

CAPÍTULO 8

SISTEMAS ELÉTRICOS DE PROTEÇÃO CONTRA OS EFEITOS DA CHUVA E DO GELO E CONTRA FOGO

PROTEÇÃO CONTRA OS EFEITOS DA CHUVA

Sistemas elétricos limpadores de pára-brisas

Em um sistema elétrico, limpador de pára-brisas, as palhetas limpadoras são giradas por um ou mais motores, que recebem energia do sistema elétrico da aeronave.

Em algumas aeronaves, os limpadores de pára-brisas do piloto e o do co-piloto são operados por sistemas separados, para assegurar que será mantida uma boa visão em uma das partes do pára-brisas se um dos sistemas falhar.

A figura 8-1 mostra uma típica instalação elétrica de limpador de pára-brisas.

Um limpador operado eletricamente está instalado em cada painel do pára-brisas. Cada limpador é girado por um conjunto motor-conversor.

Os conversores mudam o movimento rotativo do motor para um movimento alternado, para operar os braços de comando. Um eixo do

conjunto fornece os meios de fixação do braço de comando.

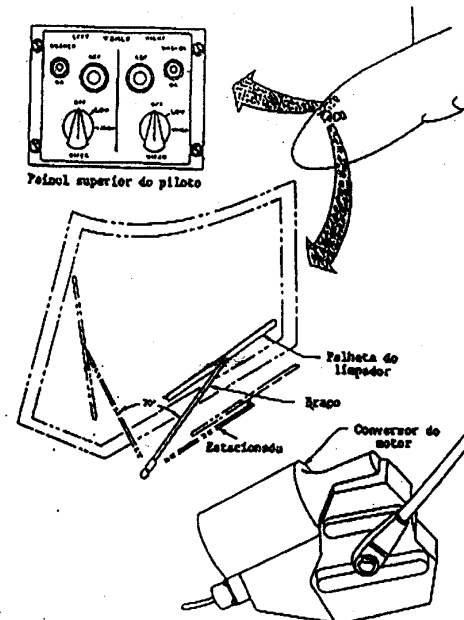


Figura 8-1 Sistema elétrico de limpador de pára-brisas

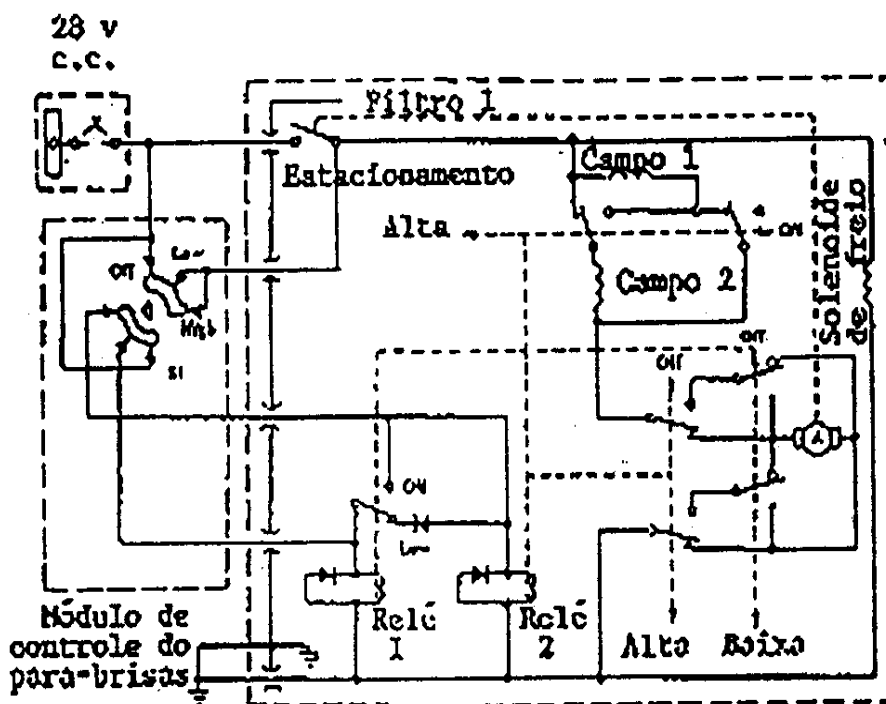


Figura 8-2 Circuito elétrico do limpador de pára-brisas

O limpador de pára-brisas é controlado pela seleção do interruptor de controle, para a velocidade desejada. Quando a posição “HIGH” é selecionada (figura 8-2), os relés 1 e 2 são energizados. Com ambos os relés energizados, o campo 1 e o campo 2 são energizados em paralelo.

O circuito é completado e o motor opera a uma velocidade aproximada de 250 golpes por minuto. Quando a posição “LOW” é selecionada, o relé 1 é energizado. Isto faz com que o campo 1 e o 2 sejam energizados em série.

O motor então, opera a aproximadamente 160 golpes por minuto. Selecionando o interruptor para a posição “OFF”, ele permite aos contatos do relé retornarem às suas posições normais. No entanto, o motor do limpador continua a girar até que o braço de comando atinja a posição “PARK”.

Quando ambos os relés estiverem abertos e o interruptor “PARK” estiver fechado, a excitação do motor será revertida. Isto causa o movimento do limpador fora da borda inferior do pára-brisas, abrindo o interruptor de estacionamento, operado por ressalto. Isto desenergiza o motor e solta o solenóide do freio e assegura de que o motor não deslizará, tornando a fechar o interruptor de estacionamento.

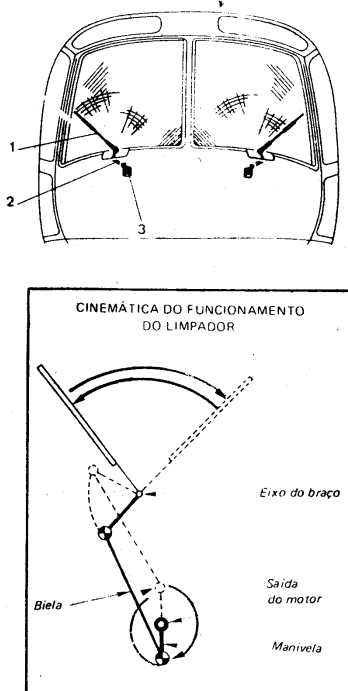


Figura 8-3 Componentes do limpador de pára-brisas de helicóptero

Um sistema limpador de pára-brisas instalado em helicóptero consiste de um braço (1) impulsionado por um motor elétrico (3) cujo movimento de rotação é transformado em batimento por um sistema “biela-manivela” (2).

1) Características

Condição de utilização: o limpador de pára-brisa é eficaz até 185 km/h (100kt).

- Velocidade de batimento: 60 movimentos de ida-e-volta por minuto.
- Consumo do motor: 3 A.
- Potência máxima: 220W
- O motor é equipado com um redutor e supressor de ruído.

2) Funcionamento

Com o botão (1) pressionado o motor, é alimentado e aciona o braço do limpador por meio do sistema “biela-manivela”.

Quando o botão é acionado para a posição “desligado”, o motor continua a ser alimentado pelo circuito paralelo (4) até o momento em que a escova de alimentação (3) perde contato com o came (2) acionado pelo motor. O motor pára em posição “estacionamento”.

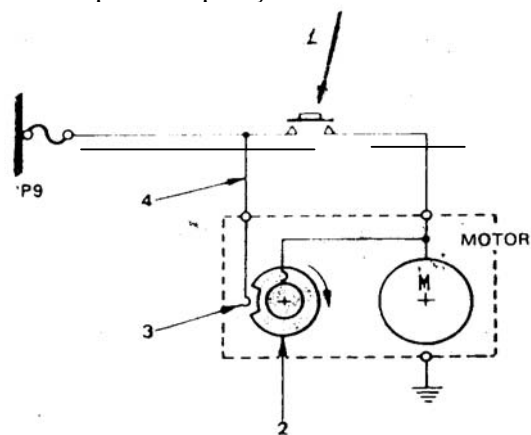


Figura 8-4 Esquema do circuito elétrico

O came de parada está montado em relação ao sistema “biela-manivela” de tal maneira que o corte de alimentação que ele provoca corresponde à posição “estacionamento” parando o braço do limpador à direita do pára-brisa.

Nota: o limpador de pára-brisas nunca deve funcionar num pára-brisas seco.

PROTEÇÃO CONTRA OS EFEITOS DO GELO

Chuva, neve e gelo são velhos inimigos dos transportes. Em vôo, é adicionada uma nova dimensão, particularmente com respeito ao gelo. Sob certas condições atmosféricas, o gelo pode formar-se rapidamente nos aerófolios e entradas de ar.

Os dois tipos de gelo encontrados durante o vôo são: o gelo opaco e o vítreo. O gelo opaco forma uma superfície áspera nos bordos de ataque da aeronave, porque a temperatura do ar é muito baixa e congela a água antes que ela tenha tempo de espalhar-se. O gelo vítreo forma uma camada lisa e espessa sobre os bordos de ataque da aeronave.

Quando a temperatura está ligeiramente abaixo do ponto de congelamento, a água tem mais tempo para fluir antes de congelar-se.

Deve ser esperada a formação de gelo, sempre que houver umidade visível no ar, e a temperatura estiver próxima ou abaixo do ponto de congelamento.

Uma exceção é o congelamento no carburador que pode ocorrer durante o tempo quente sem a presença visível de umidade. Se for permitido o acúmulo de gelo no bordo de ataque das asas e da empenagem, ele irá destruir as características de sustentação do aerofólio. O acúmulo de gelo ou chuva no pára-brisas, interfere na visibilidade.

Efeitos do gelo

Gelo acumulado em uma aeronave afeta a sua performance e a sua eficiência de várias maneiras.

A formação de gelo aumenta a resistência ao avanço (arrasto) e reduz a sustentação. Ele causa vibrações destrutivas e dificulta a leitura verdadeira dos instrumentos. As superfícies de controle ficam desbalanceadas ou congeladas. As fendas (slots) fixas são preenchidas e as móveis emperradas. A recepção de rádio é prejudicada e o desempenho do motor é afetado (Figura 8-5)

Os métodos usados para evitar a formação de gelo (antigelo) ou para eliminar o gelo que foi formado (degelo) varia com o tipo de aeronave e com o modelo.

Neste capítulo, serão discutidas a prevenção contra o gelo e a eliminação do gelo formado, usando pressão pneumática, aplicação de calor e a aplicação de fluido.

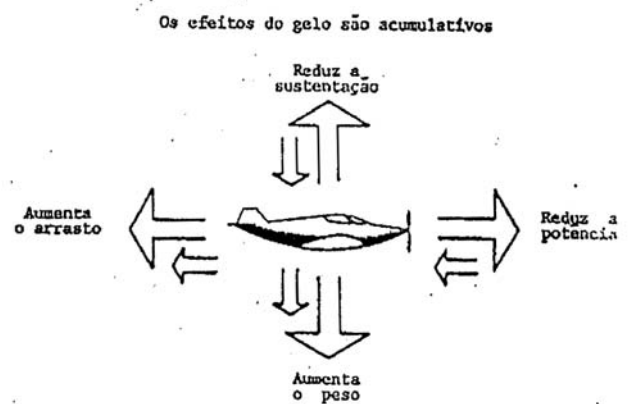


Figura 8-5 Efeitos da formação de gelo

Prevenção contra a formação de gelo

Vários meios de evitar ou controlar a formação de gelo são usados hoje em dia em aeronaves: (1) aquecimento das superfícies usando ar quente, (2) aquecimento por elementos elétricos, (3) remoção da formação de gelo, feito normalmente por câmaras infláveis (boots), e (4) álcool pulverizado.

Uma superfície pode ser protegida contra a formação de gelo mantendo a superfície seca pela aquecimento, para uma temperatura que evapore a água próxima à colisão com a superfície; ou pelo aquecimento da superfície, o suficiente para evitar o congelamento, mantendo-a constantemente seca; ou ainda sendo a superfície degelada, após permitir a formação do gelo e removê-lo em seguida.

Sistemas de eliminação ou prevenção contra o gelo, asseguram a segurança do vôo quando existir uma condição de congelamento. O gelo pode ser controlado na estrutura da aeronave pelos métodos apresentados na tabela 1.

LOCALIZAÇÃO DO GELO	MÉTODO DE CONTROLE
1. Bordos de ataque das asas	Pneumático e térmico
2. Bordos de ataque dos estabilizadores vertical e horizontal.	Pneumático e térmico

3. Pára-brisas, janelas e cúpulas de radar.	Elétrico e álcool
4. Aquecedores e entradas de ar do motor.	Elétrico
5. Transmissor de aviso de stol	Elétrico
6. Tubos de pitot	Elétrico
7. Controles de vôo	Pneumático
8. Bordo de ataque das pás da hélice	Elétrico e álcool
9. Carburadores	Térmico e álcool
10. Drenos dos lavatórios	Elétrico

Tabela 1 – Sistemas de eliminação ou prevenção de gelo

Sistemas de controle do gelo do para-brisas

Com a finalidade de manter as áreas das janelas livres de gelo, geada, etc, são usados sistemas de antigelo. O sistema varia de acordo com o tipo de aeronave e do fabricante.

Alguns pára-brisas são fabricados com painéis duplos, havendo um espaço entre eles que permite a circulação de ar aquecido entre as superfícies, para controlar a formação de gelo e de névoa.

Outros utilizam limpadores mecânicos e fluido antigelo borrifado no pára-brisas.

Um dos mais comuns métodos para controlar a formação de gelo e névoa nas janelas das modernas aeronaves, é o uso de um elemento de aquecimento elétrico entre as lâminas do material da janela.

Quando esse método é usado em aeronaves pressurizadas, uma camada de vidro temperado dá resistência para suportar a pressurização. Uma camada de material condutor transparente (óxido stannic) é o elemento de aquecimento, e uma camada de plástico vinil transparente adiciona uma qualidade de não estilhaçamento à janela.

As placas de vinil e de vidro (Figura 8-6) estão coladas pela aplicação de pressão e calor. A união é obtida sem o uso de cimento devido a afinidade natural do vinil e do vidro. A camada condutiva dissipa a eletricidade estática do pára-brisas, além de fornecer o elemento de aquecimento.

Em algumas aeronaves, interruptores termoeletrônicos, automaticamente ligam o sistema quando a temperatura do ar está baixa ou suficiente para ocorrer formação de geada ou gelo. O sistema pode manter-se ligado durante todo o tempo em que se mantiver essa temperatura; ou em algumas aeronaves, ela pode operar com um dispositivo pulsativo de liga-desliga.

Interruptores térmicos de superaquecimento, automaticamente desligam o sistema no caso de uma condição de superaquecimento, a qual danificaria a transparência da área.

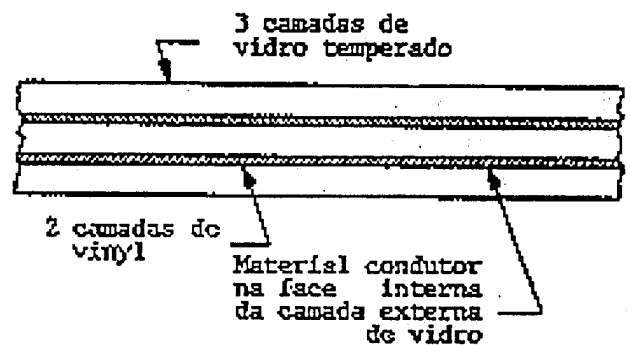


Figura 8-6 Seção de um pára-brisas

Um sistema de aquecimento elétrico do pára-brisas inclui o seguinte:

1. Pará-brisas autotransformadores e relés de controle de aquecimento.
2. Interruptor de mola de controle de aquecimento.
3. Luzes de indicação.
4. Unidades de controle do pára-brisas.
5. Elementos sensores de temperatura (termistores) laminados no painel.

Um sistema típico é mostrado na Figura 8-7. O sistema recebe energia elétrica das barras de 115 volts C.A. através dos disjuntores (“*circuit breakers*”) de controle do aquecimento do pára-brisas, e quando o interruptor de controle for selecionado para “*Hihg*”, 115V. 400HZ C.A., são supridos para os amplificadores da esquerda e da direita na unidade de controle do pára-brisas. O relé de controle de aquecimento do pára-brisas é energizado, aplicando por este meio 200V. 400HZ C.A. para os autotransformadores de aquecimento do pára-brisas.

Esses autotransformadores fornecem 218V., C.A. para a barra coletora da corrente de

aquecimento do pára-brisa através dos relés da unidade de controle.

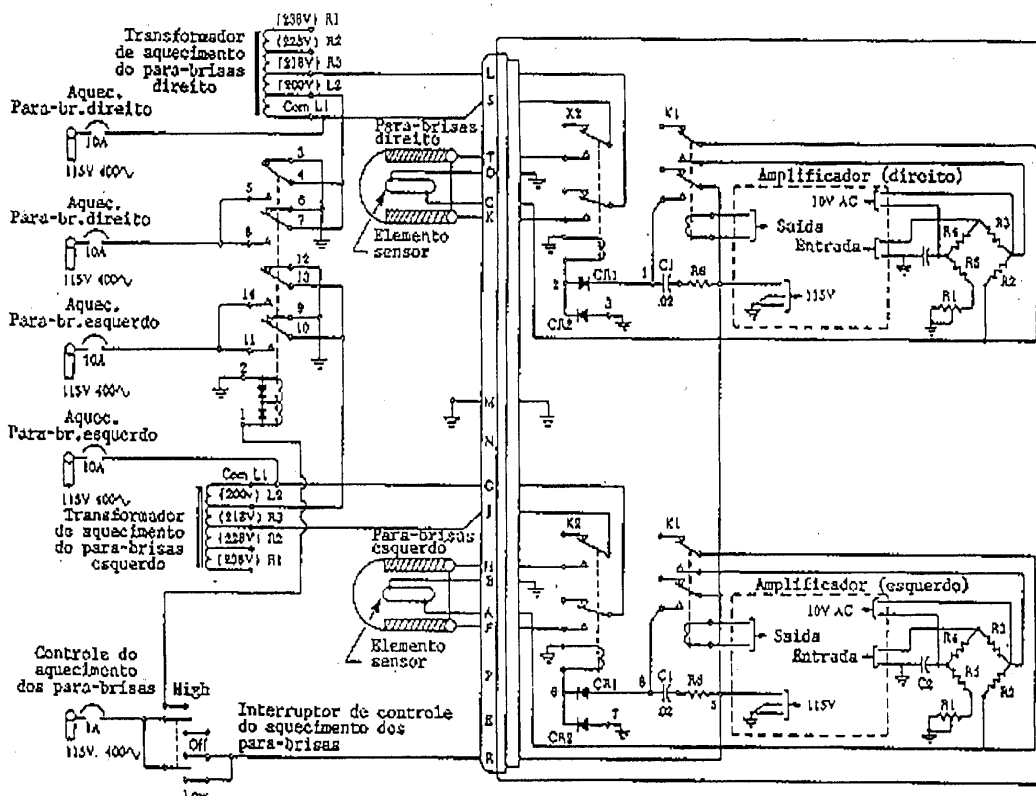


Figura 8-7 Circuito de controle da temperatura do pára-brisas

O elemento sensor em cada pára-brisa possui um resistor com o coeficiente térmico positivo, e forma uma das pernas de um circuito de ponte.

Quando a temperatura do pára-brisas estiver acima do valor calibrado, o elemento sensor terá um valor de resistência maior do que o necessário para equilibrar a ponte. Isto diminui o fluxo de corrente através dos amplificadores, e os relés da unidade de controle são desenergizados.

Quando a temperatura do pára-brisas diminui, o valor da resistência dos elementos sensores também diminui e a corrente, através dos amplificadores, atingirá novamente suficiente magnitude para operar os relés na unidade de controle, energizando então, os aquecedores do pára-brisas.

Quando o interruptor de controle do aquecimento do pára-brisas estiver selecionado para "Low", 115 volts, 400 Hz C.A. são supridos para os amplificadores esquerdo e direito na unidade de controle e para os auto-transfor-

madores de aquecimento do pára-brisas. Nestas condições, os transformadores fornecem 121 V.C.A. para a barra coletora de corrente de aquecimento do pára-brisas através dos relés da unidade de controle. Os elementos sensores no pára-brisas operam da mesma maneira como foi descrito para a operação de grande aquecimento ("High-heat"), para manter um adequado controle de temperatura no pára-brisas.

A unidade de controle de temperatura contém dois relés hermeticamente selados, e dois amplificadores eletrônicos de três estágios. A unidade está calibrada para manter uma temperatura no pára-brisas de 40° a 49° C. (105° a 120° F. O elemento sensor em cada painel do pára-brisa possui um resistor com o coeficiente térmico positivo e forma uma das pernas de uma ponte que controla o fluxo da corrente nos amplificadores associados. O estágio final do amplificador controla o relé selado, o qual fornece corrente alternada para a barra coletora da corrente de aquecimento do pára-brisas.

Quando a temperatura do pára-brisas estiver acima do valor calibrado, o elemento sensor terá um valor de resistência maior do que o necessário para equilibrar a ponte. Isto diminui o fluxo de corrente através dos amplificadores, e os relés da unidade de controle são desenergizados. Quando a temperatura do pára-brisas diminui, o valor da resistência dos elementos sensores também diminui, e a corrente, através dos amplificadores, atinge suficiente magnitude para operar os relés na unidade de controle, energizando então o circuito.

Existem vários problemas associados com os aquecedores elétricos de pára-brisas. Eles incluem a delaminação, rachaduras centelhamento e descoloração.

A delaminação (separação dos painéis), embora indesejável, não é estruturalmente prejudicial, desde que esteja dentro dos limites estabelecidos pelo fabricante da aeronave, e não esteja em uma área que afete as qualidades óticas do painel.

O centelhamento em um painel de pára-brisas, usualmente indica que houve uma quebra da película condutora.

Onde lascas ou diminutas rachaduras são formadas, na superfície dos painéis de vidro, simultâneas folgas na compressão da superfície e esforço de tensão no vidro altamente temperado, podem resultar em rachaduras nas bordas e ligeiras separações na película condutora. O centelhamento é produzido onde a corrente salta esta falha, particularmente onde essas rachaduras estão paralelas às barras da janela.

Onde há centelhamentos, eles estão invariavelmente a certa distância de um local superaquecido, o qual, dependendo da sua severidade e localização, pode causar posterior dano ao painel.

Centelhamento nas proximidades, de um elemento sensor de temperatura é um particular problema, pois ele pode prejudicar o sistema de controle do aquecimento.

Pára-brisas eletricamente aquecidos são transparentes para a transmissão direta da luz, mas eles têm uma cor distinta quando vistos pela luz refletida.

A cor varia do azul-claro ao amarelo, ou rosa claro, dependendo do fabricante do painel da janela.

Normalmente, a descoloração não é um problema, a menos que afete as qualidades óticas.

Rachaduras no pára-brisas são mais constantes no vidro externo onde os limpadores são indiretamente a causa desses problemas. Alguma areia presa na palheta do limpador, pode converter-se em um eficiente cortador de vidro quando em movimento.

A melhor solução contra arranhões no pára-brisas é a prevenção; limpar as palhetas do limpador de pára-brisas tão freqüentemente quanto possível. Incidentalmente os limpadores nunca deverão ser operados com o painel seco, porque isso aumenta as chances de danificar a superfície.

Se a visibilidade não estiver sendo afetada, arranhões ou cortes nos painéis de vidro são permitidos, dentro das limitações previstas nos apropriados manuais de serviço ou de manutenção. A tentativa de aumentar a visibilidade por meio de polimento nos cortes e arranhões não é recomendável. Isto é por causa da imprevisível natureza das concentrações de esforço residual, que o vidro temperado adquiriu durante a fabricação.

O vidro temperado é mais forte do que o vidro comum, devido ao esforço de compressão na superfície do vidro, o qual tem que ser superado antes que a falha possa ocorrer do esforço de tensão no seu interior. O polimento que remove uma apreciável camada da superfície pode destruir este equilíbrio do esforço interno, e pode até resultar em uma imediata falha do vidro.

A determinação da profundidade dos arranhões sempre tem causado algumas dificuldades. Um micrômetro ótico pode ser usado para esta finalidade. Ele é essencialmente um microscópio suportado por pequenas pernas, ao contrário do tipo familiar montado em uma base sólida. Quando focalizado em algum ponto, a distância focal da lente (distância da lente ao objeto) pode ser lida em uma escala micrométrica do instrumento.

A profundidade de um arranhão ou fissura no painel do pára-brisas, por exemplo, pode então ser determinada pela obtenção da distância focal para a superfície do vidro e para o fundo do arranhão ou fissura. A diferença entre essas duas leituras dará a profundidade do arranhão. O micrômetro ótico pode ser usado na superfície de

painéis planos, convexos ou côncavos, estando eles instalados ou não na aeronave.

Sistemas de degelo do carburador e do pára-brisas

Um sistema de degelo a álcool é previsto em algumas aeronaves para remover o gelo do pára-brisas e do carburador.

A figura 8-8 ilustra um sistema típico de um bimotor, no qual três bombas de degelo (uma para cada carburador e uma para o pára-brisas) são usadas. O fluido, vindo do tanque de álcool, é controlado por uma válvula solenóide a qual é energizada quando alguma das bombas de álcool está ligada.

O fluxo de álcool da válvula solenóide é filtrado e dirigido para as bombas e daí distribuído através de um sistema de tubulações para os carburadores e pára-brisas.

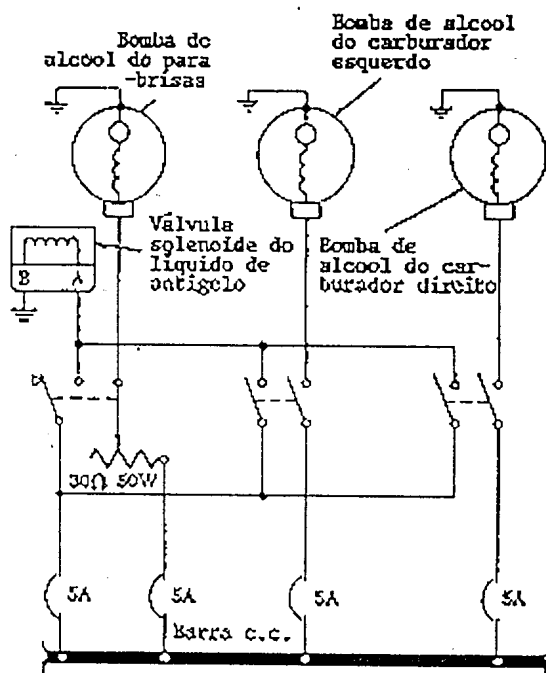


Figura 8-8 Sistema de degelo do carburador e do pára-brisas

Interruptores de mola controlam a operação das bombas de álcool para o carburador. Quando os interruptores são colocados na posição "ON", as bombas de álcool são ligadas e a válvula de corte, operada a solenóide, é aberta.

A operação da bomba de degelo do pára-brisas e da válvula de corte do álcool, operada a

solenóide, são controladas por um interruptor tipo reostato, localizado na estação do piloto.

Quando o reostato, localizado na estação do piloto. Quando o reostato é movido para fora da posição "OFF", a válvula de corte é aberta, fazendo com que a bomba de álcool leve o fluido para o pára-brisas na razão selecionada pelo reostato. Quando o reostato é retornado para a posição "OFF", a válvula de corte fecha e a bomba interrompe a operação.

Antigelo do tubo pitot

Para evitar a formação de gelo sobre a abertura do tubo de pitot, está previsto um elemento de aquecimento elétrico embutido.

Um interruptor localizado na cabine, controla a energia para o aquecimento.

Precisamos de cautela para checar o tubo de pitot no solo, porque o aquecedor não deve ser operado por longos períodos, a menos que a aeronave esteja em vôo.

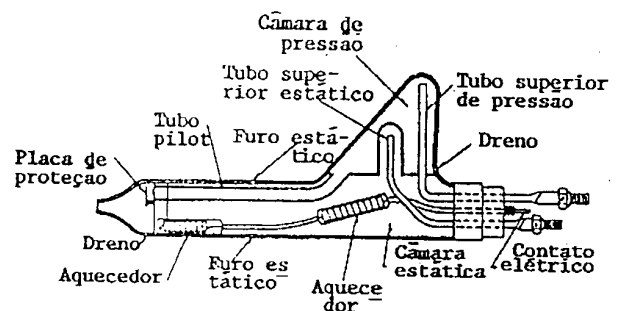


Figura 8-9 Cabeça do tubo de pitot

Os elementos de aquecimento deverão ser checados quanto ao funcionamento, para assegurar que a cabeça do pitot começa a aquecer, quando a energia elétrica é aplicada.

Se um ohmímetro (medidor de carga) for instalado no circuito, a operação do aquecedor pode ser verificada pela indicação de consumo de corrente quando o aquecedor for ligado.

AQUECEDORES DE DRENOS

Aquecedores estão previstos para as linhas de dreno do lavatório, linhas de água, mastros de dreno e drenos de água servida, quando estão localizados em uma área que está sujeita a temperaturas de congelamento em vôo.

Os tipos de aquecedores usados são: tubos aquecidos integralmente, tiras, forro, remendos aquecedores que envolvem as linhas e gaxetas aquecedores (ver na figura 8-10). Nos circuitos aquecedores estão previstos termostatos onde for indesejável excessivo aquecido ou para reduzir o consumo. Os aquecedores têm uma baixa voltagem de saída e uma operação contínua não causará superaquecimento.

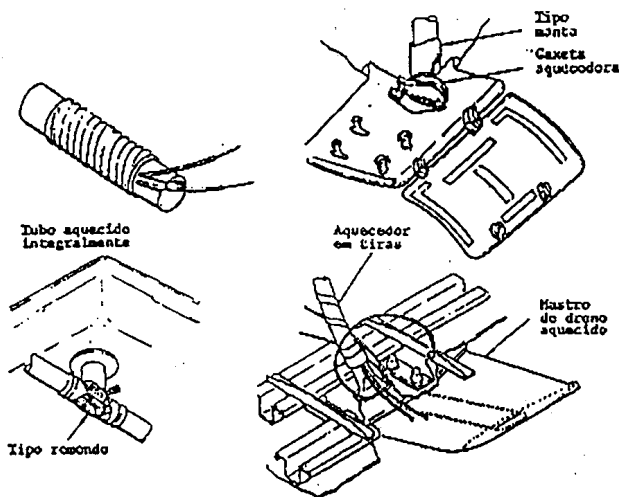


Figura 8-10 Aquecedores típicos de linhas de água e de drenos

PROTEÇÃO CONTRA FOGO

Em virtude do fogo ser uma das mais perigosas ameaças para uma aeronave, as zonas de fogo em potencial de todas as aeronaves multimotoras, atualmente produzidas, são garantidas por um sistema fixo de proteção de fogo. Uma “zona de fogo” é uma área ou região da aeronave, designada pelo fabricante, que requer detecção e/ou equipamento de extinção e um alto grau de essencial resistência ao fogo.

O termo “fixo” significa um sistema permanentemente instalado, em contraste com qualquer equipamento portátil de extintor de fogo como o de CO₂.

Um sistema completo de proteção contra fogo das modernas aeronaves, ou em muitos modelos antigos de aeronaves, inclui tanto um sistema de detecção como um de extinção de fogo.

Para detectar o fogo ou as condições de superaquecimento, equipamentos, são colocados

nas várias zonas a serem monitoradas. O fogo é detectado nas aeronaves com motores convencionais, usando um ou mais dos seguintes itens:

- (1) Detectores de superaquecimento
- (2) Detectores de aumento da razão de temperatura
- (3) Detectores de chama
- (4) Observação pela tripulação

Somando-se a esses métodos, outros tipos de detectores são usados nos sistemas de proteção contra fogo em aeronaves, mas raras vezes são usados para detectar fogo nos motores.

Por exemplo, detectores de fumaça são mais apropriados para monitorar área como compartimentos de bagagens, onde os materiais queimam vagarosamente ou sem chama.

Outros tipos de detectores, nesta categoria incluem os detectores de monóxido de carbono e do equipamento de coleta química, capaz de detectar vapores de combustível que podem levar ao acúmulo de gases explosivos.

MÉTODOS DE DETECÇÃO

A lista a seguir apresenta métodos de detecção, incluindo aqueles mais usados em sistemas de proteção contra fogo de aeronaves com motores à turbina.

Um sistema completo de proteção contra fogo, da maioria das grandes aeronaves com motor à turbina, incorporam vários destes métodos de detecção:

1. Detectores de aumento da razão de temperatura.
2. Detectores sensores de radiação.
3. Detectores de fumaça.
4. Detectores de superaquecimento
5. Detectores de monóxido de carbono
6. Detectores de vapores de combustível
7. Detectores de fibra ótica
8. Observação pela tripulação e/ou passageiros

Os três tipos de detectores mais usados para rápida detecção de fogo são os de razão de aumento de temperatura, sensores de radiação e detectores de superaquecimento.

Exigências de um sistema de detecção

Os sistemas de proteção contra fogo, das aeronaves produzidas atualmente, não confiam na observação pela tripulação como um método primário de detecção de fogo. Um sistema ideal de detecção de fogo deve incluir, tanto quanto possível, as seguintes características:

- (1) Um sistema que não cause falsos alarmes sob qualquer condição de vôo.
- (2) Rápida indicação de fogo e sua exata localização.
- (3) Acurada indicação de que o fogo está extinto.
- (4) Indicação de que o fogo foi reativado.
- (5) Indicação contínua da duração do fogo.
- (6) Possibilidade de testar eletricamente o sistema detector desde a cabine da aeronave.
- (7) Detectores resistentes a danos causados por exposição ao óleo, água, vibração, temperaturas extremas e ao manuseio.
- (8) Detectores que tenham pouco peso e sejam facilmente adaptáveis em qualquer posição de montagem.
- (9) Detectores instalados em circuitos operados diretamente do sistema de força da aeronave sem inversores.
- (10) Exigências mínimas de corrente elétrica quando não houver indicação de fogo.
- (11) Cada sistema detector deverá acender uma lâmpada na cabine, indicando a localização do fogo e deverá ter um sistema de alarme sonoro.
- (12) Um sistema detector separado para cada motor.

Existem diversos tipos de detectores ou dispositivos sensores disponíveis. Vários modelos antigos de aeronaves, ainda em operação, estão equipadas com algum tipo de interruptor térmico ou sistema de par térmico.

SISTEMAS DE DETECÇÃO DE FOGO

Um sistema de detecção deverá sinalizar a presença de fogo. As unidades do sistema são instaladas em locais onde são maiores as

possibilidades de um incêndio. Três sistemas detectores de uso mais comum são o sistema de interruptor térmico, sistema de par térmico e o sistema detector de circuito contínuo.

Sistema de interruptor térmico

Um sistema de interruptor térmico consiste de uma ou mais lâmpadas energizadas pelo sistema de força da aeronave, e interruptores térmicos que controlam a operação da lâmpada (ou lâmpadas).

Esses interruptores térmicos são unidades sensíveis ao calor que completam os circuitos elétricos a uma determinada temperatura. Eles são conectados em paralelo um com outro, mas em série com as luzes indicadoras (figura 8-11).

Se um aumento de temperatura ultrapassar um determinado valor em qualquer seção do circuito, o interruptor térmico fechará completando o circuito da lâmpada indicadora de fogo ou da condição de superaquecimento.

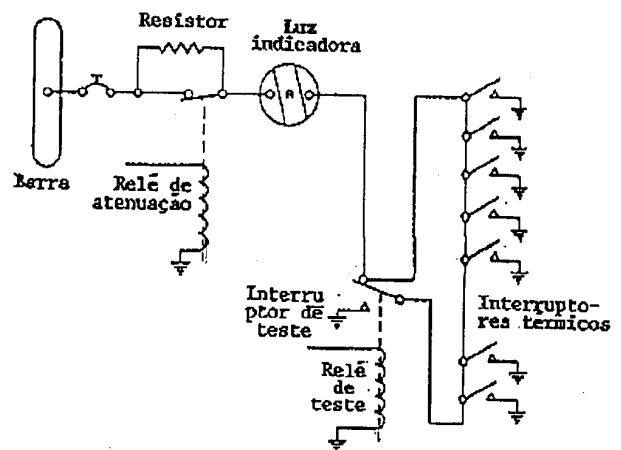


Figura 8-11 Circuito de interruptores térmicos

Não existe um número certo de interruptores térmicos em cada circuito. O número exato será determinado pelo fabricante. Em algumas instalações todos os detectores térmicos são conectados a uma única lâmpada; em outras podem ser encontrados um interruptor térmico para cada lâmpada indicadora.

Algumas luzes de alarme são do tipo "pressione para testar". A lâmpada será testada quando for apertada, através de um circuito auxiliar de teste.

O circuito na figura 8-11 inclui um relé de teste e um de controle de brilho.

Com o contato do relé na posição mostrada, dois caminhos são possíveis para o fluxo da corrente dos interruptores para a lâmpada.

Este é um dispositivo adicional de segurança. Energizando o relé de teste, um circuito em série é completado checando toda a fiação e o filamento de todas as lâmpadas.

O circuito é alterado para incluir uma resistência em série com a lâmpada. Em algumas instalações vários circuitos são ligados através de relés de controle de brilho, e todas as luzes de emergência podem ser ofuscadas ao mesmo tempo.

O sistema de interruptor térmico usa um interruptor termostato bimetálico ou detector tipo "spot", do tipo mostrado na figura 8-12.

Cada unidade detectora consiste de um interruptor térmico bimetálico. A maioria dos detectores spot são interruptores térmicos de terminal duplo.

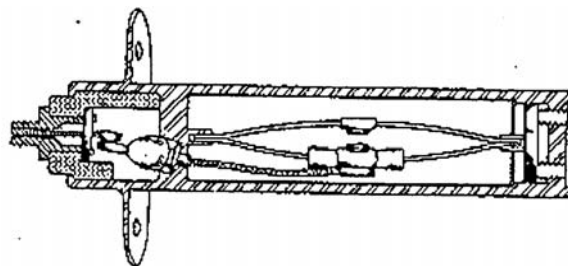


Figura 8-12 Detetor "Fenwal" tipo "Spot"

Detetores *Fenwal spot*

Os detetores Fenwal Spot são ligados em paralelo entre dois circuitos completos da fiação, como é mostrado na figura 8-13. Assim, o sistema pode resistir a uma falha, que pode ser uma abertura no circuito elétrico ou um curto para a massa, sem indicar um falso alarme de fogo. Uma dupla falha pode existir antes que um falso alarme de fogo possa ocorrer.

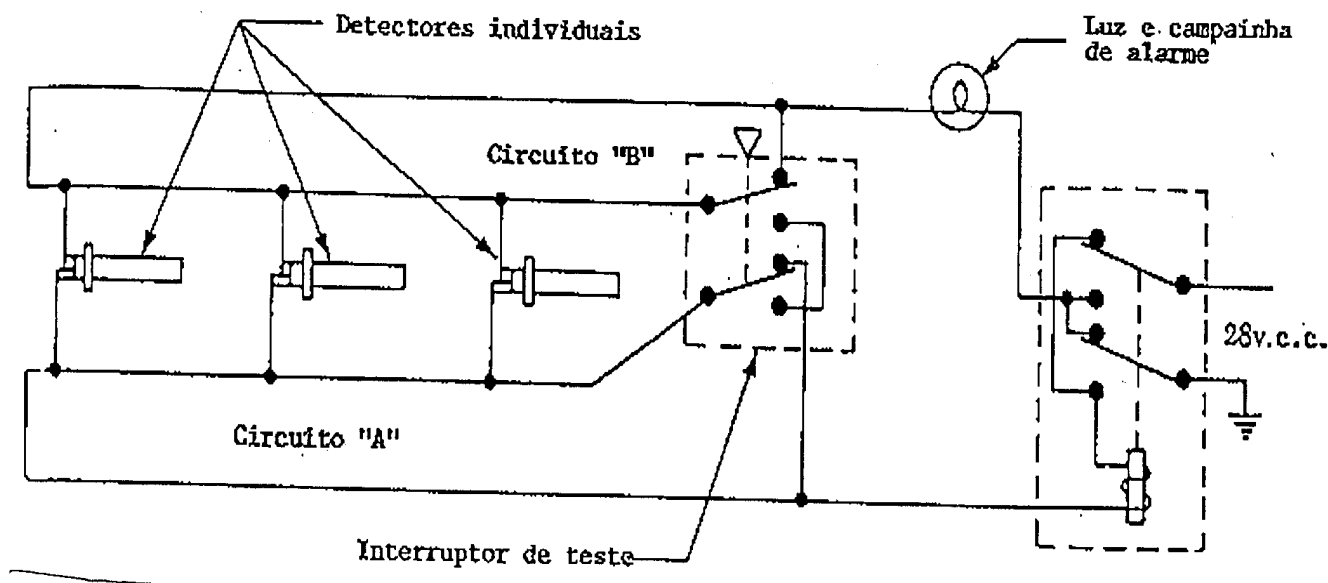


Figura 8-13 Circuito do sistema de detetores Fenwal Spot

No caso de uma condição de fogo ou de superaquecimento, o interruptor do detector Spot fecha, completando o circuito para soar um alarme. O sistema detector Fenwal Spot opera sem uma unidade de controle.

Quando uma condição de superaquecimento ou de fogo causar o fechamento de um interruptor do detector, o alarme soará e uma lâmpada de aviso indicando a área afetada será acesa.

Sistema de par térmico

O Sistema de aviso de fogo, por par térmico, opera por um princípio completamente diferente do sistema de interruptores térmicos.

Um par térmico depende da razão de aumento da temperatura e não dará o alarme quando um motor superaquecer lentamente, ou quando ocorrer um curto-circuito.

O sistema consiste de uma caixa de relés, luzes de aviso e pares térmicos.

A fiação do sistema dessas unidades pode ser dividida entre os seguintes circuitos (figura 8-14: (1) circuito detector, (2) circuito de alarme e (3) circuito de teste.

A caixa de relés contém dois relés, o relé sensível e o relé escravo, e ainda a unidade de teste térmico.

Essa caixa pode conter de um a oito circuitos idênticos, dependendo do número de zonas potenciais e fogo. Os relés controlam as luzes de alarme, e os pares térmicos controlam a operação dos relés. O circuito consiste de vários pares térmicos em série uns com os outros e com o relé sensível. O par térmico é construído com dois metais diferentes que são o cromel e o constantan. O ponto de junção dos dois metais, que será exposto ao calor, é chamado de junção quente. Há também uma junção de referência

incluída no espaço entre os dois blocos isolantes. Um invólucro de metal protege mecânicamente o par térmico, sem interferir no movimento livre do ar na junção quente.

Se a temperatura subir rapidamente, o par térmico produzirá uma voltagem por causa da diferença de temperatura entre a junção de referência e a junção quente.

Se ambas as junções forem aquecidas ao mesmo tempo, nenhuma voltagem será produzida.

Porém, se houver fogo, a junção quente aquecerá mais rapidamente do que a junção de referência. A voltagem resultante causará um fluxo de corrente no circuito detector.

Quando a corrente for maior do que quatro miliampères (0,004 ampères) o relé sensível fechará. Isto completará o circuito do sistema de força da aeronave para a bobina do relé escravo, o qual fechando, completará o circuito para a lâmpada de alarme de fogo.

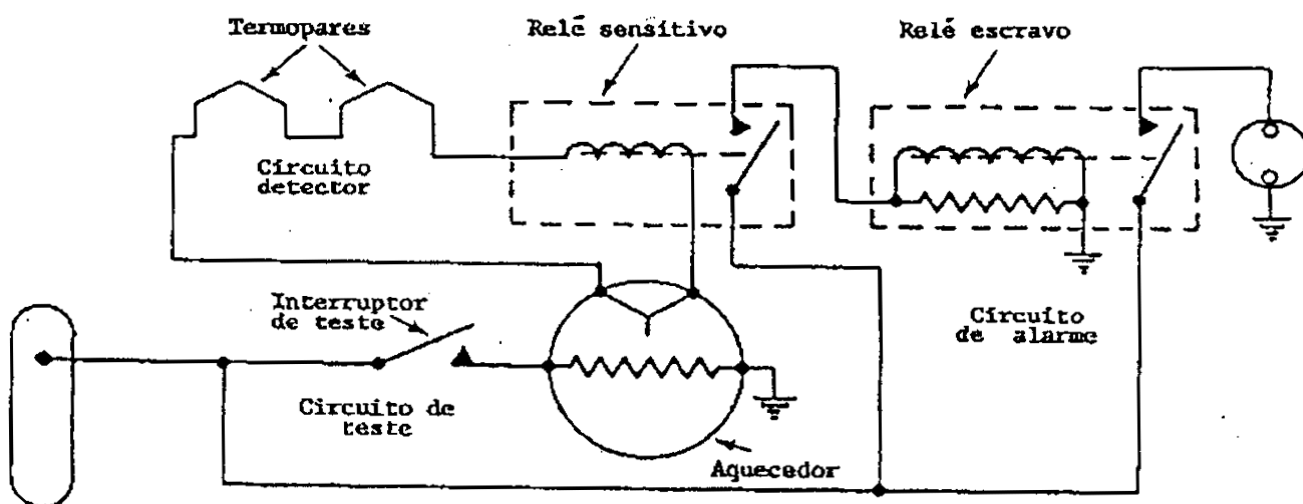


Figura 8-14 Circuito de sistema de aviso de fogo do tipo "termopar"

O número total de pares térmicos, usados em um circuito detector, depende das dimensões das zonas de fogo e da resistência total do circuito.

A resistência total não deve exceder 5 ohms.

Como foi mostrado na figura 8-13, o circuito tem dois resistores. O resistor conectado através dos terminais do relé escravo absorve a voltagem auto-induzida da bobina, para evitar a formação de arco entre os pontos do relé sensível. Os contatos do relé sensível são tão frágeis que,

se queimariam ou soldariam, se fosse permitida a formação de um arco.

Quando o relé sensível abre, o circuito para o relé escravo é interrompido, e o campo magnético em torno de sua bobina é encerrado. Quando isto acontece, a bobina recebe uma voltagem através da auto-indução, mas com o resistor através dos terminais da bobina é aberto um caminho para algum fluxo de corrente, como resultado desta voltagem.

Então o arco nos contactos do relé sensível é eliminado.

Sistema detector de circuito contínuo

Um sistema detector contínuo ou sistema sensor permite a cobertura mais eficiente de uma área de perigo de fogo, do que qualquer um dos detectores de temperatura do tipo spot.

Os sistemas cotínuos são uma versão do sistema de interruptores térmicos; eles são sistemas de superaquecimento, unidades sensíveis ao calor, que completam o circuito elétrico a uma determinada temperatura.

Os dois tipos de detectores usados nos sistemas sensores contínuos são os sistemas Kidde e o Fenwal.

No sistema contínuo Kidde (figura 8-15), dois fios são envolvidos com uma camada de cerâmica especial, formando o núcleo de um tubo de Inconel.

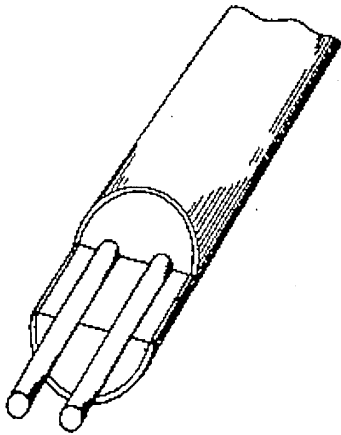


Figura 8-15 Elemento sensor “Kidde”

Um dos fios no sistema sensor Kidde é soldado nos terminais do tubo envolvente, atuando como “massa” interna.

O outro fio é um condutor (acima do potencial terrestre) que permite um sinal de corrente, quando a cobertura de cerâmica dos fios altera a sua resistência com a mudança da temperatura.

Outro sistema contínuo, o Fenwal (figura 8-16), usa um fio simples envolvido em uma camada de cerâmica, dentro de um tubo de Inconel. A camada de cerâmica do detector Fenwal está embebida com um sal eutético, o qual possui características de reduzir rapidamente sua resistência elétrica quando o elemento sensor atingir a sua temperatura de alarme.

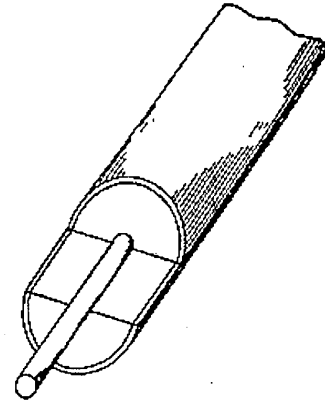


Figura 8-16 Elemento sensor “Fenwal”

Em ambos os sistemas, no Kidde e no Fenwal, a resistência da cerâmica ou do sal eutético evita o fluxo da corrente elétrica enquanto for normal a temperatura.

No caso de uma condição de fogo ou superaquecimento, a resistência do núcleo diminui, e o fluxo da corrente flui entre o fio condutor do sinal e a “massa, energizando o sistema de alarme.

Os elementos sensores do sistema Kidde são conectados a um relé da unidade de controle. Essa unidade constantemente mede a resistência total de todo o sensor. O sistema sente a temperatura média, tão bem como qualquer ponto simples isolado.

O sistema Fenwal usa um amplificador magnético como unidade de controle. Esse sistema não é proporcional, mas soará um alarme quando qualquer porção de seu elemento sensor atingir a temperatura de alarme.

Ambos os sistemas continuamente monitoram as temperaturas nos compartimentos dos motores e, ambos, automaticamente, são rearmados, logo que a condição de superaquecimento for removida ou o fogo extingüido.

Sistema de elementos contínuos

O sistema Lindberg de detecção de fogo (figura 8 -17) é um detector do tipo elemento contínuo, que consiste de um tubo de aço inoxidável contendo um elemento discreto. Esse elemento foi processado para absorver gás em proporção ao ponto selecionado da temperatura de operação.

Quando a temperatura aumenta (devido ao fogo ou superaquecimento) para o ponto selecionado de temperatura de operação, o calor gerado causa a liberação do gás do elemento. Essa liberação do gás causa o aumento da pressão no tubo de aço inoxidável, que por sinal, atua mecanicamente o interruptor do diafragma na unidade de resposta, ativando a luz de aviso e soando o alarme.

Um interruptor de teste de fogo é usado para aquecer os sensores, expandindo o gás. A pressão gerada fecha o interruptor diafragma, ativando o sistema de alarme.

Um interruptor de teste de fogo é usado para aquecer os sensores, expandindo o gás. A pressão gerada fecha o interruptor diafragma, ativando o sistema de alarme.

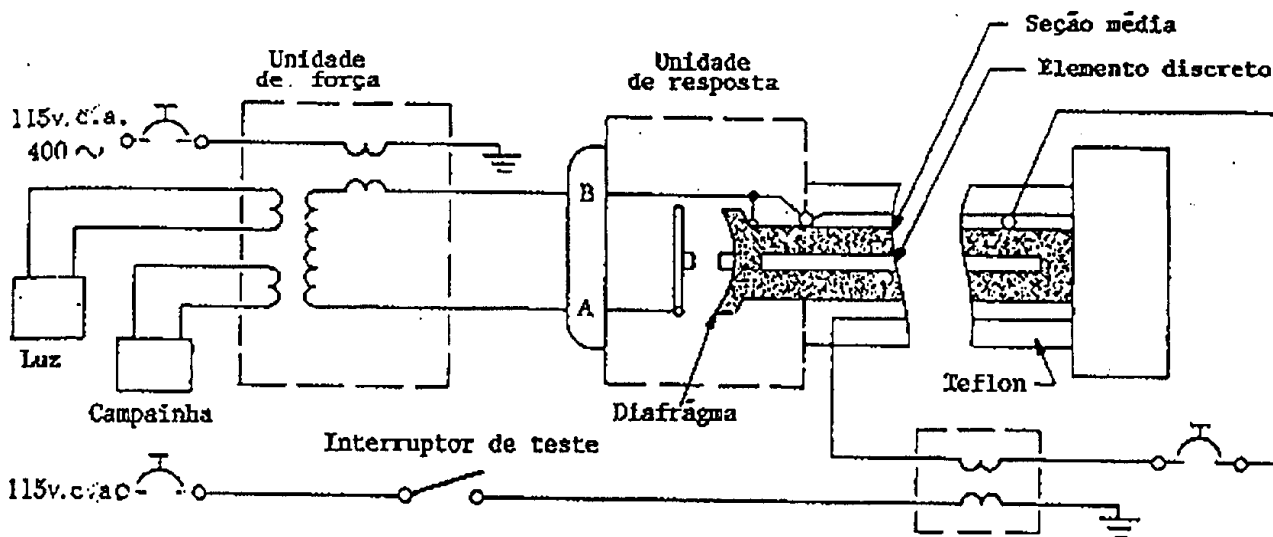


Figura 8-17 Sistema detector de fogo "Lindberg"

SISTEMAS DE AVISO DE SUPERAQUECIMENTO

Os sistemas de aviso de superaquecimento são usados em algumas aeronaves para indicar as áreas de alta temperatura, que podem ser focos de incêndios.

O número de sistemas de aviso de superaquecimento varia com o tipo de aeronave. Em algumas aeronaves, eles são previstos, para cada motor a reação e cada nacelle de motor; em outras, são previstas para a área de alojamento das rodas e para a linha de pressão do sistema pneumático.

Quando uma condição de superaquecimento ocorrer na área de um detector, o sistema ocasiona o acendimento da luz de aviso no painel de controle de fogo.

Na maioria dos sistemas o detector é do tipo interruptor térmico. Cada detector é operado quando o calor atinge uma temperatura

especificada. Essa temperatura depende do sistema e do tipo e modelo da aeronave.

Os contatos do interruptor do detector estão suportados por molas, as quais fecham os contatos quando o calor expande a base de apoio. Um contato de cada detector está ligado à "massa" através da braçadeira de montagem. Os outros contatos de todos os detectores estão ligados em paralelo para fechar o circuito das lâmpadas de aviso.

Sendo assim, o fechamento dos contatos de qualquer um dos detectores pode causar o acendimento da luz de aviso.

Quando os contatos do detector são fechados o circuito para a luz de aviso é completado. A corrente, então, é fornecida de uma barra do sistema elétrico através da lâmpada de aviso e de um lampejador para a massa. Devido ao lampejador no circuito, as luzes piscarão indicando uma condição de superaquecimento.

TIPOS DE FOGO

A Associação Nacional de Proteção Contra Fogo classifica o fogo em três tipos básicos:

- a. **Classe A** – é definida como um fogo em materiais combustíveis ordinários como madeira, pano, papel, estofados etc.
- b. **Classe B** – é definida como fogo em produtos inflamáveis de petróleo ou líquidos combustíveis, graxas, solventes, tintas etc.
- c. **Classe C** – é definida como fogo envolvendo equipamento elétrico energizado, onde a não-condutividade do meio de extinção tem importância. Na maioria dos casos onde o equipamento elétrico está desenergizado, o extintor adequado para uso nos fogos de classe A ou B podem ser empregados efetivamente.

Fogo em aeronaves, em vôo ou no solo, podem ser extintos por qualquer um, ou por todos esses tipos de extintores. Portanto, sistemas de detecção, sistemas de extinção e agentes extintores, como aplicados para cada tipo de fogo, devem ser considerados.

Cada tipo de fogo tem características que requerem manuseios especiais. Agentes usados em fogo de classe A não são aceitáveis em fogo das Classes B ou C. Agentes adequados ao fogo de classes B ou C terão o mesmo efeito em fogo de classe A, mas não mais eficientes.

SISTEMAS DETECTORES DE FUMAÇA

Um sistema de detecção de fumaça monitora os compartimentos de carga e de bagagem quanto a presença de fumaça, a qual é uma indicação de uma condição de fogo.

Os instrumentos de detecção de fumaça, os quais coletam o ar por amostragem, estão montados nos compartimentos em locais estratégicos.

Um sistema de detecção de fumaça é usado onde for esperado um tipo de incêndio gerador de uma substancial quantidade de fumaça, antes que a mudança de temperatura seja suficiente para atuar o sistema detector de calor.

Os instrumentos de detecção de fumaça são classificados pelo método de detecção, como demonstrado a seguir: Tipo I – Medição do gás de monóxido de carbono (detectores de CO), Tipo II – Medição da capacidade de transmissão da luz pelo ar (mecanismos fotoelétricos), Tipo III – Detecção visual da presença de fumaça pela simples visão direta (mecanismos visuais).

Para ser digno de confiança, os detectores de fumaça não devem ser obstruídos.

Detectores de monóxido de carbono

Os detectores de CO, os quais detectam as concentrações do gás monóxido de carbono, raramente são utilizados para monitorar os compartimentos de carga ou de bagagem. No entanto, eles têm o uso difundido em conduzir testes para detectar a presença do gás monóxido de carbono nas cabines das aeronaves.

O monóxido de carbono é incolor, inodoro, não tem gosto, nem é um gás irritante. Ele é o subproduto da combustão incompleta, e é encontrado em uma variedade de níveis em todos os tipos de fumaça da combustão de substâncias carbonáceas.

Mesmo quantidades excessivamente pequenas de gás são perigosas. Uma concentração de 0,02% (2 partes em 10.000) podem produzir dores de cabeça, sonolência e vertigem, dentro de poucas horas.

Existem diversos tipos de testes portáteis (cheiradores) em uso. Um tipo possui um tubo indicador substituível, o qual contém “silicagel” amarelo impregnado com um composto “silico-molybdate” e é catalizado usando sulfato de paládio.

Quando em uso, uma amostra do ar é sugada através do tubo detector. Quando a amostra do ar contém monóxido de carbono, o silica gel amarelo muda para um tom de verde. A intensidade da cor verde é proporcional à concentração do monóxido de carbono da amostra de ar, na hora e na localização do teste.

Um outro tipo de indicador pode ser usado como um distintivo ou instalado no painel de instrumentos, ou ainda na parede de cabine. Ele é um distintivo usando um tablete que muda da cor bronzeada para uma outra progressivamente mais escura ou de cinza para preto.

O tempo de transição necessário é relativo à concentração do CO.

Em uma concentração de 50ppm de CO (0,005%), a indicação será visível dentro de 15 a 30 minutos. Uma concentração de 100ppm de CO (0,01%) mudará a cor do tablete de bronzado para cinza de 2 a 5 minutos, e de bronzado para cinza escuro de 15 a 20 minutos.

Detectores fotoelétricos de fumaça

Este tipo de detector consiste de uma célula fotoelétrica, uma lâmpada sinalizadora, uma lâmpada de teste, e um interceptor de luz ("light trap"), todos montados em um labirinto.

Uma acumulação de 10% de fumaça no ar faz com que a célula fotoelétrica conduza corrente elétrica.

A figura 8-18 mostra os detalhes de um detector, e indica como as partículas de fumaça refratam a luz para a célula fotoelétrica.

Quando ativado pela fumaça, o detector supre um sinal para o amplificador. O sinal amplificado ativa uma luz de aviso e um alarme sonoro.

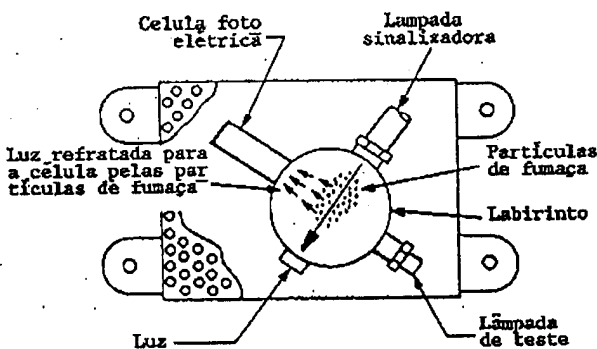


Figura 8-18 Detector de fumaça fotoelétrico

Um interruptor de teste (figura 8-19) permite checar a operação do detector de fumaça. Ligando o interruptor, 28 volts C.C. são enviados ao relé de teste.

Quando o relé é energizado, a voltagem é aplicada através da lâmpada sinalizadora e da lâmpada de teste, em série, para a massa.

Uma indicação de fogo será observada somente se, as lâmpadas de teste e a sinalizadora, a célula fotoelétrica, o amplificador do detector de

fumaça e os circuitos associados estiverem em operação.

Uma checagem funcional do detector deverá ser feita após a instalação e em frequentes intervalos subsequentes.

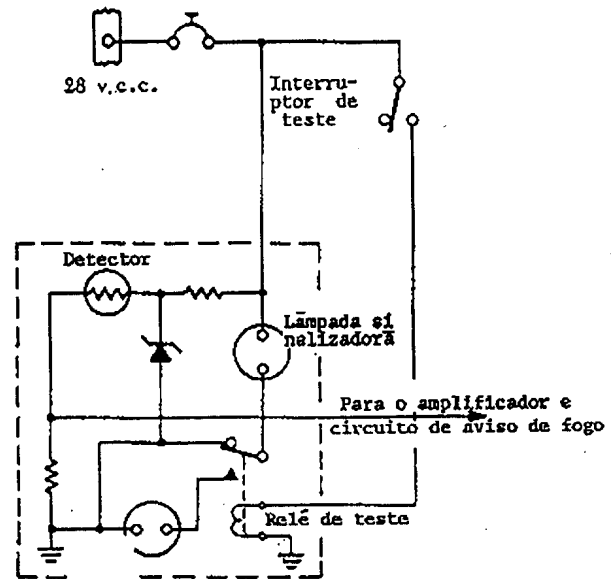


Figura 8-19 Circuito do teste detector de fumaça

Detectores visuais de fumaça

Em um pequeno número de aeronaves, os detectores visuais de fumaça são o único meio de detenção.

A indicação é fornecida pela passagem da fumaça através de uma linha para dentro do indicador, usando, ou uma adequada fonte de sucção, ou a pressurização da cabine.

Quando a fumaça está presente, uma lâmpada dentro do indicador é iluminada automaticamente pelo detector de fumaça.

A luz é difusa para que a fumaça se torne visível na apropriada janela do indicador.

Se não existir fumaça, a lâmpada não será iluminada.

Um interruptor está previsto para iluminar a lâmpada para a finalidade de teste. Um mecanismo também está instalado no indicador, para mostrar que o necessário fluxo de ar está passando através do indicador. A eficiência de qualquer sistema de detecção depende do posicionamento e do condicionamento de todos os componentes do sistema.

A informação precedente tem a intenção de fornecer a familiarização com os vários sistemas. Para maiores detalhes de uma particular instalação, os adequados manuais da aeronave devem ser consultados.

A concentração máxima permitida sob as Leis Federais, para contínua exposição, é de 50ppm (partes por milhão) que é igual a 0,005% de monóxido de carbono.

PARTES POR MILHÃO	PERCENTAGEM	REAÇÃO
50	0,005%	Concentração máxima permitível sob Lei Federal.
100	0,01%	Cansaço, vetigem
200	0,02%	Dor de cabeça, cansaço, vertigem, náuseas após 2 ou 3 horas
800	0,08%	Inconsciência em 1 hora ou morte em 2 ou 3 horas
2.000	0,20%	Morte após 1 hora
3.000	0,30%	Morte dentro de 30 minutos
10.000	1,00%	Morte instantânea

Figura 8-20 Reações humanas ao envenenamento com monóxido de carbono

SISTEMAS EXTINTORES DE FOGO DE CO₂ DOS MOTORES CONVENCIONAIS

O CO₂ é um dos mais antigos tipos de sistemas extintores de fogo dos motores convencionais das aeronaves de transporte, sendo ainda usado em muitas aeronaves antigas.

O sistema extintor de fogo é projetado em torno de uma garrafa de CO₂ (figura 8-21) e uma válvula de controle remoto operada da cabine. A garrafa armazena o dióxido de carbono abafador

de chama, sob a pressão requerida para distribuir o agente extintor para o motor.

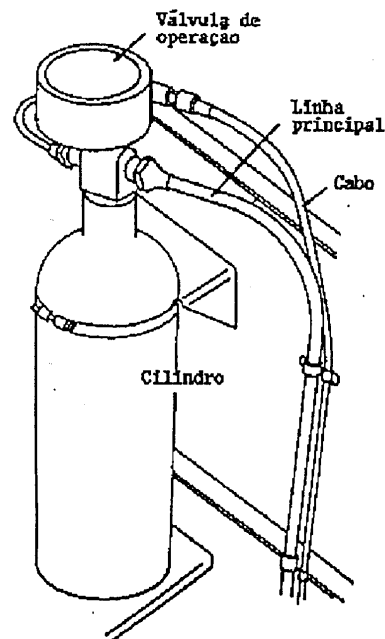


Figura 8-21 Instalação de garrafa de dióxido de carbono (CO₂)

O gás é distribuído através de tubulações da válvula da garrafa CO₂ para o conjunto de controle da válvula na cabine, e então para os motores por tubulações, instaladas na fuselagem e túneis da asa. A tubulação terminal, em forma de círculo, é toda perfurada envolvendo os motores (figura 9-9).

Para operar o sistema de extinção de fogo de CO₂, a válvula seletora deve ser comandada para o motor que contenha fogo. Um puxão no punho em "T" de controle, localizado próximo a válvula seletora, do motor atua a haste de alívio da válvula de garrafa de CO₂.

O líquido comprimido na garrafa de CO₂ flui em uma rápida descarga para as saídas da linha de distribuição (figura 8-22) do motor afetado.

O contato com o ar converte o líquido em gás e em "neve", a qual abafa a chama.

Um dos mais sofisticados tipos de sistema de proteção contra fogo de CO₂ é usado em muitas aeronaves de quatro motores. Este sistema é capaz de liberar CO₂ duas vezes para cada um dos quatro motores.

Sistemas de aviso de fogo são instalados em todas as localizações perigosas da aeronave, para fornecer um alarme em caso de fogo. Os vários sistemas de alarme operam luzes de aviso no painel de controle de fogo na cabine, energizando, também, um alarme sonoro na cabine.

Um sistema típico de CO₂ consiste de seis garrafas, montadas três de cada lado do alojamento da roda do nariz. Válvulas de enchimento são instaladas em cada garrafa de CO₂. As garrafas de cada fileira são interconectadas. As válvulas de duas garrafas traseiras, de cada conjunto de três, são projetadas para serem abertas mecanicamente por um cabo, conectado ao punho de controle de descarga no painel principal de controle de fogo na cabine.

Em caso de descarga pelos meios mecânicos, a válvula de enchimento da garrafa dianteira de cada grupo é operada pela pressão de CO₂, aliviada das duas garrafas traseiras através da linha de interconexão. A válvula de enchimento da garrafa dianteira de cada grupo contém um solenóide.

A válvula é projetada para ser operada eletricamente, quando o solenóide for energizado pela atuação de um botão no painel de controle.

No caso de uma descarga pelos meios elétricos, as válvulas das duas garrafas traseiras de cada grupo são operadas pela pressão de CO₂, aliviada da garrafa dianteira através da linha de interconexão.

Cada grupo de garrafas de CO₂ tem um disco vermelho, indicador de descarga térmica de segurança, que será rompido quando a pressão atingir ou ultrapassar 2.650p.s.i. A descarga ocorrerá também em temperaturas acima de 74° C.

Cada conjunto de garrafas também tem um disco amarelo indicador da descarga do sistema. Montado ao lado do disco vermelho, o disco amarelo indica qual grupo de garrafas foi esvaziado por uma descarga normal.

Este tipo de sistema de proteção contra fogo de CO₂ inclui um sistema de alarme de fogo. Ele é um sensor contínuo, de baixa impedância, e do tipo de religação automática para o motor e áreas da nacele do motor.

Um único circuito detector de fogo é previsto para cada motor e área de nacele.

Cada circuito completo consiste de uma unidade de controle, elementos sensores, um relé de teste, uma luz de aviso de fogo e um relé do circuito de aviso de fogo.

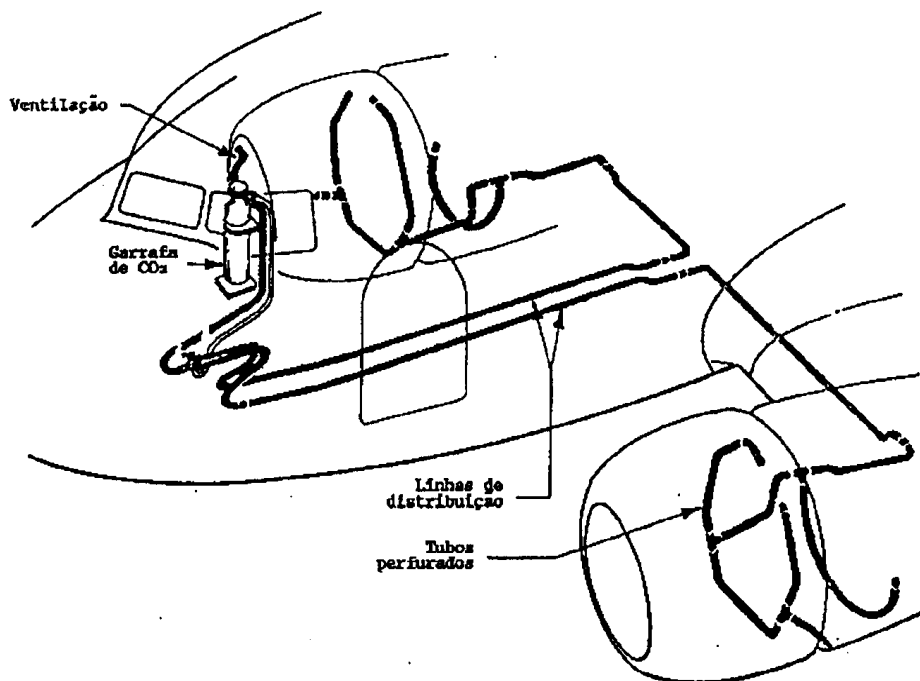


Figura 8-22 Sistema extintor de fogo de CO₂ em uma aeronave bimotora de transporte

Equipamentos associados, como conjunto de conectores flexíveis, fios passadores de borracha, braçadeiras e presilhas de montagem, são usados em várias quantidades, dependendo das necessidades individuais da instalação.

Por exemplo, em uma aeronave de quatro motores, quatro conjuntos de luzes de alarme, sendo uma para cada motor e área da nacele, darão a correspondente indicação de aviso quando um alarme for iniciado pelo respectivo circuito de aviso de fogo do motor.

Conjunto de luzes de alarme nos punhos de comando manual de CO₂ são conectados para todos os quatro circuitos detectores de fogo do motor, em conjunto com um alarme sonoro de fogo com os seus interruptores de corte protegidos e luzes de indicação.

O fio isolado do circuito detector é encaminhado da unidade de controle no compartimento de rádio para o relé de teste. O fio é então dirigido através da nacele e seções do motor, retornando para o relé de teste, onde ele será unido a sua outra extremidade formando um circuito contínuo.

Cada unidade de controle contém transistores, transformadores, resistores, capacitores e um potenciômetro.

Ele também contém um circuito integrado, o qual introduz um retardo, que dessensibiliza o sistema de aviso para um sinal transitório de curta duração – que de outra forma causaria falsos alarmes momentâneos.

Quando uma condição de fogo ou superaquecimento existir em um motor ou área da nacele, a resistência do sensor diminuirá, abaixo de um valor determinado pelo potenciômetro da unidade de controle, o qual está em um circuito de referência do circuito detector e amplificador da unidade de controle.

A saída deste circuito energiza o alarme sonoro de aviso de fogo e a luz de aviso de fogo.

SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE FOGO DOS MOTORES A TURBINA

Diversas falhas ou danos em geral podem resultar em condições de superaquecimento ou de fogo, peculiares às aeronaves com motor a turbina por causa de suas características de operação. Os dois principais tipos de falhas de turbina podem

ser classificados como termodinâmicos ou como mecânicos. As causas termodinâmicas são aquelas que alteram a proporção do ar de refrigeração da temperatura da combustão, para os níveis em que os metais da turbina podem tolerar.

Quando o ciclo de refrigeração é alterado, as palhetas da turbina podem ser derretidas, causando uma súbita perda de empuxo. A rápida formação de gelo na tela da entrada de ar ou na entrada das atletas guias podem resultar em severo superaquecimento, causando o derretimento das palhetas da turbina, sendo arrancadas e arremessadas para fora do motor.

Falhas semelhantes podem causar a separação do cone traseiro; e possível penetração de estilhaços na estrutura da aeronave, tanques ou equipamentos próximos a roda da turbina. Em geral, a maioria das falhas termodinâmicas são causadas pelo gelo, excesso de sangria de ar ou vazamento, ou falha dos controles que permitam o estol do compressor ou excesso de combustível.

Falhas mecânicas, como quebra da palheta da turbina ou palheta arrancada, podem também levar a uma condição de superaquecimento ou fogo.

Estilhaços das palhetas podem perfurar o cone traseiro, criando uma condição de superaquecimento. A falha dos estágios dianteiros de uma turbina de muitos estágios normalmente é muito mais severa. A penetração no alojamento da turbina pelos estilhaços de uma palheta danificada é um possível perigo de fogo, do mesmo modo que a penetração nas linhas e nos componentes que contenham fluidos inflamáveis.

Uma alto fluxo de combustível, através de um bico injetor mal calibrado, pode causar a queima através do cone de escapamento em alguns motores. O fogo no motor pode também ser causado pela queima de fluido que, ocasionalmente, escorra através do tubo de escapamento.

Zona de fogo dos motores a turbina

Em virtude das instalações de um motor a turbina terem diferenças marcantes das instalações de um motor convencional, os sistemas de zonas de fogo usados para a maioria dos motores convencionais, não poderão ser usados.

Uma possível zona de fogo em uma instalação de motor a turbina é qualquer área, na qual possa existir uma fonte de ignição, junto com combustíveis, vazamentos de linhas de fluido combustível, ou vapores de combustível. Os seguintes compartimentos do motor usualmente são protegidos:

1. Seção de força do motor, incluindo os queimadores, turbina e escapamento.
2. Compressor do motor e seção de acessórios, estando incluídos o compressor e todos os acessórios do motor.
3. O compartimento do motor por inteiro, quando não existir isolamento entre a seção de força do motor e a seção de acessórios.

Agentes de extinção de fogo dos motores a turbina

Os agentes de extinção de fogo usados nos motores convencionais são, também, usados nos sistemas de proteção de fogo dos motores a turbina.

A eficiência dos vários agentes é influenciada pelo tipo de sistema de proteção de fogo no motor a ser utilizado, se ele for um sistema HRD (alta razão de descarga) melhor do que um sistema convencional, ou se for o método de distribuição por bico pulverizador, anel de esguicho ou tubo com extremidade aberta.

A escolha do agente é também influenciada pelas condições do fluxo de ar através do motor.

Tipos de detectores de fogo ou superaquecimento

A seguinte relação de métodos de detecção inclui aqueles mais usados em sistemas de proteção de fogo em motores a turbina.

O sistema completo de proteção contra fogo de uma aeronave, com os maiores motores a turbina, terá alguns destes diferentes métodos de detecção incorporados:

1. Detectores de razão de aumento da temperatura.
2. Detectores sensíveis a radiação.

3. Detectores de fumaça.
4. Detectores de superaquecimento.
5. Detectores de monóxido de carbono.
6. Detectores de vapores de combustível.
7. Detectores de fibra ótica.
8. Observação da tripulação e/ou passageiros.

Os três tipos de detectores mais usados para uma rápida detecção de fogo são o razão de aumento da temperatura, sensor de radiação e os detectores de superaquecimento.

Proteção de fogo no solo dos motores a turbina

O problema de fogo no solo tornou-se mais grave com o aumento do tamanho das aeronaves de motor a turbina. Por esta razão, uma conexão central de solo, para o sistema de extinção de fogo, tem sido instalada em algumas aeronaves. Estes sistemas fornecem um meio eficiente de extinção de fogo no solo, e eliminam a necessidade de remoção e de reabastecimento das garrafas de extinção de fogo instaladas na aeronave.

Estes sistemas usualmente incluem meios de operação do sistema inteiro, de um local como a cabine, ou da localização do suprimento do agente extintor, no solo.

Nas aeronaves não equipadas com a conexão central de solo para o sistema de extinção de fogo, normalmente são previstos meios de um rápido acesso ao compressor, escapamento ou compartimento dos queimadores. Por isso, a maioria dos sistemas da aeronave estão equipadas com portas de acesso de abertura rápida, na superfície externa de vários compartimentos.

O fogo na parte interna do escapamento dos motores, durante o corte ou falsa partida, pode ser eliminado pelos giros do motor com o motor de partida.

Se o motor já estiver funcionando, ele pode ser acelerado para atingir o mesmo resultado. Se o fogo persistir, um agente extintor pode ser dirigido ao interior do tubo de escapamento.

O que deve ser levado em conta, é que o uso excessivo de CO₂ ou outro agente que tenha o efeito de resfriamento, pode contrair alojamento

da turbina ou a própria turbina, causando a desintegração do motor.

SISTEMA TÍPICO DE PROTEÇÃO DE FOGO DE MULTIMOTORES

Um sistema de proteção de fogo de motores a turbina para uma aeronave multimotora é descrito em detalhes nos parágrafos seguintes. Este sistema é típico de maioria das aeronaves de transporte com motores a reação, e inclui componentes e sistemas semelhantes encontrados em todas aquelas aeronaves. Deve ser enfatizado que os procedimentos de manutenção e detalhes de instalação, de cada tipo de aeronave em particular, são uma função da configuração específica da aeronave.

O sistema de proteção contra fogo da maioria das grandes aeronaves com motor a turbina consiste de dois subsistemas: um sistema detector de fogo e um sistema de extinção de fogo.

Estes dois subsistemas proporcionam proteção contra fogo, não somente no motor e áreas da nacele, mas também em áreas como os compartimentos de bagagem e em áreas como o alojamento das rodas. Aqui, serão discutidos apenas os sistemas de proteção contra fogo no motor.

Cada motor a turbina instalado em uma nacele suspensa contém um circuito de detecção de fogo, que é automático e sensível ao calor. Este circuito consiste de uma unidade sensível ao calor, uma unidade de controle, um relé e dispositivos de alarme. Normalmente os dispositivos de alarme incluem uma luz de aviso na cabine para cada circuito, e um alarme sonoro para todos os circuitos em conjunto.

A unidade sensora de calor de cada circuito possui um detector contínuo em torno das áreas a serem protegidas. Essas áreas são os queimadores e a área do escapamento. Também incluídas, na maioria dos sistemas de extinção de fogo das aeronaves, estão a área do compressor e a área dos acessórios, as quais em algumas instalações podem ser protegidas por um circuito separado de proteção de fogo. A figura 8-23 ilustra a rota típica de um detector contínuo de fogo em um motor instalado em nacele suspensa.

Um detector contínuo típico é formado por uma série de elementos unidos por conectores a prova de umidade, os quais são fixados à estrutura da aeronave. Na maioria das instalações, o detector contínuo é preso por dispositivos ou presilhas a cada 10 ou 12 polegadas de distância.

Um espaço maior entre os suportes pode permitir vibração ou atrito da seção livre, e torna-se uma fonte de falsos alarmes.

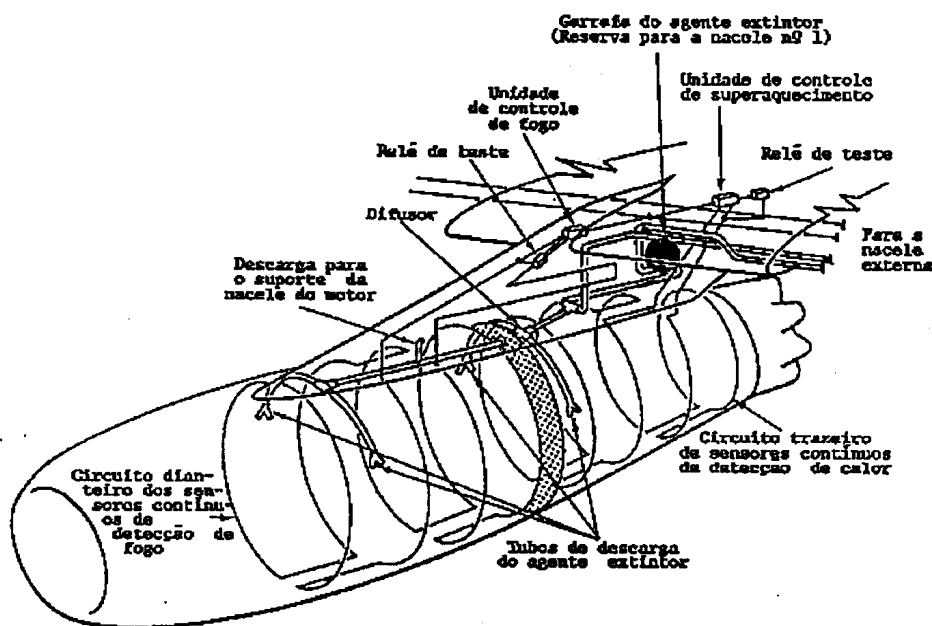


Figura 8-23 Instalação típica de proteção da nacele do motor e seu suporte (*Pylon*)

Em um típico sistema detector de fogo de um motor a turbina, uma unidade de controle individual é prevista para cada circuito sensor. A unidade de controle contém um amplificador transistorizado ou magnético, o qual produz uma saída, quando um fluxo de corrente predeterminado de entrada for detectado pelo sensor contínuo.

Cada unidade de controle também contém um relé que é usado para simular uma condição de fogo ou superaquecimento para o circuito de teste.

A saída do amplificador, da unidade de controle, é usada para energizar um relé de aviso, muitas vezes chamado de “relé de fogo”. Normalmente localizado próximo às unidades de controle, estes relés de fogo, quando energizados, completam o circuito para o apropriado dispositivo de aviso.

Os dispositivos de aviso para as condições de fogo e superaquecimento do motor e nacele estão localizados na cabine.

Uma luz de aviso de fogo para cada motor, normalmente é localizada em um interruptor especial de fogo na forma de um punho, localizado no painel de instrumentos ou no painel de controle de fogo.

Estes interruptores são, algumas vezes, chamados de “punhos de fogo”.

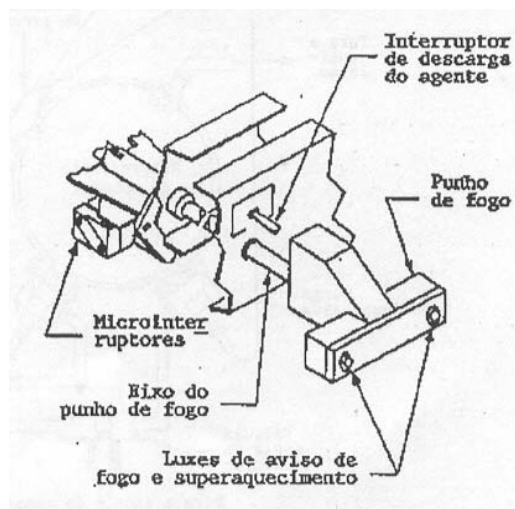


Figura 8-24 Interruptor e punho de fogo

Conforme está ilustrado na figura 8-24, o punho de fogo contém a luz de aviso de detecção de fogo. Em alguns modelos deste punho

interruptor de fogo, ao ser puxado, deixa exposto um interruptor, que anteriormente era inacessível, o qual comanda o agente extintor e também atua microinterruptores que energizam as válvulas de corte de emergência e outras válvulas pertinentes.

Sistema de extinção de fogo de motores a turbina

A parte de extinção de fogo de um típico sistema de proteção de fogo completo, inclui uma garrafa ou reservatório de um agente extintor para cada motor ou área da nacele. Um tipo de instalação provê uma garrafa de agente para cada uma das naceles suspensas de uma aeronave multimotora. Este sistema usa uma garrafa ou reservatório de agente extintor semelhante ao tipo mostrado na figura 8-25.

Este tipo de garrafa é equipada com duas válvulas de descarga que são operadas por cartuchos disparados eletricamente. Estas duas válvulas são o controle principal e o reserva, que liberam e dirigem o agente para a nacele suspensa, na qual a garrafa está localizada, ou para o outro motor da mesma asa.

Este tipo de tiro duplo, configuração de alimentação cruzada, permite a liberação de uma segunda carga de agente extintor de fogo para o mesmo motor, se um outro foco de fogo ocorrer, sem a condição de duas garrafas para cada área do motor. Um outro tipo de instalação para quadrimotores, usa dois sistemas independentes de extinção de fogo. Os dois motores do mesmo lado da aeronave são equipados com dois reservatórios de agente extintor (figura 8-26), mas eles estão localizados juntos na nacele suspensa interna.

Um indicador da pressão, um plugue de descarga, e uma conexão de segurança são previstas para cada reservatório. O plugue de descarga é selado com um disco quebrável, combinado com uma carga explosiva que é eletricamente detonada para descarregar o conteúdo da garrafa.

A conexão de segurança é fixada na parte interna da estrutura com um indicativo disco vermelho.

Se a temperatura ultrapassar um predeterminado valor de segurança, o disco será rompido, extravazando o agente.

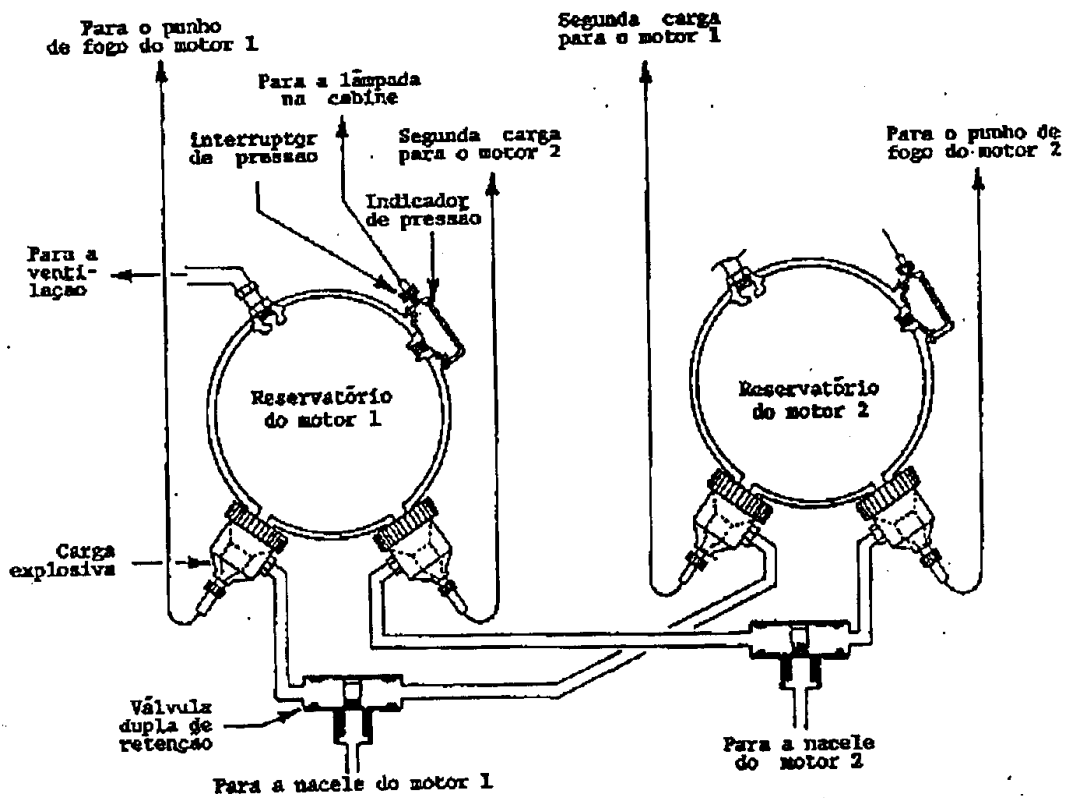


Figura 8-25 Sistema de extinção de fogo para uma aeronave multimotora

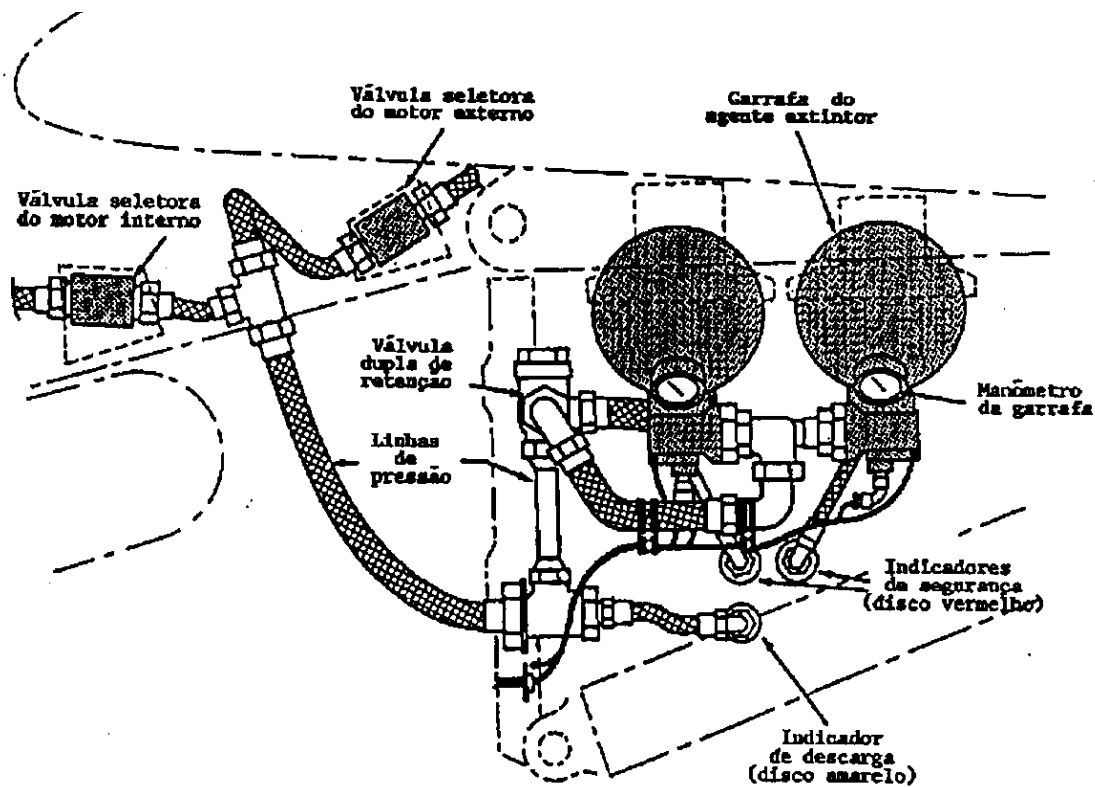


Figura 8-26 Instalação das garrafas e suas conexões

A conexão de alimentação dos dois reservatórios de uma instalação dupla (figura 8-26) inclui uma válvula de retenção dupla e uma conexão "T", da qual as tubulações são ligadas ao indicador de descarga.

Este indicador é fixado na parte interna da estrutura com um indicativo disco amarelo, que é rompido quando a linha de alimentação for pressurizada por qualquer uma das garrafas.

A linha de descarga tem dois ramais (figura 8-26), uma linha pequena para o motor interno e uma mais comprida estendendo-se pelo bordo de ataque da asa para o motor externo.

Ambos os ramais terminam em uma conexão em "T", próxima a fixação dianteira do motor.

A forma do tubo de descarga pode variar com o tipo e o tamanho das instalações do motor.

Na figura 8-27, um tubo de descarga semicircular com uma terminação em "Y" envolve a área dianteira superior, tanto do compartimento dianteiro como do traseiro do motor.

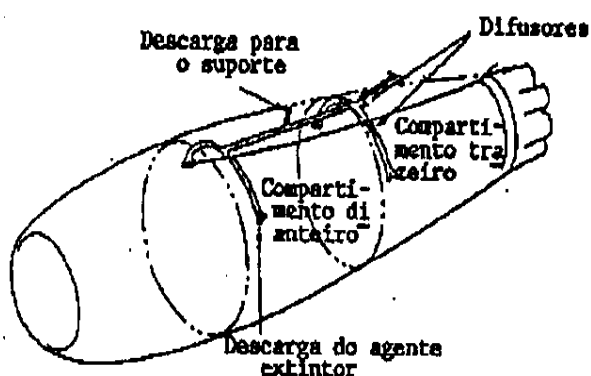


Figura 8-27 Tubos de descarga do agente extintor

Orifícios de dispersão do agente extintor estão espaçados ao longo do tubo de descarga. Este, é incorporado na entrada da linha, para descarregar o agente extintor dentro da área do suporte da nacele suspensa.

Um outro de instalação de descarga do agente extintor de fogo é mostrado na figura 8-27. A linha de descarga termina em um bico injetor em "T" próximo ao suporte dianteiro do motor.

A conexão "T" contém orifícios difusores, que permitem que o agente extintor seja lançado

ao longo da parte superior e de ambos os lados do motor.

Quando qualquer seção do sensor contínuo estiver exposta a uma condição de fogo ou superaquecimento, a luz de aviso na cabine acenderá e o alarme sonoro soará.

A luz de aviso pode estar localizada no punho de fogo; em algumas instalações o interruptor de fogo pode incorporar uma luz de aviso de cada motor em particular, sob uma cobertura de plástico translúcido, como é mostrado na figura 8-27.

Neste sistema, um interruptor de transferência é instalado para o sistema de extinção de fogo esquerdo e direito. Cada interruptor de transferência tem duas posições: "TRANS" e "NORMAL".

Se ocorrer uma condição de fogo no motor número 4, a luz de aviso no interruptor de fogo número 4 acenderá com o interruptor na posição "NORMAL"; o interruptor de fogo número 4 é puxado, e o interruptor de descarga número 4, localizado diretamente sob o punho de fogo, ficará acessível.

Ativando o interruptor de descarga o agente extintor será enviado da garrafa para a área do motor número 4.

Se for necessário mais do que uma descarga de agente extintor, o interruptor de transferência deverá ser colocado na posição "TRANS" para que a segunda garrafa possa ser descarregada naquele mesmo motor.

Um controle de alarme sonoro permite que qualquer um dos circuitos de detecção de fogo dos motores, energize o alarme sonoro comum. Após o alarme ter soado, ele poderá ser silenciado pelo acionamento do interruptor de corte do alarme figura 8-28.

O alarme sonoro pode também reagir a um sinal de fogo, vindo de qualquer um dos outros circuitos.

A maior parte dos sistemas de proteção contra fogo para as aeronaves com motor a turbina, inclui também um interruptor de teste e um circuito, que permite que o sistema de detecção seja testado inteiramente, a qualquer tempo.

O interruptor de teste está localizado no centro do painel, mostrado na figura 8-28

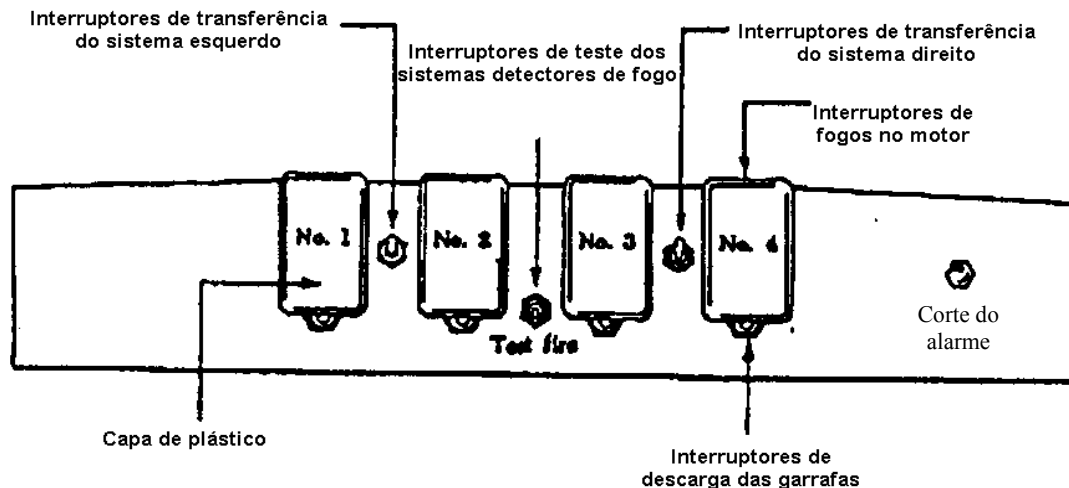


Figura 8-28 Interruptores do sistema de detecção e extinção de fogo

PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE DETECÇÃO DE FOGO

Os elementos sensores de detecção de fogo estão localizados em muitas áreas de grande atividade em torno dos motores das aeronaves. Sua localização, junto com sua pequena dimensão, aumentam a chance de danos aos elementos sensores durante a manutenção.

A instalação dos elementos sensores, dentro dos painéis das naceles nas aeronaves, proporciona algumas medidas de proteção não fornecidas aos elementos fixados diretamente no motor. Por outro lado, a remoção e a instalação dos painéis das naceles podem facilmente causar atritos ou defeitos estruturais aos elementos sensores.

Um programa de inspeção e manutenção, para todos os tipos de sistemas de sensores contínuos, deverá incluir os seguintes cheques visuais. Estes procedimentos são apenas exemplos, e não deverão ser usados em substituição às aplicáveis instruções do fabricante.

Os elementos sensores de um sistema contínuo deverão ser inspecionados nos seguintes itens:

1. Seções rachadas ou quebradas, causadas por choque ou aperto entre janelas de inspeção, painéis das naceles ou componentes do motor.
2. Desgaste causado pelo atrito do elemento com o revestimento, acessórios ou membros estruturais.

3. Peças de arame de freio, ou outras partículas de metal, que possam formar um curto-circuito nos terminais do detector.
4. Condições das juntas de borracha nas braçadeiras de montagem, que podem ter sofrido amolecimento pela exposição a óleo, ou endurecimento pelo calor excessivo.
5. Mossas ou dobras nas seções dos elementos sensores. Os limites do diâmetro dos elementos, as mossas e as dobras aceitáveis e o grau de suavidade dos contornos dos tubos são especificados pelo fabricante. Nenhum esforço deve ser feito para endireitar qualquer mossa ou dobra aceitável, porque, o esforço poderá causar uma falha na tubulação (veja na figura 8-30 um exemplo de falha na tubulação).

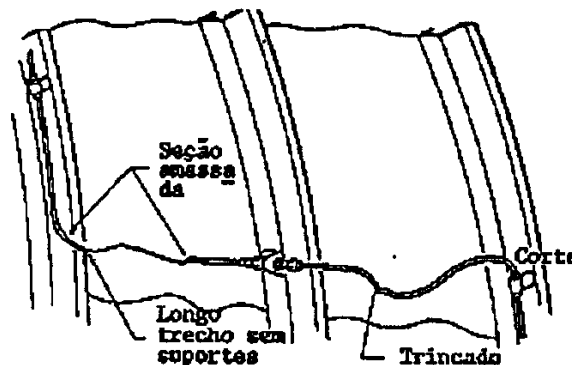


Figura 8-28 Defeitos do elemento sensor

6. As porcas nos terminais dos elementos sensores (figura 8-30) deverão ser inspecionadas quanto ao aperto e freamagem. As porcas frouxas deverão ser apertadas para o valor de torque especificado pelas instruções do fabricante. Alguns tipos de juntas de conexão de elementos sensores requerem o uso de juntas de atrito de cobre. Essas juntas deverão ser substituídas todas as vezes que a conexão for desfeita.

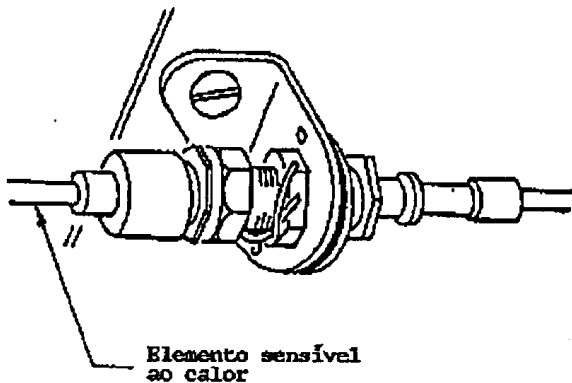


Figura 8-30 Junta conectora fixada à estrutura

7. Se forem usados cabos flexíveis blindados, eles deverão ser inspecionados quanto ao desgaste da malha externa. A blindagem é feita de uma malha de finos fios de metal traçados dentro de uma cobertura, que envolve um fio isolado. Contínuas dobras do cabo ou um tratamento grosseiro poderão partir esses fios finos, especialmente, aqueles próximos das conexões.
8. A rota dos elementos sensores e a fixação devem ser inspecionadas cuidadosamente (figura 8-30). Seções muito longas entre suportes podem permitir excessiva vibração e causar a quebra. A distância entre as braçadeiras de fixação nos espaços retos, deve ser normalmente de 8 a 10 polegadas, conforme a especificação de cada fabricante. O primeiro suporte de fixação após uma conexão, normalmente é colocado entre

4 a 6 polegadas da conexão de junção. Na maioria dos casos, uma reta de 1 polegada é mantida antes e após um conector, para então ser feita uma curva. Um raio de curva de 3 polegadas, normalmente é usado também.

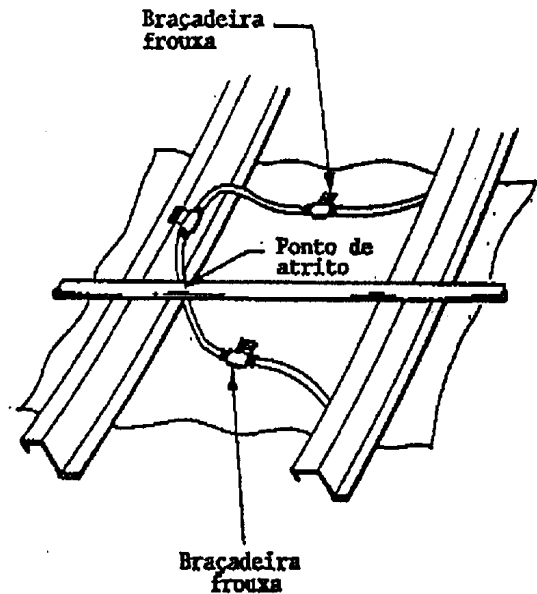


Figura 8-31 Interferência por atrito

9. A interferência entre o elemento sensor e um tirante da nacele pode causar atrito (figura 8-31). Esta interferência pode causar desgaste e curto-circuito no elemento sensor.

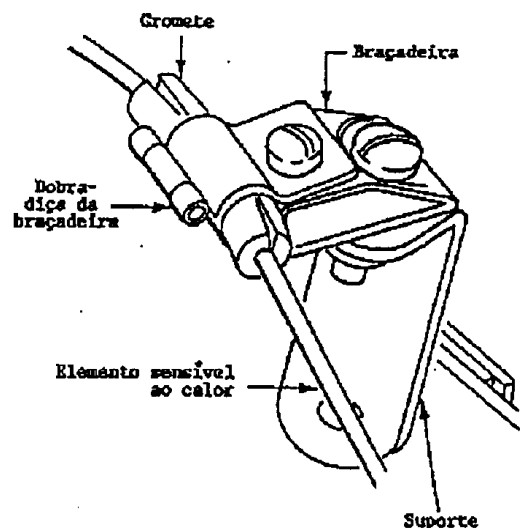


Figura 8-32 Braçadeira típica de fixação do elemento sensor

10. Os anéis isolantes deverão estar instalados no elemento sensor, centralizados com a braçadeira de fixação. O final cortado do isolante deverá estar voltado para a parte curva da braçadeira. As braçadeira e os anéis isolantes deverão fixar o elemento sem danificá-lo (ver a figura 8-32).

PESQUISA DE PANES DO SISTEMA DE DETECÇÃO DE FOGO

Os seguintes procedimentos de pesquisa de panes, representam a maior parte das dificuldades comuns encontradas nos sistemas de detecção de fogo do motor:

1. Alarmes intermitentes são, na maioria das vezes, causados por um curto-circuito intermitente na fiação do sistema detector. Tais curtos podem ser causados por um fio solto ou frouxo que, ocasionalmente, toca em um terminal; um fio desgastado atritando em um membro da estrutura; ou ainda o elemento sensor atritando na estrutura o suficiente para desgastar o isolante. As falhas intermitentes muitas vezes podem ser localizadas pelo movimento dos fios para recriar o curto-circuito.
2. Alarmes de fogo e luzes de aviso acesas podem ocorrer mesmo quando não houver fogo no motor ou condição de superaquecimento. Estes falsos alarmes podem ser mais facilmente localizados pela desconexão do sensor contínuo do motor na unidade de controle. Se o falso alarme cessar quando o sensor for desconectado, a falha é no sensor contínuo que deverá ser examinado nas

áreas que tenham a possibilidade de entrar em contato com as partes quentes do motor. Se nenhuma destas áreas for encontrada, a seção em curto pode ser localizada isolando as conexões dos elementos, consecutivamente, até o final do sensor contínuo.

3. Torções ou dobras acentuadas no elemento sensor podem causar um curto-circuito intermitente entre o fio interno e a tubulação externa. A falha pode ser localizada checando o elemento sensor com um ohmímetro, enquanto aplicar leves batidas nas áreas suspeitas do elemento sensor para produzir o curto.
4. Umidade no sistema de detecção raramente causa um falso alarme de fogo. Se, no entanto a umidade causar um alarme, o aviso persistirá até que a contaminação seja removida ou desapareça com o calor, e a resistência do sensor retorne ao seu valor normal.
5. Falha em obter um sinal de alarme, quando o interruptor de teste é atuado, pode ser causada por um defeito no interruptor de teste ou na unidade de controle, deficiência de energia elétrica, lâmpada indicadora inoperante, uma interrupção no elemento sensor ou na conexão da fiação. Quando o interruptor de teste falha em proporcionar uma condição de alarme, a atuação de um sensor contínuo de dupla fiação pode ser determinada pela abertura do sensor e medição da resistência. Em um sensor contínuo de fiação simples, o condutor central deverá ser ligado à massa.