



AeroTD

ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL

Combustíveis e Sistemas de Combustível

Prof. Vanderlei dos Reis



CNPJ	72.443.914/0001-38
Mantenedora	AERO TD ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL LTDA - ME
Instituição	AERO TD Escola de Aviação Civil
Esfera Administrativa	Privada
Endereço (Rua, Nº.)	Rua Madalena Barbi nº 46.
Cidade UF CEP	Bairro: Centro - Florianópolis SC. CEP: 88.015-200
Telefone Fax	(48) 32235191
Eixo Tecnológico:	Infraestrutura
Curso:	Profissionalizante em Manutenção de Aeronaves - Habilitação Grupo Motopropulsor
Carga Horária Total:	1034 horas

Es

Sumário

Apresentação da Disciplina _____ 4

Módulo I _____ 6 – 32

Módulo II _____ 34 - 68

Apresentação da Disciplina

Caro aluno

Pretendo que a disciplina combustíveis e sistema de combustíveis seja um instrumento que ofereça a você o conhecimento dos tipos de combustíveis que são usados nos motores das aeronaves e os cuidados que devem ser observados para que se mantenha a qualidade destes combustíveis.

Você irá adquirir também um bom conhecimento a respeito dos componentes do sistema de combustível.

Gostaria de ressaltar que o Sistema de Combustível de Aeronave, está dividido em 02 grupos:

Sistema de combustível célula e Sistema de combustível do motor.

Nesta disciplina iremos falar somente do Sistema de combustível célula.

Esta disciplina está dividida em dois módulos:

No módulo I: Combustíveis de Aeronaves.

Você estudará as características e propriedades do combustível de avião e os problemas que podem ocorrer na operação do motor se não forem tomados os devidos cuidados no manuseio do combustível.

No módulo II: Sistema de combustíveis.

Você irá estudar os componentes do sistema de combustível, indicadores do sistema de combustível, sistema de combustível para multi motores, análise de pesquisa de falha e reparos em tanques de combustíveis.

Ao encerrar esta disciplina você possuirá condições de identificar os componentes do sistema de combustível e os cuidados que deveremos ter com o manuseio dos combustíveis para que as aeronaves possam ser operadas na mais perfeita condição de aeronavegabilidade.

Lembre-se que estarei ao seu lado, acompanhando-o, orientando-o, e estimulando seus estudos.

Bons estudos!

Prof. Vanderlei Reis



Fonte: algaraviation.com.br

MÓDULO I

COMBUSTÍVEIS DE AERONAVES

INTRODUÇÃO

Caro aluno,

No decorrer deste modulo, você verá que um mecânico de manutenção de aeronaves tem que possuir um bom conhecimento do procedimento de manuseio e da qualidade dos combustíveis de aeronaves.

Trataremos aqui destes procedimentos e como manter esta qualidade.

Portanto, ao final desta unidade você deverá ser capaz de conhecer os tipos de combustíveis e como fazer para manter as suas qualidades físicas e químicas.

1.1 COMBUSTÍVEL

O combustível é uma substância que, quando combinada com o oxigênio, queima e produz calor. Os combustíveis devem ser classificados de acordo com seu estado físico, como: sólidos, gasosos ou líquidos.

Combustíveis Sólidos

Combustíveis sólidos são extensivamente usados para motores de combustão externa, onde a queima se processa fora do motor, como os motores a vapor, onde a queima toma lugar sob as caldeiras ou em fornos. Eles incluem tais combustíveis, como madeira e carvão.

Combustíveis Gasosos

Combustíveis gasosos são usados, até certo ponto, para motores de combustão interna, onde um grande suprimento de combustível está prontamente disponível. Gás natural e gás liquefeito de petróleo são dois dos tipos mais comuns. Os combustíveis gasosos poderão ser desconsiderados, para o uso, em motores de aviões. O grande espaço, ocupado por eles, restringe o suprimento de combustível que pode transportar.

Combustíveis Líquidos

Os combustíveis líquidos, em muitos aspectos, são os combustíveis ideais para o uso em motores de combustão interna, onde a queima se processa no interior do cilindro do motor. Os combustíveis líquidos são classificados como voláteis e não voláteis.

Os combustíveis voláteis, são aqueles que evaporam facilmente e os combustíveis não voláteis, possuem um baixo poder de evaporação.

Os combustíveis não voláteis são os óleos pesados, usados em motor Diesel. Este tipo de combustível não são usados nos motores de aviões.

A classe volátil inclui aqueles combustíveis que são comumente usados com um dispositivo de medição (carburadores e sistema de injeção) e são levados ao cilindro do motor ou câmara de combustão, em uma condição vaporizada ou parcialmente vaporizada. Entre eles estão o álcool, o benzol, o querosene e a gasolina.

O combustível de aviação é um líquido contendo energia química que é transformada em energia térmica e, então, convertida em energia mecânica pelo motor. A energia mecânica é usada para produzir o empuxo que movimenta o avião.

Gasolina (AVGAS) e querosene (JET A1), são os dois combustíveis mais amplamente usados na aviação.

Exemplo de Motores de combustão interna

Motor Convencional

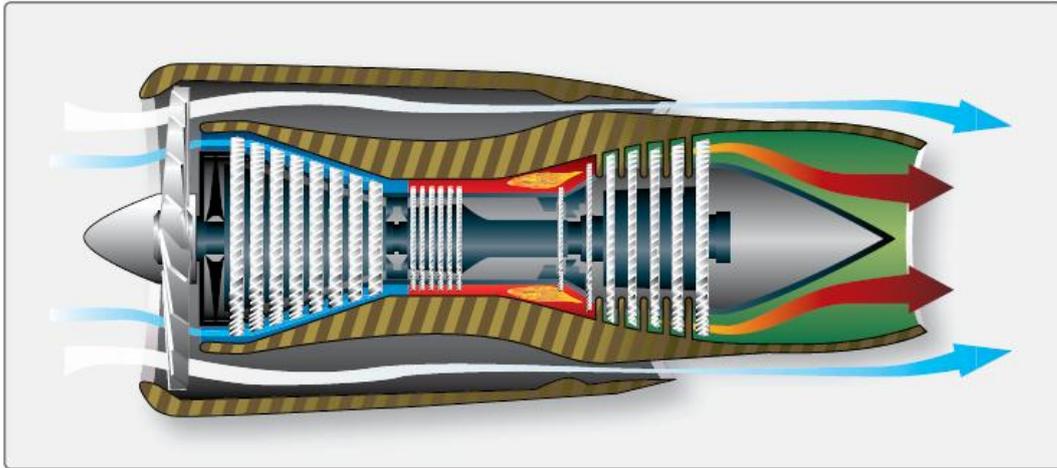


Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook – Powerplant - Volume 1

Motor à Reação



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook – Powerplant - Volume 1



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook – Powerplant - Volume 1

1.2 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DA GASOLINA DE AVIAÇÃO

A gasolina de aviação consiste quase que, inteiramente, de hidrocarbonos (compondo-se de hidrogênio e carbono). Algumas impurezas na forma de enxofre e água dissolvidas estarão presentes.

A água não pode ser evitada, uma vez que a gasolina é exposta à umidade na atmosfera. Uma pequena quantidade de enxofre, sempre presente no petróleo cru, é deixada em seu processo de fabricação.

O chumbo tetraetil (TEL) é adicionado à gasolina para melhorar o seu desempenho no motor.

Os brometos orgânicos e os cloretos são misturados com o TEL, para tornar as partículas de chumbo voláteis, para que as mesmas possam ser expelidas mais facilmente junto com os gases de escape. Isto evita o acúmulo de partículas de óxido sólido de chumbo dentro das câmaras de combustão e no interior dos cilindros.

Estas partículas de óxido de chumbo, se permanecerem no interior do cilindro, poderão provocar algumas anormalidades no motor, como detonação ou ignição de superfície que irão afetar o seu desempenho.

Mais à frente iremos falar sobre detonação e ignição de superfície.

Certas propriedades do combustível afetam o desempenho do motor. A volatilidade, o poder calorífico e a corrosividade.

Volatilidade

Volatilidade é a medida da tendência, de uma substância líquida, em vaporizar-se sob uma dada condição, ou seja, é o tempo em que um líquido demora a evaporar-se.

A volatilidade da gasolina tem que ser muito bem controlada. Ela é misturada, de tal forma, que uma cadeia estreita de pontos de ebulição é obtida.

Isto é necessário para que sejam obtidas as características requeridas, de partida, aceleração, potência e mistura de combustível para o motor.

Se a gasolina vaporizar muito rapidamente, as linhas de combustível poderão ficar cheias de vapor e causar um decréscimo de fluxo de combustível devido ao calço de vapor.

Se o combustível não vaporizar suficientemente rápido, poderá resultar em uma partida difícil, aquecimento lento e uma aceleração lenta, distribuição desigual de combustível para os cilindros e uma diluição excessiva no Carter.

Estas anormalidades ficarão mais esclarecidas na matéria de Princípio de Operação dos Motores que será estudada no Grupo Motopropulsor.

A temperatura do ambiente em que está exposto o combustível tem uma grande influência na volatilidade do combustível.

Quanto mais alto for a temperatura do ambiente onde o combustível estiver exposto, maior será a volatilidade do combustível.

Calço de Vapor

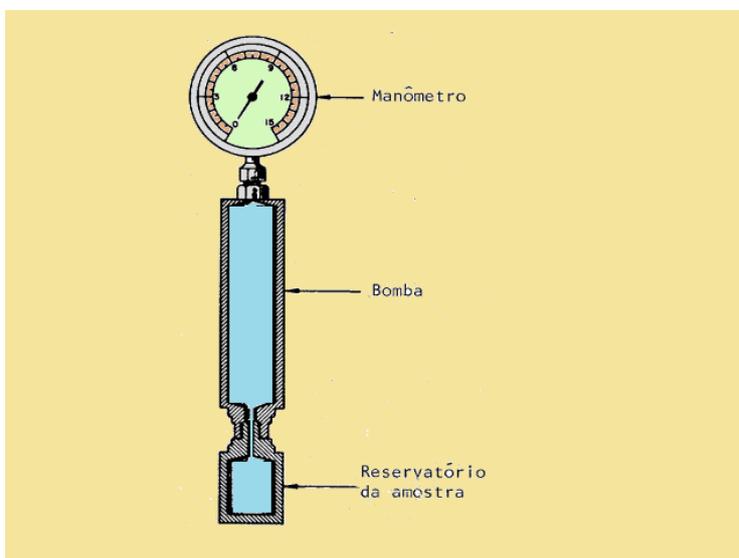
A vaporização da gasolina, nas linhas de combustível, resulta em um suprimento reduzido de gasolina para o motor. E em casos severos, poderá resultar na parada do motor. Este fenômeno é conhecido como calço de vapor.

A volatilidade tem grande influência na evaporação do combustível, devido a isto, ela tem que ser controlada.

Uma maneira de medir a volatilidade, para determinar se está dentro de um valor, a fim de evitar o calço de vapor, é obtida através do teste de pressão de vapor "REID". Neste teste, uma amostra do combustível é selada dentro de uma "bomba" equipada com um manômetro de pressão.

Este aparato (figura 4-1) é imerso em um banho de temperatura constante, e a pressão indicada é anotada.

Quanto mais alta for a pressão lida no manômetro, maior possibilidade haverá para o calço de vapor. As gasolinas de aviação são limitadas a um máximo de 7 psi, por causa de sua tendência de aumentar o calço de vapor em grandes altitudes.



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook – Powerplant - Volume 1
Figura 4-1 Equipamento de teste de pressão do vapor.

Formação de Gelo no Carburador

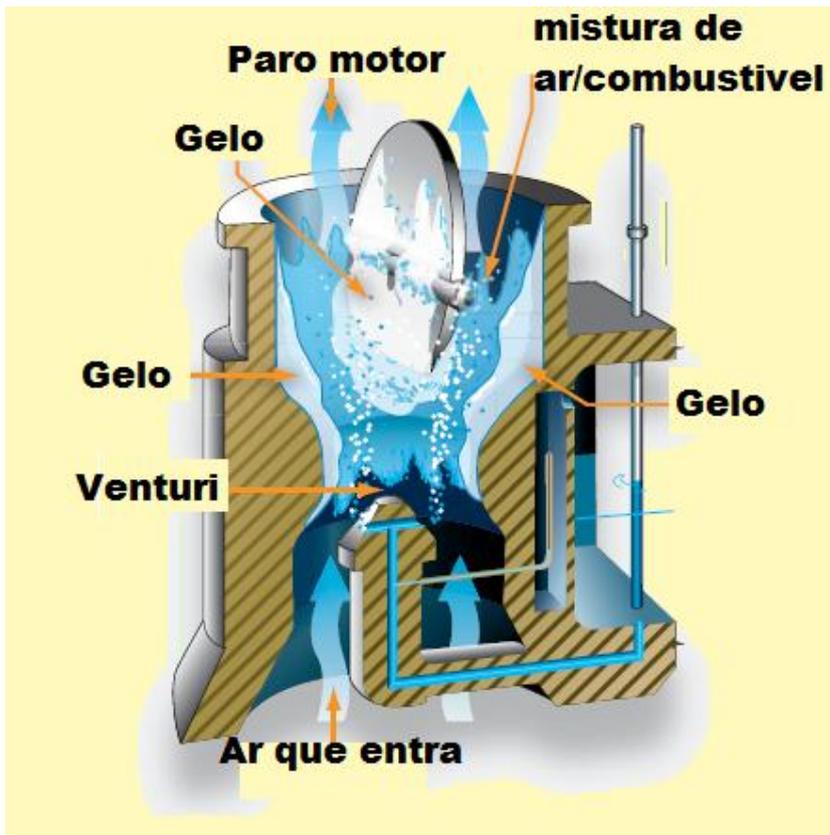
A formação de gelo no carburador também é relacionada com a volatilidade. Quando a gasolina passa do estado líquido para o vapor ela extrai calor das redondezas para efetuar a mudança.

Quanto mais volátil for o combustível, mais rápida será a extração do calor. À medida em que a gasolina sai do bico de descarga (discharge nozzle), do carburador e vaporiza-se, ela poderá congelar o vapor de água contido no ar que está sendo admitido. A umidade congela-se nas paredes do sistema de indução, garganta do Venturi e válvulas de aceleração. Este tipo de formação de gelo restringe a passagem de combustível e ar no carburador. Ela causa a perda de potência e, se não eliminada, a eventual parada do motor.

Uma condição extrema de formação de gelo poderá tornar impossível a operação das manetes de aceleração.

As condições de formação de gelo são mais severas na faixa de -1° a 4°C de temperatura do ar exterior.

Na matéria Sistema de combustível do motor falaremos sobre as causas e a consequência da formação de gelo.



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

Detonação

A Detonação é uma queima anormal do combustível que provoca o aumento excessivo na velocidade de queima e causa a elevação da temperatura na cabeça do cilindro. Podemos dizer que a detonação é uma queima violenta e instantânea.

Em condições severas, o aumento da velocidade de queima diminuirá a eficiência do motor, e poderá causar dano estrutural à cabeça do cilindro ou pistão.

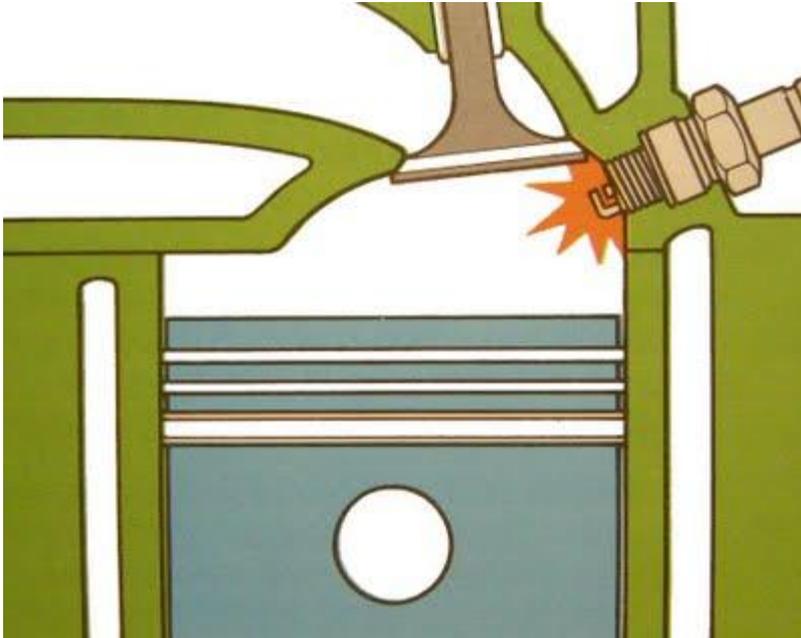
Durante a combustão normal, a expansão dos gases em queima comprime a cabeça do pistão para baixo, firme e suavemente sem um choque excessivo.

A pressão aumentada da detonação exercida, em um curto período de tempo, produz uma pesada carga de impacto nas paredes da câmara de combustão e cabeça do pistão. É esse impacto, na câmara de combustão, que aparece como um golpe audível em um motor de automóvel.

Se outros sons fossem eliminados, essa batida seria igualmente audível em um motor de avião. Geralmente, é necessário depender de instrumentos para detectar a detonação em um motor de avião.

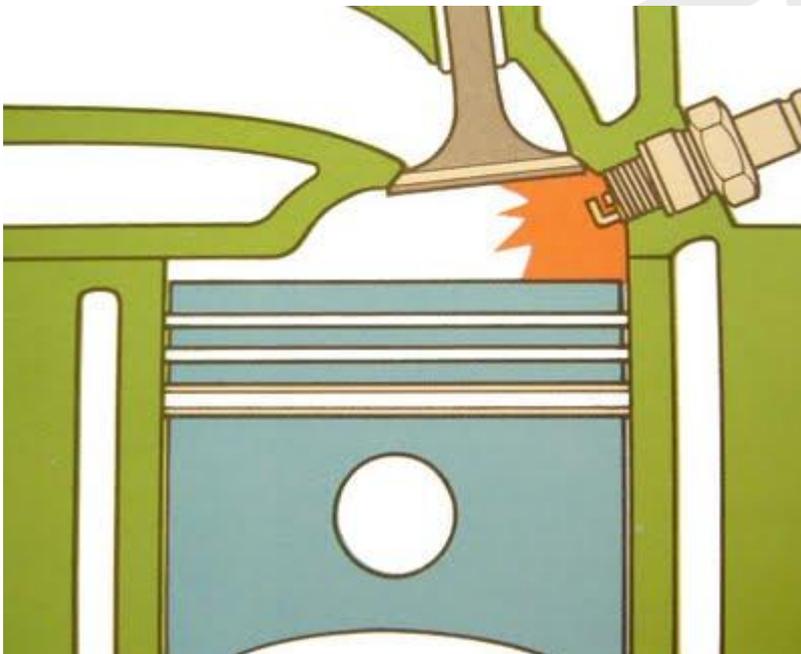
Combustão Normal

1º - Com o pistão no curso de compressão, a vela emite uma faísca.



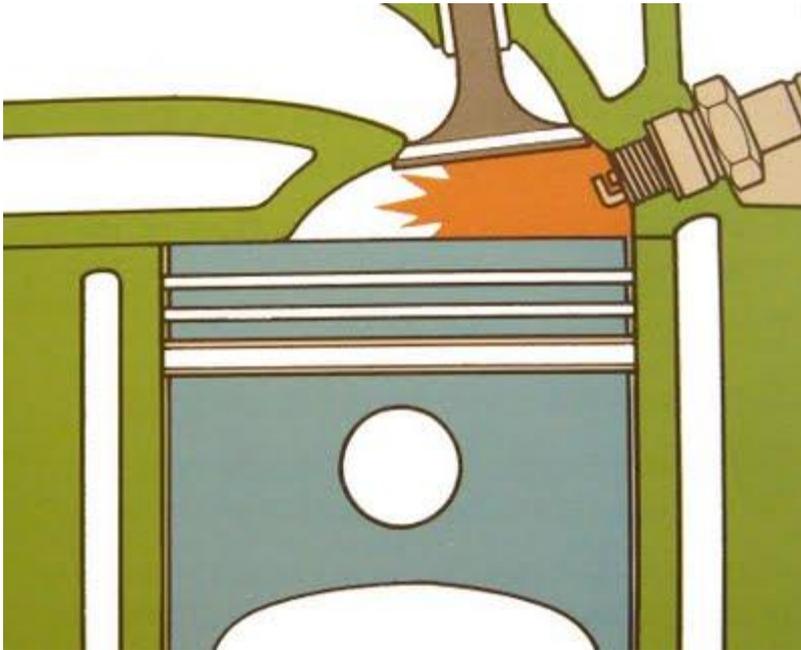
Fonte: carburado.com.br

2º - Pela ação da faísca a combustão inicia-se, formando uma frente de chama a partir da vela.



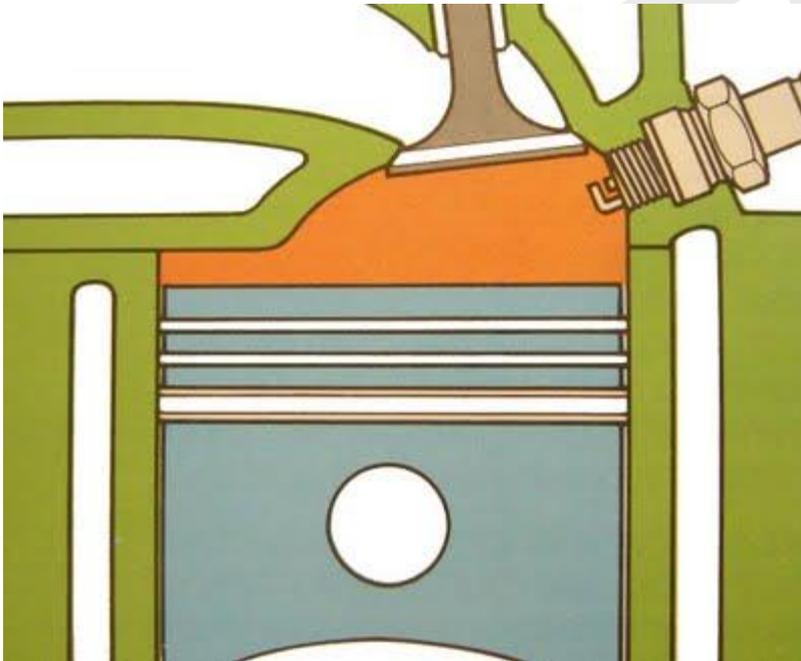
Fonte: carburado.com.br

3° - A mistura ar-combustível inflama-se rapidamente e progressivamente vai percorrendo toda a câmara de combustão.



Fonte:carburado.com.br

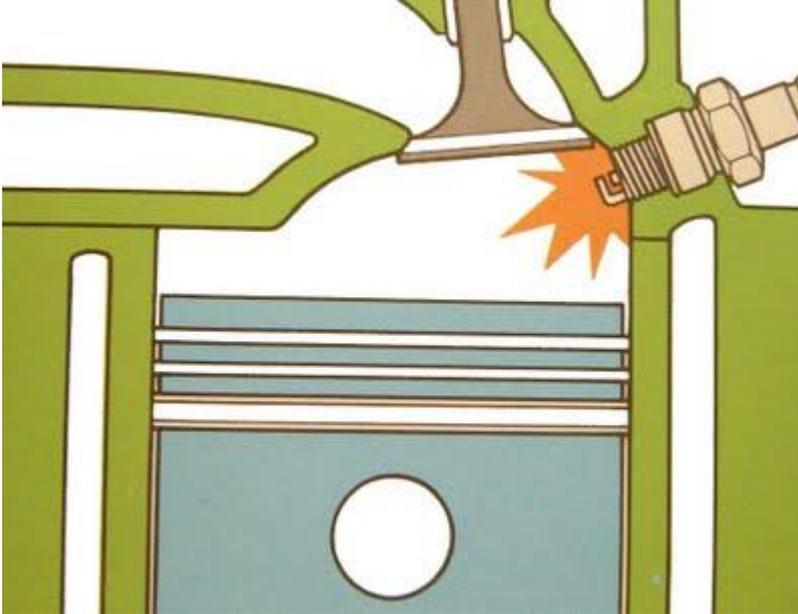
4° - A combustão vai-se completando e a dilatação dos gases vai empurrando o pistão para baixo, completando o movimento de força.



Fonte:carburado.com.br

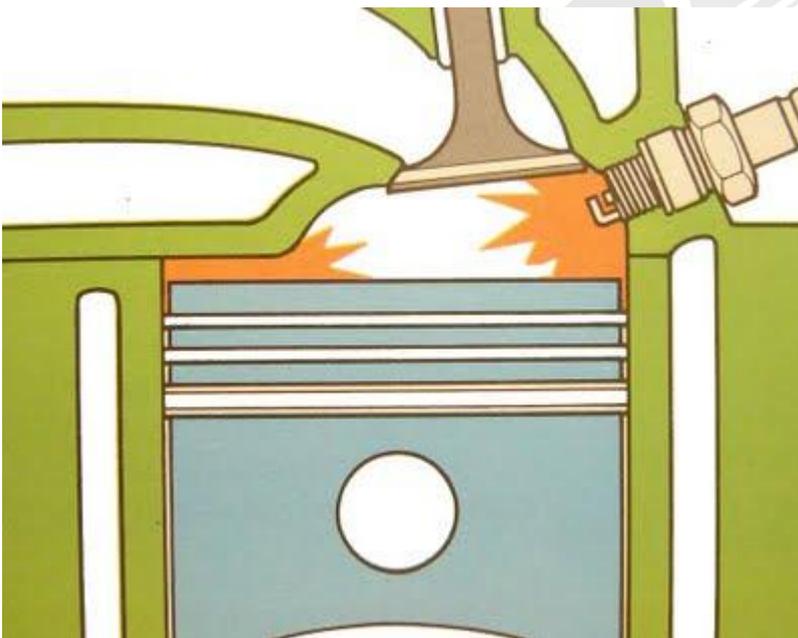
Detonação

1º - Quando ocorre a faísca, uma parte da mistura, próxima à vela, inflama-se e tenta expandir-se.



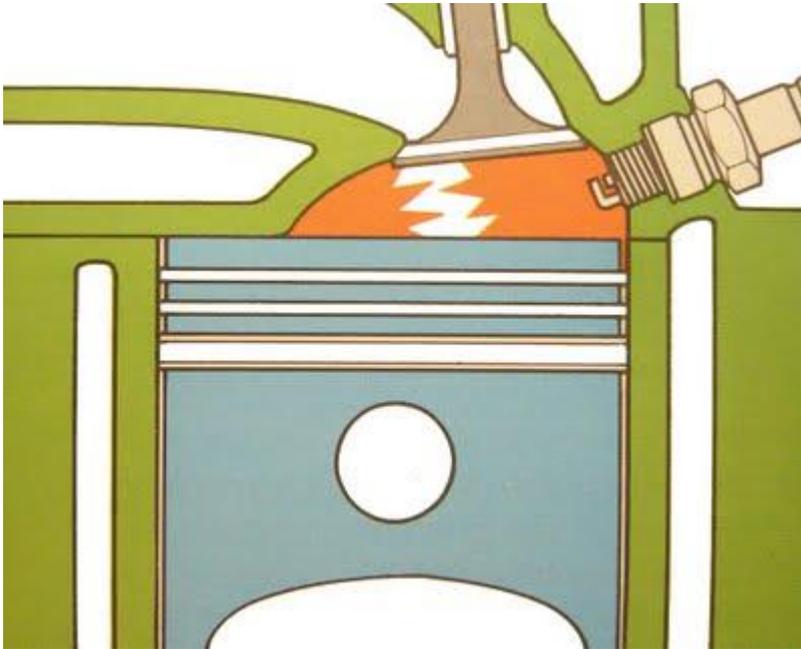
Fonte: carburado.com.br

2º - Porém, pelos motivos anteriormente citados, essa frente de chama não consegue propagar-se com velocidade normal e provoca, por outro lado, um aumento na temperatura e pressão dentro da câmara, que dão origem a uma segunda frente de chama.



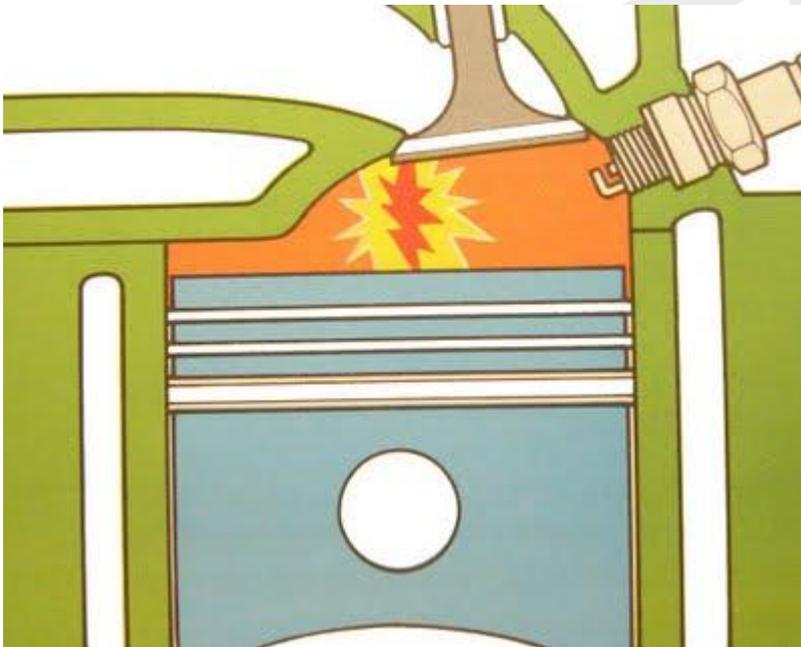
Fonte: carburado.com.br

3° - Essa segunda frente de chama também vai se propagando pela câmara de combustão junto com a primeira.



Fonte:carburado.com.br

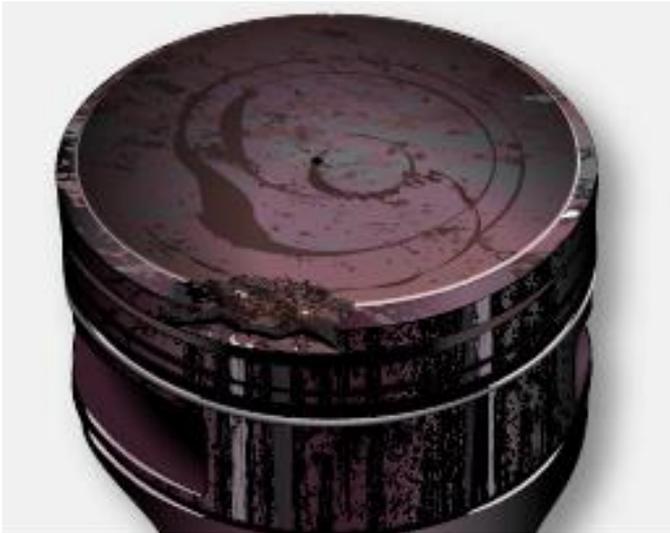
4° - A detonação se origina do choque entre duas frentes de chama que é caracterizado por ruídos secos e metálicos, conhecidos como “batida de pino”.



Fonte:carburado.com.br

As consequências da detonação prolongada em um motor são gravíssimas podendo ir

desde queimaduras sérias do pistão, rápido desgaste da canaleta superior, quebra de anéis, engripamento e anéis presos até, finalmente, a paralisação total do motor.

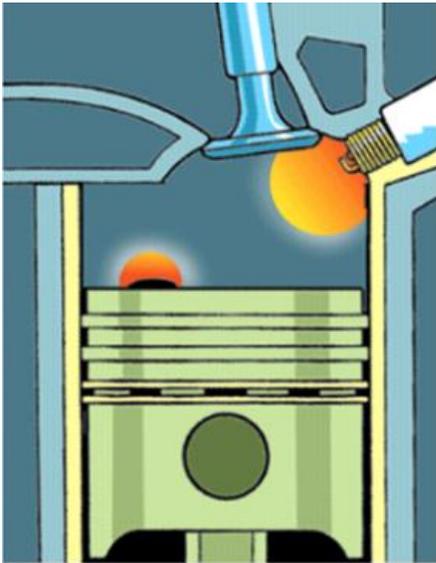


Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

As pancadas da combustão ou o funcionamento irregular no motor, resulta da queima inicial muito rápida, causando uma taxa excessiva de aumento de pressão.

Pré Ignição, Falha do Motor Quatro Tempos

A pré-ignição é um fenômeno causado por vários motivos. Um deles é o surgimento de depósitos de carvão na cabeça do pistão e em algumas partes no interior do cilindro. Quando o motor trabalha por alguns instantes esse carvão incandesce fazendo com que a mistura de ar e combustível exploda fora do terceiro tempo no ciclo do motor. Esta explosão pode acontecer no segundo tempo quando o pistão sobe, comprimindo a mistura, gerando pressão e aumentando a temperatura dos gases junto com a brasa do carvão fazendo a mistura explodir antes do tempo. Outros fatores que provocam a pré-ignição são os pontos quentes na câmara de combustão, velas excessivamente quentes e combustível adulterado, gerando muito resíduo de carvão.



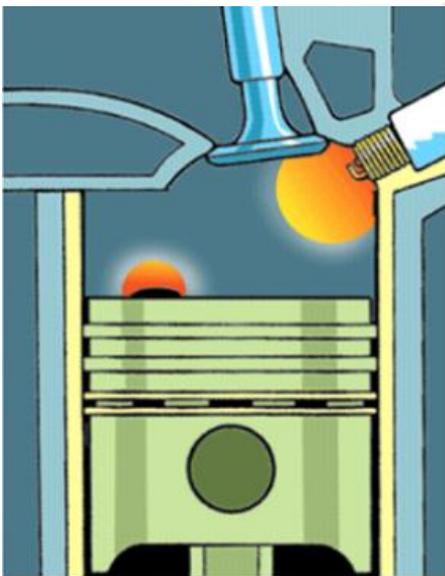
Fonte: infomotor.com.br

Ignição de Superfície

A ignição da mistura combustível/ar, causada por contato com pontos quentes na combustão, é chamada de ignição de superfície. Entretanto, se ocorrer antes do evento de uma ignição normal, o fenômeno é chamado de "pré-ignição".

Pré-ignição é geralmente atribuída ao superaquecimento de tais partes como eletrodos das velas, válvulas de escape, depósitos de carbono, etc...

Quando a pré-ignição está presente, um motor poderá continuar a operar, mesmo que a ignição seja desligada devido a queima da mistura ar/combustível por contato com as partes quentes do motor.



Fonte: infomotor.com.br

Avaliação de Octana e Desempenho

Número de octanas e composição designam o valor antidetonante da mistura de combustível, no cilindro de um motor.

Motores de aviação, de elevada entrega de potência têm sido feitos, principalmente pelo resultado de misturas, para produzir combustíveis de alta classificação de octanagem.

O uso de tais combustíveis tem permitido aumentos, na razão de compressão e pressão de admissão, resultando em melhora de potência e eficiência do motor. Entretanto, mesmo os combustíveis de alta octanagem detonarão e também, sob condições severas de operação quando os controles do motor são operados indevidamente.

As qualidades antidetonantes do combustível de aviação são designadas por graus. Quanto mais alto o grau, maior compressão o combustível poderá suportar sem detonar. Para os combustíveis que possuem dois números, o primeiro indica o grau para mistura pobre, e o segundo para a mistura rica. Desta forma, o combustível 100/130 tem o grau 100 para mistura pobre e o grau 130 para a mistura rica.

Dois escalas diferentes são usadas para designar o grau do combustível. Para os combustíveis abaixo de 100 graus, os números de octanas são usados para designar o grau do combustível. O sistema de números de octanas é baseado na comparação de qualquer combustível, com mistura de iso-octana e heptana normal.

O número de octana de um combustível é a porcentagem de iso-octana na mistura que duplica as características de detonação de um combustível, em particular, que está sendo classificado.

Assim, um combustível de grau 80, tem as mesmas características de detonação que a de uma mistura de 80 por cento de iso-octana, e 20 por cento de heptana normal.

Com o advento dos combustíveis, tendo características antidetonantes superior a iso-octana, uma outra escala foi adaptada para designar o grau de combustíveis acima do número de 100 octanas. Essa escala representa a classificação do grau de combustível e sua disponibilidade de potência, livre de detonação igualmente comparado com a iso-octana pura disponível.

É suposto, arbitrariamente, que somente 100 por cento de potência é obtida da iso-octana. Um motor que tenha uma potência de 1000 HP, limitada pela detonação com combustível de 100 octanas, terá uma potência limitada de detonação 1.3 vezes maior (1300 cavalos) do que com um combustível classificado com número 130.

O grau de gasolina de aviação não é a indicação de sua possibilidade de fogo. A gasolina de grau 91/96 é tão fácil de inflamar, quanto a de grau 115/145, e explode igualmente com muita força. O grau indica somente a classificação da gasolina para motores de avião. Um meio conveniente de melhorar as características antidetonantes de um combustível, é adicionar um inibidor de detonação.

Tal fluido deverá ter o mínimo de corrosividade ou outras qualidades indesejáveis e, provavelmente, o melhor inibidor disponível para usos em geral, no momento, é o Chumbo Tetraetil "TEL".

As poucas dificuldades encontradas, por causa das tendências à corrosão da gasolina "etilizada", são insignificantes quando comparadas com os resultados obtidos do valor elevado antidetonante do combustível.

Para a maior parte dos combustíveis de aviação, a adição de mais de 6 ml. por galão não é permitido. Quantidades em excesso sobre esse valor tem um pequeno efeito no valor antidetonante, porém, aumenta a corrosão e os problemas com as velas.

Existem dois tipos distintos de corrosão causados pelo uso de gasolina "etífica". O primeiro é causado pela reação do brometo de chumbo em superfícies metálicas quentes, e ocorre quando o motor está em operação; o segundo é causado pelos produtos condensados da combustão, principalmente o ácido "hydrobromico", quando o motor não está girando.

Resumindo

- octanagem é o índice de resistência à detonação da gasolina.
- são números de octanas que designam o valor antidetonante do combustível.
- quanto mais alto for o número de octanas maior será a compressão aguentada
- existe 3 nº de grau de octanas 91/96, 100/130 e 115/145
- para aumentar a octanagem é adicionado o "tel"

Mistura Ar/Combustível

Para medirmos esta mistura, utilizamos uma unidade de medida de peso (libras ou quilogramas).

Chamaremos de razão ar-combustível, a razão entre a massa de ar e a massa de combustível contido na mistura.

Por exemplo, uma mistura de 15/1 é constituída de 15 kg de ar e 1 kg de combustível. Um motor pode ser alimentado por uma mistura com distintas razões de misturas, porém, terá um bem definido que lhe dará um melhor rendimento.

Tipos de misturas



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Temos também as misturas incomburentes rica e pobre. Elas recebem este nome porque não podem ser inflamadas.

Incomburente rica: 5,55:1

Incomburente pobre 26:1

Toda mistura ar/combustível entre 15:1 até 5,55:1 é considerada rica. Mistura de ar/combustível abaixo de 5,55:1 é considerada mistura incomburente rica, ou seja, a mistura não inflamará por excesso de combustível.

Toda mistura ar/combustível entre 15:1 até 26:1 é considerada pobre. Mistura de ar/combustível acima de 26:1 é considerada mistura incomburente pobre, ou seja, a mistura não inflamará por excesso de ar.

Pureza

Os combustíveis de aviação devem estar livres de impurezas que possam interferir na operação do motor, ou nas unidades dos sistemas de combustível e de admissão de ar ao carburador.

Mesmo que todas as precauções sejam tomadas no armazenamento e serviços da gasolina, é comum encontrar uma pequena quantidade de água e sedimentos no sistema de combustível de uma aeronave.

Uma pequena quantidade de tal contaminação é normalmente retida nos filtros do sistema de combustível.

Geralmente, isto não é considerado como uma fonte de grande perigo, desde que os filtros sejam drenados e limpos em intervalos frequentes. Entretanto, a água poderá apresentar sérios problemas, porque ela se assenta no fundo do tanque e, poderá então, circular através do sistema de combustível.

Uma pequena quantidade de água fluirá com a gasolina através das passagens medidoras do carburador, e não será especialmente prejudicial. Uma excessiva quantidade de água deslocará o combustível, que está passando através dos medidores e restritores do fluxo de combustível, o que causará a perda de potência e poderá resultar na parada do motor.

Sob certas condições de temperatura e umidade, a condensação da umidade relativa do ar ocorre nas superfícies internas dos tanques de combustível. Uma vez que esta condensação ocorra na parte acima do nível de combustível, é óbvio que a prática de reabastecer uma aeronave, imediatamente após o voo, em muito reduzirá esta deficiência.

Identificação

As gasolinas contendo TEL deverão ser coloridas de acordo com as normas, ou seja, a gasolina poderá ser colorida para efeito de identificação. Por exemplo, a gasolina de aviação de grau 80/87 é vermelha, a de grau 91/98 é azul, a de grau 100/130 é verde e a de grau 115/145 é púrpura.

A mudança de cor de uma gasolina de aviação, usualmente indica a contaminação com outro produto, ou a perda da qualidade de combustível.

A mudança de cor também poderá ser causada por uma reação química, que tenha enfraquecido para mais leve, o componente de coloração. Essa mudança de cor, por si mesma, poderá não afetar a qualidade do combustível.

Hoje no mercado da aviação, é utilizada a gasolina de grau 100/130

A gasolina é fabricada com uma gama de variação de grau de Octanas, a fim de proteger o motor do avião contra detonação durante a sua operação, visto que, o motor não opera com uma mistura padrão. A mistura muda entre rica ou pobre, de acordo com a fase operacional do avião. Desta forma podemos dizer que uma mistura 100/130 usamos 100 graus de octanas para mistura pobre e 130 graus para mistura rica.

Marcas de Identificação

O método mais positivo de identificação do tipo e do grau do combustível, é o seguinte:

1. Marcação nas tubulações - Uma faixa colorida, pintada próximo à conexão em cada extremidade da mangueira, usada para abastecimento de combustível. As faixas devem circundar o tubo, o nome e o grau do produto devem ser escritos longitudinalmente, em letras, com uma cor contrastante com a da mangueira.

Os bicos de abastecimento são pintados da cor que identifica o produto que está no caminhão. A cor vermelha para gasolina e a cor preta para querosene.

2. Marcação dos carros, tanque e pontos de abastecimento - Placas identificando o nome e o grau do produto devem estar permanentemente fixadas em cada medidor e cada bico de abastecimento. Placas contendo as mesmas informações devem estar permanentemente visíveis na parte externa, na traseira do equipamento de abastecimento.

1.3 COMBUSTÍVEIS PARA MOTORES À REAÇÃO

As aeronaves equipadas com motores à reação são projetadas para operar com um *combustível destilado, comumente chamado de combustível de jato.*

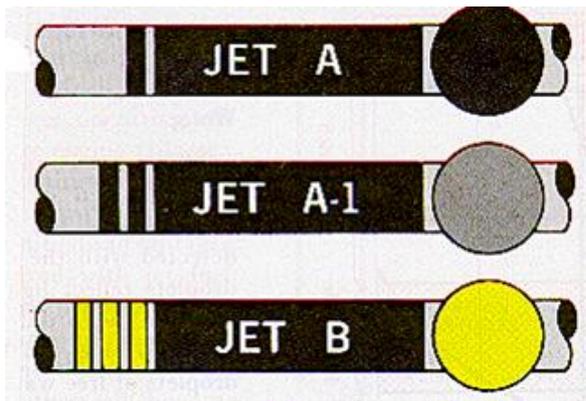
Os combustíveis de jato também são compostos de hidrocarbonos, com um pouco mais de carbono e, normalmente, contendo mais enxofre do que a gasolina. Inibidores também poderão ser adicionados para reduzir a corrosão e oxidação. Aditivos anti-gelo também estão sendo misturados para evitar o congelamento do combustível.

Dois tipos de combustíveis de jato estão em uso comum atualmente, sendo:

Querosene de grau de combustível para turbina, agora designada como "Jet-A".

Uma mistura de gasolina e frações de querosene, designado "Jet-B".

Existe um terceiro tipo, chamado de "Jet-A1", que é produzido para operação em temperaturas extremamente baixas. É o utilizado atualmente.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

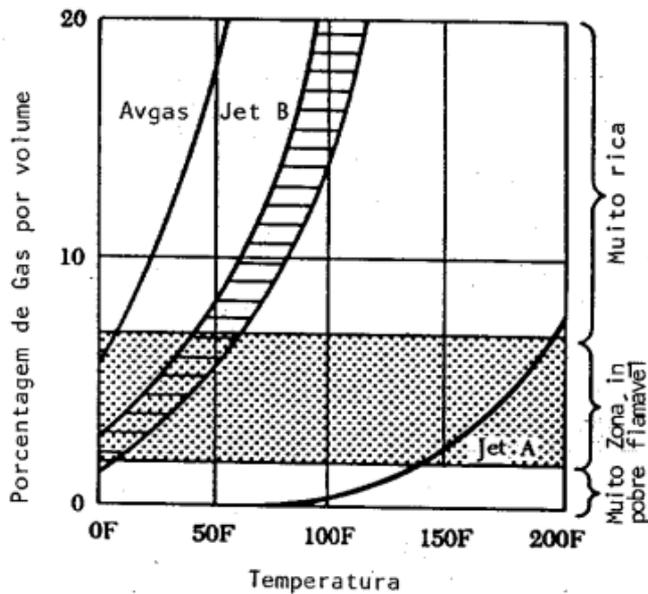
A gravidade específica dos combustíveis dos motores a reação, especialmente o querosene, é mais próxima à água do que a gasolina de aviação. Desta forma, qualquer água introduzida no combustível, tanto através do reabastecimento como da condensação, tomará um tempo apreciável para assentar-se. Em grandes altitudes, onde baixas temperaturas são encontradas, gotículas de água combinam com o combustível para formar uma substância congelante chamada "gel". A massa de "gel" ou gelo que pode ser gerada pela umidade mantida em suspensão no combustível de jato, poderá ser muito maior do que na gasolina.

Por este motivo, podemos dizer que o querosene tem maior facilidade de ser contaminado pela água do que a gasolina.

Volatilidade

Uma das características mais importantes dos combustíveis dos motores a reação, é a volatilidade. Ela deverá, por necessidade, ter um compromisso entre vários fatores de oposição.

Um combustível altamente volátil é preferível para facilitar a partida em tempo frio e tornar as partidas em voo mais fáceis e seguras. A baixa volatilidade é preferível para reduzir a possibilidade do calço de vapor e reduzir as perdas de combustível por evaporação.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 4-4 Vaporização dos combustíveis de aviação sob pressão atmosférica.

Em temperaturas normais, a gasolina em um recipiente fechado ou em um tanque, poderá produzir tanto vapor que a mistura combustível/ar poderá ser rica demais para queimar. Sob as mesmas condições, o vapor produzido pelo combustível Jet-B poderá estar na faixa inflamável ou explosiva.

O combustível Jet-A é de uma volatilidade muito baixa de modo que, em temperaturas normais, produz tão pouco vapor que não forma uma mistura combustível/ar inflamável ou explosivo.

A figura 4-4 mostra a vaporização dos combustíveis de aviação com relação à pressão atmosférica.

Identificação

Pelo fato dos combustíveis de jato não serem coloridos, não há identificação visual para os mesmos. Eles variam de um líquido incolor a uma cor de palha (âmbar), dependendo da idade ou da origem do petróleo cru.

Os números dos combustíveis de jato são números de tipos e não tem relação com a classificação de combustível para motor de aviação.

Contaminação do Sistema de Combustível

Existem diversas formas de contaminação em combustível de aviação. Quanto mais alta for a viscosidade do combustível, maior será sua capacidade de manter contaminantes em suspensão. Por esta razão, os combustíveis de jato, tendo uma alta viscosidade, são mais suscetíveis à contaminação do que a gasolina de aviação.

O principal contaminante que reduz, principalmente, a qualidade da gasolina e do combustível para motores a reação, são outros produtos, como: água, oxidação ou ferrugem e sujeira.

Água

A água pode estar presente no combustível de duas formas:

- (1) dissolvida no combustível
- (2) entranhada ou em suspensão no combustível. A água entranhada (em suspensão) poderá ser detectada a olho nu.

Grandes quantidades de água poderão causar a parada do motor. Se a água livre for salina, ela poderá causar corrosão nos componentes do sistema de combustível.

Partículas Estranhas

Muitas partículas estranhas são encontradas como sedimentos no combustível. Elas são constituídas de qualquer material, com o qual o combustível entrou em contato. Os tipos mais comuns são: ferrugem, areia, compostos de alumínio e magnésio, partículas de latão e borracha.

A ferrugem é encontrada em duas formas:

- Ferrugem vermelha, que não é magnética.
- Ferrugem preta, que é magnética.

Elas aparecerão no combustível como um pó vermelho ou preto (que poderá assemelhar-se ao corante), ou granulação.

Areia ou poeira no combustível aparece na forma cristalina, granular ou semelhante ao vidro.

Compostos de alumínio ou magnésio aparecem no combustível na forma de pó ou pasta branca ou cinza. Esse pó ou pasta torna-se muito pegajoso ou gelatinoso quando a água estiver presente.

O latão é encontrado no combustível na forma de partículas, ou pó de cor dourada brilhante.

A borracha aparece no combustível em pedaços razoavelmente grandes e irregulares. Todas essas formas de contaminação poderão causar o engripamento ou mau funcionamento dos dispositivos de medição do combustível, divisores de fluxo, bombas e injetores.

Contaminação com Outros Tipos ou Graus de Combustível

A mistura não intencional de produtos de petróleo poderá resultar em combustíveis que dão uma performance inaceitável na aeronave. Um motor de avião é projetado para operar com o máximo de eficiência, com combustíveis de especificações definidas. O uso de combustíveis que diferem daquelas especificações reduz a eficiência operacional, e podem levar a uma falha completa de motor.

Mistura não intencional de combustível é a causa de muitos acidentes aéreos.

Quando a gasolina de aviação é misturada com o combustível de jato, o TEL na gasolina forma depósitos nas lâminas e aletas da turbina. O contínuo uso de combustíveis misturados poderá causar perda na eficiência do motor.

Quando o querosene é misturado na gasolina, o motor estará sujeito a detonação, visto que o poder calorífico (temperatura liberada na queima) do querosene é bem maior do que da gasolina. Isto aumenta muito o calor dentro da câmara de combustão e o sistema de refrigeração não consegue remover o excesso de calor, provocando pontos quentes dentro do cilindro. Estes pontos quentes irão provocar a pré-ignição.

Desenvolvimento Microbial

O desenvolvimento microbial é produzido por várias formas de micro-organismos, que vivem e se multiplicam nas interfaces de água dos combustíveis para jato.

Esses organismos poderão formar um "Fungo", similar em aparência aos depósitos encontrados em água estagnada. A cor deste fungo em desenvolvimento poderá ser vermelha, marrom, cinza ou preta. Se não for devidamente controlada pela remoção frequente da água livre, o desenvolvimento destes organismos poderá tornar-se extensivo.

Os organismos alimentam-se dos hidrocarbonos, que são encontrados nos combustíveis, porém eles precisam de água livre, a fim de se multiplicarem.

Os micro-organismos tem uma tendência a se combinarem, geralmente aparecendo com uma camada marrom, que age como um absorvedor, para maior quantidade de umidade.

Essa mistura de combinação acelera o desenvolvimento dos micro-organismos. O desenvolvimento de micro organismos poderá não interferir somente com a indicação do fluxo e de quantidade de combustível, porém, mais importante, poderá iniciar uma ação eletrolítica corrosiva.



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook – Powerplant - Volume 1

Sedimentos

Os sedimentos se apresentam como poeira, material fibroso, grãos, flocos ou ferrugem. Partículas ou grãos de sedimento para serem visíveis, indicam ter aproximadamente 40 micrometro ou mais em tamanho.

A presença de um número apreciável daquelas partículas indicam um mau funcionamento do filtro/separador, ou uma fonte de contaminação ao longo da linha do filtro/separador, ou ainda um reservatório inadequadamente limpo. Mesmo com o mais eficiente filtro/separador e um cuidadoso manuseio do combustível, uma partícula pode ser ocasionalmente encontrada. Esses procedimentos dispersos, normalmente são devidos a migração através do filtro, e não apresentam um problema para o motor ou para o controle do combustível. Os sedimentos, ordinariamente são encontrados como um pó fino ou lama. Os dois principais componentes desse sedimento fino são, normalmente, areia e ferrugem.

Os sedimentos podem ser tanto orgânicos como inorgânicos. A presença de apreciável quantidade de material fibroso (visível a olho nu) é usualmente indicação de um elemento

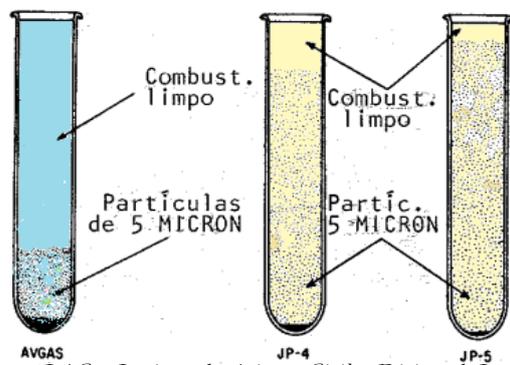
de filtro quebrado pela ruptura do próprio elemento ou pela desintegração mecânica de um componente do sistema.

Usualmente, grande volume de partículas metálicas, sugere uma falha mecânica em algum lugar do sistema, a qual não se limita necessariamente à falha do filtro metálico.

Em uma amostra limpa de combustível, os sedimentos não serão visíveis a não ser sob uma meticulosa inspeção. A presença persistente de sedimentos, é sempre suspeita, requerendo apropriados testes de supervisão e medidas corretivas aplicadas ao sistema de combustível.

Sedimentos ou contaminação sólida podem ser divididos em duas categorias:

Sedimento grosseiro e sedimento fino.



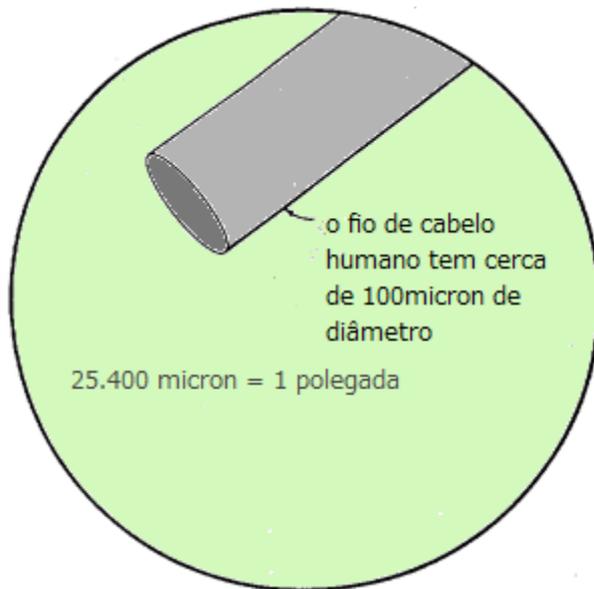
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

- **sedimento grosseiro:** O sedimento que pode ser visto e separado do combustível, ou que pode ser filtrado. As partículas de 10 micra de tamanho, e maiores, são consideradas sedimentos grosseiros.

Partículas grossas bloqueiam orifícios e obstruem as folgas e ressaltos das válvulas deslizantes, causando problemas e desgaste dos controles do combustível e do equipamento de medição. Elas afetam também as telas dos bicos ejetores, obstruindo-os, bem como outras telas finas através do sistema de combustível da aeronave.

- **sedimento fino:** Partículas menores do que 10 micros podem ser definidos como sedimentos finos. Noventa e oito por cento dos sedimentos finos podem ser removidos por assentamento, filtragem ou centrifugação.

As partículas finas não são visíveis a olho nu como partículas separadas ou distintas. Elas, no entanto, dispersas na claridade, podem aparecer como pontos luminosos ou como uma leve nebulosidade no combustível.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Comparação das pequenas partículas com o cabelo humano.

O máximo de tempo possível deve ser permitido ao combustível nos tanques após o reabastecimento, para que haja um razoável assentamento da água e dos sedimentos.

Deteção de Contaminação

A contaminação grosseira pode ser detectada visualmente. O melhor critério para a deteção de contaminação é a de que o combustível esteja limpo e brilhante, e que não contenha água livre perceptível.

Limpo significa ausência de qualquer sedimento realmente visível, ou água misturada. Brilhante refere-se a aparência de brilho dos combustíveis limpos e sem água.

Água livre é indicada por uma nuvem opaca ou um sedimento de água. A nuvem poderá estar ou não presente quando o combustível estiver saturado de água.

O combustível perfeitamente claro poderá conter três vezes o volume de água considerado tolerável.

Vários métodos para verificação em pista do conteúdo de água têm sido desenvolvidos.

Um é o de adicionar um elemento corante, que é solúvel na água, porém, não no combustível. Amostras de combustível incolor adquirem uma coloração definida se a água estiver presente. Outro método utiliza pó químico cinza, que muda para a cor rosa passando por púrpura, no caso de 30 ou mais p.p.m. (partes por milhão) de água estiverem presentes na amostra de combustível.

Num terceiro método, uma agulha hipodérmica é usada para tirar o combustível através de um filtro quimicamente tratado. Se a amostra mudar a cor do filtro de amarelo para azul, o combustível terá pelo menos 30 p.p.m. de água.

Desde que o combustível drenado dos decantadores dos tanques possam estar saturados, devemos levar em conta que nenhum método de detecção de água deverá ser usado enquanto a água entranhada no combustível estiver congelada, formando cristais de gelo.

Existe uma boa possibilidade de que a água não seja drenada ou detectada, se os decantadores forem drenados enquanto o combustível estiver a uma temperatura abaixo de 32° F (0° c), após ter sido esfriado no voo.

A razão para isto é que os drenos decantadores poderão não estar no ponto mais baixo no tanque de combustível enquanto o avião estiver em uma altitude de voo, e a água poderá acumular e congelar em outras áreas do tanque, que permanecerá, sem ser detectada, até que ela se degele.

A drenagem será mais efetiva se for feita depois do combustível ter ficado em repouso por um período de tempo durante o qual a água possa precipitar-se e alojar-se no ponto de dreno.

As vantagens do período de decantação se perderão a não ser que a água acumulada seja removida dos drenos, antes que o combustível seja agitado pelas bombas internas.

Controle de Contaminação

O sistema de combustível da aeronave pode ser considerado como dividido em três partes, quando se refere à pureza do combustível.

O fabricante produz um combustível limpo. A contaminação pode ocorrer a qualquer tempo, após o combustível ter sido produzido.

A primeira parte do sistema de combustível é o sistema de entrega e estocagem, entre a refinaria e o carro-tanque de abastecimento no aeroporto.

Embora este sistema não seja fisicamente uma parte da aeronave, ele é de igual importância no controle da contaminação.

A qualquer tempo em que o combustível esteja sendo transportado, ele estará sujeito a contaminação. Por esta razão, todo o pessoal de manutenção da aviação deverá estar familiarizado com os métodos de controle da contaminação.

Fundamental no controle de contaminação dos combustíveis para turbina, são os métodos seguidos pela indústria no recebimento e na estocagem de qualquer carga de produtos de petróleo.

Esses métodos têm sido estabelecidos como corretos e são tão conhecidos que se torna desnecessário repeti-los aqui.

Os procedimentos de reabastecimento usados pelos operadores de aeronaves com turbina deverão incorporar os seguintes requisitos:

1. O combustível bombeado nos depósitos do aeroporto deverá passar através de um filtro-separador. O filtro deverá estar dentro das normas previstas na especificação MILF-8508A.
2. Aos combustíveis para turbina, deverá ser permitido um período de assentamento correspondente a uma hora para cada pé de profundidade do combustível estocado, antes de ser removido para uso. Isto significa que deve ser providenciado mais de um depósito para cada tipo de produto.
3. Os tanques de estocagem devem ser checados com papel de tornassol, após o recebimento de cada carga nova de combustível e o seu devido assentamento. O papel de tornassol deverá permanecer submerso por 15 segundos, no mínimo. Durante os períodos de chuva forte, os tanques subterrâneos deverão ser checados com o papel de tornassol com maior frequência.
4. As linhas de sucção deverão estar, no mínimo, a 6 polegadas do fundo do tanque. Os tanques de estocagem de querosene deverão estar equipados com linhas de sucção do tipo flutuante. Estas linhas flutuantes não removem o produto da parte inferior do tanque, o qual pode não ter sido assentado suficientemente. Isto também evita a reintegração de alguma contaminação do fundo do tanque, no combustível. A linha de sucção flutuante é o único e lógico meio de tirar total vantagem da força da gravidade em remover a água e a contaminação por partículas estranhas. Esta importância não deve ser minimizada.
5. O combustível sendo removido do tanque de estocagem deverá passar através de um filtro-separador que tenha a especificação MIL-F-8508A.
6. Grande cuidado deve ser tomado durante o carregamento de veículos abastecedores, para evitar pó, sujeira, chuva ou outros materiais estranhos, transportados pelo ar.

7. Para reduzir as probabilidades de formação de ferrugem e escamas, os tanques dos carros abastecedores devem ser construídos de aço inoxidável, de material não ferroso ou de aço revestido de matéria neutra.

8. O combustível para turbinas, quando colocado nas aeronaves por caminhões-tanques ou hidrantes, deverá ser filtrado para um grau de 5 micron para partículas sólidas, e conter menos de 0,0015% de água livre ou entranhada. Válvulas de desvio para o filtro não deverão ser permitidas.

9. Todos os procedimentos de controle de qualidade, normalmente seguidos no manuseio da gasolina de aviação, deverão ser empregados. Isto inclui uma regular checagem do filtro-separador do tipo teste de "claro e brilhante", e contínua ênfase na limpeza. Exemplos: Não deixar o bico de abastecimento arrastar-se no avental de proteção. Manter tampado o bico de abastecimento durante todo o tempo em que não estiver sendo utilizado.



Referência Bibliográfica

BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional
Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA (Airframe & Powerplant
Mechanics-General Handbook). Edição Revisada 2002.



No Próximo Módulo

No próximo módulo, vamos falar sobre o sistema de combustível.

Nele você se familiarizará com os principais componentes do sistema de combustível de uma aeronave.

Espero você!



PlanePictures.net // Copyright by Perez Emmanuel // 23-January-2005 // HHN // 1106546971

MÓDULO II

SISTEMA DE COMBUSTÍVEIS

INTRODUÇÃO

Caro aluno,

No módulo anterior nosso olhar esteve voltado para os tipos de combustíveis que são usados nos motores de avião, os cuidados que o técnico deve ter para mantê-lo nas melhores condições físicas e químicas a fim de manter o motor do avião na mais perfeita condição de aeronavegabilidade.

Agora, vamos falar sobre sistema de combustível. Nesta matéria faremos uma breve apresentação dos componentes que fazem parte do sistema de combustível, Um estudo mais profundo destes componentes, irá acontecer no modulo grupo motopropulsor

Essas e outras questões serão abordadas neste módulo

Vamos Lá!

Ao final deste Modulo, portanto, você deverá ser capaz de identificar os principais componentes do sistema de combustível e a sua finalidade.

2.1 SISTEMAS DE COMBUSTÍVEL

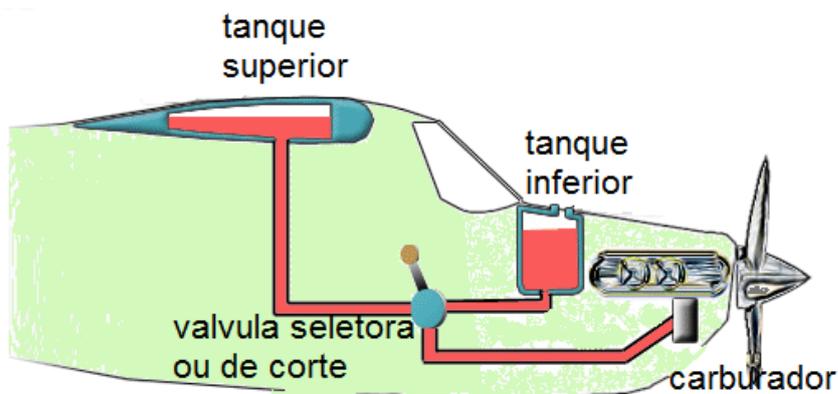
Um sistema de combustível de avião armazena e distribui uma quantidade apropriada de combustível limpo a uma pressão correta, para satisfazer a demanda do motor. Um sistema de combustível bem projetado assegura um fluxo positivo e eficiente através de todas as fases do voo, que inclui mudanças de altitude, manobras violentas, acelerações e desacelerações súbitas.

Além do mais, o sistema deverá estar razoavelmente livre da tendência de travamento por vapor, o que poderá resultar das mudanças climáticas no solo e em voo. Indicadores tais, como: os manômetros de pressão de combustível, sinais de advertência e indicadores de quantidade, são instalados para dar uma contínua indicação de como o sistema está funcionando.

Dois tipos de sistema de alimentação de combustível são utilizados nos aviões: alimentação por gravidade e alimentação por pressão

Alimentação por Gravidade

O tipo mais simples de sistema de combustível é o de alimentação por gravidade, o qual está ainda em uso em muitos aviões de baixa potência.



Fonte: conhecimentos técnicos de aeronaves e motores Jorge m. Homa

Os tanques de combustível são montados acima dos carburadores, com a gravidade fazendo com que o combustível flua do tanque para o carburador (unidade de formação de mistura).

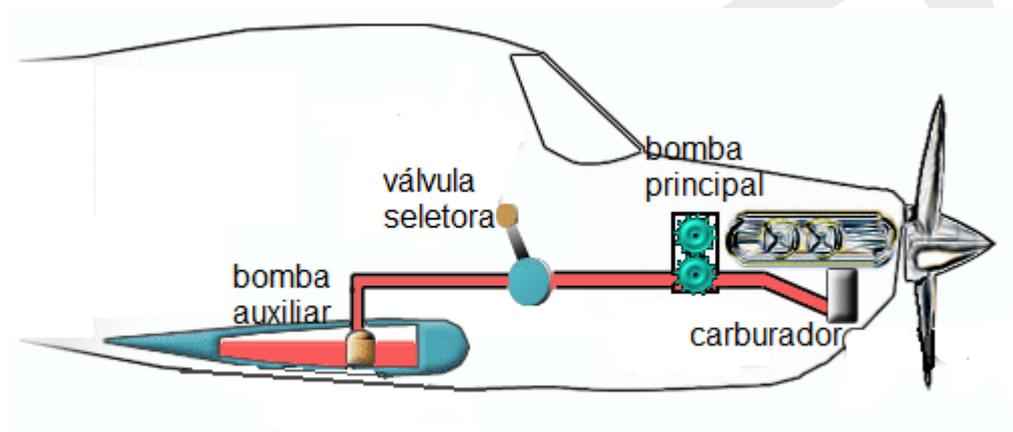
Uma válvula seletora é provida para interromper o fluxo de combustível ou selecionar um tanque cujo combustível será consumido.

Um filtro limpa o combustível antes que o mesmo atinja o carburador. Um dreno é instalado para remover a água e sedimentos presos no filtro. Uma bomba injetora manual (primer) fornece uma quantidade adicional de combustível requerido para a partida do motor.

Sistema de Alimentação por Pressão

Aeronaves que possuem um motor mais potente que voam a altitudes elevadas requerem um sistema que forneça combustível ao carburador a uma pressão positiva e na quantidade adequada de acordo com a demanda do motor.

Para manter estes requisitos, no sistema de alimentação por pressão são incorporadas duas bombas de combustível, uma bomba elétrica (auxiliar) e uma bomba mecânica (principal)



Fonte: conhecimentos técnicos de aeronaves e motores Jorge m. Homa

2.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL

Os componentes básicos de um sistema de combustível incluem tanques (reservatórios), linhas, válvulas, bombas, unidades de filtragem, indicadores, sinais de advertência e escorva. Alguns sistemas incluirão provisões para reabastecimento central, válvulas de alijamento de combustível e meio para a transferência de combustível.

No sentido de esclarecer os princípios de operação de um complexo sistema de combustível de aeronaves, as várias unidades serão discutidas nos parágrafos seguintes.

Escorva

É um procedimento usado para facilitar a partida do motor. Através do injetor Primer, injeta-se um pouco de combustível no motor antes da partida e isto facilita a partida do motor.

Tanques de Combustível

A localização, o tamanho, a forma e a construção dos tanques de combustível variam com o tipo e a utilização da aeronave. Em alguns aviões os tanques de combustível são integrais com a asa ou outras partes estruturais da aeronave.

Os tanques de combustível são feitos de um material que não reage quimicamente com qualquer combustível de aviação. A liga de alumínio é amplamente usada e a borracha sintética é empregada para o tipo de células de combustível que são usadas em algumas instalações.

Tipos de Tanques

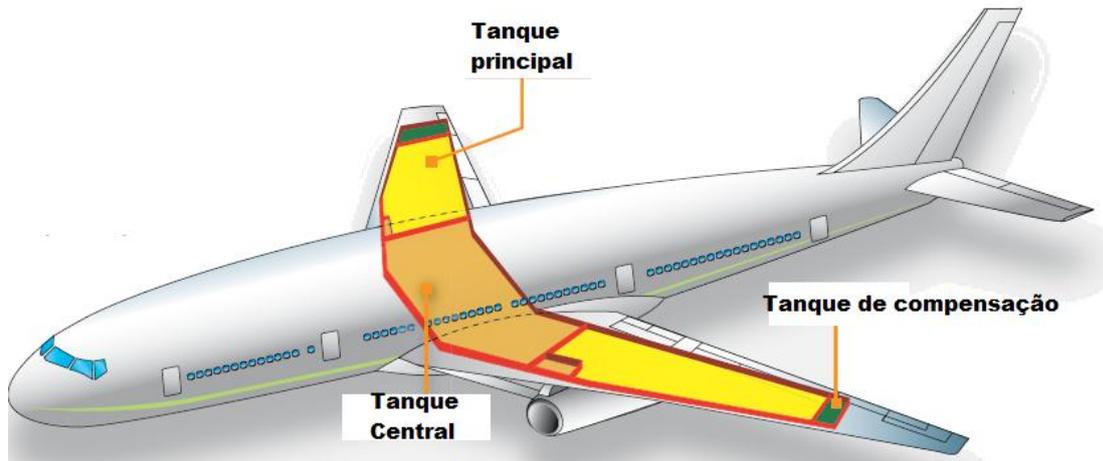
Célula câmara de borracha e Células integrais de combustível

Células Câmara de Borracha

A célula de combustível do tipo câmara de borracha é uma célula não autovedante que é usada para reduzir o peso. Ela depende inteiramente da estrutura da cavidade na qual é assentada para suportar o peso do combustível nela contido. Por esta razão a célula é feita ligeiramente maior do que a cavidade. As células de câmara de borracha em uso são feitas de borracha ou de nylon.

Células Integrais de Combustível

Uma vez que as células integrais são construídas dentro da estrutura da asa do avião, elas não são removíveis. Uma célula integral é parte da estrutura da aeronave, que é montada de tal forma que, quando as costuras, fixadores estruturais e portas de acesso são devidamente vedadas, a célula suporta o combustível sem vazamento. Este tipo de construção é usualmente referido como "asa molhada".



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

Componentes de um Tanque (ver figura abaixo)

Decantador

Fica localizado na parte mais baixa do tanque e tem a finalidade de reter as impurezas que possam vir entrar em contato com o combustível (água e sedimentos).

Dreno

Tem a finalidade de remover impurezas através da drenagem que é feita constantemente, normalmente a cada pernoite da aeronave.

Suspiros

Tem a finalidade de ventilar o tanque.

Permite que, no abastecimento, o ar que está dentro do tanque saia para o combustível entrar e, no consumo, o combustível saia e o ar entre. Se não houvesse o suspiro o tanque seria ineficiente na sua operação.

Bocal de Enchimento

Permite o abastecimento do tanque. Possui um dreno para que se houver um transbordamento, o combustível seja direcionado para fora da estrutura da aeronave a fim de evitar corrosão.

No bocal de abastecimento são claramente marcadas com a palavra "FUEL" (combustível), a capacidade do tanque e o tipo de combustível a ser usado.

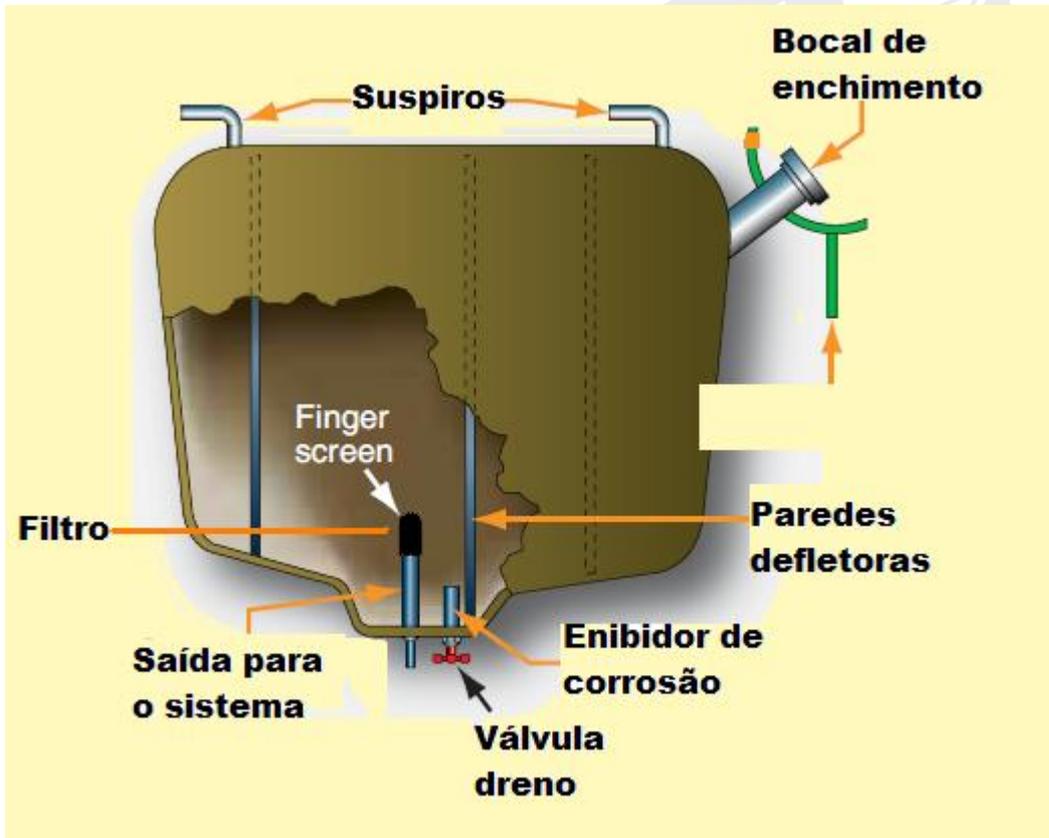
Paredes Defletoras

Não permitem que o combustível venha a balançar dentro do tanque durante a operação do avião, ou seja, nas mudanças de atitude em voo (curvas subidas e descidas).

Sem as defletoras o combustível iria balançar e formar vapores dentro do tanque. Esses vapores podem bloquear a saída do combustível para alimentação do motor.

Saída para o Sistema (motor)

O ponto de captação de combustível dentro do tanque fica normalmente um pouco mais alto do que a saída do dreno do decantador. Isto evita que entre combustível com impurezas na alimentação para o motor.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*

Um típico tanque metálico de combustível.

Alguns tanques de combustível são equipados com válvulas de alijamento, que tornam possível o alijamento do combustível (jogar fora combustível) em voo, com a finalidade de reduzir o peso da aeronave ao seu peso máximo de pouso especificado.

Linhas de Combustível e Acoplamentos

Em um sistema de combustível de aeronave, os vários tanques e outros componentes são usualmente unidos por linhas de combustível, feitas de tubos metálicos conectados e, quando a flexibilidade é necessária, por comprimentos de tubulações flexíveis.

As tubulações metálicas são usualmente feitas de liga de alumínio e, os tubos flexíveis, de borracha sintética ou de teflon. O diâmetro dos tubos é definido pela demanda de fluxo de combustível do motor.

Cada linha de combustível é identificada por meio de uma cinta colorida (cor vermelha) de codificação, em cada extremidade. Exceto quanto a linhas curtas entre conexões flexíveis, as tubulações deverão ser devidamente suportadas por meio de braçadeiras, aos membros estruturais da aeronave.

Uma mangueira especial resistente ao calor é usada onde linhas flexíveis estiverem sujeitas a um calor intenso. Para todas as linhas flexíveis de combustível, localizadas a frente da parede de fogo, são usadas mangueiras resistentes a fogo.

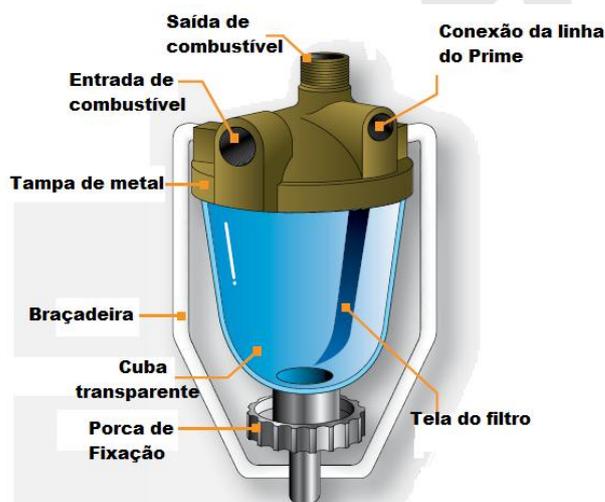
Em muitas instalações, as linhas de combustível são projetadas para serem localizadas dentro dos tanques. Portanto, pequenos vazamentos ocorrendo dentro do tanque são classificados como vazamentos internos, e não causam perigo de fogo.

Filtros de Combustível

Os filtros são instalados nas saídas dos tanques e, frequentemente, nos bocais de abastecimento.

Eles são de malha relativamente grossa para evitar que somente partículas maiores entrem no sistema de combustível.

Filtros principais de malha fina são instalados na entrada do combustível ao carburador e nas linhas de combustível.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*
Filtro principal para pequenas aeronaves.

A função do filtro principal é importante. Não somente ele evita a entrada de materiais estranhos ao carburador, como também, devido a sua localização em um ponto baixo do sistema de combustível, bloqueia qualquer pequena quantidade de água que possa estar presente no sistema.

Um filtro principal para um avião leve é mostrado na figura acima. Ele consiste de uma parte metálica superior, um filtro e uma cuba de vidro. A cuba é fixada à tampa por meio de uma braçadeira e uma porca para torque manual.

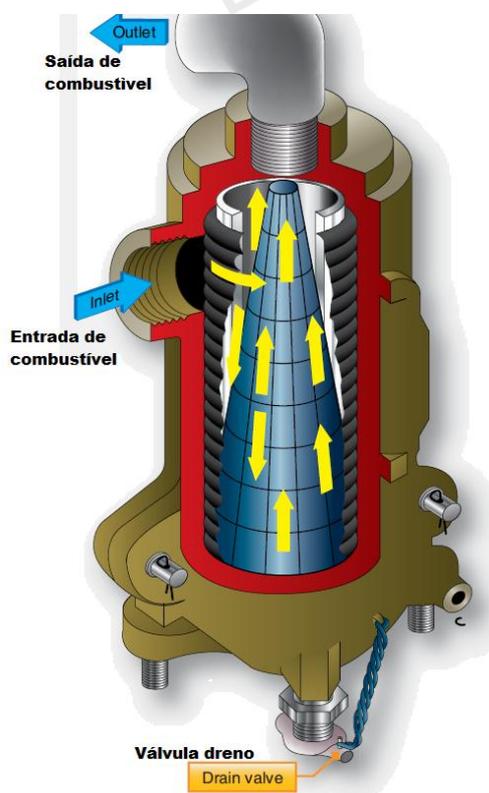
O combustível entra na unidade através da porta de entrada e é filtrado através da malha que está na porta de saída.

Em intervalos regulares a cuba de vidro deverá ser drenada e o filtro removido para inspeção e limpeza.

O filtro principal é instalado de tal forma, que o combustível flui através dele antes de alcançar a bomba acionada pelo motor.

O filtro está localizado no ponto mais baixo do sistema de combustível.

A forma e a construção do filtro de malha fina provê uma grande superfície de filtragem embutida em um alojamento compacto. Reforçando o filtro, existe uma malha de arame grosso.



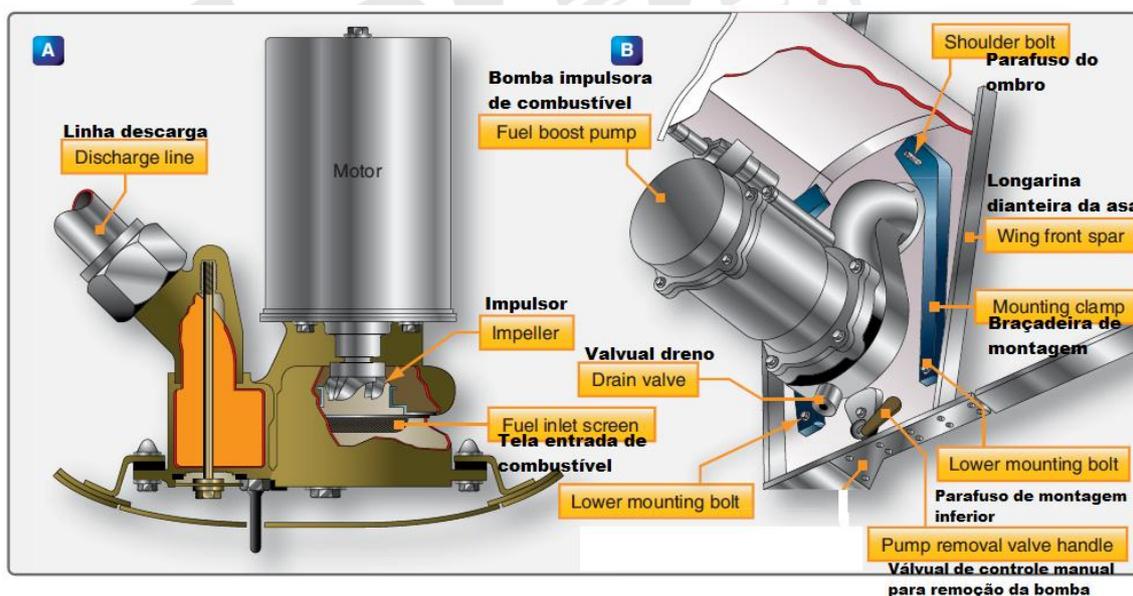
Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

Bombas Auxiliares de Combustível

Também conhecidas como Bombas de recalque, são centrífugas, operadas por um motor elétrico, e possuem as seguintes finalidades:

- Alimentam o combustível sob pressão para a admissão da bomba acionada pelo motor.

Este tipo de bomba é uma parte essencial do sistema de combustível, particularmente em grandes altitudes, para manter pressão no lado de sucção da bomba acionada pelo motor, evitando que se torne baixa, a ponto de permitir a ebulição do combustível. Isto evita a formação de vapores na linha de alimentação e assim evita o calço de vapor.



Uma bomba de impulso centrífuga de combustível pode ser submersa no tanque de combustível (A) ou pode ser ligada ao lado de fora do tanque (B).

Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

Bomba Centrífuga de Reforço

- Esta bomba auxiliar é também usada para transferir o combustível de um tanque para outro. Este procedimento somente será possível com o avião no solo.

- Ela é usada também para fazer alimentação cruzada de combustível. Numa condição normal de operação, uma aeronave que possui dois motores instalados nas asas. O motor direito será alimentado pelo tanque da asa direita e o motor esquerdo pelo tanque da asa esquerda. Se houver alguma falha em um motor, o mesmo seria desligado e o combustível da asa deste motor não seria consumido. Isto criaria um desbalanceamento entre as asas, o

que é prejudicial ao voo. A fim de evitar esta condição, o operador liga a bomba auxiliar do tanque cujo combustível não está sendo consumido o combustível e através de uma válvula de cruzamento irá alimentar o outro motor que estará em operação. Desta maneira o operador consegue equalizar a quantidade de combustível entre os tanques.

- Ela é para alimentar combustível sob pressão para escorva durante a partida do motor.
- Serve como uma unidade de emergência, para alimentar combustível ao carburador, no caso de falha da bomba acionada pelo motor.

Para aumentar a capacidade da bomba sob condições de emergência, muitas bombas são equipadas com um controle de duas velocidades ou de velocidade variável, para que a pressão recomendada de combustível na entrada do carburador possa ser mantida.

Como uma medida de precaução, as bombas de recalque são sempre ligadas durante as decolagens e pousos, para garantir uma alimentação positiva de combustível.

A bomba de recalque é montada na saída do tanque dentro de um decantador desmontável, ou submersa na parte inferior do tanque de combustível.

Os selos de vedação entre a ventoinha e a seção de força da bomba evitam o vazamento de combustível ou vapores para dentro do motor elétrico. Caso algum líquido ou vapor passe através do selo, ele será ventilado para a atmosfera através de um dreno.

Como precaução adicional em bombas não submersas, é permitida a circulação de ar em volta do motor para remover os vapores perigosos de combustível.

Quando o combustível do tanque entra na bomba, uma ventoinha de alta velocidade arremessa o combustível em todas as direções. A alta velocidade rotacional turbilhona o combustível e produz uma ação centrífuga que separa o ar e o vapor do combustível antes de entrar na linha para o carburador. Isto resulta praticamente em um fornecimento de combustível livre de vapor para o carburador, e permite que o vapor separado suba através do tanque de combustível, escapando através dos suspiros do tanque.

Uma vez que a bomba do tipo centrífugo não é uma bomba de deslocamento positivo, nenhuma válvula de alívio é necessária.

Apesar da bomba centrífuga ser o tipo mais comum de bomba de recalque, ainda existem em serviço algumas bombas do tipo de aleia deslizante. Este tipo também é acionado por um motor elétrico. Ao contrário do tipo centrífugo, ela não tem a vantagem da ação centrífuga para separar o vapor do combustível. Uma vez que é uma bomba de deslocamento positivo, ela deverá ter uma válvula de alívio para evitar a pressão excessiva. Sua construção e operação são idênticas ao da bomba acionada pelo motor.

Bomba de Combustível Acionada pelo Motor

Conhecida como bomba mecânica ou Bomba Principal é acionada pelo motor do avião e tem a finalidade de fornecer um combustível na pressão adequada durante o tempo de operação do motor.

A bomba mais usada atualmente é a do tipo de aletas rotativas e de deslocamento positivo. Um diagrama esquemático de uma bomba (tipo-aleta) acionado pelo motor é mostrado na figura abaixo.

Independente das variações de projetos, o princípio de operação de todas as bombas de combustível tipo aleta é o mesmo.

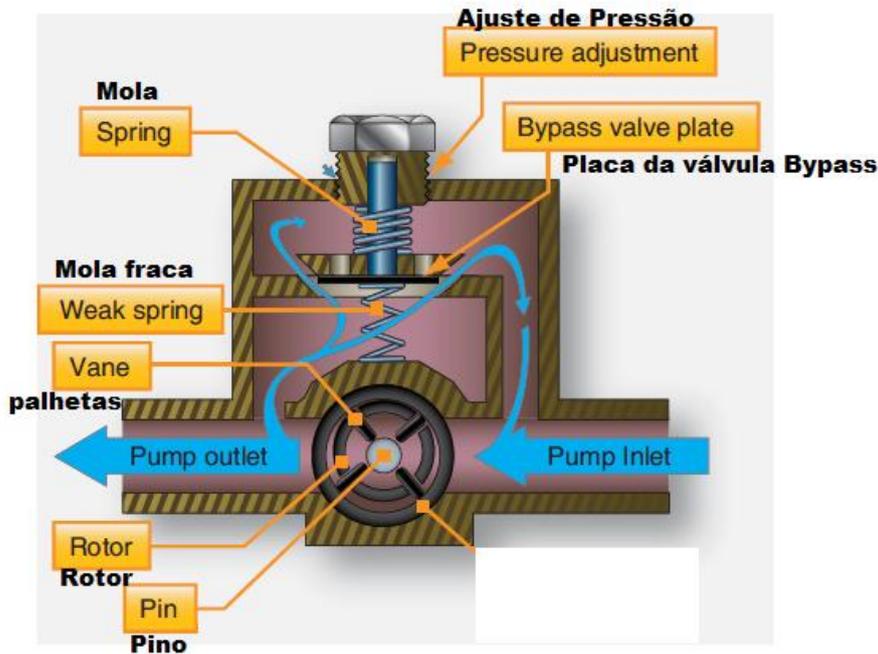
A bomba acionada pelo motor normalmente é instalada na seção de acessórios do motor. O rotor com as aletas deslizantes é acionado pelo eixo de manivelas através das engrenagens de acionamento dos acessórios. Notamos como as aletas levam o combustível da entrada para a saída quando o rotor gira na direção indicada.

Um selo evita o vazamento no ponto onde o eixo de acionamento entra no corpo da bomba, e um dreno leva para fora qualquer combustível que vazar através do selo.

Uma vez que o combustível fornece uma lubrificação suficiente para a bomba, nenhuma lubrificação especial é necessária.

Quando a bomba de combustível acionada pelo motor normalmente descarrega mais combustível que o requerido pelo motor, haverá um meio de aliviar o excesso de combustível para evitar pressões na entrada de combustível do carburador. Isto é conseguido através do uso de uma válvula de alívio sob tensão de mola, que pode ser ajustada para fornecer o combustível na pressão recomendada para um carburador em particular.

A figura abaixo mostra a válvula de alívio em operação, derivando o excesso de combustível para o lado da entrada da bomba. O ajuste de pressão é feito aumentando ou diminuindo a tensão da mola. A válvula de alívio de uma bomba acionada pelo motor é projetada para abrir a uma pressão ajustada, independente da pressão de combustível que esteja entrando na bomba.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*

Para manter a relação apropriada entre a pressão do combustível e a pressão de ar na entrada do carburador, a câmara sobre a válvula de alívio da bomba de combustível é ventilada para a atmosfera ou através de uma linha de balanceamento para a pressão de entrada de ar do carburador.

As pressões combinadas da tensão da mola, da atmosfera ou da pressão da entrada de ar do carburador, determinam a pressão absoluta na qual a válvula de alívio do tipo balanceada abre. Essas válvulas possuem certas características censuráveis que deverão ser investigadas quando falhas no sistema de combustível são encontradas. Uma falha do fole ou do diafragma permitirá que o ar entre no combustível, no lado de entrada da bomba, se a pressão da entrada do combustível for menor do que a atmosférica.

Inversamente, se a pressão de entrada da bomba for maior que a pressão atmosférica, o combustível será descarregado pelo suspiro.

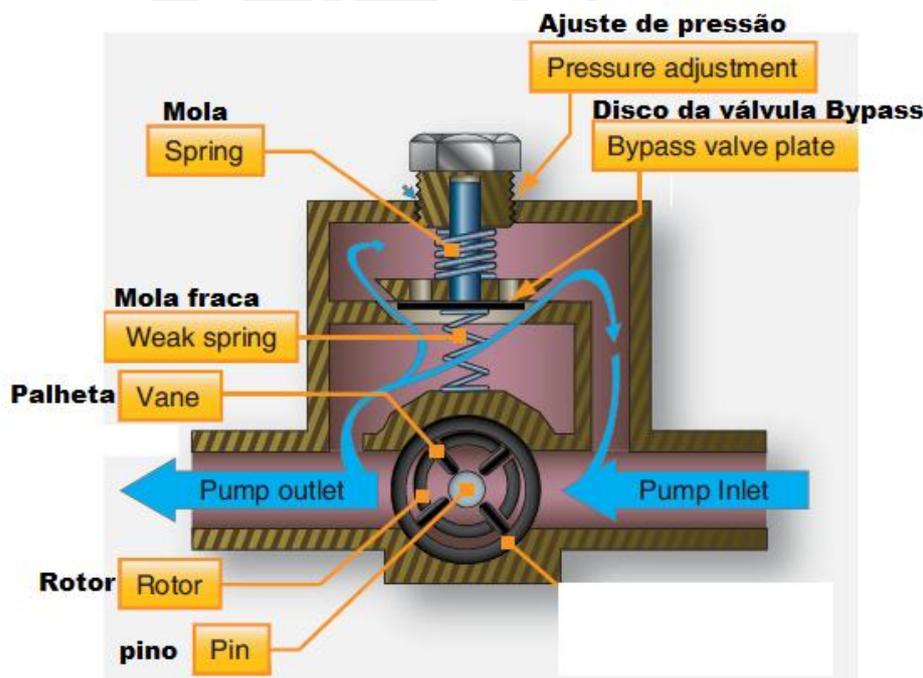
Para uma apropriada compensação de altitude, o suspiro deverá estar aberto. Caso ele seja obstruído por gelo ou material estranho, enquanto estiver em altitude, a pressão de combustível diminuirá durante a descida. Se o suspiro for obstruído durante a subida, a pressão de combustível aumentará com o aumento da altitude.

Além da válvula de alívio, a bomba de combustível possui uma válvula de derivação (bypass), que permite ao combustível fluir ao redor do rotor da bomba, sempre que a bomba estiver inoperante.

A válvula mostrada na figura abaixo consiste de um disco que está levemente mantido por uma tensão de mola, contra uma série de portas na cabeça da válvula de alívio. Quando o combustível é necessário para a partida do motor, ou no caso de falha da bomba acionada pelo motor, o combustível sob pressão da bomba de recalque (auxiliar) é entregue na entrada da bomba de combustível.

Quando a pressão for suficientemente alta para deslocar o disco de derivação de sua sede, o combustível será admitido no carburador para escorva ou medição.

Quando a bomba acionada pelo motor está em operação, a pressão eleva-se na saída da bomba, juntamente com a pressão da mola de derivação, mantendo o disco em sua sede, e evitando que o combustível flua através das portas.



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

Válvulas Seletoras

As válvulas seletoras são instaladas no sistema de combustível, para prover um meio de cortar o fluxo de combustível na seleção do tanque e motor, na alimentação cruzada, e na transferência de combustível.

O tamanho e número de portas (aberturas) variam com o tipo de instalação. Por exemplo, uma aeronave monomotora com dois tanques de combustível e uma reserva de alimentação de combustível, requer uma válvula com quatro portas, três entradas dos tanques e uma saída comum. A válvula deverá acomodar a capacidade total de fluxo da linha de combustível, não deverá vaziar e deverá operar livremente com um definido encaixe, quando na posição correta.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*

2.3 INDICADORES DO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL

Os indicadores de quantidade de combustível são necessários, para que o operador possa saber a quantidade de combustível remanescente nos tanques durante a operação da aeronave.

Os quatro tipos gerais de indicadores de combustível são: (1) visor de vidro; (2) mecânico; (3) elétrico; e (4) eletrônico. O tipo da instalação de indicação de combustível depende do tamanho da aeronave, do número e da localização dos tanques de combustível.

Uma vez que os indicadores de combustível, "visores de vidro" e "mecânicos", não são adequados para as aeronaves em que os tanques estejam localizados a uma distância apreciável da cabine de comando, as aeronaves maiores usam indicadores de quantidade de combustível elétricos ou eletrônicos.

Em algumas aeronaves, um indicador de combustível, chamado totalizador, indica a soma das quantidades totais de combustível remanescente em todos os tanques.

O visor de vidro é a forma mais simples de indicação de quantidade de combustível. O indicador é um tubo de vidro ou plástico, posicionado no mesmo nível que o tanque. Ele opera pelo princípio dos líquidos, de procurarem seu próprio nível. O tubo é calibrado em galões ou possui uma escala metálica perto dele.

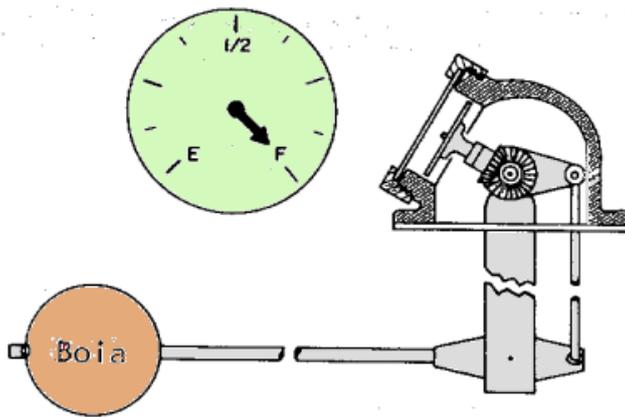
O visor de vidro pode ter uma válvula de corte, de forma que o combustível possa ser cortado para limpeza e para prevenir perda de combustível se o tubo estiver quebrado.



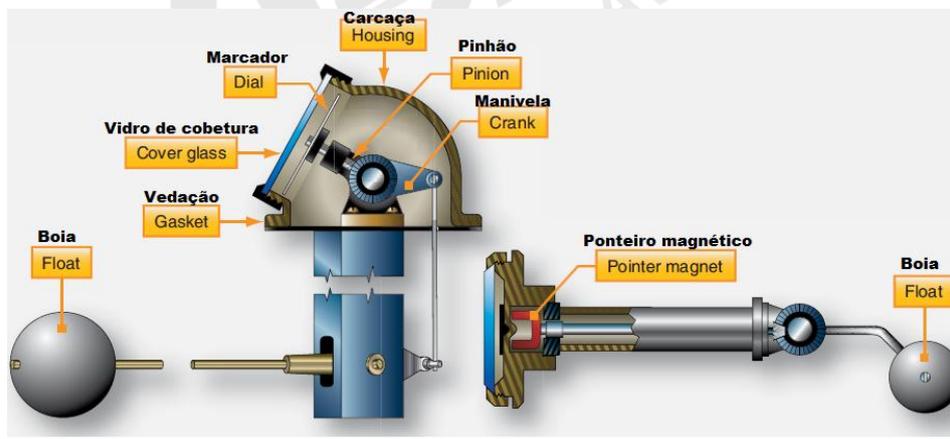
Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

O indicador de quantidade de combustível do tipo mecânico está usualmente localizado no tanque, e é conhecido como um indicador de leitura direta. Ele possui um indicador conectado a uma boia flutuando na superfície do combustível.

Com as trocas de nível de combustível, a boia mecanicamente opera o indicador, mostrando assim o nível de combustível no tanque. Um tipo de indicador de combustível mecânico é ilustrado na figura abaixo

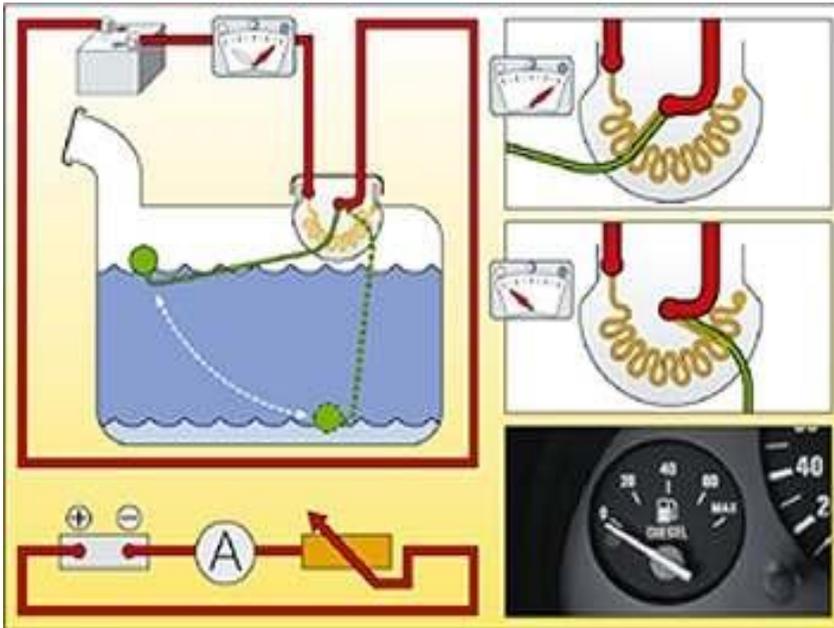


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

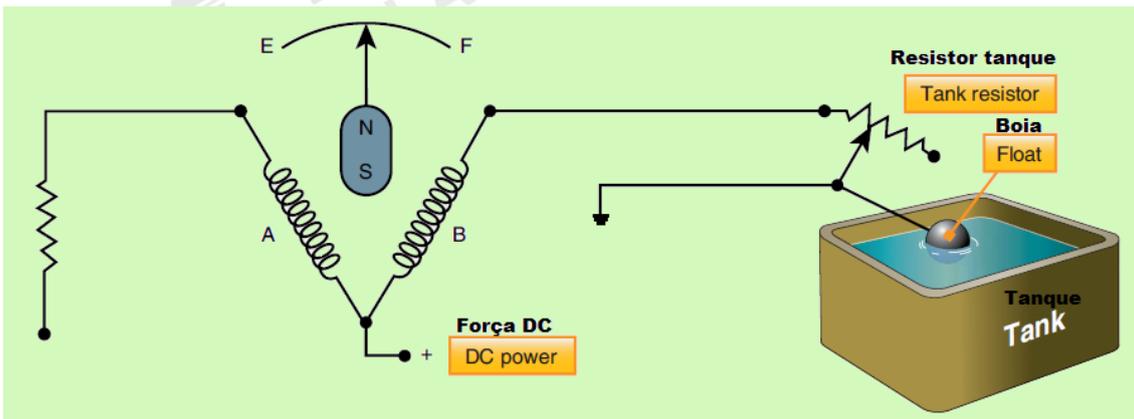


Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

O indicador de quantidade tipo elétrico, consiste de um indicador na cabine de comando e um transmissor operando por boia, instalado no tanque. Com as trocas de nível de combustível, o transmissor envia um sinal elétrico para o indicador, que mostra as trocas do nível de combustível. Duas vantagens deste indicador de quantidade de combustível (e também do tipo eletrônico discutido no próximo parágrafo) são de que o indicador pode estar localizado a qualquer distância do tanque, e os níveis de combustível de vários tanques podem ser lidos em um único indicador.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*

O indicador de quantidade de combustível do tipo eletrônico (capacitância) difere do outro tipo por não possuir dispositivos móveis no tanque de combustível.

Ao invés de boia e unidades mecânicas para o desempenho, as qualidades dielétricas do combustível e do ar fornecem uma medição da quantidade de combustível. Essencialmente, o transmissor do tanque é um simples condensador elétrico. O dielétrico (ou material não condutor) do condensador é o combustível e o ar (vapor) acima do combustível.

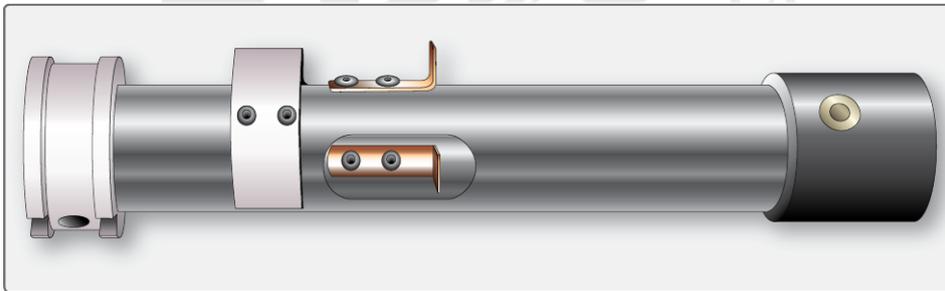
A capacitância da unidade do tanque, a qualquer momento, dependerá da proporção de combustível existente e vapor no tanque. A capacitância do transmissor é comparada com um capacitor de referência com um circuito de rebalanceamento tipo ponte.

O sinal de desbalanceamento é amplificado pelos amplificadores de voltagem que acionam a fase discriminativa do estágio de potência. O estágio de saída supre força para uma das fases do motor A.C. de duas fases que, mecanicamente, aciona um potenciômetro de rebalanceamento e o ponteiro indicador.

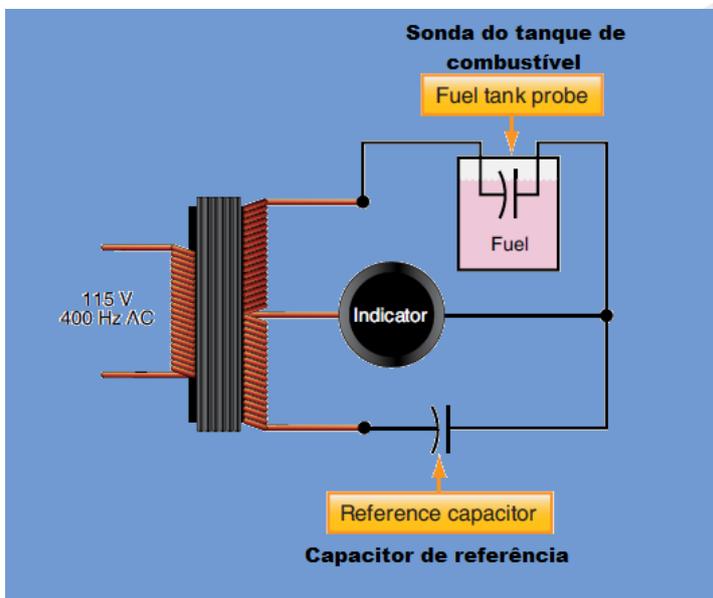
O sistema de medição de quantidade de combustível do tipo eletrônico é mais preciso na medição do nível pelo fato de medir o combustível em peso, em vez de galões.

O volume de combustível variará com a temperatura (a gasolina pesa mais quando está fria do que quando está quente), desse modo, se a gasolina for medida em libras, em vez de galões, a medição será mais precisa.

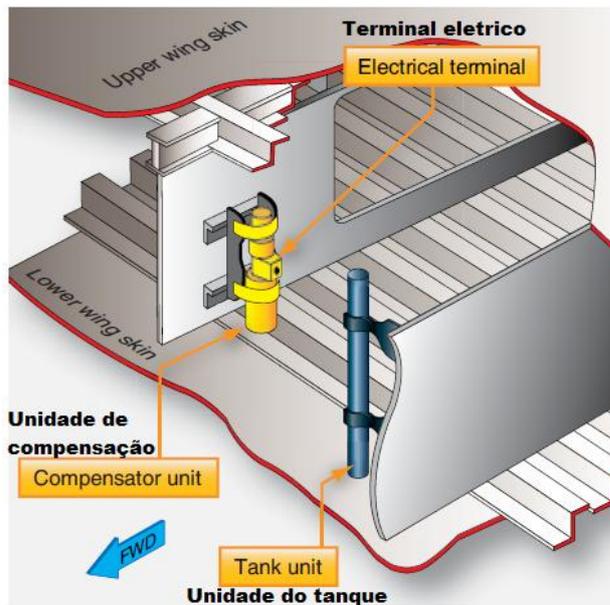
O aluno entenderá melhor o princípio de funcionamento deste tipo de indicador, na matéria de eletricidade básica.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*
Um transmissor de tanque de combustível para um sistema de combustível do tipo capacitância



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*
Uma ponte de capacitância simplificada para um sistema de quantidade de combustível



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

Uma unidade de quantidade tanques de combustível e a unidade de compensação instalada dentro de um tanque de asa.

Em adição ao sistema de indicação para a cabine de comando, algumas aeronaves são providas de um meio para determinar a quantidade de combustível em cada tanque quando ela está no solo. Isto é conseguido por vários métodos diferentes. Alguns fabricantes usam indicadores operados por boia, de leitura direta, montados na superfície inferior da asa.

Outros meios de indicação são por uso de baioneta (vareta) pela parte inferior da asa. Existem dois (2) tipos em uso: o de indicação por tubo ou vareta com escoamento (DRIP) e o de indicação por visor.

Quando é usada a indicação por tubo com escoamento (DRIP) é necessário proceder lentamente, usando o método por tentativa, para achar o nível exato do combustível.

Em tanques de áreas grandes, uma quantidade proporcional de combustível é representada por uma variação de fração de polegada no nível do combustível.

Uma vareta de tubo longo requer algum tempo para drenar, uma vez que elas estão cheias de combustível.

Um substancial erro na leitura pode ser feito se a drenagem do tubo for diminuindo, o que é errado em comparação com uma drenagem constante, que significa que o tubo está na posição correta.

Quando a tampa e o tubo de drenagem são projetados para serem distendidos na parte inferior da superfície da asa, o combustível entra pelo topo aberto do tubo, quando ele atinge o nível.

Como mencionado anteriormente, se a drenagem proveniente do furo do tubo for constante, significa que o tubo está corretamente posicionado com o nível de combustível numa porção insignificante acima da abertura do tubo. O tubo medidor, do tipo escoamento, pode ser calibrado em libras ou polegadas.

Quando calibrado em polegadas, a leitura é comparada com uma carta especial, que dá a leitura da quantidade de combustível em galões.

O indicador do tipo visor é de algum modo mais simples em construção do que o tipo tubo de escoamento, e oferece uma evidente leitura visual quando estiver corretamente posicionado.

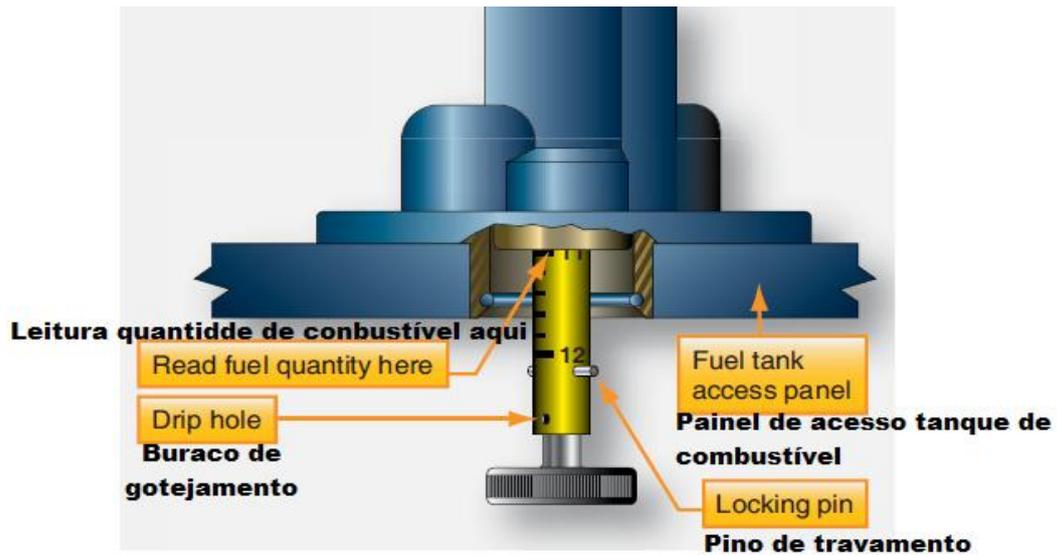
Como mostra a figura abaixo, outro indicador é basicamente uma haste longa de plástico "LUCITE", protegida por um tubo calibrado, o qual termina em seu topo com uma ponta de quartzo exposta. Quando a ponta estiver acima do combustível, ela atua como um refletor.

A transmissão de raios de luz para a parte de cima da haste de "LUCITE" são deflexionados em ângulos retos por uma superfície de 45° em um lado da ponta, e deflexionado 90° novamente pela superfície de 45° no lado oposto, retornando para baixo da haste de "LUCITE".

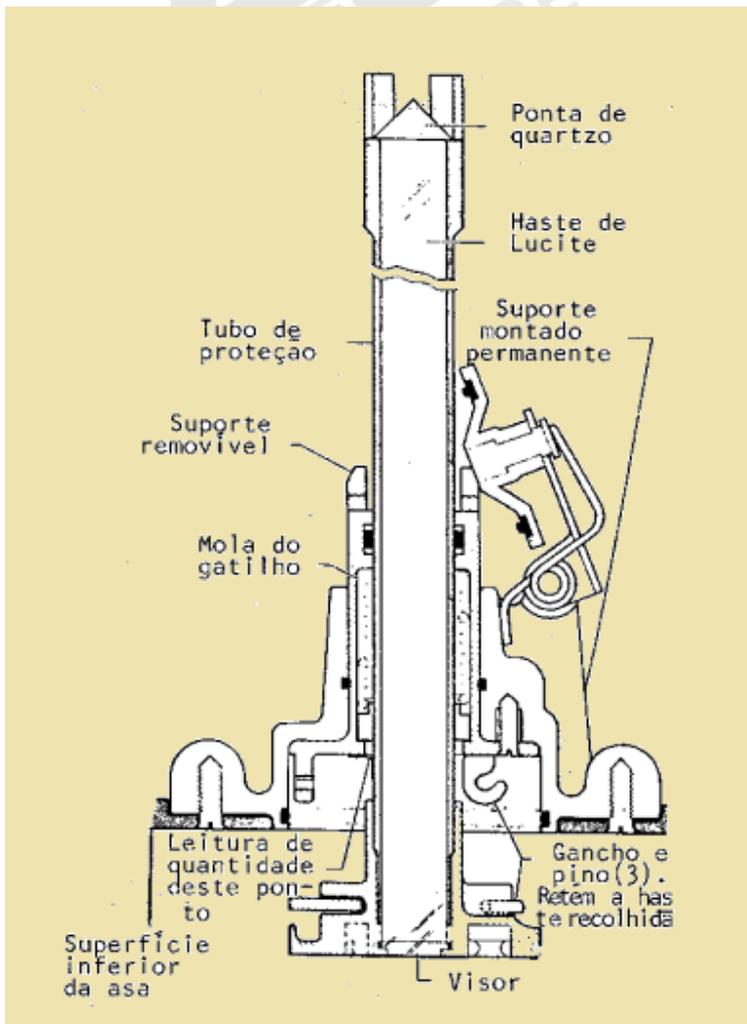
Qualquer porção da ponta submergida no combustível, não atuará como refletor. Conseqüentemente, quando uma parte do nível de combustível estiver acima do cone, um fecho de luz é criado, sendo visível na extremidade inferior da haste de "LUCITE", e que tem as dimensões e a forma produzidas pela interseção da ponta e o combustível.

Quando a luz refletida é reduzida ao menor ponto perceptível, no caso dos indicadores tipo cone ou de fio capilar com ponta cônica esculpida, a haste estará devidamente posicionada.

A quantidade de combustível no tanque pode ser lida no tubo, onde ele sai da guia de seu alojamento. As leituras dos indicadores do tipo de escoamento são feitas, também, nesta localização.



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2
 Indicação por tubo ou vareta com escoamento (DRIP)



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Indicação por visor

Medidores de Fluxo de Combustível

Os medidores de fluxo de combustível são, normalmente, usados somente em aeronaves multimotoras.

O sistema consiste de um transmissor e um indicador. O transmissor é instalado na linha de entrada de combustível para o motor, onde é medida a razão do fluxo de combustível.

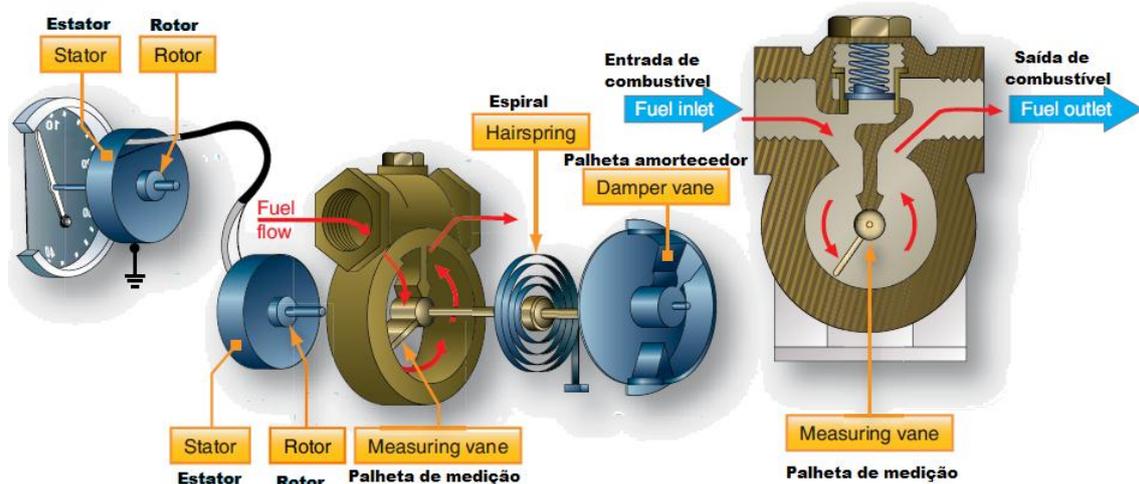
O transmissor é eletricamente conectado ao indicador, localizado na cabine de comando.

Este instrumento mostra a razão de consumo de combustível, em libras por hora.

Medidor Tipo Aleta

O sinal do transmissor pode ser produzido por uma aleta móvel, montada na linha de fluxo do combustível. O impacto do combustível faz a aleta mover-se contra a força de restrição de uma mola calibrada.

A posição final assumida pela aleta representa a medida da razão, na qual o combustível está passando através do medidor de fluxo e o sinal correspondente que será enviado ao indicador. Um sistema medidor de fluxo do tipo aleta é ilustrado na figura abaixo



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2

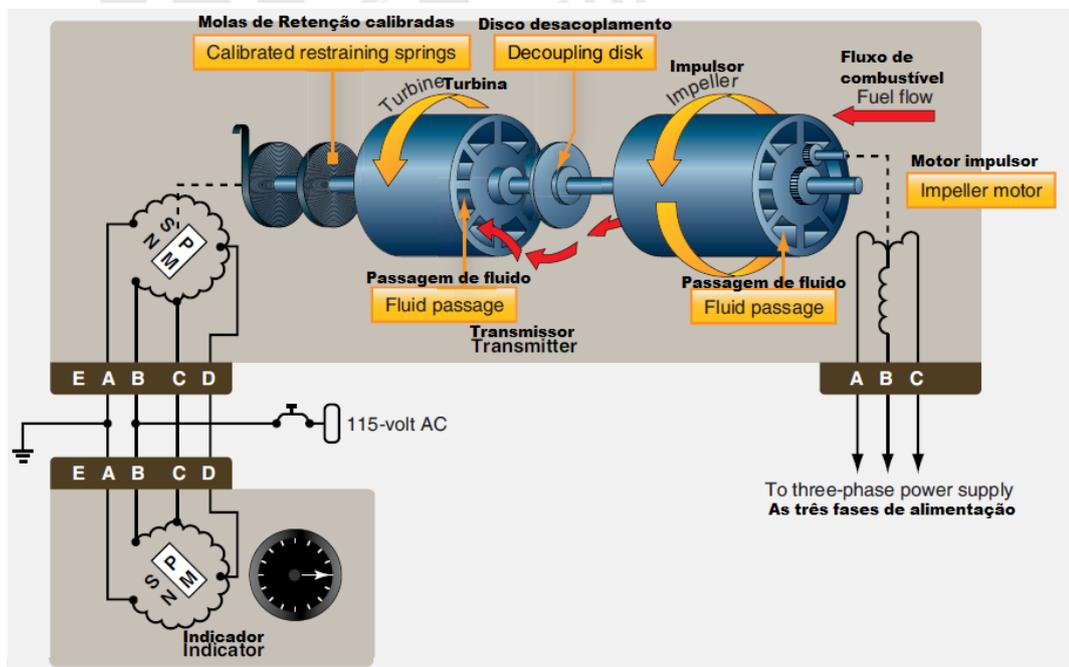
Medidor Tipo Fluxo Motor a Turbina

O transmissor usado nos motores à turbina é do tipo fluxo de massa, tendo uma faixa de 500 a 2500 libras por hora. Ele consiste de dois (2) cilindros colocados na corrente de

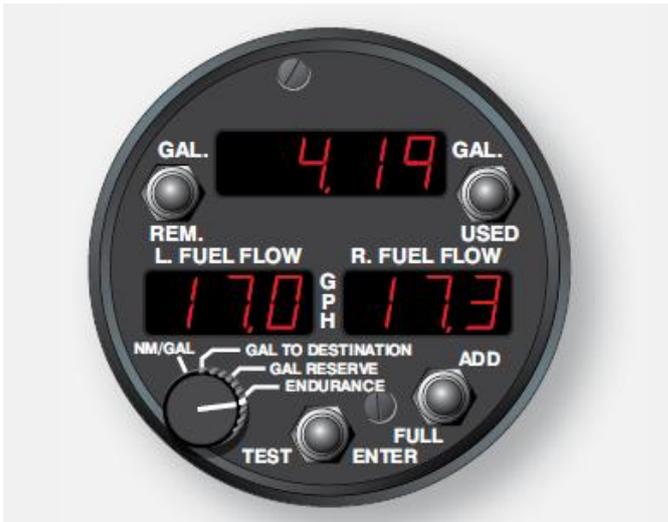
combustível, de maneira que a direção do fluxo de combustível fique paralela aos eixos dos cilindros (ver figura 4-20). Os cilindros possuem pequenas aletas na periferia externa.

O cilindro contra a corrente chamado de "impulsor" é comandado a uma velocidade angular constante, pelo suprimento de força. Esta velocidade impõe um momento angular ao combustível.

O combustível, por sua vez, transmite esta velocidade angular para a turbina (cilindro a favor da corrente), ocasionando a rotação da turbina até que a força da mola de restrição balanceie a força do combustível. A deflexão da turbina posiciona um magneto no segundo transmissor harmônico, para a posição correspondente ao fluxo de combustível. A posição da turbina é transmitida para o indicador na estação de voo, por meio de um sistema "selsyn".



Fonte: FAA - Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2
Indicador de fluxo de combustível



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*

Um medidor moderno de combustível usa um microprocessador para exibir o fluxo de combustível e inúmeros outros cálculos de consumo relacionados.

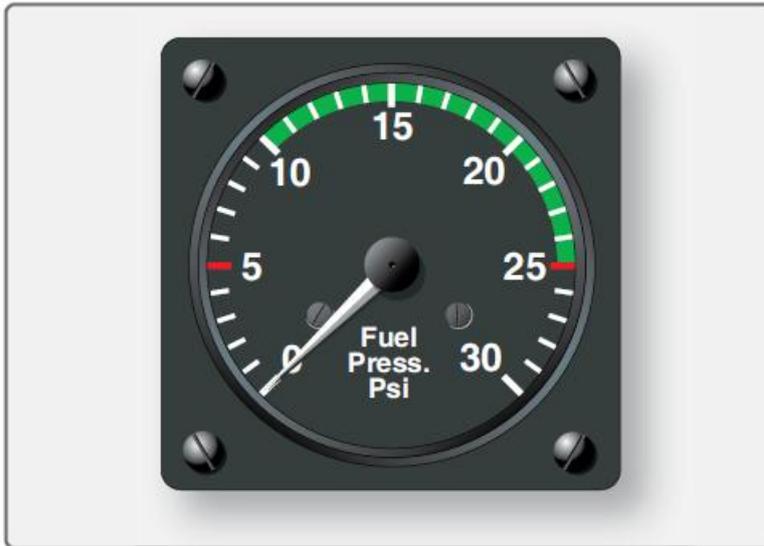
Indicador de Pressão do Combustível

É um instrumento que indica a pressão do combustível que entra no carburador. Este indicador pode ser incluído com o indicador de pressão de óleo e o indicador de temperatura de óleo, em uma caixa chamada de unidade indicadora do motor.

A maioria das aeronaves, atualmente, possuem indicadores separados para estas funções. Uma unidade de indicação do motor é mostrada na figura abaixo.

A finalidade do indicador de pressão de combustível é indicar a pressão na linha de combustível após a saída da bomba.

Se a pressão do combustível estiver baixa, isto pode ser devido a uma falha da bomba, então o operador não poderá sair com o avião.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*

2.4 SISTEMAS DE COMBUSTÍVEL PARA MULTIMOTORES

O projeto do sistema de combustível para uma aeronave que tenha dois ou mais motores, apresenta problemas que não são normalmente encontrados em sistemas de combustível para monomotores.

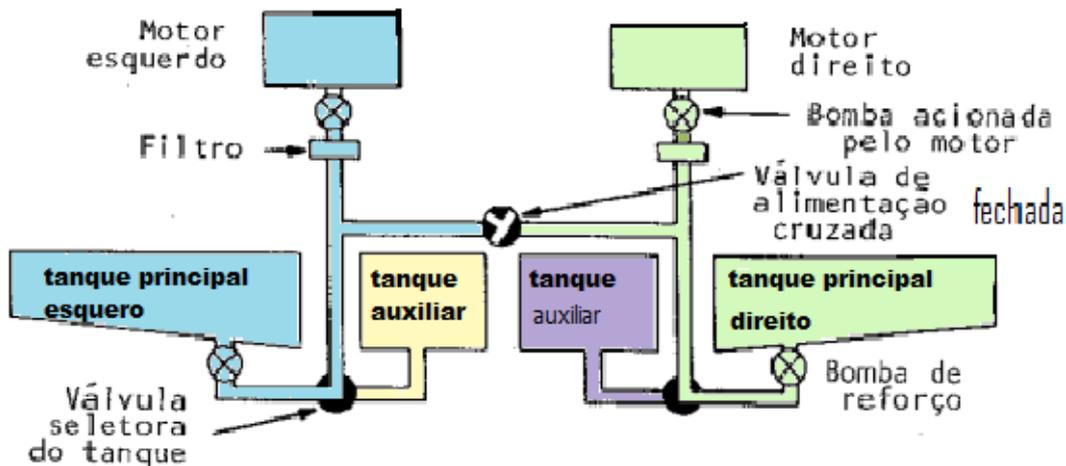
Um grande número de tanques é comumente requerido para transportar o combustível necessário. Estes tanques podem estar localizados em partes da aeronave, amplamente separadas, tais como a fuselagem e as seções internas e externas das asas.

Sistemas de combustível para um motor individual, poderá ser interconectado, de tal modo que o combustível possa ser alimentado de vários tanques à qualquer motor.

Em caso de falha do motor, o combustível normalmente fornecido ao motor inoperante, poderá ficar disponível para os outros.

As Figuras abaixo ilustram Sistema de alimentação cruzada de um bimotor.

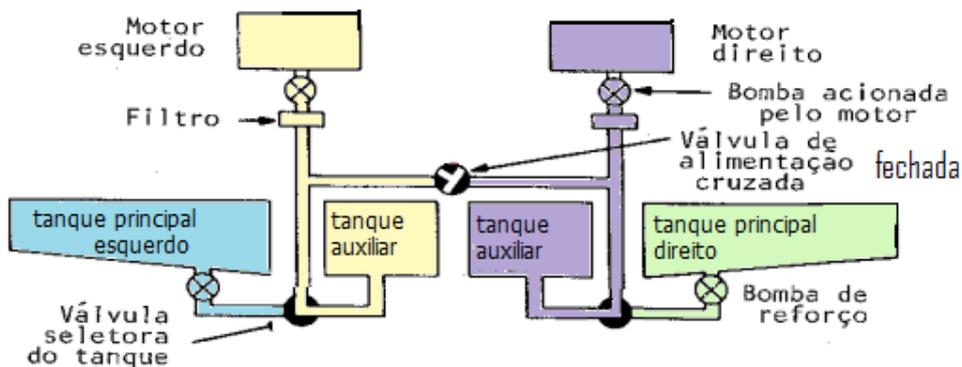
ALIMENTAÇÃO COM OS TANQUES PRINCIPAIS



As válvulas seletoras estão abertas para os tanques principais e fechadas para os tanques auxiliares. A válvula de alimentação cruzada (crossfeed) está fechada.

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

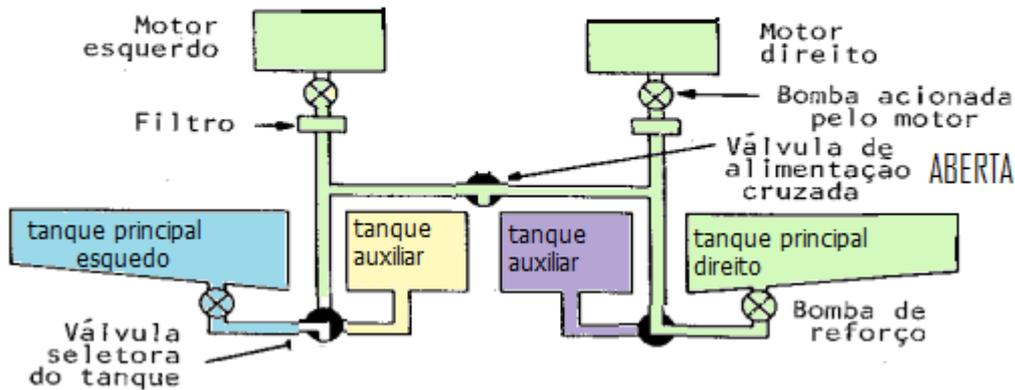
ALIMENTAÇÃO COM OS TANQUES AUXILIARES



As válvulas seletoras estão abertas para os tanques auxiliares e fechadas para os tanques principais. A válvula de alimentação cruzada (crossfeed) está fechada.

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

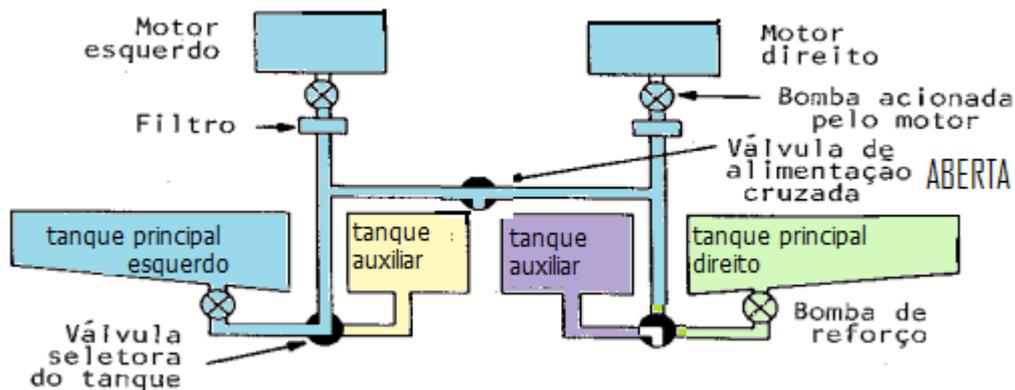
TANQUE DIREITO ALIMENTANDO OS DOIS MOTORES



A válvula seletora do tanque esquerdo está fechada para o tanque auxiliar e o principal. A válvula seletora do tanque direito está aberta para o tanque principal direito. A válvula de alimentação cruzada (crossfeed) está aberta permitindo que o tanque direito alimente os dois motores ao mesmo tempo.

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

TANQUE ESQUERDO ALIMENTANDO OS DOIS MOTORES



A válvula seletora do tanque direito está fechada para o tanque auxiliar e o principal. A válvula seletora do tanque esquerdo está aberta para o tanque principal esquerdo. A válvula de alimentação cruzada (crossfeed) está aberta permitindo que o tanque esquerdo alimente os dois motores ao mesmo tempo.

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Sistemas de Alijamento de Combustível

Um sistema de alijamento de combustível é necessário para aviões da categoria de transporte, quando o peso máximo de decolagem for maior do que o peso máximo de pouso.

Esse sistema é de emergência, permitindo que a tripulação de voo reduza rapidamente o peso do avião ao peso máximo de pouso. O sistema de alijamento de combustível é usualmente dividido em dois sistemas separados e independentes, um para cada asa, para que a estabilidade lateral possa ser mantida pelo alijamento de combustível da asa pesada, se for necessário fazê-lo.

Normalmente, se uma carga desbalanceada de combustível existir, o combustível será usado da asa pesada para alimentar os motores na asa oposta.

O sistema consiste de linhas, válvulas, bocal de alijamento, e mecanismo de operação dos bocais.

Cada asa contém um bocal de alijamento, fixa ou extensível, dependendo do sistema projetado. Em um ou outro caso, o combustível deverá ser descarregado livremente da aeronave.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*

2.5 ANÁLISES E PESQUISA DE FALHAS DO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL

No sentido de nos tornarmos eficientes na arte de analisar e pesquisar, devemos estar familiarizados com o sistema completo.

Para fazê-lo nos familiarizamos com os esquemas das várias partes do sistema, a nomenclatura das unidades e sua particular função dentro do sistema, estudando os manuais de manutenção da aeronave e motor.

Localização de Vazamentos e Defeitos

A localização de vazamentos e defeitos das partes internas do sistema de combustível, usualmente depende da observação do indicador de pressão e operação de válvulas seletoras para determinar onde a pane existe. Análises e pesquisas de falhas internas do sistema de combustível podem ser auxiliadas pela visualização das vias de fluxo de combustível, do tanque ao dispositivo medidor de quantidade, notando a localização da(s) bomba(s), válvulas seletoras, válvulas de corte de emergência, etc.

A localização de vazamentos ou defeitos nas partes externas do sistema de combustível requer muito pouco tempo em comparação com a localização de vazamentos internos do sistema. Usualmente vazamentos de combustível são evidenciados por manchas ou pontos molhados (se eles forem recentemente desenvolvidos) e pela presença do odor de combustível.

As tubulações, braçadeiras, juntas, suportes, etc., deverão ser examinados cuidadosamente em cada período de inspeção. Qualquer vazamento ou defeito interno ou externo do sistema de combustível é um fator potencial de perigo.

Reposição de Juntas, Selos e Gaxetas

No sentido de prevenir vazamentos de combustível, é da maior importância que todas as juntas, selos e gaxetas sejam apropriadamente instalados.

Os itens a seguir são algumas das precauções gerais que deverão ser sempre observadas.

Quando substituindo unidades do sistema de combustível, é necessário verificar cada parte, quanto a limpeza, assegurar-se de que todo o material da junta velha seja removido, e assegurar-se de que nada do selo velho permaneça na cavidade adequada. Substituímos

sempre as juntas e selos velhos por outros novos, e verificamos as juntas e selos novos quanto a limpeza e estado, assegurando uma área em ordem para o trabalho.

As superfícies de contato deverão estar perfeitamente planas, para que a junta possa cumprir a função para qual foi projetada. Parafusos, porcas e prisioneiros que mantêm as unidades juntas, deverão estar plenamente apertados ou ajustados para prevenir vazamentos através das juntas ou selos.

2.6 REPAROS NOS TANQUES DE COMBUSTÍVEL

Existem três tipos básicos de tanques de combustível: de chapa de metal soldada, o integral e a célula de borracha.

A inspeção do alojamento dos tanques de combustível, ou a estrutura da aeronave quanto à evidência de vazamentos de combustível, é uma das mais importantes partes da inspeção antes do voo.

Tanques de Aço Soldado

Os tanques soldados são mais comuns nas pequenas aeronaves monomotoras ou bimotoras. Se os painéis de acesso ao compartimento do tanque estiverem descoloridos, o tanque deverá ser inspecionado quanto a vazamentos. Quando os vazamentos forem encontrados, o tanque deverá ser drenado e neutralizado. O combustível deve ser drenado de acordo com as instruções locais e as recomendações do fabricante.

A neutralização do tanque pode ser executada pela descarga lenta de uma garrafa de extintor de fogo de CO₂ (no mínimo, 5 lbs de tamanho) dentro do tanque.

Nitrogênio seco pode ser usado se estiver disponível. Caso o tanque tenha que ser soldado, é necessário removê-lo.

Antes da soldagem, o tanque deverá ser ventilado por um mínimo de oito horas. Isto é para remover todos os vestígios de combustível. A pressão de ar para detectar a área do vazamento, não deve ser superior a 1/2 libra por polegada quadrada.

Sabão líquido ou uma solução de espuma pincelada sobre a área suspeita, poderá identificar o vazamento.

Os tanques de alumínio são fabricados de ligas soldáveis. Após a rebiteagem dos remendos, os rebites podem ser soldados para nos assegurarmos de que não haverá vazamento naquela área.

Uma checagem de pressão deverá ser executada depois de feito o reparo, para nos certificarmos de que todos os vazamentos foram corrigidos.



Fonte: FAA - *Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe - Volume 2*

Um tanque de combustível rígido removível com costuras soldadas é reparado por soldagem

Tanques de Células de Borracha

Os vazamentos nas células de combustível, normalmente aparecem na parte inferior do revestimento das aeronaves. Uma mancha de combustível em qualquer área deverá ser imediatamente investigada.

As células suspeitas de vazamentos devem ser drenadas, removidas da aeronave e checadas por pressão. Quando executando uma checagem de pressão, $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{2}$ p.s.i será o mais adequado.

Toda a manutenção das células deve ser executada de acordo com as especificações do fabricante.

Tanques Integrais

O tanque integral é uma parte fixa da aeronave. Devido a natureza do tanque integral, alguns vazamentos permitem que o combustível escape diretamente para a atmosfera. Isto torna possível considerar desprezível um pequeno vazamento que não represente perigo de fogo nem uma grande perda de combustível.

Para padronizar os procedimentos na manutenção dos tanques integrais, são classificados vários tipos de vazamentos de combustível.

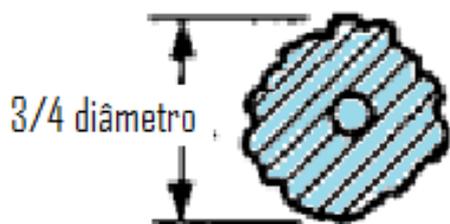
Classificação dos Vazamentos de Combustível

A medida da área, que um vazamento de combustível umedece em um período de 30 minutos, é usada como classificação padrão.

Limpamos a área do vazamento com um pano de algodão limpo, até a secagem total. Ar comprimido pode também ser usado para secar áreas difíceis. Devemos usar óculos de proteção quando utilizarmos ar comprimido na secagem. Pulverizamos a área com talco vermelho para tornar a mancha mais visível.

Após 30 minutos, cada vazamento será classificado dentro de uma das quatro classes: infiltração lenta, infiltração, infiltração pesada, ou vazamento corrido. As quatro classes de vazamento estão mostradas nas figuras abaixo.

Uma infiltração lenta (slow seep) é um vazamento que molha uma área em torno da fonte do vazamento, menor do que $\frac{3}{4}$ de uma polegada, em diâmetro.



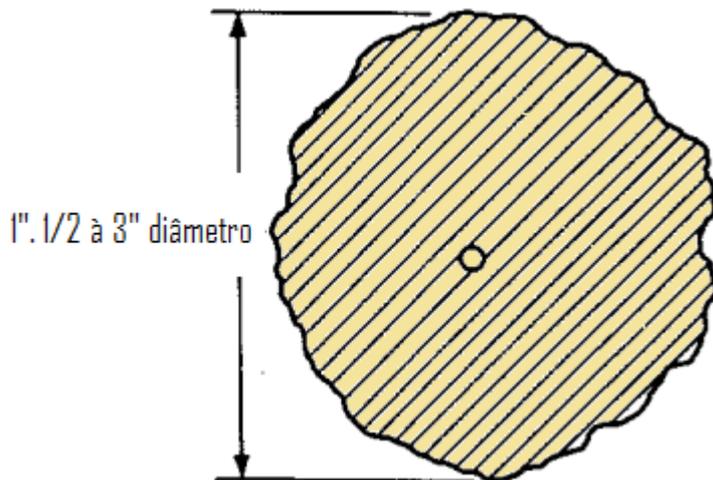
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Uma infiltração (seep) é um vazamento que molha uma área de $\frac{3}{4}$ da polegada a $1 \frac{1}{2}$ polegada em diâmetro.



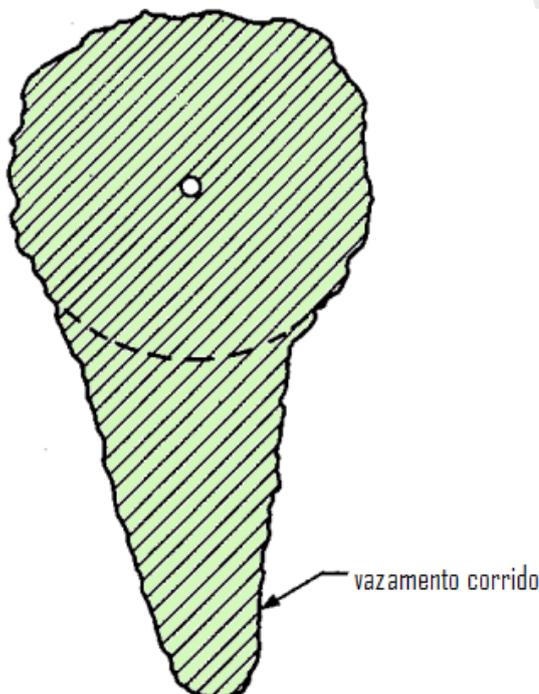
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Uma infiltração pesada (heavy seep) é um vazamento de combustível, que molha uma área em torno de uma fonte de vazamento, de 1 ½ polegada a 3 polegadas de diâmetro. Em nenhuma dessas três classificações o combustível escorre, flui, pinga ou se assemelha a qualquer uma dessas condições após um período de 30 minutos.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

A última classificação, o vazamento corrido (running leak), é o mais severo e o mais perigoso. Ele pode pingar da superfície da aeronave, escorrer nas superfícies verticais, ou pode até escorrer o no dedo quando toca na área molhada. A aeronave está indisponível para o voo e deverá permanecer no solo para reparo.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Quando possível, o combustível do tanque com vazamento deve ser removido, após a marca da localização do vazamento. Se for impossível remover o combustível imediatamente, a aeronave deverá ser isolada em uma área pré determinada. Colocamos os sinais de aviso apropriados em torno da aeronave, até que o pessoal qualificado remova o combustível do tanque avariado.

A indisponibilidade da aeronave por infiltração lenta, infiltração e infiltração pesada, é determinada pelo manual da aeronave. Esta determinação pode depender da localização do vazamento. Por exemplo, pode o vazamento progredir para uma potencial fonte de fogo? O número de vazamentos em uma determinada área é também um fator contribuinte. Não há uma regra exata para determinar que a aeronave fique indisponível. O vazamento corrido torna a aeronave indisponível, independente da localização.

Podemos ter que lançar no relatório da aeronave, e periodicamente observarmos o progresso do vazamento para determinar se a aeronave estará disponível ou se deverá ser reparada. Quando for necessário o reparo, devemos descobrir a causa do vazamento e efetuar um reparo eficaz.

Reparos de Vazamentos

Os reparos de vazamentos, em tanques integrais, devem ser executados de acordo com as determinações do fabricante da aeronave não sendo, por isso, discutidos neste Manual.

Seguranças Contra Fogo

O primeiro e mais difícil item na execução da segurança contra fogo, é corrigir o errado conceito sobre a segurança do combustível para turbinas. Logo que esse combustível foi introduzido, muita gente dizia que: “os problemas de fogo em aeronaves estão ultrapassados, o combustível para turbinas é completamente seguro”. Isto obviamente é uma tolice e uma tolice persistente.

O pessoal da linha de voo está de acordo que a gasolina queima e, portanto, eles têm aplicado razoáveis cuidados e cautela no seu manuseio. No entanto, eles têm tido dificuldade de serem convencidos de que, sob certas circunstâncias, o combustível para turbinas é exatamente tão perigoso sob o ponto de vista de fogo.

As características do combustível para turbinas são diferentes daquelas da gasolina.

O querosene, por exemplo, tem uma baixa propagação de chama e da razão de queima, que o torna menos perigoso no caso de um derramamento ou de um acidente no solo. Entretanto, ele se inflama rapidamente quando vaporizado, ou quando pulverizado através de um pequeno vazamento em uma tubulação.

Uma desvantagem dos combustíveis de baixa volatilidade é que eles não evaporam rápida e completamente se derramados na pista, quando um tratamento especial da área é requerido. Pequenas poças de querosene deverão ser removidas com agentes de limpeza absorventes. Nos grandes derramamentos, o melhor é aplicar um emulsificador aprovado e em seguida lavar a mistura resultante com um grande volume de água. Isto evitará ou reduzirá apreciavelmente qualquer resíduo de óleo.

Exatamente como com a gasolina, uma carga eletrostática pode ser formada no bombeamento do combustível através de uma tubulação do sistema.

De fato, a quantidade de carga é maior no querosene por causa do maior peso específico e da extensa gama do ponto de ebulição. A quantidade de carga também aumenta com a alta razão linear do fluxo de combustível, semelhante ao requerido para o reabastecimento de uma aeronave com motor a turbina.

Em consequência, todas as precauções de segurança contra fogo, observadas durante o manuseio da gasolina, devem ser seguidas com igual cuidado quando manuseando o combustível para turbinas.

Essas precauções são bastante conhecidas e estão detalhadas no boletim nº 47 da National Fire Protection Association. É recomendado que este boletim seja do conhecimento de todo pessoal que manuseia combustível para turbinas.



Referência Bibliográfica

BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional
Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA (Airframe & Powerplant
Mechanics-General Handbook). Edição Revisada 2002.

