combustível num só corpo. Na figura 4.1.3.2.4.1, podemos vê-lo já montado no cabeçote do motor, com seu respectivo balancim. Veja, então, como é feita a sua calagem ou sincronização ao motor.

a) Coloque a alavanca de controle de combustível do motor na posição de parada;

b) Gire o eixo de manivelas até que as válvulas de descarga do cilindro que se vai regular estejam completamente abertas (molas comprimidas ao máximo);

c) Coloque a **ponta mais fina** do calibre (o fabricante do motor fornece esse **calibre de injetor**) no furo existente no corpo do injetor, próximo ao apoio inferior da mola. A asa do calibre deve passar justo por sobre o acompanhador do êmbolo ou junço do injetor, que é o apoio superior da mola;

- d) Caso necessite de ajustagem, folgue a contra-porca do parafuso de regulagem do balancim e faça a ajustagem; e
- e) repita os procedimentos nos demais cilindros.

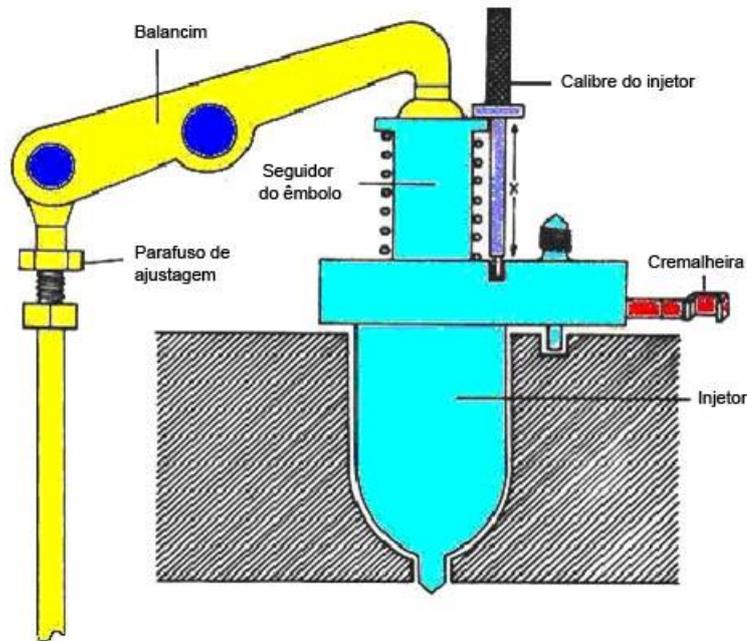


Figura 4.3.2.4.1 Sincronizando um injetor.

Você chegou ao final da quarta unidade. Agora é importante que você teste seus conhecimentos.

Em caso de dúvida, leia atentamente o texto que trata do assunto. Você vai ver que alguma informação pode ter escapado da sua atenção.



Teste de autoavaliação do unidade 4

I) **Escreva Certo** ou **Errado** no espaço ao lado de cada questão.

4.1) (_____) O injetor de combustível num motor diesel de injeção mecânica é aberto hidráulicamente.

4.2) (_____) Se você estiver girando o motor no sentido normal de rotação e ultrapassar um pouco o ponto de regulagem, você não pode voltar somente esse pouco que passou. Você precisa girar o motor por 50 a 60 graus no sentido contrário de sua rotação, para compensar as folgas dos dentes das engrenagens.

4.3) (_____) Um teste prático e simples em uma válvula-agulha de uma válvula de injeção pode ser efetuado da seguinte maneira: segurando o conjunto (válvula-agulha e seu cilindro) na vertical, suspende-se a válvula-agulha até o limite superior de seu passeio, soltando-a em seguida; se a válvula descer, sob seu próprio peso, sem emperrar, até o limite inferior do seu passeio, o conjunto poderá ser novamente utilizado. Caso contrário, **o conjunto** deve ser substituído.

II) Responda as questões abaixo.

4.4) Cite duas sincronizações que precisam ser feitas num motor diesel.

4.5) Qual é a razão da existência de folga entre os balancins e as hastes das válvulas de admissão e de descarga ?

4.6) Quais são os testes efetuados numa válvula de injeção numa bancada de teste ?

Assinale a única alternativa correta em cada item.

4.7) O fabricante do motor diesel SCANIA DS 11 diz que o avanço à injeção desse motor é de 25 graus. Isso significa que a injeção deve começar 25 graus:

- a) antes do PMI.
- b) antes do PMS.
- c) depois do PMI.
- d) depois do PMS.

Veja as respostas na página 35.

CONCLUSÃO

Chegamos ao final deste livro-texto. Esperamos ter passado para você uma quantidade de conhecimentos, referentes a reparos e manutenção em motores diesel, à altura daquilo que lhe será exigido a saber como maquinista iniciante num navio mercante.

Temos certeza de que você ao chegar a bordo, pondo em prática o aqui aprendido, terá sucesso em sua carreira de maquinista de navio e, ainda, adquirirá mais informações, fazendo com que o seu “baú de conhecimentos” seja a cada dia mais enriquecido.

Cientes de que, a despeito da limitação de assunto dessa disciplina dentro do curso CFAQ-I-M, nos esforçamos para transmitir a você conhecimentos que se referiram à Manutenção de Motores Diesel – MCI de maior eficiência – e que é indispensável num navio mercante. Desejamos a você muito sucesso na profissão.

Avante maquinista! Que Deus guie os seus passos!

BIBLIOGRAFIA

NORRIS, A. C. Eng., F. I. Mar. E. **Marine Engineering Practice**. Institute of Marine Engineers.

BOSCH, Robert. **Manual de Tecnologia Automotiva**. 25. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2005.

CHRISTENSEN, Stanley G. **Lamb's Questions and Answers on the Marine Diesel**

CUVRU, P. Magot. **Motores Diesel**. 4. ed., HEMUS-Livraria Editora Ltda., 1978.

MAN – **Manual de operações do motor diesel W8V 17,5-22,0**.

MTU – **Manual de operações dos motores diesel 12V 2000M / 16V 2000M**,

OBERT, Edward F. **Motores de Combustão Interna**. Porto Alegre: Editora Globo, 1971,

RACHE, Marco A. M. **Mecânica Diesel**. Editora Hemus, 2004.

GABARITOS DOS TESTES DE AUTOAVALIAÇÃO

UNIDADE 1

- 1.1) Errado
- 1.2) Certo
- 1.3) Certo
- 1.4) Instrumentos de medição
- 1.5) Telhas de mancal; rolamentos; luvas; engrenagens; êmbolos; camisas; etc.
- 1.6 – Uma chave em milímetro usada num parafuso em polegada, ou vice-versa; uma chave de fenda utilizada como talhadeira; um torquímetro usado como punho fixo; uma chave de grifo utilizada em sextavados; um alicate com punho de metal não isolado para serviços elétricos; etc.
- 1.7) c

UNIDADE 2

- 2.1) Certo
- 2.2) Certo
- 2.3) Certo
- 2.4) O motor diesel se constituiu numa máquina de rendimento superior, de custo inicial menor e ocupando um espaço no navio também menor.
- 2.5) Um êmbolo atritando com seu cilindro; um eixo atritando com seu mancal; ou pistas de um rolamento atritando com suas esferas ou rodetes.
- 2.6) Os elementos de vedação para junções móveis podem ser: retentores, caixas de gaxeta ou selos.
- 2.7) a

UNIDADE 3

- 3.1) Errado
- 3.2) Certo
- 3.3) Certo
- 3.4) O que fazer? Como fazer? O que é necessário para a realização da faina?
- 3.5) Montar é mais fácil. Porque, durante a desmontagem, o maquinista tem que tomar certos cuidados para que a montagem seja correta e rápida.
- 3.6) Ao ligar uma bateria com outra que se quer dar uma “chupeta”, primeiro ligue os dois cabos positivos e por último os dois cabos negativos. Quando for desfazer a “chupeta”, primeiro desligue os cabos negativos e por último os cabos positivos.
- 3.7) c

UNIDADE 4

4.1) Errado

4.2) Certo

4.3) Certo

4.4) O eixo de cames e o eixo de manivelas; o distribuidor de ar de partida e o eixo de cames; e, a bomba de injeção de combustível e o eixo de cames; etc.

4.5) Absorver a dilatação do metal.

4.6) Pressão, estanqueidade e atomização.

4.7) b