

1 INTRODUÇÃO

Um dos equipamentos que move o mundo, hoje, podemos dizer que é o motor.

Um dos principais tipos de motor é o de combustão interna criado por Diesel. Mas Diesel tinha um problema com a injeção do combustível no interior do motor. Então, Bosch resolveu esse impasse com o desenvolvimento de um sistema injetor.

Para melhorar o funcionamento de um motor é preciso conhecer suas partes, suas potências e o tipo de motor.

Além de conhecer um motor é necessário saber o tipo de combustível é queimado nele, os poluentes encontrados nesse óleo e gerados pela sua queima.

Com a criação de tipos de motores mais econômicos, surge a pergunta como fazer um sistema injetor mais econômico?

Atualmente, esse problema continua, porém o motivo é diferente. A redução de poluentes é a principal razão da busca pelo melhoramento da combustão dos motores.

2 HISTÓRIA DO MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

Motores de combustão interna foram desenvolvidos por Rudolf Diesel. Diesel havia inventado um motor mais econômico, porém teve um grande inconveniente: o motor não atingia rotações elevadas e além de que sua câmara de combustão exigia que o combustível fosse injetado, na quantidade e momentos certos. Isso era um processo complicado, lento e viável, apenas para motores grandes e de baixa rotação.

Figura 1-Rudolf Diesel



Fonte: <http://mendonews.wordpress.com>

Em meados 1923, Robert Bosch dá a sua contribuição decisiva. Tornando viável de uma vez por todas a limitação de combustível dos motores diesel de alta rotação. Após alguns testes, um sistema de injeção, sendo o óleo pulverizado pela pressão. Era mais compacto, mais leve e capaz de desenvolver maior potência.

Figura 2- Robert Bosch



Fonte: www.kino.de

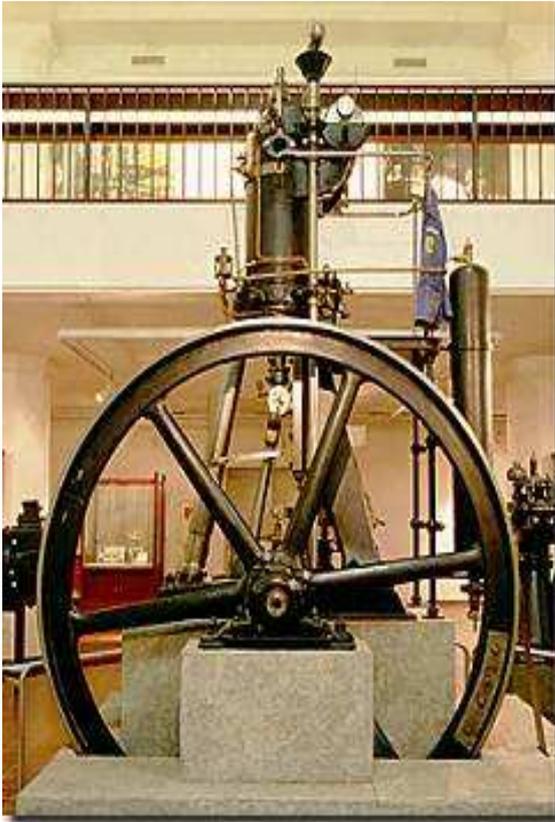
Em 1927, a primeira bomba injetora foi fabricada, fruto da experiência industrial de Robert Bosch.

Os motores de combustão interna são motores cuja força, que movimentam seus eixos, é proveniente da expansão dos gases gerados pela queima do combustível em uma câmara do motor. Esses motores são muito utilizados atualmente em navios, automóveis, aviões.

A mesma racionalização operacional e cuidados técnicos viabilizam a produção da bomba injetora diesel, em série e a custos econômicos.

Esta conquista foi uma injeção de ânimo para que os fabricantes continuassem a desenvolver este tipo de motor.

Figura-3 Motor a Diesel



Fonte: www.portalsaofrancisco.com.br

3 CONHECIMENTO E FUNCIONAMENTO DO MOTOR DIESEL

3.1 PARTES DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

Antes de falarmos do funcionamento de um motor de combustão interna, citaremos as principais partes dele, e essas partes existem tanto em motores a 4 tempos como em motores a 2 tempos.

Figura 4-Motor Marítimo



Fonte: gigantesdomundo.blogspot.com

Bloco do motor: é o “esqueleto” do motor. Nele as camisas são instaladas e outros componentes são alojados.

Cilindros: é a parte cilíndrica do motor cuja queima do combustível é processada no seu interior. Geralmente fabricada em ferro fundido, que é mais resistente ao calor e ao atrito.

Cabeçote: é a tampa superior e fixa do cilindro. Ele tem que ser o componente mais resistente à temperatura do motor.

Êmbolo: É uma peça no formato cilíndrico que trabalha no interior da camisa e é ele que transmite a energia gerada no interior do cilindro pela queima do combustível.

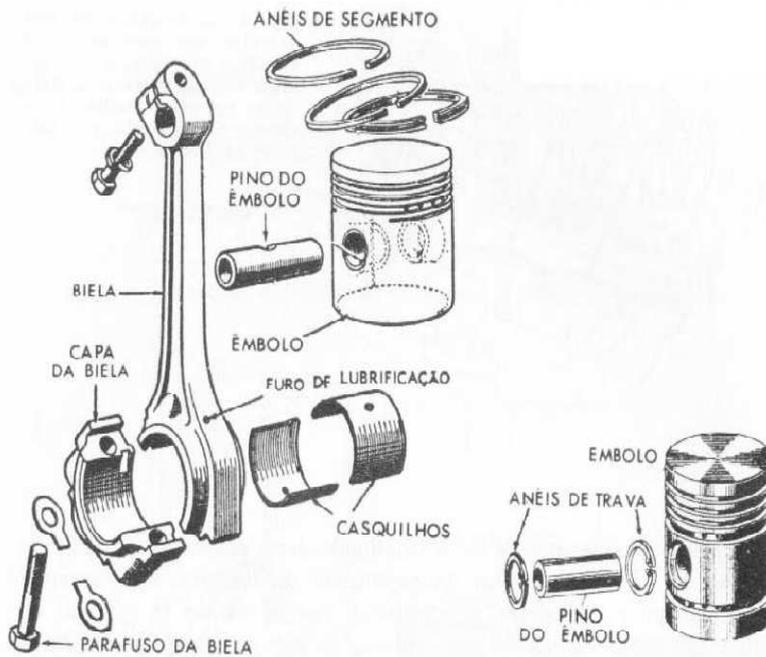
Eixo de manivelas: é uma peça de grande importância em um motor de combustão interna. É esse eixo que transforma o movimento alternativo dos êmbolos em um movimento rotativo, o que vai gerar a energia mecânica necessária para o utilizador (gerador, propulsor, etc.).

Eixo de cames: este eixo é responsável pela sincronização dos diversos componentes do motor, como válvula de admissão e de descarga e comando da bomba injetora.

Bomba injetora ou de injeção: essa bomba controla a injeção, a pressão e a quantidade de combustível a ser enviada para dentro do cilindro.

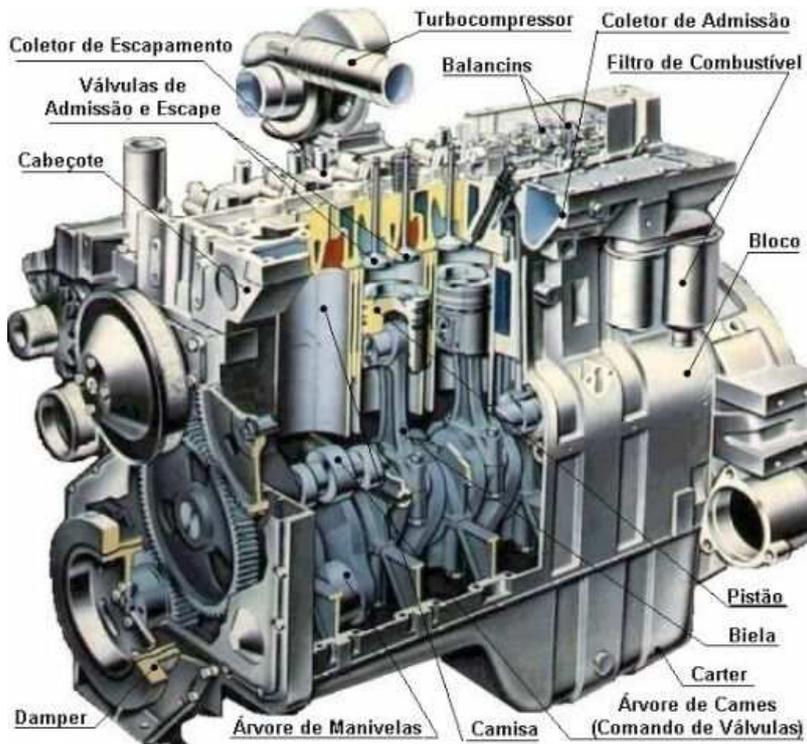
Conectora ou biela: é o componente que faz a ligação entre o êmbolo e o eixo de manivelas.

Figura 5-Partes de um Motor



Fonte: mecanicacaseira.blogspot.com

Figura 6- Partes moveis de um Motor Diesel



Fonte: www.joseclaudio.eng.br

3.2 TERMOS TÉCNICOS USADOS EM MOTORES DIESEL

A familiarização, com alguns termos técnicos, será necessária para podermos entender os diversos processos à que nos referiremos.

Ponto morto superior (PMS): como já vimos o êmbolo dentro do cilindro possui um movimento alternativo, ou seja, um movimento de sobe e desce. Quando o êmbolo se encontra no local mais próximo do cabeçote, na parte mais alta do seu curso, diz-se que o êmbolo está no PMS.

Ponto morto inferior (PMI): quando o êmbolo se encontra na parte inferior da camisa, na parte mais baixa do seu curso ou seja, no local mais distante do cabeçote, diz-se que o pistão está no PMI.

Câmara de combustão: é o local entre a face inferior do cabeçote e a face superior do êmbolo, quando este se encontra no PMS.

Fases de funcionamento de um motor diesel: um motor precisa cumprir as seguintes fases para funcionar:

A) fase de aspiração é quando o motor aspira o ar da atmosfera ou admite o ar sob pressão do caixão de ar de lavagem;

B) fase de compressão, quando o ar admitido é comprimido; fase de expansão, é quando os gases da queima do combustível expandem e empurram o êmbolo para o PMI;

C) fase de descarga é quando os gases da queima do combustível são descarregados para a atmosfera.

Cilindrada total: é volume total deslocado pelo pistão entre o PMI e o PMS, multiplicado pelo número de cilindros do motor.

Taxa de compressão (T_c): é a relação entre o volume total do cilindro (cilindrada + câmara de combustão) e o volume da câmara de combustão. A taxa de compressão em motores do ciclo diesel normalmente se situa entre 12:1 e 22:1.

3.3 FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Motor é um equipamento que transforma energia (térmica, hidráulica, elétrica, nuclear) em energia mecânica. E conforme a energia que foi transformada, o motor é classificado como motor de combustão, hidráulico, elétrico ou atômico. E motores Diesel são motores que transformam a energia química do combustível em energia térmica e essa energia térmica é transformada em energia mecânica.

Nosso estudo está focado em motores de combustão interna.

Os motores de combustão interna são divididos em dois grupos: os motores de 2 tempos e os motores de 4 tempos.

Os motores de dois tempos realizam todas as suas fases de funcionamento em um giro completo do eixo de manivelas, ou seja, 360 graus. Os motores de quatro tempos cumprem as suas quatro fases de funcionamento em dois giros completo do eixo de manivelas, ou seja, em 720 graus.

3.4 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA DE 4 TEMPOS

Os motores do ciclo Diesel de quatro tempos são, frequentemente, utilizados em motores de grandes potências e dimensões como: embarcações marítimas, caminhões, geradores.

Quanto à frequência da rotação do motor, eles podem ser classificados como: lento, normal e veloz.

Lento – rotações até 800 rpm. Esses motores são utilizados quando a relação peso/potência, não é muito importante.

Normal- são motores cujas as rotações se encontram entre 800 e 2000 rpm.

Veloz- rotações acima de 2000 rpm.

Os motores marítimos que são o motivo do estudo estão enquadrados nos motores lentos.

As fases dos motores do ciclo Diesel são semelhantes ao do ciclo Otto.

1° Tempo: Aspiração

Nessa fase o êmbolo desloca-se do PMS para o PMI, aspirando o ar através da válvula de aspiração.

2° Tempo: Compressão

Na fase de compressão o pistão se desloca do PMI ao PMS. No início do deslocamento a válvula de aspiração é fechada e o pistão começa a comprimir o ar na câmara de combustão. O ar quando sujeito a esta compressão sofre um aumento de temperatura, que será tanto maior, quanto for a taxa de compressão.

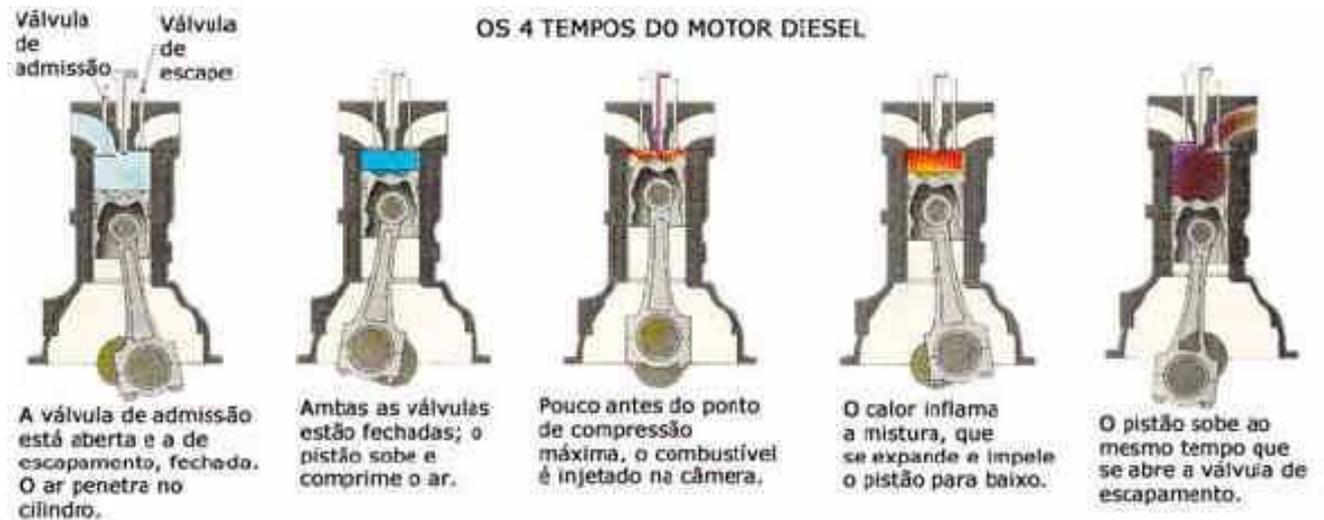
3° Tempo: Explosão- Expansão

Para a combustão acontecer o ar comprimido dentro da camisa deve atingir uma pressão de reação de 65 a 130 kgf/ cm², e uma temperatura de 600 a 800°C. O combustível é fortemente comprimido e pulverizado para o interior da camisa. A combustão ocorre, e os gases liberados dessa combustão deslocam o pistão do PMS para o PMI.

4° Tempo: Descarga

A válvula de descarga é aberta, e o êmbolo que se encontra no PMI começa a se deslocar para o PMS, e assim expulsando os gases resultantes da queima.

Figura 7- Ciclo de um motor a 4 tempos

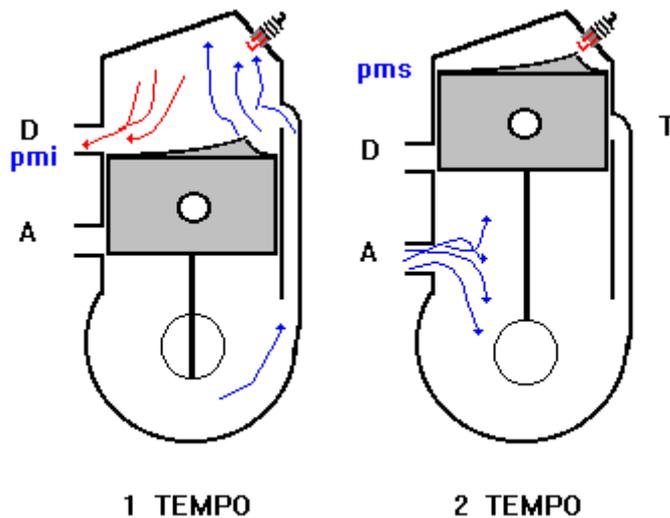


Fonte: www.fazerfacil.com.br

3.5 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA A 2 TEMPOS

É um tipo de motor de combustão interna de mecanismo simples. Ou seja, ocorre um ciclo de admissão, compressão, expansão e exaustão de gases a cada volta do eixo. Diferente dos motor de quatro tempos, as etapas de funcionamento não ocorrem de forma bem demarcada, havendo admissão e exaustão de gases simultaneamente, por exemplo. Um tempo de funcionamento do motor é percurso do ponto morto inferior ao ponto morto superior da trajetória do pistão. Assim, um tempo equivale a meia volta do eixo de manivelas. No caso, chama-se o primeiro tempo de compressão e admissão, o segundo, de escape e transferência de calor. Os motores marítimos que são o motivo do estudo estão enquadrados nos motores lentos operando a 2 tempos.

Figura 8- Motor a 2 tempos



Fonte: www.ebah.com.br

3.6 POTÊNCIAS DOS MOTORES

A energia mecânica desenvolvida por um motor é medida com precisão num banco de testes. É igualmente possível calcular esta energia com certa aproximação tendo em conta as particularidades do motor considerado. Em ambos os casos, determinam-se a quantidade de trabalho mecânico efetuada em um dado tempo. D

O trabalho mecânico é sempre composto de dois fatores: uma força que atua por impulso ou por tração, e um deslocamento do ponto de ação desta força.

O produto dos valores destas duas grandezas fornece a quantidade de trabalho efetuado.

O impulso que atua sobre o êmbolo é determinado pela pressão dos gases durante a expansão. Durante a combustão, a pressão eleva-se e depois baixa até o fim do curso do pistão. O cálculo de trabalho que um pistão dá a cada milímetro do seu curso é demasiado longo para efetuar-se na prática. Medem-se todas as variações de pressão por meio do indicador e o diagrama fornecido por este aparelho permite esclarecer uma pressão média. É a pressão média indicada (Pmi) que permite calcular o trabalho real fornecido pelo pistão durante o seu curso motriz.

Mas uma parte do trabalho fornecido pelo êmbolo é absorvida pelos atritos internos do motor, pelos tempos mortos, pelos efeitos de inércia etc. O trabalho efetivo disponível a saída da árvore de manivela é, portanto, mais fraco que o trabalho real fornecido pelo êmbolo.

A pressão média efetiva (P_{me}) permite, então, calcular o trabalho efetivo fornecido pelo motor. Este trabalho é maior, quanto maior for a superfície (S) do êmbolo, quanto mais longo é o curso (L) e quanto maior é o número (n) de cilindros.

Potência efetiva: A potência de um motor é determinada pela quantidade de trabalho que aquele pode fornecer em um segundo, isto é, pelo número de joules.

Para calcular a potência de um motor basta calcular a quantidade de trabalho que este é capaz de fornecer em 1 segundo. Esta quantidade de trabalho obtida em joules por segundo será transformada em W ou em KW , conforme a equivalência destas unidades. ($1 KW = 1000 W$)

Para conhecer as características exatas de um motor, mede-se a sua potência em diversos regimes de rotação. Começa-se pelos baixos regimes e sobe-se até ao regime máximo, a partir do qual a potência começa a diminuir.

Atualmente, há tendência de dar mais importância ao torque do motor que à potência. O torque é indicado em Nm . É o esforço desenvolvido pelo motor na circunferência de 1 m de raio, cujo centro de rotação se situa sobre o eixo de manivela.

De fato, o torque do motor depende diretamente do impulso transmitido pelos êmbolos do eixo. Ele informa, portanto, de modo preciso, sobre o enchimento dos cilindros e sobre a força explosiva da carga aspirada.

Nos regimes de potência médios, o torque diminui ligeiramente, mas a velocidade aumenta fortemente; a potência é nitidamente mais elevada.

Nos regimes de potência máxima, o torque diminui fortemente, e esta diminuição é completamente compensada pelo aumento do regime. A potência estabiliza-se.

A um regime mais elevado, a diminuição do torque é tão importante que o aumento da velocidade não compensa mais. A potência diminui.

O regime de potência máxima é considerado regime normal do motor. Praticamente, interessa permanecer ligeiramente abaixo desse regime máximo.

Na área marítima temos motores Diesel a dois tempos de potência elevada e baixa rotação, sendo utilizados quer na propulsão de navios quer na para fins estacionários, como sejam os grupos de produção de energia elétrica das centrais termoelétricas.

4 ÓLEO DIESEL

O óleo diesel é um combustível que é constituído basicamente por hidrocarbonetos (compostos orgânicos que contém átomos de carbono e hidrogênio), pois é derivado do petróleo. Como o diesel é um derivado do petróleo, ele acaba tendo alguns componentes, além do carbono e hidrogênio, como enxofre e nitrogênio.

O diesel é obtido, como grande parte dos produtos derivados do petróleo que são o querosene, nafta, gasolina, e etc., através do refino do óleo bruto.

As proporções destes componentes do óleo diesel são aquelas que permitem enquadrar o produto final, dentro das especificações previamente definidas e que são necessárias para um bom desempenho do produto, além de minimizar os desgastes nos motores e manter a emissão de poluentes, gerados na queima do produto, em níveis aceitáveis.

4.1 TIPOS DE ÓLEO DIESEL

São definidos e especificados, atualmente, pelo Departamento Nacional de Combustíveis-DNC, quatro tipos básicos de óleo diesel: A, B, C, e D. A seguir, fornecemos algumas informações sobre estes tipos de diesel:

Tipo A – É o óleo diesel utilizado em motores de ciclo diesel (ônibus, caminhões, carretas, veículos utilitários, etc.) e em instalações de aquecimento de pequeno porte. Este óleo encontra-se disponível em todas as regiões do Brasil e caracteriza-se por possuir um teor de enxofre de, no máximo, 1,0%.

Tipo B – É o óleo diesel conhecido como “metropolitano”. Tem a mesma aplicação do diesel tipo A diferindo dele por possuir, no máximo, 0,5% de enxofre e por somente ser comercializado, atualmente, para uso nas regiões metropolitanas das seguintes capitais:

Porto Alegre, Curitiba, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife e Fortaleza.

Tipo C – Este tipo de óleo diesel caracteriza-se, principalmente, por possuir, no máximo, 0,3% de enxofre. Outro item que diferencia este tipo de diesel dos demais é a temperatura necessária para destilação de 85% do seu volume: 360°C contra 370°C dos demais tipos. Este óleo está disponível desde primeiro de outubro de 1996, quando foi disponibilizado, pela PETROBRAS para uso nas regiões metropolitanas de Salvador, São Paulo, Aracaju, Santos e Cubatão. A partir de outubro de 1997, este tipo de diesel estará disponível para uso nas regiões metropolitanas de Fortaleza, Recife, Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre, Belo Horizonte, Belém, Campinas e São José dos Campos.

Tipo D – É o óleo diesel marítimo. É produzido especialmente para a utilização em motores de embarcações marítimas. Difere do diesel Tipo A por ter especificado o seu ponto de fulgor em, no máximo, 60°C.

4.2 POLUENTES DO DIESEL

Os poluentes analisados neste trabalho serão os poluentes oriundos da combustão do óleo diesel.

4.2.1 PARTICULADOS

A exaustão do diesel é uma complexa mistura de combinações orgânicas e inorgânicas composta de gases, materiais de fase líquida e sólida. As emissões da fase líquida são compostas por HCs, NO_x, CO, CO₂, e o dióxido de enxofre (SO₂). As emissões da fase líquida são compostas de hidrocarbonetos (HC) e moléculas de sulfato(SO₄). As emissões da fase sólida consistem principalmente em pequenas partículas de carbono (10-80 nm). Particulados consistem no agrupamento de partículas sólidas de hidrocarbonetos. O tamanho individual das esferas de fuligem são , aproximadamente, 25nm e a faixa de tamanho dos particulados em geral é 100-200nm. Particulados do diesel são de preocupação especial devido ao impacto que o material pode causar na saúde. Estudos biológicos em particulados de diesel mostram que podem ser cancerígenos ou provocarem mutações celulares. Em geral as partículas de diâmetros menores podem ser depositadas profundamente nos pulmões causando problemas respiratórios gerais e ou outros problemas de saúde.

4.2.2 FRAÇÃO ORGÂNICA SOLÚVEL (SOF)

A fração orgânica solúvel contém componentes de ponto alto-ferventes achados no combustível e óleo lubrificantes que condensam e absorvem sobre a superfície das partículas de fuligem de carbono. A SOF é constituída principalmente por hidrocarbonetos, SO₂, NO, NO₂ com algumas quantidades de sulfato, zinco, fósforo, cálcio, ferro, silício e cromo.

4.2.3 MONÓXIDO DE CARBONO

O monóxido de carbono é produzido pela combustão incompleta do combustível fóssil. Ele é um gás sem cor, sem cheiro, porém extremamente tóxico. Se o monóxido de carbono for inalado pode ligar a hemoglobina e reduzir a capacidade do sangue em transportar oxigênio no corpo humano, que pode conduzir a enxaquecas, vertigens, doenças do coração, e levar a morte. Ele é o maior componente da poluição urbana do ar, e cerca de 90 % do monóxido de carbono em centros urbanos resultam da operação dos motores de veículos.

4.2.4 ÓXIDO DE NITROGÊNIO

O oxido de nitrogênio é produzido na câmara de combustão devido a alta temperatura dentro dos cilindros do motor durante o processo de combustão. No ambiente urbano os motores dos veículos são responsáveis por cerca de 50-70% dos níveis de Nox. Nitrogênio e oxigênio são os maiores componentes do ar de entrada de máquina e durante o processo de combustão uma porcentagem pequena do nitrogênio é oxidada para formar o oxido de nitrogênio, como (NO), (N₂O) e dióxido de nitrogênio (NO₂).

Um dos impactos primários e difundidos de emissões de veículos é a formação de fumaça de reação química. O Ozônio é formado na baixa atmosfera por uma complexa reação química envolvendo reações de hidrocarbonetos compostos, oxido de nitrogênio, e a energia da luz solar. O problema do ozônio é sentido em quase todas as principais cidades do mundo e incitou reguladores para desenvolverem padrões estritos para a qualidade do ar e para o ozônio, como também limitar a emissão de hidrocarbonetos e Nox de motores móveis ou estacionários. A mais recente pesquisa sobre o problema do ozônio mostrou que controlando a emissão de Nox pode-se obter um benefício maior do que se controlando a emissão de HC.

4.2.5 HIDROCARBONETOS

Hidrocarbonetos resultantes da exaustão são os resultado de uma queima incompleta do combustível durante a combustão no motor, sendo uma função da composição do combustível. Desde então há um grande número de combinações se agrupando em categorias, para que se possa simplificar a caracterização destes contaminantes. O mais importantes das emissões de hidrocarbonetos são as combinações orgânicas voláteis (VOC) e combinações de aldeídos. O jogo de VOC tem um papel importante na formação do ozônio, porém agora se pensa que a melhor forma de se limitar a formação do ozônio, é controlar a emissão de Nox. A emissão gasosa de HC resultante da exaustão do diesel é relativamente baixa se comparada com a emissão da exaustão de motores que utilizam gasolina. Os componentes da fase líquida da exaustão do diesel que condensam sobre partículas estão sendo uma das maiores preocupações desde que se descobriu em testes biológicos que estas combinações contém propriedades cancerígenas.

4.2.6 FORMAÇÃO DO NOX

Com o aumento da preocupação com a atmosfera, o Nox está cada vez mais sendo estudado. Embora já se conheça este poluente há várias décadas, estudos mais aprofundados ainda são recentes sobre a sua formação. A principal causa de formação de Nox, é a queima de combustíveis fósseis. Nos motores de ciclo diesel o Nox se forma dentro da câmara de combustão. Sabe-se que a formação de Nox é função da compressão do motor e principalmente da temperatura de combustão na câmara. O período de tempo crítico é as temperaturas dos gases atingem um máximo: isto é, entre o começo de combustão e logo após a ocorrência de pressão de cume no cilindro. A mistura que queima cedo no processo de combustão é especialmente importante desde que é comprimido até atingir uma temperatura mais alta, como a combustão procede, ocorrem os aumentos de pressão de cilindro. Depois do tempo de pressão de cume, a temperatura dos gases queimados diminuem, bem como a expansão dos gases no cilindro.

4.3 ÓLEO DIESEL COM ADITIVOS

Além dos tipos básicos de óleo diesel, anteriormente apresentados, encontra-se disponível em alguns postos de serviço o óleo diesel aditivado. Trata-se, do óleo diesel dos tipos A, B ou C que, após sair da refinaria, recebe, nas distribuidoras, uma aditivação que visa conferir ao produto melhores características de desempenho. Normalmente estes aditivos apresentam propriedades desemulsificante, antiespumante, detergente, dispersante e de inibidor de corrosão.

Com estas características fornecidas pelos aditivos evita-se que o diesel forme emulsão com a água o que, quando ocorre, dificulta a sua separação do produto e impede a sua drenagem. Pretende-se, também, permitir o rápido e completo enchimento dos tanques dos veículos (o que antes era prejudicado pela geração de espuma), manter limpos o sistema de combustível e a câmara de combustão, aumentando a vida útil do motor e minimizando a emissão de poluentes. Além destes benefícios, um dos aditivos (o inibidor de corrosão) minimiza a corrosão dos tanques de armazenagem e dos tanques de combustível dos veículos.

4.4 TESTES DA ESPECIFICAÇÃO E SEUS SIGNIFICADOS

Agora trataremos dos testes previstos na especificação do diesel, assim como seus respectivos significados e sua influência nos motores.

4.4.1 ASPECTOS

Este teste, é um teste visual no qual a qualidade e a possível contaminação do produto serão avaliados. O óleo deve ser apresentado límpido e não pode haver a presença de materiais em suspensão que, quando presentes, podem diminuir a vida útil dos filtros dos equipamentos. O teste é realizado, contra a luz natural, uma amostra de 0,9 litro do combustível contido em recipiente de vidro transparente e com capacidade de 1 litro.

4.4.2 COR ASTM

Agora a cor do produto será avaliada. Caso haja uma alteração na cor desse produto pode ser indicativo de problemas no processo produtivo, contaminação ou degradação do diesel (essa degradação ocorre quando o diesel é estocado por períodos longos ou quando fica exposto a temperaturas acima do ambiente). O teste é feito comparando sua cor com discos coloridos que apresentam uma faixa de valores de 0,5 a 0,8. Neste teste utiliza-se uma fonte de luz padrão na qual compõe uma aparelhagem específica. Na expressão do resultado deste teste, há uma letra L e ela é acompanhada por um valor numérico e esse valor significa que a cor do produto foi definida como sendo menor que a cor do padrão indicado e maior que o padrão imediatamente inferior.

4.4.3 TEOR DE ENXOFRE

Podemos dizer que este teste atualmente é o mais importantes, pois os países estão cobrando menores porcentagens de enxofre no óleo diesel. Este teste indica a concentração de enxofre no óleo. O enxofre é um elemento indesejável em qualquer combustível por causa da ação corrosiva que ele causa e a formação de gases tóxicos com o SO₂ (dióxido de enxofre) e SO₃ (trióxido de enxofre), que ocorre durante a combustão do produto. Esses compostos na presença de água podem formar ácidos bem perigosos, o trióxido de enxofre gera o ácido sulfúrico (H₂SO₄), além de ser muito poluentes, ele é altamente corrosivo para partes metálicas dos equipamentos. Este teste é realizado queimando-se uma pequena quantidade de amostra em equipamento específico para este fim. A queima transforma o enxofre presente em óxidos que, após serem quantificados, fornecem a concentração de enxofre total no óleo. Essa análise também pode ser feita utilizando equipamentos que incidem raios X em uma mostra do óleo, confinado em uma célula própria. Nesse teste os átomos de enxofre absorvem energia de um comprimento de ondas específico numa quantidade proporcional à concentração de enxofre presente no óleo.

4.4.4 TEMPERATURA DE DESTILAÇÃO DE 50% DO PRODUTO

É a temperatura na qual 50% do volume do produto é destilado. Essa análise tem a como objetivo controlar a relação entre o teor de frações leves e pesadas no produto, para possibilitar um bom desempenho do motor quando este se encontrar em regime normal e nas retomadas de velocidade.

4.4.5 TEMPERATURA DE DESTILAÇÃO DE 85% DO PRODUTO

Similar ao de 50% , porém este visa controlar o teor de frações pesadas no óleo para minimizar a formação de depósitos no motor, as emissões gasosas de hidrocarbonetos não queimados, fumaça e óxido de nitrogênio.

4.4.6 DENSIDADE A 20°C/ 4°C

Pelo próprio nome podemos perceber que é a relação entre a densidade do diesel a 20°C e a 4°C, como os motores são projetados para funcionarem com combustível em uma determinada faixa de densidade, pois sabemos que o volume injetado na câmara é dosado pela bomba injetora. Com isso se ocorrer variações na densidade ocorrerá uma variação significativa na quantidade de combustível injetado; assim não haverá uma boa mistura de ar/combustível, o que aumenta a emissão de poluentes como hidrocarbonetos, monóxido de carbono e material particulado. Densidade baixa causa uma redução no desempenho dos motores pela formação de uma mistura pobre, o que acarreta uma perda de potência do motor e a um aumento do consumo de combustível, esse teste também serve para calcular o volume do produto a 20°C, que é usado para efeito de faturamento.

4.4.7 VISCOSIDADE

A viscosidade é uma medida da resistência oferecida por qualquer óleo ao seu escoamento. O controle dela visa permitir uma boa atomização e preservar sua característica lubrificante. Caso os valores da viscosidade esteja abaixo da faixa de trabalho podem levar a desgaste excessivo nas partes auto lubrificantes do sistema se injeção, causar vazamentos na bomba de combustível e danos ao pistão. No caso contrário, ou seja, o valor da viscosidade está acima da faixa de trabalho, e isso levará a um aumento do trabalho da bomba de combustível, que trabalhará forçada e com maior desgaste, e proporcionará uma má atomização do combustível com consequente combustão incompleta e aumento da emissão de fumaça e material particulado.

Esse teste é realizado da seguinte maneira, faz-se que uma quantidade controlada da amostra escoe sob gravidade, através de um viscosímetro de tubo capilar de vidro, sob temperatura previamente fixada e mantida sob controle. Anota-se o tempo necessário ao escoamento que posteriormente é corrigido conforme o fator do tubo. Com isso, quanto maior o tempo necessário ao escoamento, mais viscoso será o produto. A viscosidade assim determinada é conhecida como viscosidade cinemática sendo seu resultado expresso em centésimos de Stokes (CentiStokes).

4.4.8 PONTO DE NÉVOA

É conhecido como a menor temperatura na qual pode se observar a formação de uma turvação no produto examinado, indicando assim no início da cristalização parafinas e substâncias de comportamento semelhante que estão presentes e tendem a separar-se do óleo, quando submetido a baixas temperaturas de resfriamento contínuo. Os valores desse teste podem nos indicar uma maior dificuldade de partida do motor e a perdas de potência do equipamento devido à obstrução, por parafinas, das tubulações e filtros do sistema de combustível, caso o valor do ponto de névoa esteja superior à temperatura ambiente.

4.4.9 CORROSIVIDADE AO COBRE

É uma avaliação do caráter corrosivo do óleo, mas essa indicação, do potencial de corrosividade, não está ligado, somente, as peças de cobre, mas sim a todas feitas de metais. Esse caráter corrosivo é associado, normalmente, à presença do enxofre elementar (S⁰) e gás sulfídrico.

4.5.0 PERCENTAGEM DE RESÍDUOS DE CARBONO

Para a realização desse teste é necessário que o produto seja sem aditivos. Essa percentagem é o teor do resíduo obtido após a evaporação das frações voláteis do produto, sob um aquecimento controlado, além ser correlacionada com a quantidade de depósitos podem ser deixados pelo diesel na câmara de combustão. Uma alta quantidade de resíduo de carbono pode contaminar o óleo lubrificante por fuligem.

4.5.1 PERCENTAGEM DE ÁGUA E SEDIMENTOS

Se os níveis dessas substâncias forem superior aos pré-fixados, o diesel terá uma deterioração mais acelerada e sua combustão prejudicada e ocorrerá uma aceleração na saturação dos filtros e danos ao sistema de combustão.

4.5.2 TEOR DE CINZAS

É o teor de resíduos inorgânicos não combustíveis apurados após a queima de uma amostra do óleo. Isso visa garantir que os sais ou óxidos metálicos, formados após a combustão do produto e que se apresentam como abrasivos, não causem depósitos numa quantidade que não prejudique ao motor.

4.5.3 NÚMERO DE CETANO

O número de cetano mede a qualidade de ignição de um combustível para máquina diesel e tem influência direta na partida do motor e no seu funcionamento sob carga. Fisicamente, o número de cetano se relaciona diretamente com o retardo de ignição de combustível no motor de modo que, quanto menor o número de cetano maior será o retardo da ignição. Conseqüentemente, maior será a quantidade de combustível que permanecerá na câmara sem queimar no tempo certo. Isso leva a um mau funcionamento do motor, pois, quando a queima acontecer, gerará uma quantidade de energia superior àquela necessária. Esse excesso de energia força o pistão a descer com velocidade superior àquela pelo sistema, o que provocará esforços anormais sobre o pistão, podendo causar danos mecânicos e perda de potência.

Combustíveis com alto teor de parafinas apresentam alto número de cetano, enquanto produtos ricos em hidrocarbonetos aromáticos apresentam baixo número de cetano.

4.5.4 ÍNDICE DE CETANO

Assim como o número de cetano, o índice de cetano está ligado à qualidade de ignição. O índice de cetano apresenta correlação com o número de cetano e é determinado pelas refinarias como substituto do mesmo, pela sua praticidade. É calculado a partir da densidade e temperatura de destilação de 50% do produto. A fórmula utilizada foi desenvolvida pela ASTM (American Society for Testing Materials), consta no método D976, e é representado pela expressão abaixo:

$$IC = 454,74 - 1641,416D + 774,74D^2 - 0,554B + 97,803(\log B)^2$$

Onde:

D = densidade a 15° C, (g/cm³)

B = temperatura da destilação de 50% do produto, (°C)

Baixos valores de índice de cetano acarretam dificuldades de partida a frio, depósito nos pistões e mau funcionamento do motor. Valores altos de índice de cetano apresentam as seguintes influências:

Facilita a partida a frio do motor. Permite aquecimento mais rápido do motor. Reduz a possibilidade de erosão dos pistões. Impede a ocorrência de pós-ignição. Possibilita funcionamento do motor com baixo nível de ruído. Minimiza a emissão de poluentes como hidrocarbonetos, monóxido de carbono e material particulado.

4.5.5 PONTO DE FULGOR

É a menor temperatura na qual o produto gera uma quantidade de vapores que se inflamam quando se dá a aplicação de uma chama, em condições controladas. O ponto de fulgor está ligado à inflamabilidade e serve como indicativo dos cuidados a serem tomados durante o manuseio, transporte, armazenamento e uso do produto. Atualmente, o ponto de fulgor é especificado apenas para o diesel tipo D. o ponto de fulgor varia em função do teor de hidrocarbonetos leves existentes no diesel. Devido a isso, ele limita o ponto inicial de destilação do produto e, conseqüentemente, a sua produção. Por esse motivo, a especificação dessa característica foi eliminada do óleo diesel do tipo A e B, com o fim de se permitir uma maior produção desse combustível. O ensaio do ponto de fulgor desses dois tipos de diesel é realizado facultativamente pelas refinarias da PETROBRAS.

5 POLUIÇÃO GERADA PELA QUEIMA DE ÓLEO DIESEL EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Do ponto de vista da química da atmosfera, os quatro materiais mais indesejáveis, emitidos pela queima do óleo combustível são o monóxido de carbono, os hidrocarbonetos, os óxidos de nitrogênio e material particulado.

Se desejarmos queimar eficientemente os hidrocarbonetos, deveremos utilizar excesso de ar. Os produtos serão, desse modo, predominantemente dióxido de carbono e água, juntamente com uma pequena quantidade de óxidos de nitrogênio, formados pela combinação de oxigênio e nitrogênio no interior do motor. Embora uma alta relação ar/combustível (mistura pobre) seja a condição mais econômica e aquela que propicia combustão de modo mais eficiente, ela não é necessariamente compatível com o melhor desempenho, sendo necessário buscar uma solução de compromisso. Os requisitos obviamente variam e dependem do modo de operação (marcha lenta, velocidade cruzeiro, aceleração ou desaceleração), mas, em geral, para que a combustão seja completa são necessárias relações combustível/ar da ordem de 1/15 para automóveis familiares. Na prática, utilizam-se misturas mais ricas, que conduzem a maiores emissões de produtos de combustão incompleta, entre os quais monóxido de carbono, hidrocarbonetos, não queimados, aldeídos, cetonas e outros produtos orgânicos. A emissão de óxidos de nitrogênio tendem a ser máxima no ponto estequiométrico da mistura ar/combustível, correspondendo à máxima temperatura na zona de combustão, sendo este um fator que causa consideráveis dificuldades nas

tentativas de se impor o controle das emissões provenientes da combustão. Outra vez, é necessária uma solução equilibrada, pois se a emissão de hidrocarbonetos for diminuída ao mínimo, então ocorrerá alta emissão de nitrogênio.

Tabela 1

Concentração dos poluentes na descarga				
Regime de operação	Combustível	Monóxido de carbono %	Óxido de Nitrogênio P.P	Hidrocarbonetos P.P
Marcha lenta	Diesel	0,0	59	390
	Gasolina	11,7	33	4830
Aceleração	Diesel	0,05	849	210
	Gasolina	3,0	1347	960
Cruzeiro	Diesel	0,0	237	90
	Gasolina	3,4	653	320
Desaceleração	Diesel	0,0	30	330
	Gasolina	5,5	18	16750

FON
TE:
<http://www.demec.ufmg.br>

A

formação de óxidos de nitrogênios ocorre segundo um padrão, que é o inverso do apresentado pelos hidrocarbonetos. As concentrações de NO_x são máximas durante a aceleração e baixas durante a desaceleração e aumentam junto com a mistura ar/combustível. Deve-se lembrar que o volume total dos gases de escapamento varia consideravelmente conforme varie o modo de operação.

5.1 A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA PELO TRANSPORTE MARÍTIMO

A poluição gerada pelas embarcações é muito menor que a gerada pelas indústrias e principalmente a dos automóveis. Porém existem convenções mundiais que visam a redução da emissão de poluentes geradas pelos navios.

A Convenção MARPOL (International convention for the prevention of pollution from ships) é a principal convenção internacional que abrange a prevenção da poluição do meio marítimo. Esta convenção, foi adotada em 1973 em Londres na IMO e contém regras técnicas distribuídas por cinco anexos com o objetivo de eliminar a poluição do meio marinho por: hidrocarbonetos; substâncias líquidas nocivas transportadas a granel; substâncias prejudiciais transportadas por via marítima em embalagens, contêineres, tanques portáteis;

Em 1978, foi aprovado um protocolo à convenção MARPOL destinado a introduzir alterações como forma de atualizar e de aperfeiçoar algumas das regras da convenção e que veio a facilitar a sua entrada em vigor em 1 de Outubro de 1983.

Inicialmente a convenção tratava apenas dos aspectos da poluição do meio marítimo, mas recentemente passou também a abranger a poluição atmosférica efetuada pelos navios.

Reconhecendo a necessidade de prevenir e controlar a poluição atmosférica causada por navios foi criado o protocolo de 1997 da MARPOL. As regras dele estabelecem limites para o enxofre (SO_x) do combustível a utilizar nos navios e para as emissões dos óxidos nitrosos (NO_x) dos gases de descarga dos motores dos navios e proíbe emissões deliberadas de “*ozone depletingsubstances*”.

No que diz respeito ao teor de enxofre de qualquer combustível utilizado a bordo dos navios é imposto que este não deve ser superior a 4,5% m/m e que o teor médio de enxofre a nível mundial do fueloil residual fornecido para utilização a bordo deve ser monitorado, tendo em conta as linhas de orientação a desenvolver pela IMO.

O anexo da MARPOL contém disposições que permitem o estabelecimento de zonas especiais “zonas de controle das emissões de SO_x” em que permite o limite de enxofre permitido é inferior ao valor global. Nestas áreas o teor de enxofre do combustível utilizado a bordo não poderá ser superior a 1,5% m/m. Alternativamente pode ser utilizado qualquer método tecnológico que possa ser verificável e suscetível de ser aplicado para limitar as emissões de SO_x a um nível equivalente.

São proibidas quaisquer emissões deliberadas de substâncias que empobrecem a camada de ozônio e proibido o seu uso em todos os navios e além de dispor limites para a emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x) pelos motores marítimos com base em um código de cumprimento obrigatório “NO_xtechnicalCode” produzido pela Organização Marítima Internacional (IMO) e proíbe a incineração a bordo de certos produtos.

A IMO vem estudando propostas de alteração ao Anexo VI da Convenção MARPOL e ao “NO_xTechnicalCode” que designadamente estabelecem novos limites para a emissão de NO_x dos motores marítimos e para o conteúdo do enxofre contido nos combustíveis navais.

6 O SURGIMENTO DO SISTEMA DE INJEÇÃO ELETRÔNICA

Devido à rápida evolução dos motores dos automóveis, além de fatores como controle de emissão de poluentes e economia de combustível, o velho carburador que acompanhou praticamente todo o processo de evolução automotiva, já não supria as necessidades dos novos veículos. Foi então que começaram a aprimorar os primeiros sistemas de injeção eletrônica de combustível, uma vez que desde a década de 50 já existiam sistemas “primitivos”, para aplicações específicas.

Para que o motor tenha um funcionamento suave, econômico e não contamine o ambiente, ele necessita receber a perfeita mistura ar/combustível em todas as faixas de rotação. Um carburador, por melhor que seja e por melhor que esteja sua regulagem, não consegue alimentar o motor na proporção ideal de mistura em qualquer regime de funcionamento. Os sistemas de injeção

eletrônica têm essa característica de permitir que o motor receba somente o volume de combustível que necessita.

Mais do que isto, os conversores catalíticos - ou simplesmente catalisadores - tiveram papel decisivo no desenvolvimento de sistemas de injeção eletrônicos. Para que sua eficiência fosse plena, seria necessário medir a quantidade de oxigênio presente no sistema de exaustão e alimentar o sistema com esta informação para corrigir a proporção da mistura. O primeiro passo neste sentido foram os carburadores eletrônicos, mas cuja difícil regulagem e problemas que apresentaram, levaram ao seu pouco uso.

Surgiram então os primeiros sistemas de injeção single-point ou monoponto, que basicamente consistiam de uma válvula injetora ou bico, que fazia a pulverização do combustível junto ao corpo da borboleta do acelerador. Basicamente o processo consiste em que toda vez que o pedal do acelerador é acionado, esta válvula (borboleta), se abre admitindo mais ar. Um sensor no eixo da borboleta indica o quanto de ar está sendo admitido e a necessidade de maior quantidade de combustível, que é reconhecida pela central de gerenciamento e fornece o combustível adicional.

Para que o sistema possa suprir o motor com maiores quantidades de combustível de acordo com a necessidade, a linha de alimentação dos bicos (injetores) é pressurizada e alimentada por uma bomba de combustível elétrica, a qual envia doses maiores que as necessárias para que sempre o sistema possa alimentar adequadamente o motor em qualquer regime em que ele funcione. O excedente retorna ao tanque. Nos sistemas single point a alimentação é direta ao bico único. No sistema multi-point, em que existe um bico para cada cilindro, localizado antes da válvula de admissão, existe uma linha de alimentação única para fornecer combustível para todos os injetores.

Seja no caso de sistemas single-point ou multi-point, os bicos injetores dosam a quantidade de combustível liberada para o motor pelo tempo em que permanecem abertos. As válvulas de injeção são acionadas eletromagneticamente, abrindo e fechando através de impulsos elétricos provenientes da unidade de comando. Quando e por quanto tempo devem ficar abertas estas válvulas, depende de uma série de medições feitas por diversos sensores distribuídos pelo veículo. Assim, não são apenas os sensores no corpo da borboleta e a sonda lambda que determina o quanto de combustível deve ser liberado a mais ou a menos, mas também os itens que se seguem:

6.1 UNIDADE CENTRAL DE INJEÇÃO

Também chamado “corpo de borboleta” engloba vários componentes e sensores. Montado no coletor de admissão, ele alimenta os cilindros do motor. Na unidade central de injeção encontram-se a válvula de injeção, o potenciômetro da borboleta, o atuador de marcha lenta, o regulador de pressão e o sensor de temperatura do ar.

6.2 SONDA LAMBDA

Funciona como um nariz eletrônico. A sonda lambda vai montada no cano de escape do motor, em um lugar onde se atinge uma temperatura necessária para a sua atuação em todos os regimes de funcionamento do motor. A sonda lambda fica em contato com os gases de escape, de modo que uma parte fica constantemente exposta aos gases provenientes da combustão e outra parte da sonda lambda fica em contato com o ar exterior. Se a quantidade de oxigênio não for ideal em ambas as partes, será gerada uma tensão que servirá de sinal para a unidade de comando. Através deste sinal enviado pela sonda lambda, a unidade de comando pode variar a quantidade de combustível injetado.

6.3 SENSOR DE PRESSÃO

Os sensores de pressão possuem diferentes aplicações. Medem a pressão absoluta no tubo de aspiração (coletor) e informam à unidade de comando em que condições de aspiração e pressão o motor está funcionando, para receber o volume exato de combustível.

6.4 POTENCIÔMETRO DA BORBOLETA

O potenciômetro da borboleta de aceleração está fixado no corpo da borboleta e é acionado através do eixo da borboleta de aceleração. Este dispositivo informa para a unidade de comando todas as posições da borboleta de aceleração. Desta maneira, a unidade de comando obtém informações mais precisas sobre os diferentes regimes de funcionamento do motor, utilizando-as para influenciar também na quantidade de combustível pulverizado.

6.5 MEDIDOR DE MASSA DE AR

O medidor de massa de ar está instalado entre o filtro de ar e a borboleta de aceleração e tem a função de medir a corrente de ar aspirada. Através dessa informação, a unidade de comando calculará o exato volume de combustível para as diferentes condições de funcionamento do motor.

6.6 MEDIDOR DE FLUXO DE AR

Tem como função informar à unidade de comando a quantidade e a temperatura do ar admitido, para que tais informações influenciem na quantidade de combustível pulverizada. A medição da quantidade de ar admitida se baseia na medição da força produzida pelo fluxo de ar aspirado, que atua sobre a palheta sensora do medidor, contra a força de uma mola. Um

potenciômetro transforma as diversas posições da palheta sensora em uma tensão elétrica, que é enviada como sinal para a unidade de comando. Alojado na carcaça do medidor de fluxo de ar encontra-se também um sensor de temperatura do ar, que deve informar à unidade de comando a temperatura do ar admitido durante a aspiração, para que esta informação também influencie na quantidade de combustível a ser injetada.

6.7 ATUADOR DA MARCHA LENTA

O atuador de marcha lenta funciona tem a função de garantir uma marcha lenta estável, não só na fase de aquecimento, mas em todas as possíveis condições de funcionamento do veículo no regime de marcha lenta. O atuador de marcha lenta possui internamente duas bobinas (ímãs) e um induzido, onde está fixada uma palheta giratória que controla um “by-pass” de ar. Controlado pela unidade de comando, são as diferentes posições do induzido, juntamente com a palheta giratória, que permitem uma quantidade variável de ar na linha de aspiração. A variação da quantidade de ar é determinada pelas condições de funcionamento momentâneo do motor, onde a unidade de comando, através dos sensores do sistema, obtém tais informações de funcionamento, controlando assim o atuador de marcha lenta.

6.8 SENSOR DE TEMPERATURA

Determina a temperatura ideal de funcionamento e corrige a quantidade de mistura enviada ao motor.

6.9 SENSOR DE VELOCIDADE DO MOTOR

Este sensor determina a que rotação o motor opera instantaneamente. Entre outras razões, geralmente está leitura é cruzada com a dos aceleradores eletrônicos para determinar a "vontade" do motorista e dosar as quantidades necessárias de mistura, de acordo com as curvas de torque e potência ideais do motor.

6.10 SENSOR DE ROTAÇÃO

Na polia do motor está montada uma roda dentada magnética com marca de referência. A unidade de comando calcula a posição do virabrequim e o número de rotações do motor, originando o momento correto da faísca e da injeção de combustível.

6.11 SENSOR DE DETONAÇÃO

Instalado no bloco do motor, o sensor de detonação converte as vibrações do motor em sinais elétricos. Estes sinais permitem que o motor funcione com o ponto de ignição o mais adiantado possível, conseguindo maior potência sem prejuízo para o motor.

6.12 BOBINAS PLÁSTICAS

As bobinas plásticas têm como função gerar a alta tensão necessária para produção de faíscas nas velas de ignição, como as tradicionais bobinas asfálticas. Dimensões mais compactas, menor peso, melhor resistência às vibrações, mais potência, são algumas das vantagens oferecidas pelas bobinas plásticas. Vale salientar que tanto para o sistema de injeção, como o de ignição, a lista de componentes (sensores e atuadores), costuma ser um tanto mais extensa e que varia tanto de acordo com o fabricante como também de um modelo para outro. Sistemas mais recentes e sofisticados podem conter mais de uma centena de elementos e realizar outra centena de operações, interagindo com o sistema de ar-condicionado, direção hidráulica, câmbio automático, controles de tração e de estabilidade, entre outros.

O gerenciamento de todas as leituras efetuadas pelos diversos sensores, de forma a determinar basicamente quando e em que quantidades o combustível deve ser fornecido ao motor e, em que momento deve ocorrer a faísca (nos sistemas que incorporam a ignição), fica a cargo da ECU (Electronic Control Unit), ou Unidade de Controle Eletrônico. Para tanto, utiliza-se de um programa que visa "decidir" o que fazer em cada situação e de acordo com a "vontade" do motorista, visando proporcionar o melhor rendimento possível, dentro de parâmetros adequados de consumo e de poluição.

7 O ADVENTO DO SISTEMA COMMON RAIL

O Sistema Common Rail é um sistema avançado de injeção de combustível que apresenta uma tecnologia inovadora de injeção. A agulha do injetor é colocada em movimento diretamente por um atuador de cerâmica de piezo, em vez de ser movida por meio de um circuito eletro-hidráulico. Isso permite que o injetor borrife combustível na câmara de combustão mais rapidamente e com atomização e precisão de spray muito maior em comparação às tecnologias atuais de injeção de combustível a diesel. O resultado é uma redução considerável nas emissões de óxido de nitrogênio (NO_x) (cerca de 30 por cento em comparação aos sistemas de injeção atuais) e muito mais torque e potência para melhor dirigibilidade (cerca de 10 por cento).

Outros principais elementos do Sistema Common Rail de Atuação Direta a Diesel incluem:

- a) Common rail tubular com válvula de alta pressão (até 2000 bar);
- b) Bomba modular de alta pressão (0,6 a 1,2 cm³/rev) com válvula de medição de entrada integrada, limitador de pressão, sensor de temperatura e bomba de transferência;
- c) Unidade de controle eletrônico (ECU) com processador de 32 bits.

7.1 BENEFÍCIOS

O sistema oferece:

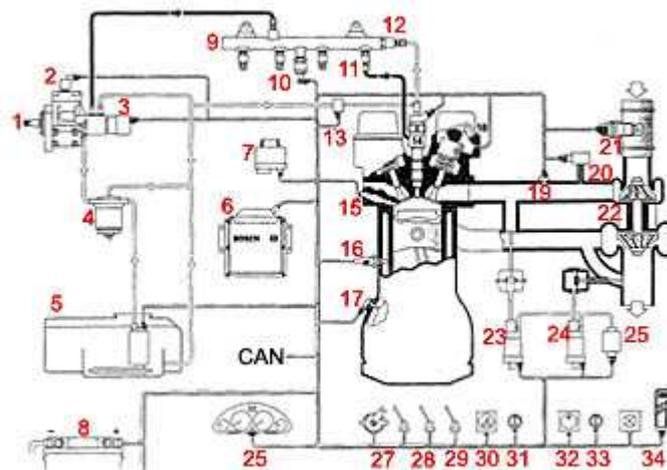
- a) Melhor velocidade e atomização do combustível de injeção, para ajudar a reduzir as emissões e o ruído do motor, fornecendo ao mesmo tempo desempenho inigualável de direção.
- b) A ausência de fluxo de retorno melhora a eficácia, permite o redimensionamento da bomba e dispensa a necessidade de um dispositivo resfriador de combustível com fluxo de retorno.
- c) Capacidade de injeção múltipla.
- d) Abastecimento pequeno, preciso e estável de quantidades de combustível. durante a vida útil do veículo, para baixas emissões consistentes.
- e) Flexibilidade na escolha dos dispositivos de pós-tratamento
- f) O common rail de atuação direta e a bomba de combustível modular de alta pressão a diesel permitem operações de até 2000 bar.
- g) O Controle de Formas de Onda de Injeção Flexível oferece aos designers de motor recursos inéditos de processo de combustão.
- h) Esse recurso de ECU permite o controle direto da elevação da agulha no bocal e, portanto, proporciona controle direto da taxa de injeção na câmara de combustão.

7.2 VANTAGENS DE DESEMPENHO

Além de desempenhos inigualáveis de injeção, o Sistema de Common Rail de Atuação Direta a Diesel fornece excelentes características de acondicionamento. O princípio operacional radicalmente novo dos injetores de piezo é que não exige um fluxo de retorno para funcionamento. Dessa forma, todo o combustível é injetado e nenhum combustível é desperdiçado em um fluxo de retorno. Esse design sem retorno permite o redimensionamento da bomba de alta pressão, que também contribui com as melhorias da economia de combustível. Os novos Sistema de Common Rail de Atuação Direta a Diesel também apresentam a Caracterização de Injetor Individual (I3C), uma tecnologia que permite a calibração da ECU com o sistema de injeção, para também contribuir com o abastecimento preciso de combustível.

Apresentação do sistema de injeção de combustível diesel Delphi com Common Rail.

Figura 9- Sistema de Injeção diesel Delphi



Fonte: www.ebah.com.br

1- Bomba de alta pressão, 2- Válvula de fechamento de elemento, 3-Válvula de controle de pressão, 4- Filtro de combustível, 5- Tanque de combustível com filtro preliminar e bomba de pré-alimentação, 6- ECU, 7- Unidade de controle de incandescência, 8- Bateria, 9- Acumulador de alta pressão (Rail), 10- Sensor de pressão do tubo distribuidor, 11- Limitador de fluxo, 12- Válvula do limitador de pressão, 13- Sensor de temperatura do combustível, 14- Injetor de combustível, 15- Vela incandescente, 16- Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento, 17- Sensor de rpm da árvore de manivelas, 18- Sensor de rpm do eixo de comando das válvulas, 19- Sensor de temperatura do ar de admissão, 20- Sensor da pressão de sobre alimentação (BPS), 21- Dosador de massa de ar, 22- Turbo alimentador de gás de escapamento, 23- Atuador EGR, 24- Atuador da pressão de sobre alimentação, 25- Bomba de vácuo,

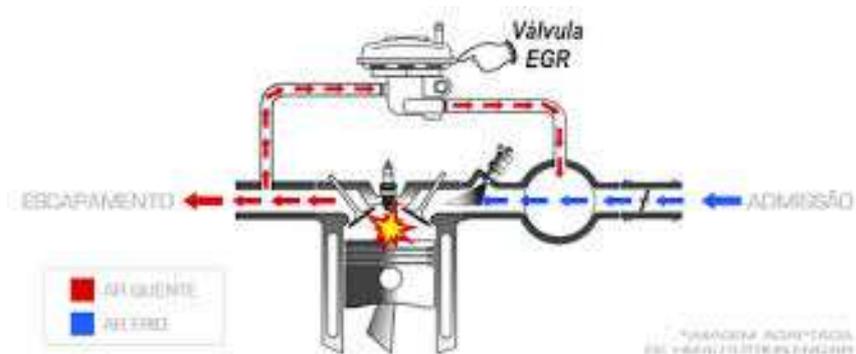
26- Painel de instrumentos com mostrador para consumo de combustível, rpm do motor, etc., 27- Sensor do pedal do acelerador, 28- Contatos do freio, 29- Interruptor da embreagem.

8 RECIRCULAÇÃO DE GASES DE ESCAPE-SISTEMA EGR

Esse sistema (incorporado aos veículos em meados da década de 70) tem por objetivo a diminuição das emissões de óxidos de nitrogênio (NOx). Estas são decorrentes das altas temperaturas da câmara de combustão associadas a presença de oxigênio. Seu máximo acontece para misturas levemente pobres, próxima da estequiometria.

Verifica-se que a incorporação (recirculação) de uma parte (entre 20% e 30%) dos gases inertes de escape à mistura admitida nos cilindros, propicia a diminuição da pressão média efetiva, o que resulta na diminuição da temperatura máxima da câmara de combustão e, com isso, a diminuição na formação de NOx. A diminuição da pressão média efetiva decorre do fato que os cilindros admitem um volume de mistura entre 20% a 30% menor, quando há recirculação de gases de escape.

Figura 10- Recirculação de gases de descarga



Fonte: www.strikebrasil.com.br

A função da válvula EGR é controlar o fluxo dos gases de escape que se integram à mistura. A medição da quantidade dos gases pode ser feita através dos dispositivos que fazem parte do sistema EGR, ou utilizando métodos indiretos. Quando existe no sistema a possibilidade de medir o fluxo de recirculação o mesmo pode ser controlado em malha fechada.

9 NOVA TECNOLOGIA ELIMINA POLUENTES DOS MOTORES DIESEL

Na teoria, os motores a diesel podem se tornar muito mais econômicos e ambientalmente corretos do que os motores a gasolina, graças ao seu princípio de funcionamento. Mas isso é só na teoria, e virtualmente todos os motores diesel que equipam os caminhões atuais causam sérios problemas de poluição, inclusive com a emissão de nanopartículas danosas ao sistema respiratório humano, hidrocarbonetos não queimados e óxidos de nitrogênio (NOx).

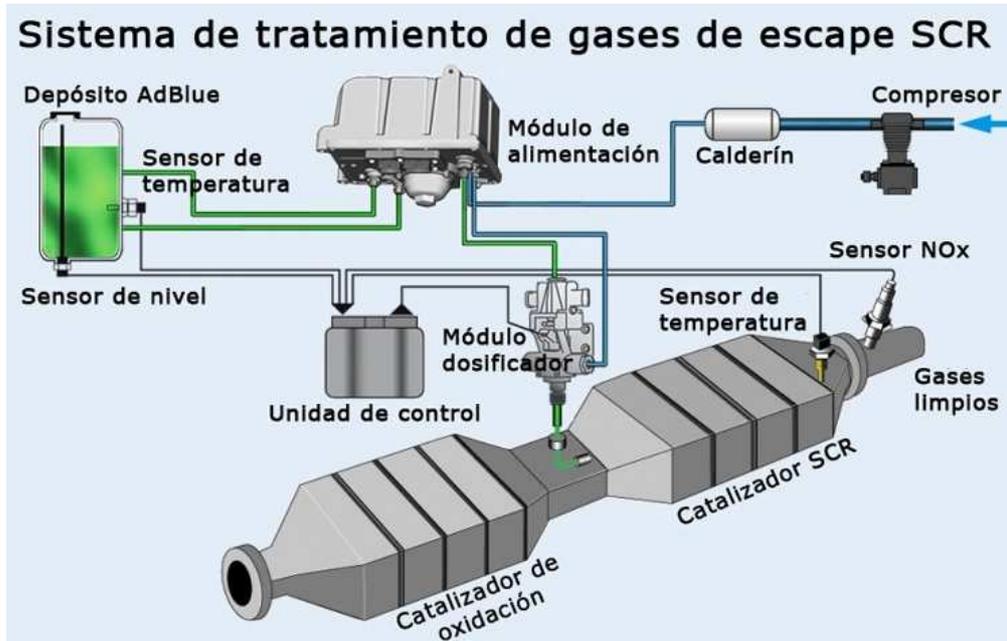
9.1 PURIFICAÇÃO ELETROQUÍMICA DOS GASES DE ESCAPAMENTO

Foi desenvolvido por engenheiros da Universidade Riso, na Dinamarca, um sistema de purificação para os gases exauridos pelo escapamento dos motores a diesel que é mais eficiente e mais barato do que os atuais filtros para retenção de particulados e tecnologias deNOx - que capturam os óxidos de nitrogênio. A técnica, chamada purificação eletroquímica dos gases de escapamento, tem várias vantagens sobre os atuais filtros e catalisadores, tornando-a atrativa para uso a curto prazo pela indústria automotiva. A purificação das partículas de carbono, dos óxidos de nitrogênio tóxicos e dos hidrocarbonetos não queimados acontece integralmente dentro de uma única unidade filtrante.

9.2 EQUIPAMENTOS CONTRA POLUIÇÃO DOS GASES DE DESCARGA

As soluções atualmente disponíveis exigem a instalação de um filtro para retenção dos particulados e de um catalisador SCR (*Selective Catalytic Reduction*) ou de um absorvedor de NOx ou, ainda, de um recirculador dos gases exauridos. A adoção dessas tecnologias exige alterações significativas no projeto dos veículos, além de impor aumentos de custos significativos. Outra vantagem da utilização da purificação eletroquímica é que ela dispensa a adição de substâncias ao diesel. O filtro também dispensa os metais preciosos, como a platina, normalmente utilizados nos catalisadores. A purificação eletroquímica dos gases de escapamento opera de forma independente da operação do motor, podendo também ser utilizada em motores estacionários, como os utilizados em geradores elétricos.

Figura 11-Sistema con Catalizador SCR

Fuente: cristinacarraleiro.blogspot.com

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente há uma diferença entre os combustíveis utilizados em terra e na água. Em terra, os combustíveis estão sendo produzidos para que haja uma menor emissão de poluentes, ou seja, estão sendo produzidos os chamados biocombustíveis, combustíveis com menor teor de enxofre. No mar, os motores “queimam” óleo pesado, em terra os carros usam diesel e gasolina, porém uma menor emissão de poluentes é, a cada dia, uma exigência das autoridades do meio ambiente.

O fato é que o melhoramento nos motores se faz necessário, mas outras formas de combustíveis e geração de energia também vem sendo pesquisadas e desenvolvidas, a maior razão para isso é qualidade de vida num ambiente com pouca poluição, sendo a redução das emissões desses poluentes uma prioridade que países industrializados tem a obrigação de conseguir .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Heyllman, J. P. *Experimental Methods For Engineers* McGraw-Hill

Humberto José Manavella Controle integrado do motor - Introdução aos sistema de injeção - 2002

INTERNET, sites :

INJEÇÃO ELETRÔNICA. Disponível em:<www.google.com>. Acesso em: 15 de Jun. 2014 ;

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA. Disponível em:<mendoneus.wordpress.com>. Acesso em:16 de Jun. 2014;

MOTORES E SEU FUNCIONAMENTO. Disponível em:<mecanicacaseira.blogspot.com>. Acesso em: 20 de Jun. 2014;

MOTORES E SISTEMAS DE INJEÇÃO ELETRÔNICA. Disponível em:<www.ebah.com>. Acesso em: 20 de Jun. 2014;

MOTORES MARITIMOS. Disponível em:<www.gigantesdomundo.blogspot.com>. Acesso em: 21 de Jun. 2014;

MOTORES COM INJEÇÃO ELETRÔNICA. Disponível em:<www.joseclaudio.eng.br>. Acesso em : 21 de Jun. 2014;

MOTORES E A INJEÇÃO ELETRÔNICA. Disponível em:<www.portalsaofrancisco.com.br>. Acesso em : 28 de Jun. 2014;

MOTORES DIESEL . Disponível em:<www.kino.de>. Acesso em: 03 de Jul. 2014;

SOBRE OS GASES DE DESCARGA. Disponível em:<www.strikebrasil.com.br> Acesso em: 03 de Jul. 2014;

SISTEMAS DE CATALISADORES SCR. Disponível em:<cristinacarralero.blogspot.com> Acesso em: 05 de Jul. 2014;

POLUIÇÃO E GASES DE DESCARGA. Disponível em: <www.google.com>. Acesso em: 15 de Jun. 2014.