

SISTEMAS DE TREM DE POUZO DA AERONAVE

Tipos de Trem de Pouso

Os trens de pouso suportam o peso total da aeronave durante as operações de aterrissagem e de manobras em solo. Eles são presos aos membros estruturais básicos da aeronave. O tipo do equipamento depende do modelo da aeronave e sua utilização desejada. A maioria dos trens de pouso possuem rodas para facilitar a operação para e a partir de superfícies consistentes, como as pistas dos aeroportos. Outros trens de pouso são em forma de esqui, como os encontrados em helicópteros, cestos de balões, e na parte da cauda de alguns aviões taildragger. Aeronaves que operam a partir de lagos congelados ou áreas com neve precisam ser equipadas com esquis. Aeronaves que operam a partir de superfícies aquáticas possuem trens de pouso flutuadores. Independente do tipo de trem de pouso utilizado, equipamentos de absorção de impacto, freios, mecanismos de retração, controles, dispositivos de alerta, cowling fairings, e partes estruturais necessárias para a fixação do trem de pouso à aeronave são considerados partes do sistema de trem de pouso. [Figura 13-1]

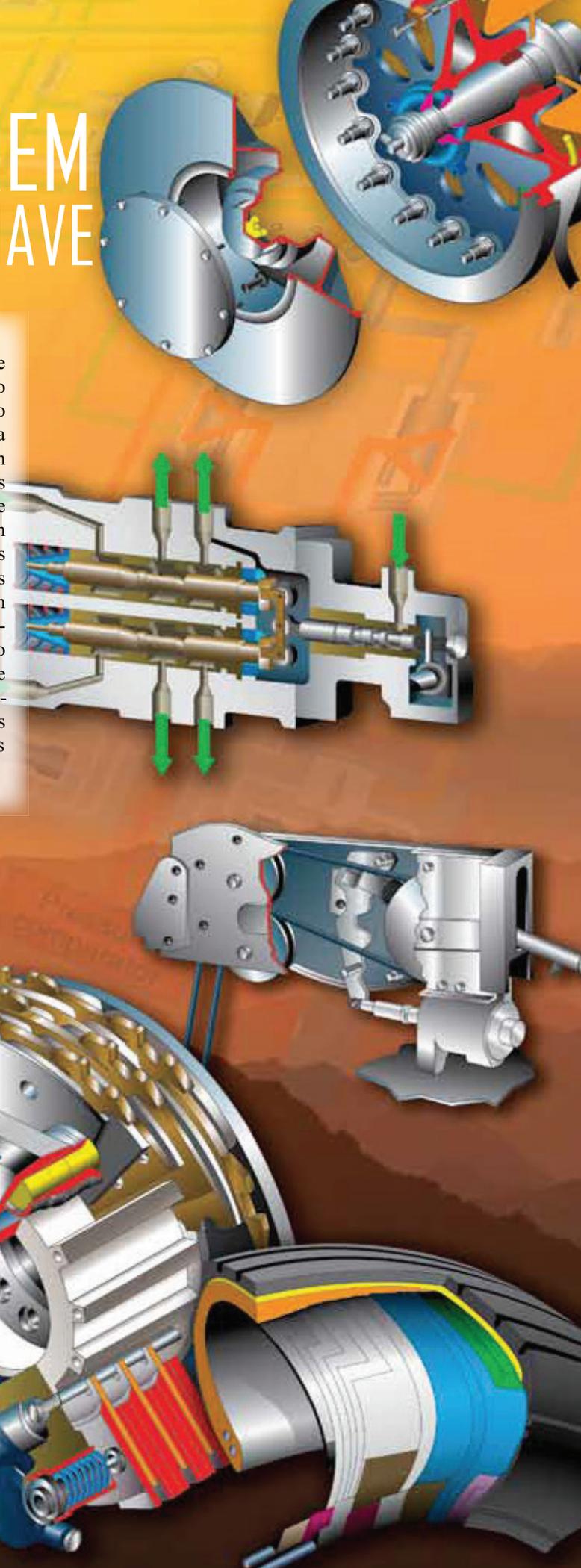




Figura 13-1. Tipos básicos de trem de pouso são os do tipo com rodas (a), esquis (b) (c) e flutuadores (d).

Podemos encontrar diversos tipos de trem de pouso, e a combinação de diferentes tipos também é possível. Aeronaves do tipo anfíbio são projetadas com trem de pouso que permite o pouso tanto na água quanto em terra firme. O equipamento possui flutuadores para aterrissagem na água com rodas salientes para o pouso em superfícies sólidas. Um sistema parecido é usado para permitir a utilização de esquis e rodas em aeronaves que operam em superfícies escorregadias, congeladas ou pista seca. Normalmente os esquis são retráteis para permitir que apenas as rodas sejam usa-

das, quando necessário. A Figura 13-2 ilustra este tipo de trem de pouso.

OBSERVAÇÃO: Existem referências a trens de pouso auxiliares. Eles se referem aos localizados no nariz, cauda ou do tipo outrigger, em aeronaves específicas. Os trens de pouso principais são os dois ou mais equipamentos maiores localizados próximo ao centro de gravidade da aeronave.



Figura 13-2. Aeronave anfíbio com rodas retráteis (esquerda) e aeronave com esquis retráteis (direita).

Disposição do Trem de Pouso

Existem três configurações básicas para os trens de pouso: tail wheel-type landing gear (também conhecido como trem de pouso convencional), tandem ou em linha, e o triciclo.

Tail Wheel-Type Landing Gear

Tail wheel-type landing gear também é conhecido como convencional porque muitas das aeronaves mais antigas possuem esse tipo de configuração. O equipamento principal é localizado na frente do centro de gravidade, fazendo com que a cauda precise ser apoiada por um terceiro conjunto de roda. Alguns modelos mais antigos de aeronaves utilizavam um esqui ao invés da roda na cauda. Isso faz com que a aeronave diminua de velocidade ao aterrissar e também oferece estabilidade direcional. O ângulo resultante na fuselagem da aeronave, quando equipada com um trem de pouso convencional, permite a utilização de um longo propulsor que compensa os modelos de motores antigos menos potentes. A desobstrução na parte dianteira da fuselagem, proporcionada pelo tipo de trem de pouso convencional é também uma vantagem

quando a aeronave opera em pistas não pavimentadas. É por essa razão que as aeronaves, hoje em dia, são fabricadas com esse tipo de trem de pouso, e também devido a economia de peso relacionada a leveza do peso do equipamento. [Figura 13-3]

A proliferação de pistas sólidas tem tornado os esquis obsoletos em relação às rodas. O controle direcional é mantido através de frenagem diferencial até que a aeronave seja capaz de ser controlada através do leme. Uma roda dirigível na cauda, conectada por cabos ao leme ou pedais do leme também é comum, com molas incorporadas para amortecimento. [Figura 13-4]

Trem de Pouso Tandem

São poucas as aeronaves que possuem o trem de pouso do tipo tandem. Este tipo de trem de pouso possui os trens de pouso principal e de cauda alinhados em um eixo longitudinal na aeronave. Os planadores normalmente usam este tipo de trem de pouso, apesar de que alguns possuam apenas um equipamento na fuselagem com um esqui sob a cauda. Alguns bombardeiros militares como o B-47 e o B-52 possuem



Figura 13-3. Configuração de trem de pouso tail wheel em um DC-3 (esquerda) e um STOL Maule MX 7-235 Super Rocket.



Figura 13-4. Roda da cauda dirigível de um Pitts Special.



Figura 13-5. O trem de pouso tandem ao longo do eixo longitudinal da aeronave permite a utilização de asas flexíveis em planadores (esquerda) e seleciona aeronaves militares como o B-52 (centro). O VTOL Harrier (direita) possui trem de pouso tandem com outrigger-type gear.



Figura 13-6. Trem de pouso triciclo com duas rodas principais em um Learjet (esquerda) e em um Cessna 172, também com trem de pouso triciclo (direita).

o trem de pouso tandem, assim como o avião espião U2. O VTOL Harrier possui o trem de pouso tandem, mas utiliza um pequeno outrigger gear sob a asa para apoio. Normalmente a utilização de trens de pouso sob a fuselagem facilita a utilização de asas bastante flexíveis. [Figura 13-5]

Trem de Pouso Triciclo

A configuração de trem de pouso mais comum é a do tipo triciclo. Ele é composto de um equipamento principal e um no nariz. [Figura 13-6]

O trem de pouso do tipo triciclo é utilizado em aeronaves grandes e pequenas com os seguintes benefícios:

1. Permite que mais força seja aplicada aos freios sem embicar ao frear, o que possibilita velocidades maiores na aterrissagem.
2. Proporciona melhor visibilidade a partir da cabine de voo, especialmente durante aterrissagem e manobras em solo.
3. Evita a aeronave de fazer ground-looping. Como o centro de gravidade da aeronave fica para frente

do trem de pouso, a força que atua sobre o centro de gravidade tende a forçar a aeronave para frente ao invés de rodopiar, como acontece com o tail wheel-type landing gear.

Poucas aeronaves com trem de pouso triciclo não permitem o controle do equipamento no nariz. Ele simplesmente casters conforme a manobra é executada com frenagem diferencial durante o taxiamento. No entanto, quase todas as aeronaves possuem trem de pouso do nariz dirigível. Em aeronaves de pequeno porte o trem de pouso do nariz é direcionado através de uma conexão mecânica aos pedais do leme. Aeronaves mais pesadas utilizam uma força hidráulica para direcionar o trem de pouso do nariz. O controle é alcançado através de uma alavanca independente na cabine de comando. [Figura 13-7]

O equipamento principal em uma configuração de trem de pouso triciclo é preso a uma estrutura reforçada na asa ou na fuselagem. O número e localização das rodas do trem de pouso principal variam. Muitos possuem duas ou mais rodas. [Figura 13-8]

Várias rodas espalham o peso da aeronave em uma área maior, e também oferecem uma margem de segurança maior no caso de uma falhar. Aeronaves de grande por-

te podem utilizar quatro ou mais conjuntos de rodas em cada equipamento principal. Quando mais do que duas rodas são colocadas em uma estrutura de trem de pouso e o mecanismo de fixação é conhecido como truque (*bogie*). O número de rodas incluídas em um truque é uma função do peso bruto projetado da aeronave e o tipo de superfície na qual a aeronave carregada deve aterrissar. A Figura 13-9 ilustra um truque triplo no trem de pouso de um Boeing 777.

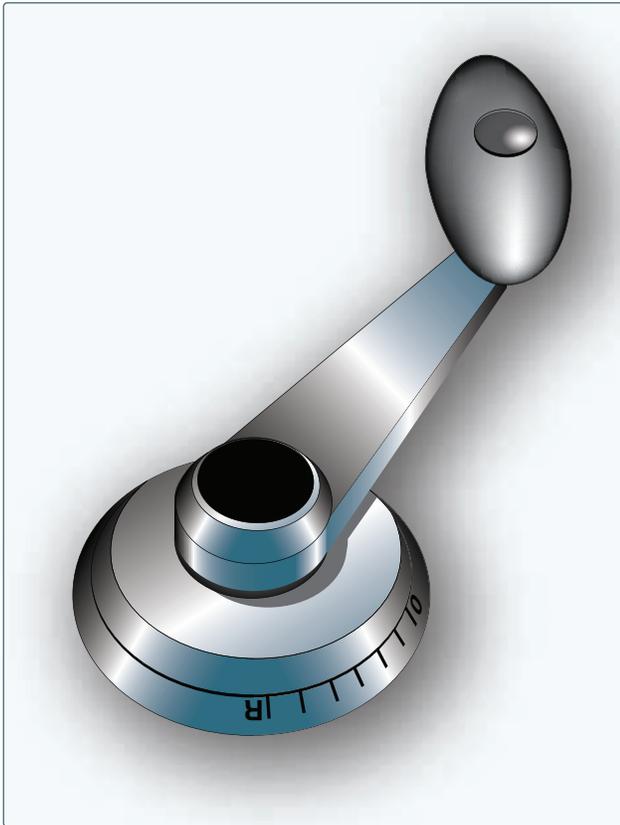


Figura 13-7. Alavanca dirigível do trem de pouso do nariz, localizado na cabine de comando.

A configuração de trem de pouso do tipo triciclo consiste de muitos conjuntos e peças, incluindo: amortecedores a ar ou óleo, unidades de alinhamento, unidades de apoio, dispositivos de retração e segurança, sistemas de direcionamento, conjunto de rodas e freios, etc. O trem de pouso principal de uma aeronave da categoria de transporte está ilustrado na Figura 13-10, com muitas das peças identificadas com a nomenclatura adequada.

Trem de Pouso Fixo e Retrátil

Outra classificação dos trens de pouso refere-se duas categorias: fixo e retrátil. Muitas aeronaves pequenas do tipo monomotor e algumas do tipo bimotor pos-

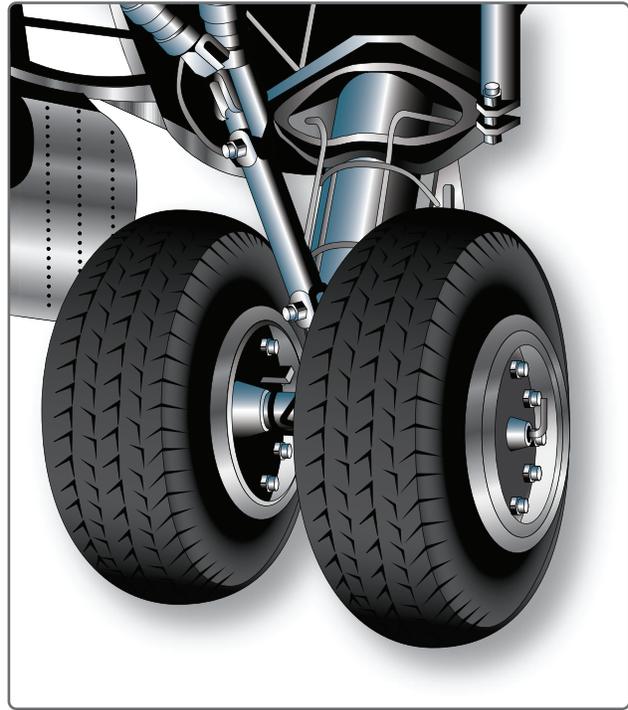


Figura 13-8. Trem de pouso duplo de um conjunto do tipo triciclo.



Figura 13-9. Trem de pouso principal com triplo truque em um Boeing 777.

suem trem de pouso fixo. Isto quer dizer que o equipamento é fixo à estrutura da aeronave e permanece exposto à corrente de ar durante o voo. Conforme abordado no Capítulo 2 deste manual, conforme a velocidade da aeronave aumenta, também aumenta o arrasto parasita. Mecanismos para retrain e alojar o trem de pouso para eliminar o arrasto parasita adicionam peso à aeronave. Em aeronaves mais lentas o peso adicional é prejudicial e não é compensado pela redução no arrasto, então é preferível o uso de trem de pouso fixo. Conforme a velocidade da aeronave aumenta, o arrasto causado pelo trem de pouso fica maior, exigindo um meio de retrain-lo para eliminar o arrasto parasita, apesar do aumento de peso com o mecanismo.

Uma grande parcela do arrasto parasita gerado pelo trem de pouso das aeronaves mais leves pode ser reduzido com a construção de trens de pouso mais aerodinâmicos, e com a adição de carenagem ou calotas nas rodas para uniformizar o fluxo de ar que passa pelas partes protuberantes. Um perfil menor e mais suave contra o vento reduz significativamente o arrasto parasita do trem de pouso. A Figura 13-11 ilustra o trem de pouso de um avião Cessna, sendo o mesmo utilizado por fabricantes de muitos aviões de pequeno porte. O amortecedor com perfil fino combinado com a carenagem no conjunto de rodas e freios aumentam a performance do trem de pouso fixo e mantém o arrasto parasita ao mínimo.

Os trens de pouso retráteis são alojados na fuselagem ou compartimentos nas asas durante o voo. Nesta condição o trem de pouso fica fora da corrente de ar e não causa arrasto parasita. A maioria dos equipamentos retráteis possuem um painel acoplado que se encaixa a superfície da aeronave quando o trem de pouso está totalmente retraído. [Figura 13-12] outras aeronaves possuem portas que se abrem, permitindo o equipamento sair ou entrar, e então se fecham novamente.

OBSERVAÇÃO: O arrasto parasita causado pelo trem de pouso estendido pode ser utilizado pelo piloto para reduzir a velocidade da aeronave. A exposição e retração da maior dos trens de pouso é normalmente realizada com um sistema hidráulico. Os sistemas de retração de trem de pouso são abordados mais adiante neste capítulo.

Trem de Pouso com Absorção de Impacto e Sem Absorção de Impacto

Além de ser um apoio à aeronave para o taxiamento, a força do impacto da aeronave durante a aterrissagem precisa ser controlado pelo trem de pouso. Isto é feito de duas maneiras: 1) a energia do impacto é modificada e transferida através da estrutura em uma taxa e tempo de modo diferente do que um único golpe de impacto, e 2) o impacto é absorvido através da conversão da energia em energia térmica.

Leaf-Type Spring Gear

Muitas aeronaves utilizam um amortecedor flexível de aço, alumínio ou outro composto que recebe o impacto da aterrissagem e retorna-o para a estrutura da aeronave para ser dissipado a uma intensidade que não seja prejudicial. O equipamento inicialmente flexiona e a força recebida é transferida quando ele retorna a

sua posição original. [Figura 13-13] O exemplo mais comum deste tipo de trem de pouso que não absorve impacto são os milhares de aviões monomotores Cessna. O eixo desses trens de pouso é feito de um material composto mais leve e com grande flexibilidade, e não corroem.

Rígido

Antes do desenvolvimento de curved spring steel landing struts, muitas das aeronaves mais antigas eram projetadas com barras de trem de pouso de aço soldadas. A transferência da carga do impacto para a aeronave é direta neste modelo. A utilização de pneus auxilia no amortecimento da carga de impacto. [Figura 13-14] Aeronaves modernas que utilizam trem de pouso do tipo esqui utilizam um trem de pouso rígido sem efeitos nocivos significantes. O rotorcraft, por exemplo, normalmente executa aterrissagens de baixo impacto que são diretamente absorvidos pela estrutura do avião através do trem de pouso rígido (esquis).

Cabos Elásticos

É comum a utilização de cabos elásticos em trens de pouso sem absorção de impacto. A geometria do equipamento permite com que o conjunto amortecedor envergue quando recebe o impacto da aterrissagem. Os cabos elásticos são posicionados entre a estrutura rígida da aeronave e o flexing gear assembly para receber as cargas e retorná-las para a aeronave a uma intensidade que não cause danos. Os bungees são constituídos de diversas pequenas tramas individuais de borracha elástica que precisam ser regularmente inspecionados para verificar sua condição. Almofadas de borracha sólida no formato de argolas também são usados no trem de pouso de algumas aeronaves. [Figura 13-15]

Amortecedores

A verdadeira absorção de impacto ocorre quando a energia do impacto da aterrissagem é convertida em energia térmica, como ocorre no amortecedor de um trem de pouso. Este é o método mais comum de dissipação de impacto de aterrissagem na aviação. Ele é utilizado em aeronaves de todos os tamanhos. Amortecedores são unidades hidráulicas self-contained que sustentam a aeronave em solo e protegem a estrutura durante a aterrissagem. Eles precisam ser inspecionados e receber manutenção regularmente para assegurar sua devida operação.

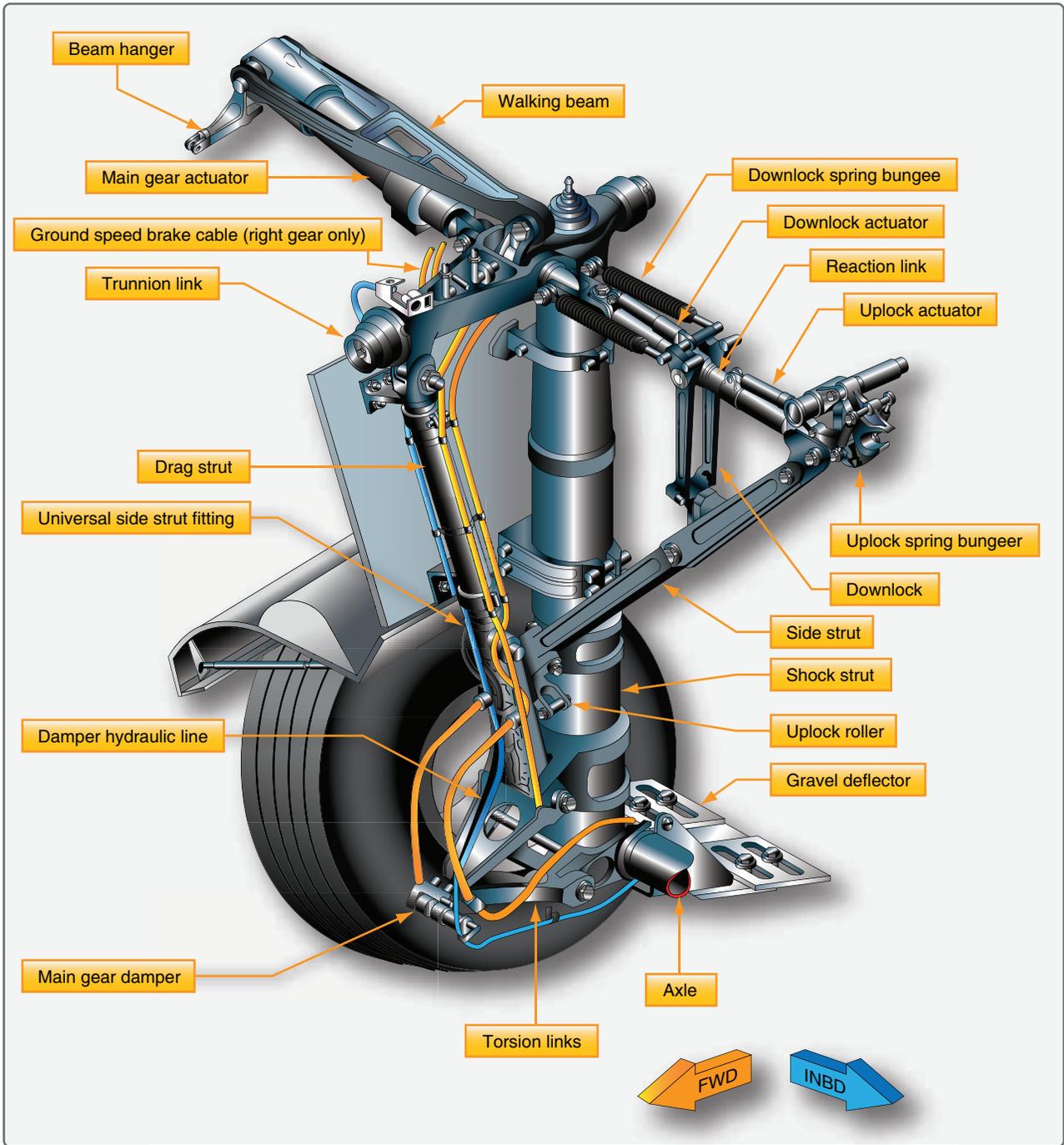


Figura 13-10. Nomenclatura de um truque de trem de pouso principal.



Figura 13-11. Carenagens de rodas ou calotas e barras de perfil baixo reduzem o arrasto parasita em aeronaves com trem de pouso fixo.

Existem muitos modelos diferentes de amortecedores, mas a maioria delas opera de maneira similar. O que trazemos aqui é uma abordagem geral. Para informações quanto a construção, operação e manutenção de um amortecedor específico consulte as instruções de manutenção do fabricante.

Um típico amortecedor pneumático/hidráulico utiliza ar comprimido ou nitrogênio combinado com fluido hidráulico para absorver e dissipar as cargas do impacto. Ele é também chamado de amortecedor ar/óleo. Um amortecedor é constituído de dois cilindros ou tubos telescópicos fechados nas extremidades. O cilindro superior é fixado à aeronave e não se move. O cilindro inferior é chamado de pistão e desliza para dentro e para fora do cilindro superior, formando assim duas câmaras. A câmara inferior é preenchida de fluido hidráulico e a câmara superior é preenchida de ar comprimido ou nitrogênio. Um orifício localizado entre os dois cilindros oferece uma passagem para que o fluido da câmara inferior possa entrar no cilindro na câmara superior quando a haste é comprimida. [Figura 13-16]



Figura 13-13. Estruturas de absorção de impacto feitas de aço, alumínio ou material composto transferem as forças do impacto da aterrissagem para a estrutura da aeronave a uma intensidade que não causa dano.



Figura 13-14. Trem de pouso de aço maciço usado em muitas aeronaves antigas.

A maioria dos amortecedores emprega um pino medidor, parecido com o que aparece na Figura 13-16, para controlar a intensidade de fluido que passa da câmara inferior para a câmara superior. Durante o impacto, a intensidade do fluxo de fluido não é constante. Ele



Figura 13-12. Trem de pouso retrátil de um Boeing 737 alojado na fuselagem. Painéis fixos no equipamento proporcionam um fluxo de ar suave nas barras. Os conjuntos de rodas mate with seals para oferecer um fluxo aerodinâmico sem portas.



Figura 13-15. Piper Cub bungee Cord landing gear transfere a carga da aterrissagem à estrutura da aeronave (esquerda e centro). Rubber, donut-type shock transfer é utilizado em algumas aeronaves Mooney (direita).

é automaticamente controlado pela tampa do pino medidor no orifício. Quando a parte mais estreita do pino está no orifício mais fluido pode passar para a câmara superior. Conforme o diâmetro da parte do pino medidor no orifício aumenta, menos fluido passa. A pressão gerada pela compressão do amortecedor e do fluido hidráulico sendo forçado através do orifício do medidor gera calor. Este calor é convertido em energia de impacto. Ele é dissipado através da estrutura do amortecedor.

Em alguns tipos de amortecedor é necessária a utilização de um tubo medidor. O conceito operacional é o mesmo do pino medidor, com a exceção de que furos no tubo medidor controlam o fluxo de fluido a partir da parte de baixo da câmara para a parte de cima durante a compressão. [Figura 13-17]

O amortecedor tende a estender-se rapidamente com a rebatida da compressão. Isto pode resultar em um impacto agudo e danificar o amortecedor. É normal que os amortecedores sejam equipados com dispositivos de apoios para evitar que isso aconteça. Uma válvula ou tubo de retração no pistão restringe o fluxo de fluido quanto o amortecedor se estende o que diminui o movimento e previne danos causados por impactos mais fortes.

A maioria dos amortecedores é equipada com um eixo como parte do cilindro inferior para que seja possível a instalação de rodas. Os amortecedores sem um eixo integral possuem protuberâncias nas pontas do cilindro inferior para a instalação do conjunto do eixo. Conexões adequadas são fornecidas na parte superior do cilindro do amortecedor para prendê-lo à estrutura da aeronave. [Figura 13-18]

A parte superior do cilindro do amortecedor normalmente contém um conjunto de encaixe de válvula. Ele fica localizado próximo ao topo do cilindro. A válvula é um meio de preencher o amortecedor com fluido hidráulico e inflá-lo com ar ou nitrogênio, conforme especificado pelo fabricante. Uma bucha de vedação é usada para selar a conexão deslizante entre as partes superior e inferior do cilindro telescópico. Ela é instalada na abertura do cilindro externo. Também é colocado um anel na bucha de vedação em um groove in the lower bearing or gland nut na maioria dos amortecedores. Ela é projetada para evitar o deslizamento da superfície do pistão carregue sujeira, lama, gelo e neve para dentro da bucha no cilindro superior. A limpeza regular das partes expostas do amortecedor diminui a possibilidade de danos na bucha de vedação, o que poderia levar a vazamento da estrutura.

Para manter o pistão e rodas alinhados a maioria dos amortecedores é equipada com torque links ou torque arms. Uma das pontas do link é colocada no cilindro superior fixo. A outra ponta é colocada no cilindro inferior (pistão), portanto não pode girar. Isto mantém as rodas alinhadas. Os links também retém o pistão na ponta da parte superior do cilindro quando o amortecedor está estendido, como na condição após a decolagem. [Figura 13-19]

Os amortecedores do trem de pouso do nariz possuem um locating can assembly para manter o equipamento alinhado. Uma cam protusion é colocada na parte inferior do cilindro e um mating lower cam recess é encaixado na parte superior do cilindro. Estes cams se alinham a roda e o conjunto do eixo in the straight-ahead position quando o amortecedor está totalmente estendido. Isto permite a roda do nariz entrar no

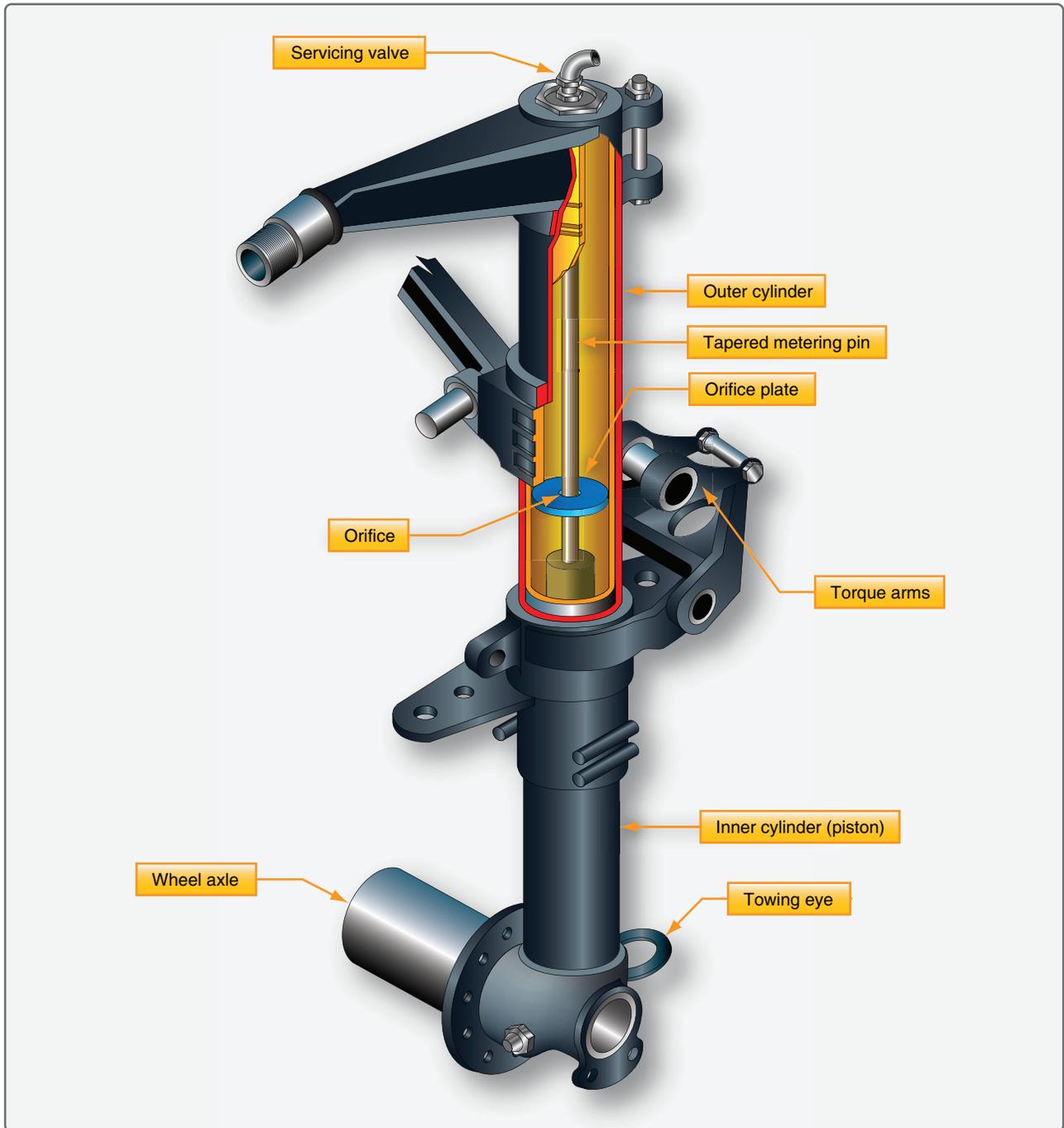


Figura 13-16. Amortecedor de um trem de pouso com um pino medidor para controlar o fluxo de fluido hidráulico da câmara inferior para a câmara superior durante a compressão.

seu compartimento quando o trem de pouso do nariz está retraído e evita danos estruturais à aeronave. Ele também alinha as rodas com o eixo longitudinal da aeronave antes da aterrissagem quando o amortecedor está totalmente estendido. [Figura 13-20] Muitos amortecedores localizados no nariz da aeronave possuem conexões para a instalação de um external shimmy damper. [Figura 13-21]

O amortecedor localizado no trem de pouso do nariz é frequentemente equipado com uma trava ou pino de desconexão para permitir uma manobra rápida da aeronave enquanto estiver sendo rebocada ou posicionada em uma rampa ou no hangar. O desengate deste pino permite ao wheel fork spindle em algumas aeronaves a girar 360°, possibilitando assim a aeronave girar em um raio pequeno. Em nenhuma circunstância a roda do nariz de nenhuma aeronave deve girar além das linhas limite marcada na estrutura do avião.

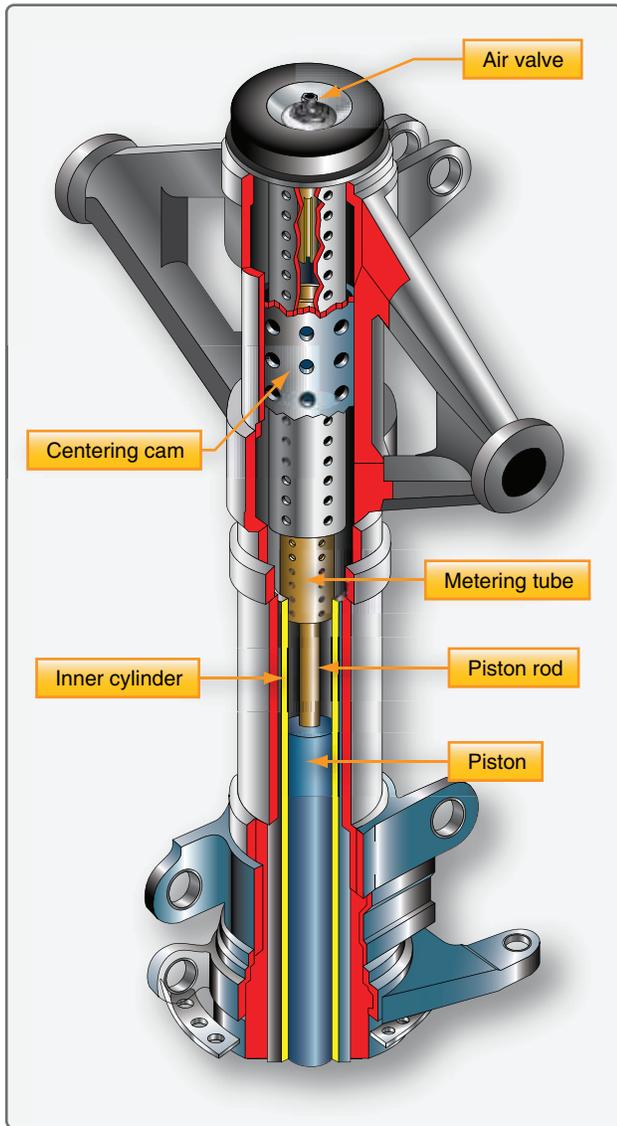


Figura 13-17. Alguns amortecedores de trem de pouso utilizam um tubo de medição interno ao invés de um pino para controlar o fluxo de fluido do cilindro inferior para o superior.

O amortecedor do nariz e principal em muitas aeronaves também é equipado com pontos para engate de cavaletes e de reboque. Os cavaletes devem sempre ser colocados nos pontos determinados. Ao rebocar é preciso colocar as barras de reboque apenas nesses engates. [Figura 13-22]

Os amortecedores contêm uma placa de instrução que dá informações para o preenchimento da estrutura com fluido e para inflá-lo. A placa de instrução é normalmente presa próximo ao orifício de entrada e conjunto de válvula de ar. Ela especifica o tipo correto de fluido hidráulico utilizado na estrutura e a pressão com o qual precisa ser inflado. É de suma importância conhecer essas instruções antes de preencher os amortecedores.

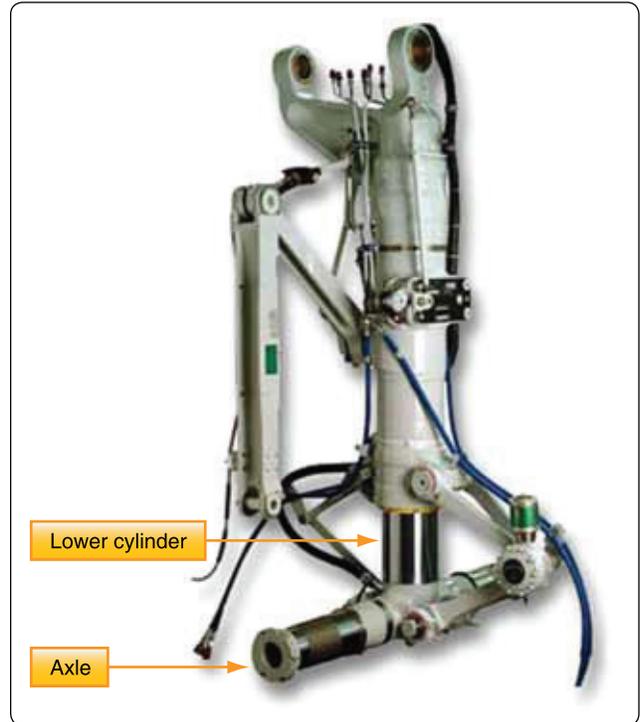


Figura 13-18. Eixos fabricados com o mesmo material do cilindro inferior do trem de pouso.



Figura 13-19. Torque links alinham o trem de pouso e retém o pistão no cilindro superior quando o amortecedor está estendido.

Operação do Amortecedor

A Figura 13-23 ilustra a construção interna de um amortecedor. As setas mostram o movimento do fluido durante a compressão e extensão do amortecedor. A compressão do amortecedor começa assim que as rodas da aeronave tocam o solo. Conforme o centro da

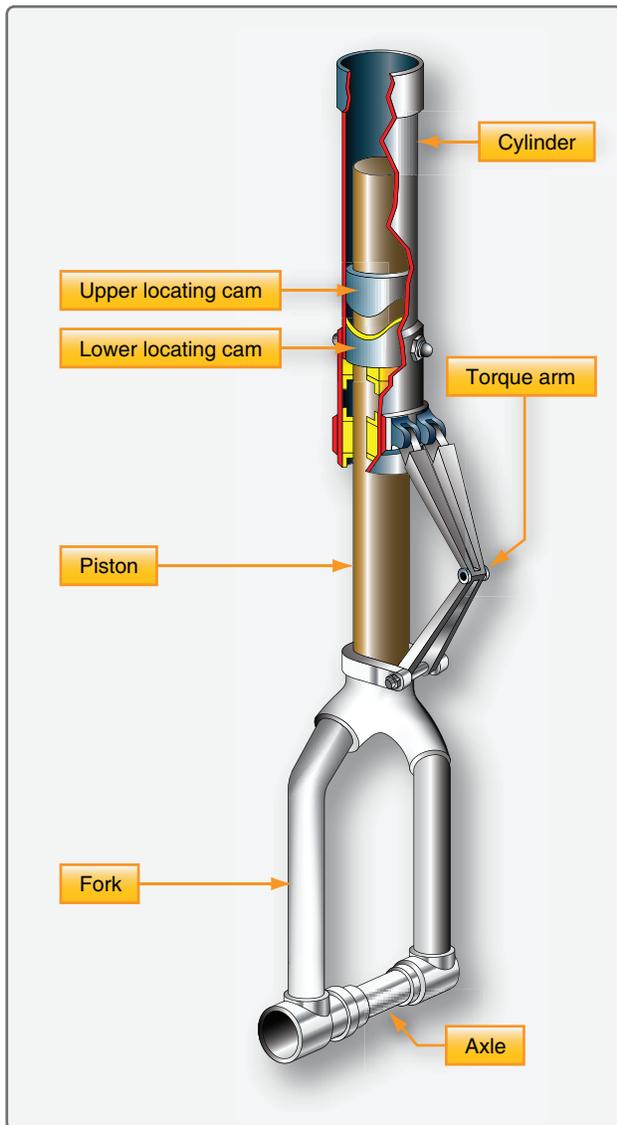


Figura 13-20. An upper locating cam mates into a lower cam recess quando o amortecedor do trem de pouso está estendido antes da aterrissagem e antes do equipamento ser retraído para dentro do compartimento da roda.

massa da aeronave se move para baixo, o amortecedor comprime e o cilindro ou pistão inferior é forçado para cima para dentro do cilindro superior. O pino de medição é então movido para cima através do orifício. O taper do pino controla a intensidade de fluido da parte de baixo do cilindro para o cilindro de cima em todos os pontos durante a compressão. Desta maneira uma maior quantidade de calor é dissipada através das paredes do amortecedor. No final o impacto para baixo o ar comprimido na parte de cima do cilindro é comprimido até o limite de compressão do amortecedor com o mínimo de impacto. Durante operações de taxiamento, o ar nos pneus e no amortecedor cominam para amenizar ondulações.



Figura 13-21. Um shimmy damper ajuda a controlar as oscilações do trem de pouso do nariz.

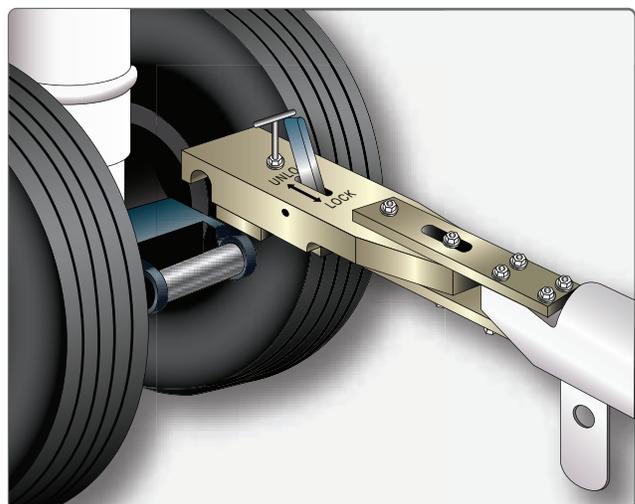


Figura 13-22. Um engate para reboque no trem de pouso serve para engatar uma barra para reboque.

Fluido insuficiente ou ar dentro do amortecedor faz com que a compressão não seja devidamente controlada. O amortecedor pode bottom out, fazendo com que a força do impacto sobre ele seja transferida diretamente para a estrutura da aeronave através da estrutura metálica da peça. Em um amortecedor em boas condições e com boa manutenção o extension stroke da operação do amortecedor ocorre no final da compression stroke. A energia armazenada no cilindro de ar comprimido superior faz com que a aeronave comece a se mover para cima em relação ao solo, abaixando o cilindro do amortecedor conforme ele

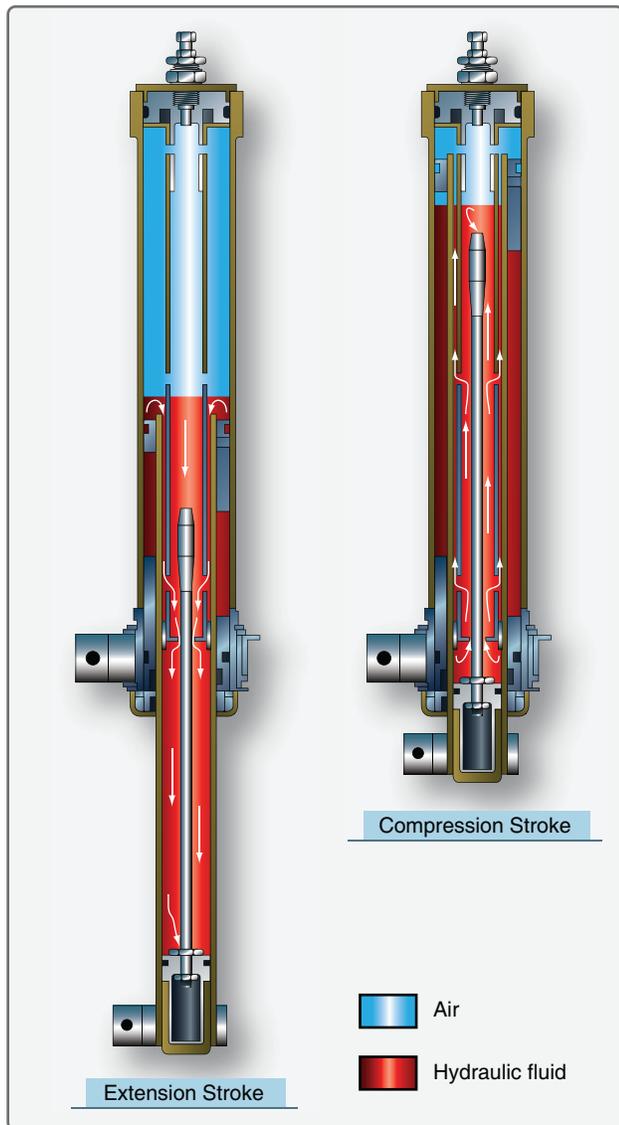


Figura 13-23. O fluxo de fluido durante a operação do amortecedor é controlado pelo taper do pino de medição no orifício do amortecedor.

tenta voltar a sua posição normal. O fluido é forçado de volta para dentro do cilindro inferior através de orifícios restritivos. The snubbing of fluid flow during the extension stroke dampens the strut rebound and reduces oscillation caused by the spring action of the compressed air. Uma manga, espaçador ou anel contendor incorporado ao amortecedor limita a extensão do conjunto.

A operação eficiente do amortecedor exige que sejam mantidos fluido e pressão de ar adequados. Para verificar o nível de fluido a maioria dos amortecedores precisa ser esvaziada e comprimidas na sua posição de compressão total. Esvaziar um amortecedor pode ser uma operação perigosa. O técnico precisa conhe-

cer muito bem o procedimento de trabalho com a válvula de alta pressão que se encontra na parte de cima o cilindro superior do amortecedor. Consulte o manual do fabricante para saber sobre as técnicas adequadas de esvaziamento do amortecedor em questão e siga todas as medidas de segurança necessárias.

A Figura 13-24 mostra os dois tipos comuns de válvulas de alta pressão. A válvula AN6287-1 da Figura 13-24^a possui um conjunto de núcleo e é classificada como 3.000 libras por polegada quadrada (psi). No entanto, o núcleo sozinho é classificado como somente 2.000 psi. Já a válvula MS28889-1 da Figura 13-24B não possui núcleo e é classificada como 5.000 psi. The swivel nut na válvula AN6287-1 é menor que do que o valve body hex. O swivel nut da MS28889-1 é do mesmo tamanho do valve body hex. Os swivel nuts nas duas válvulas engage threads on an internal stem que solta ou aperta o stem da válvula to a metal seat.

Manutenção de Amortecedores

Os seguintes procedimentos são comuns no esvaziamento e reabastecimento de fluido hidráulico e ar comprimido em amortecedores.

1. Posicione a aeronave de maneira com que os amortecedores fiquem em posição normal de operação em solo. Assegure-se de que o pessoal, estações de trabalho e outros obstáculos não estejam próximos da aeronave. caso o procedimento de manutenção exija, suspenda o avião em macacos (ou cavaletes).
2. Retire a tampa da válvula de manutenção. [Figura 13-25A]
3. Verifique se o swivel nut está apertado.
4. Se a válvula de manutenção possui um núcleo, pressione-o para liberar a pressão de ar que possa ter ficado presa sob o núcleo no corpo da válvula. [Figura 13-25B] Posicione-se sempre ao lado da trajetória de qualquer válvula no caso de soltá-la, pois devido a pressão exercida pela pressão do ar ela pode causar sérios danos.
5. Solte o swivel nut. Nas válvulas com um núcleo (AN2687-1) dê uma volta no swivel nut (no sentido anti-horário). Com a utilização de

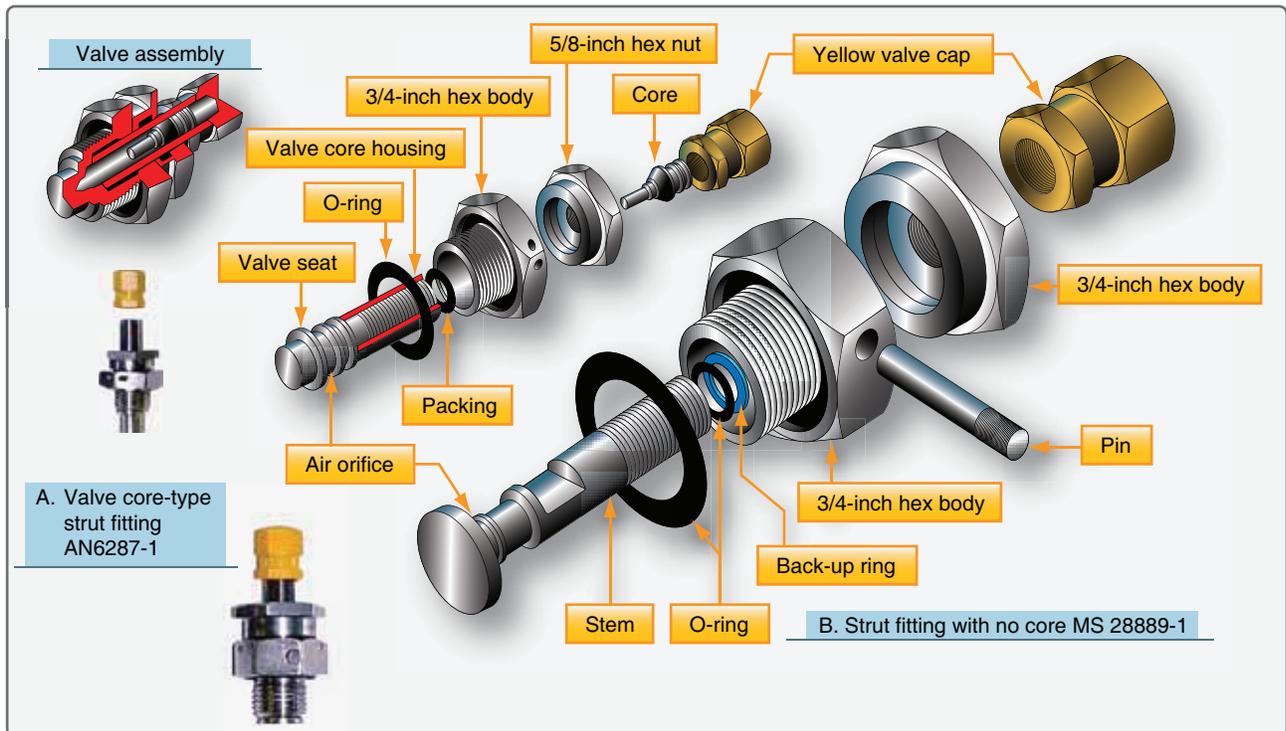


Figura 13-24. Encaixes de válvulas com núcleo (A) e válvulas sem núcleo (B) são usados na manutenção de amortecedores de trem de pouso.

uma ferramenta apropriada pressione o núcleo da válvula para liberar todo o ar do amortecedor. Para válvulas sem núcleo (MS28889), gire o swivel nut o suficiente para permitir a saída do ar.

6. Quando todo o ar estiver sido liberado da peça ela precisa ser comprimida completamente. Se a aeronave estiver sobre um macaco ela pode precisar de um macaco hidráulico que possa ser movido de modo a comprimir a haste. [Figura 13-26]
7. Remova o núcleo da válvula AN6287 [Figura 13-25D] com o auxílio de uma ferramenta. [Figura 13-27] Então remova totalmente a válvula de manutenção desparafusando o corpo da válvula da haste. [Figura 13-25E]
8. Preencha a haste com fluido hidráulico aprovado até o nível da entrada da válvula.
9. Reinstale a válvula de manutenção usando um novo anel de vedação. Aperte de acordo com as especificações do fabricante. No caso de válvulas AN2687-1, instale um novo núcleo.
10. Infe a haste. Para este procedimento aparafuse um threaded fitting de uma fonte controlada

de ar comprimido ou nitrogênio na válvula de serviço. Controle o fluxo com um swivel nut. A correta quantidade a ser inflada é medida em psi em algumas hastes. Outros fabricantes especificam que a haste deve ser inflada até que a haste inferior se estenda até uma certa altura. Siga sempre a instrução do fabricante. Os amortecedores devem ser inflados lentamente para evitar sobreaquecimento.

11. Uma vez inflados, aparte o swivel nut conforme especificado.
12. Remova a mangueira utilizada no procedimento e aperte com o dedo a tampa da válvula para tampá-la.

Sangria de Amortecedores

É possível que seja necessário sangrar um amortecedor durante a operação de manutenção ou quando o ar fica preso dentro do amortecedor com fluido hidráulico. Isso pode ocorrer quando a quantidade de fluido na haste é baixa. A sangria é normalmente feita com a aeronave sobre macacos para facilitar as repetidas extensões e compressões necessárias para expelir todo o ar da haste. A seguir está um exemplo de procedimento de sangria de amortecedor.

1. Monte e engate uma mangueira para sangria

que tenha um encaixe adequado para que a conexão com a entrada da válvula de manutenção na estrutura do amortecedor fique firme.

2. Suspenda a aeronave até que os amortecedores fiquem totalmente estendidos.
3. Libere a pressão de ar do amortecedor.
4. Remova o conjunto da válvula de manutenção.
5. Preencha a haste até o nível da entrada de manutenção com fluido hidráulico aprovado.
6. Engate a mangueira para sangria na entrada de

manutenção e coloque a outra ponta da mangueira em um recipiente para fluido hidráulico limpo. A ponta da mangueira deve permanecer abaixo da superfície do fluido.

7. Coloque um exerciser jack ou outro macaco embaixo do ponto de içamento do amortecedor. Comprima e estenda a haste completamente para subir ou baixar o macaco. Continue este procedimento até que não sejam mais formadas bolhas de ar no recipiente com fluido hidráulico. Comprima a haste lentamente e deixe-a que se estenda com seu próprio peso.
8. Remova o exerciser jack. Abaixue a aeronave e

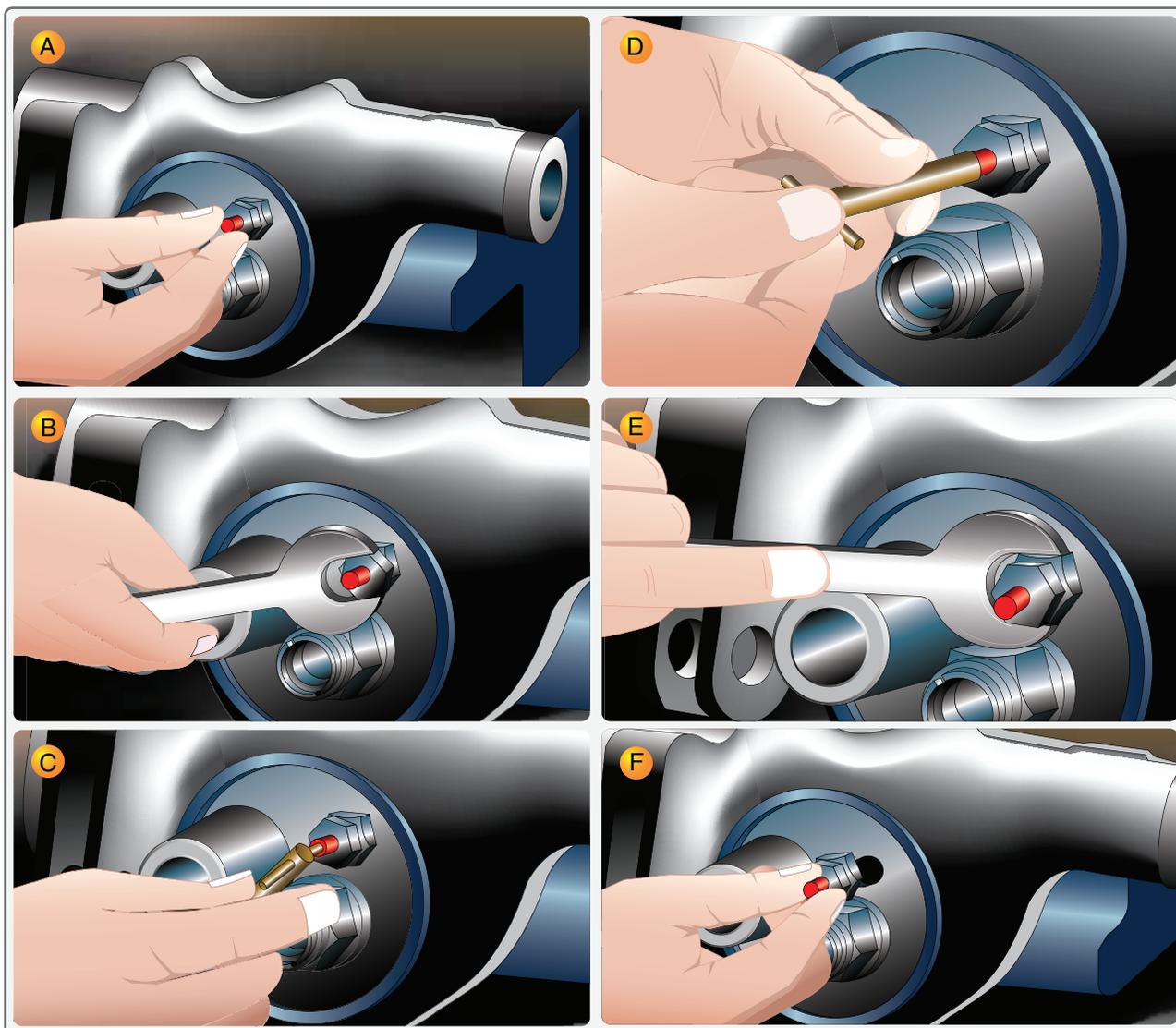


Figura 13-25. Os passos para o procedimento de manutenção de amortecedor de trem de pouso incluem liberar o ar da haste e remover a válvula de manutenção do topo da haste para permitir a introdução de fluido hidráulico. Observe que a haste está ilustrada na horizontal. Em uma instalação real a haste fica na vertical (com o trem de pouso para baixo).

remova os outros macacos.

9. Remova a mangueira de sangria e seu engate da entrada de manutenção da haste do amortecedor.
10. Instale a válvula de manutenção, aperte-a e infle o amortecedor de acordo com as especificações do fabricante.

Alinhamento, Apoio e Retração de Trem de Pouso

Os trens de pouso retráteis possuem uma série de componentes que permitem seu funcionamento, sendo estes, normalmente, os torque links, trunnion e bracket arrangements, drag strut linkages, dispositivos elétricos e hidráulicos de retração, e componentes de travamento, sensores e indicadores. Além desses, o trem de pouso do nariz possui acoplados mecanismos de direcionamento.

Alinhamento

Conforme já mencionado anteriormente, os torque arm e torque links assembly evita a rotação do cilindro inferior em desalinhamento com o eixo longitudinal da aeronave. Em alguns conjuntos de amortecedores isso significa apenas que o pistão fica retido ao cilindro superior. Os link ends são presos ao cilindro fixo superior e o cilindro móvel inferior com um hinge pin no centro para permitir que a haste se estenda e comprima.

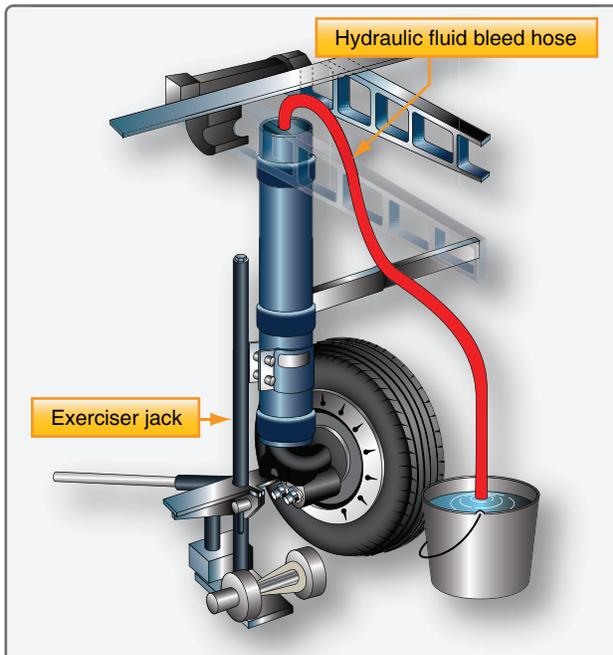


Figura 13-26. O ar que fica preso no fluido hidráulico do amortecedor é sangrado com a movimentação da haste do amortecedor para cima e para baixo enquanto que a outra parte da mangueira fica submersa em um recipiente com fluido hidráulico.



Figura 13-27. Esta ferramenta de válvula possui thread chasers internos e externos, uma ferramenta de remoção/instalação de núcleo de válvula notched, e um tapered end para pressionar o núcleo da válvula ou limpar resíduos.

O alinhamento das rodas de uma aeronave também deve ser levado em consideração. Normalmente ele é estabelecido pelo fabricante e precisa ser apenas observado sempre que a aeronave executar uma aterrissagem mais brusca. As rodas principais da aeronave precisam ser inspecionadas e ajustadas, quando necessário, para manter a cambagem adequada em tow-in e tow-out. Tow-in e tow-out se refere ao caminho que a roda principal toma em relação ao eixo longitudinal ou linha central da aeronave caso ela estivesse destravada. As possibilidades são três. A roda rolaria: 1) paralelo ao eixo longitudinal (alinhada); 2) convergente em relação ao eixo longitudinal (tow-in); ou 3) veer away do eixo longitudinal (tow-out). [Figura 13-28]

As instruções de manutenção do fabricante trazem o procedimento para checagem e ajuste de tow-in ou tow-out. O que segue são procedimentos gerais para a checagem de alinhamento em aeronaves leves. Para assegurar que o trem de pouso está adequadamente posicionado para um teste tow-in/tow-out, especialmente em aeronaves com amortecedor de mola, duas bases de alumínio separadas com graxa são colocadas embaixo de cada roda. Role a aeronave sobre as bases para que o equipamento encontre uma posição de repouso adequada para verificação de alinhamento.

Uma régua é posicionada através dos pneus dianteiros principais logo abaixo da altura do eixo. Uma régua guia é colocada contra a outra régua para criar uma perpendicular que seja paralela ao eixo longitudinal da aeronave. Deslize a régua contra o conjunto da roda para ver se as partes dianteira e traseira do pneu

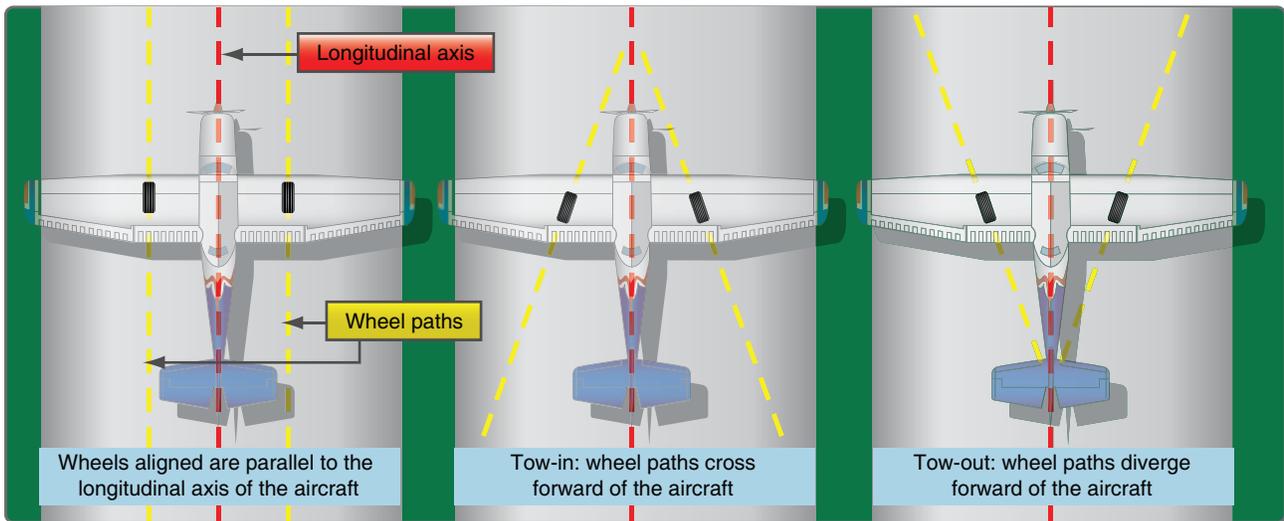


Figura 13-28. Alinhamento de roda em uma aeronave.

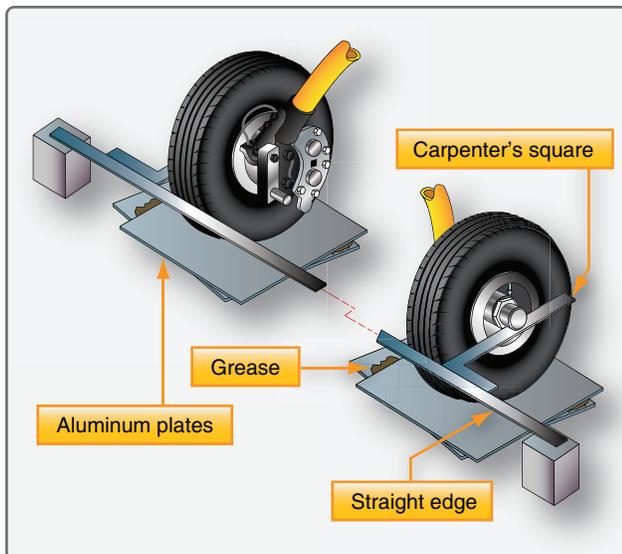


Figura 13-29. Maneira de encontrar o tow-in e tow-out em uma aeronave de pequeno porte com amortecedores com molas.

tocam a régua. Uma folga na frente indica que a roda está towed-in. Uma folga na parte de trás indica que a roda está towed-out. [Figura 13-29]

O cambamento é o alinhamento da roda principal em um plano vertical. Ele pode ser verificado com um bubble protractor colocado contra o conjunto da roda. O cambamento é positivo se o topo da roda se inclina para fora em relação ao plano vertical. Quando o cambamento é negativo o topo da roda se inclina para dentro em relação ao plano vertical. [Figura 13-30]

Para corrigir pequenos desalinhos da roda podem ser feitos ajustes. Em aeronaves com trem de pouso com

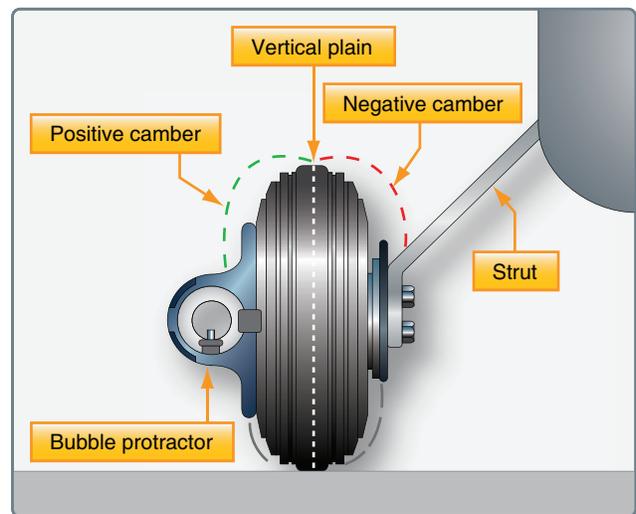


Figura 13-30. O cambamento de uma roda é a quantidade da roda que se inclina para fora de um plano vertical. Ele pode ser medido com um bubble protractor.

mola, tapered shims podem ser adicionados ou removidos entre o bolt-on wheel axle and the axle mounting flange na haste. Aeronaves equipadas com hastes a ar/óleo normalmente utilizam shims entre os dois braços das conexões de torque como um meio de alinhamento de tow-in e tow-out. [Figura 13-31] Siga sempre as instruções do fabricante.

Sustentação

Alguns trens de pouso são presos à hastes nas asas ou outros membros estruturais, que são projetados especificamente para sustentar o trem de pouso. O equipamento retrátil precisa ser desenvolvido de maneira com que possa ser preso de maneira firme à aeronave, mas também ter mobilidade para que possa

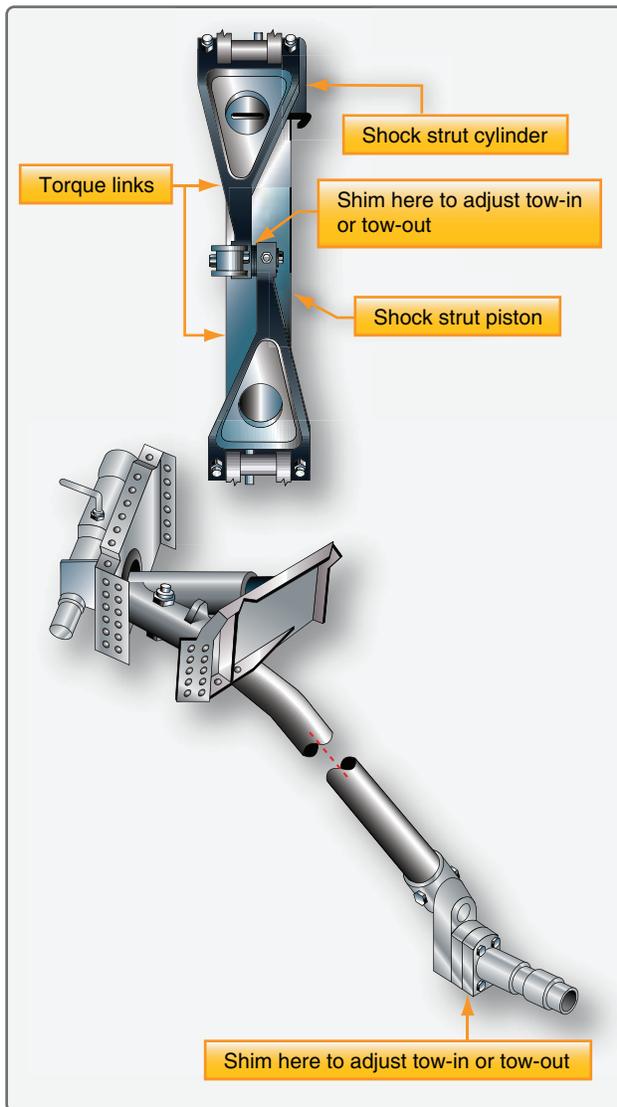


Figura 13-31. Os ajustes de tow-in e tow-out em aeronaves pequenas com trem de pouso com molas são feitos com calços atrás do conjunto do eixo. Em aeronaves com amortecedores, os calços são colocados onde se encaixam os engates de torque.

ser retraído e armazenado quando não estiver em uso. É comum encontrar um trunnion arrangement. The trunnion é uma extensão estrutural fixa da parte superior da haste do cilindro com superfícies de apoio que permitem com o conjunto todo se mova. Ele é preso à estrutura da aeronave de maneira que o equipamento possa girar sobre o próprio eixo a partir da posição vertical, necessária para a aterrissagem e taxiamento, até para a posição retraída usada durante o voo. [Figura 13-32]

Quando está abaixado, o trunnion fica livre para balançar ou girar. Por si só ele não pode sustentar a aeronave sem dobrar-se. Um braço servo é usado para restringir a ação giratória provocada pelo trunnion. A

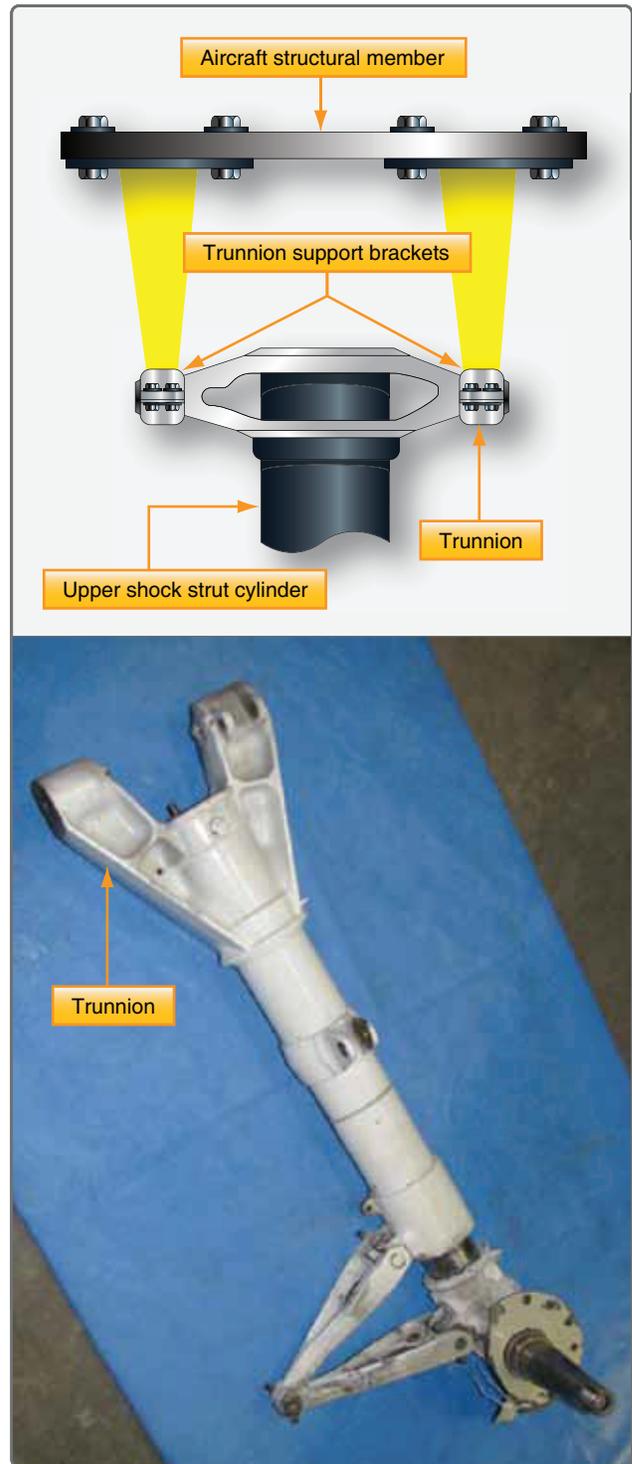


Figura 13-32. O trunnion é um suporte estrutural fixo que é preso a parte superior do cilindro do amortecedor do trem de pouso. Ele contém superfícies de apoio para que o equipamento possa retrair.

ponta superior do braço servo de duas partes é presa na estrutura da aeronave e a ponta interior na haste. Uma articulação no meio do braço faz com que ele dobre e permita a retração do equipamento. Para operação em solo o braço servo é estendido e travado nes-

ta posição para que o equipamento permaneça rígido. [Figura 13-33] A função do braço servo em algumas aeronaves é feita pelo cilindro hidráulico utilizado para erguer e abaixar o equipamento. Travas no cilindro hidráulico interno substituem a ação sobre o centro do braço servo para sustentá-lo durante manobras em solo.

Sistemas de Retração em Aeronaves de Pequeno Porte

Conforme a velocidade de uma aeronave leve aumenta, ela atinge um ponto onde o arrasto parasita gerado pelo trem de pouso no vento é maior do que o arrasto induzido gerado pelo peso adicionado do sistema de trem de pouso retrátil. Por isso é que muitas aeronaves de pequeno porte possuem trens de pouso retráteis, de diversos modelos peculiares. O mais simples contém uma alavanca na cabine de voo que fica mecanicamente ligada ao equipamento. Com o uso de força mecânica o piloto estende e retrai o trem de pouso através da alavanca. Também é comum o uso de correias, engrenagem e manivela para diminuir a força necessária para a operação.

Sistemas de trem de pouso operados eletricamente também são encontrados em aeronaves de pequeno porte. Um sistema totalmente elétrico utiliza um motor elétrico e redução de engrenagem para movimentar o equipamento. O movimento giratório do motor é convertido em movimento linear para acionar o trem de pouso. Isso é possível somente em equipamentos leves encontrados em aeronaves pequenas. A Figura 13-34 traz um sistema de retração de trem de pouso totalmente elétrico.



Figura 13-33. Uma dobradiça na haste mantém o trunnion e trem de pouso fixo para aterrissagem e operações de solo. Ele se dobra na dobradiça para permitir a retração no equipamento.

Uma utilização mais comum da eletricidade em sistemas de retração de trem de pouso é sistema do tipo elétrico/hidráulico encontrado em muitas aeronaves Cessna e Piper. Este sistema também é conhecido como sistema de força combinado. Um sistema de força combinado pequeno e leve contém diversos componentes necessários em sistemas hidráulicos, incluindo o reservatório, reversível electric motor-driven hydraulic pump, um filtro, válvulas de controle de alta e baixa pressão, uma válvula de escape térmico e uma válvula shuttle. Alguns combinados possuem uma bomba de emergência manual. O acionador hidráulico para cada trem de pouso é direcionado para estender ou retrair o trem de equipamento com o fluido do sistema combinado. A Figura 13-35 ilustra um sistema combinado com o trem de pouso abaixado. A Figura 13-36 mostra o mesmo sistema com o trem de pouso erguido.

Quando o seletor na cabine de comando está na posição de trem de pouso para baixo, é acionada uma chave que liga o motor elétrico do sistema. O motor vira em direção a girar a bomba hidráulica para bombear fluido para a parte de baixo do equipamento dos cilindros. A pressão da bomba move as válvulas shuttle para a esquerda para permitir que o fluido alcance todos os três acionadores. Para diminuir o movimento desse equipamento mais leve são usados dispositivos de restrição nas portas de entrada e saída do acionador da roda do nariz. Enquanto o fluido hidráulico está sendo bombeado para estender o equipamento, o fluido da parte de cima do acionador retorna ao reservatório através de uma válvula de checagem. Quando o trem de pouso atinge a posição abaixada e travada, se forma uma pressão na linha do equipamento abaixado, da bomba e a válvula de controle de baixa pressão se movimenta a fim de retornar o fluido para o reservatório. Chaves elétricas de limite desligam a bomba quanto todos os três trens de pouso estiverem abaixados e travados.

Para levantar equipamento, o comando na cabine de voo é colocado na posição “trem de pouso para cima”. Esse acionamento envia corrente ao motor elétrico que move a bomba hidráulica do equipamento na direção oposta, fazendo com que o fluido seja bombeado para o lado dos acionadores do equipamento. Nesta direção o fluido do interior da bomba flui através do filtro. O fluido da bomba flui através da válvula de checagem para os lados do equipamento dos cilindros acionadores. Conforme os cilindros começam

a se movimentar, os pistões liberam as travas mecânicas para baixo que mantém o equipamento rígido para operações em solo. O fluido da parte de baixo dos acionadores retorna ao reservatório através da válvula shuttle. Quando os três trens de pouso estão totalmente retraídos, é gerada uma pressão no sistema e uma chave de pressão é aberta, o que corta a energia do motor elétrico da bomba. Os equipamentos são mantidos na posição retraída com pressão hidráulica. Se a pressão cai, a chave de controle de pressão fecha para movimentar a bomba e aumentar a pressão até que a chave seja aberta novamente.

Sistemas de Retração em Aeronaves de Grande Porte

Os sistemas de retração de aeronaves de grande porte são quase sempre movidos por sistema hidráulico. Tipicamente a bomba hidráulica é driven off of the engine accessory drive. Bombas hidráulicas elétricas auxiliares também são comuns. Outros dispositivos utilizados em sistemas de retração operadas hidraulicamente são cilindros acionadores, válvulas seletoras, travas para cima, travas para baixo, válvulas sequenciais, válvulas prioritárias, tubulação, e outros componentes de sistemas hidráulicos convencionais. Estas unidades são interligadas para que elas permitam a retração e extensão sequenciada adequada para os trens de pouso e suas portas de acesso.

A operação correta de qualquer sistema de retração de trem de pouso é extremamente importante. A Figura 13-37 ilustra um exemplo de sistema de trem de pouso hidráulico de uma aeronave de grande porte. O sistema é de uma aeronave com portas que abrem antes do equipamento ser estendido e se fecham após ele ser retraído. A porta do nariz opera via conexão

mecânica e não requer força hidráulica. Existem muitas combinações de trem de pouso e suas portas em diversas aeronaves. Algumas aeronaves possuem portas que fecham para liberar a roda depois do equipamento estendido. Outras possuem portas mecanicamente presas na parte de fora do trem de pouso para que ele fique armazenado dentro, liberando a superfície da fuselagem.

No sistema ilustrado na Figura 13-37, quando o seletor do equipamento na cabine de comando é movido para cima, ele posiciona uma válvula seletora para permitir bombeamento de pressão do sistema hidráulico manifold a acessar oito componentes diferentes. As três travas para baixo são pressurizadas e destravadas para que o equipamento possa ser retraído. Ao mesmo tempo o cilindro acionador em cada equipamento também recebe fluido pressurizado to the gear-up side do pistão através de uma válvula de checagem com orifício desobstruído. Isso coloca o equipamento no suporte da roda. Duas válvulas sequenciais (C e D) também recebem pressão do fluido. A operação da porta do trem de pouso precisa ser controlada para que ocorra depois que o equipamento estiver armazenado. As válvulas sequenciais são fechadas e retardam o fluxo para os ativadores da porta. Quando os cilindros do equipamento estiverem totalmente retraídos, eles contatam mecanicamente os valve plungers que abrem as válvulas e fazem com que o fluido saia para o lado fechado do cilindro do ativador da porta, o que faz fechá-la. As válvulas sequenciais A e B atuam como válvulas de checagem durante a retração. Elas permitem o fluido seguir em uma direção desde o lado de baixo dos cilindros do equipamento principal de volta para o manifold de retorno do sistema hidráulico através da válvula seletora.

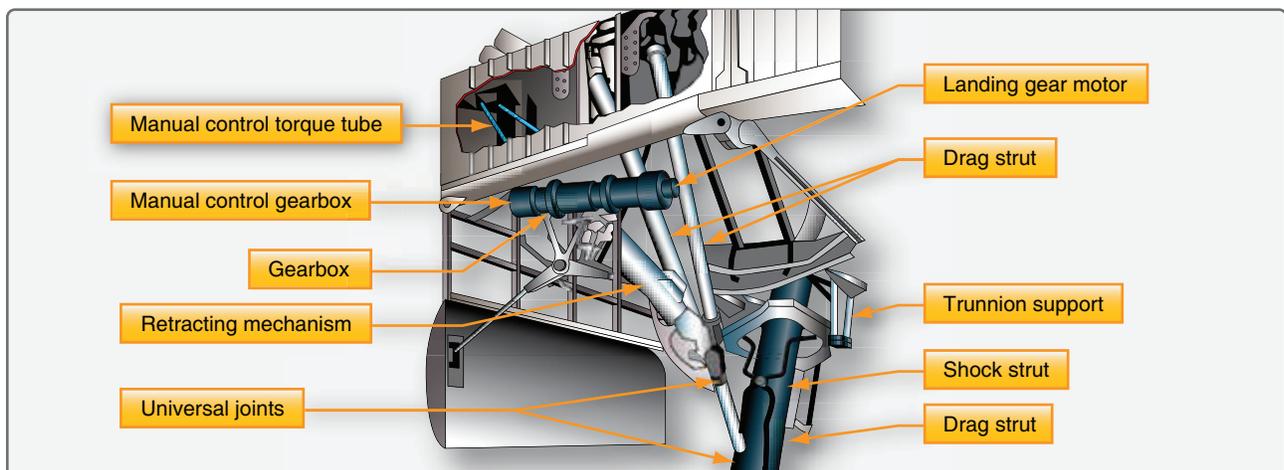


Figura 13-34. Sistema de retração de trem de pouso movido a motor elétrico.

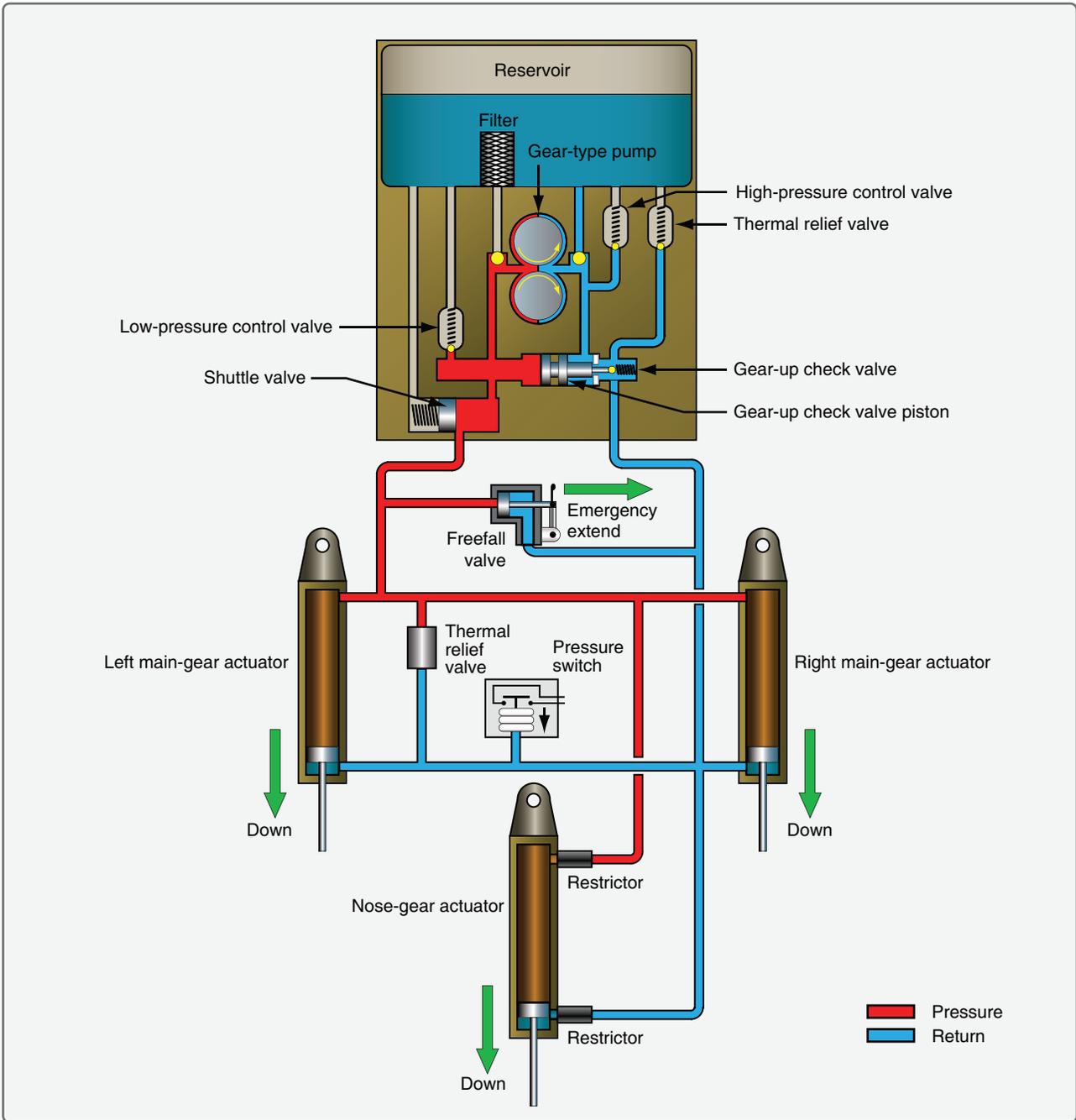


Figura 13-35. Sistema de retração de trem de pouso em aeronave leve que usa força hidráulica para abaixar o equipamento.

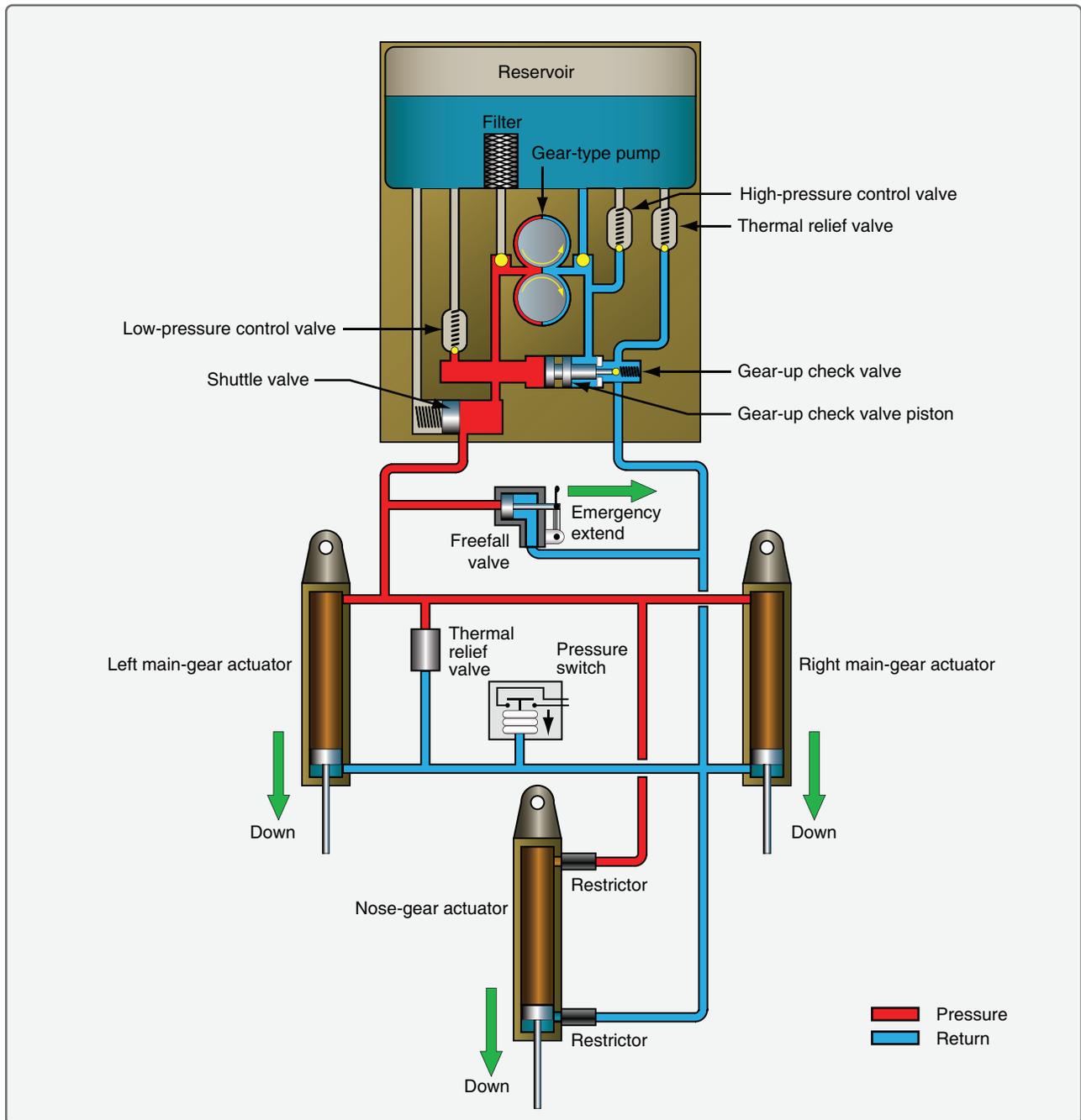


Figura 13-36. Sistema de retração de trem de pouso com força hidráulica na posição para cima.

Para baixar o trem de pouso, a chave seletora é colocada na posição de trem de pouso abaixado. O fluido hidráulico pressurizado flui do coletor para a trava do nariz, que destrava o equipamento do nariz. O fluido flui para o lado de baixo do equipamento do acionador do nariz e o estende. O fluido também flui para o lado aberto dos acionadores das portas do trem de pouso principal. Quando as portas se abrem as válvulas sequenciais A e B impedem que o fluido destrave as travas do trem de pouso principal, e também evi-

tam que o fluido atinja a parte de baixo dos acionadores do trem de pouso principal. Quando as portas estão totalmente abertas o acionador da porta conecta os pistões de ambas as válvulas sequenciais para abri-las. O trem de pouso principal trava para cima e então recebe pressão de fluido e destrava. Os acionadores do cilindro do trem de pouso principal recebem fluido na parte de baixo através de válvulas sequenciais abertas para estender o equipamento. O fluido de cada cilindro do equipamento principal flui da parte

pela força gerada pela ação da gravidade. Outras aeronaves podem utilizar um sistema de segurança como o pneumático para desengatar o trem de pouso.

O sistema de retração mais comum em aeronaves pequenas mostrado nas Figuras 13-35 e 13-36 utilizam uma válvula de queda livre para extensão de emergência do trem de pouso. Sendo ativada a partir da cabine de voo, quando a válvula de queda livre é aberta o fluido hidráulico é liberado para fluir da parte de cima dos acionadores para a parte de baixo, independentemente do seu tipo de acionamento. A pressão que mantém o equipamento para cima é solta e ele se estende devido ao seu próprio peso. O ar em movimento ajuda na extensão e também a empurrar o equipamento para sua abaixada e travada.

Aeronaves de grande porte e alta performance são equipadas com sistemas hidráulicos redundantes. Isso torna a extensão de emergência menos comum já que pode ser selecionada uma fonte hidráulica diferente caso o trem de pouso não funcione normalmente. Se o equipamento ainda assim falhar existe um dispositivo de liberação manual que libera as travas e permitem que o equipamento caia. [Figura 13-38]



Figura 13-38. Essas alças de extensão de trem de pouso de emergência do Boeing 737 são localizadas embaixo de um painel no piso da cabine de comando. Cada alça libera uma trava via sistema de cabo para que o trem de pouso possa cair e estender-se.

Em algumas aeronaves pequenas sua configuração torna a extensão de emergência do equipamento feita pela gravidade impossível ou impraticável. É necessária que seja aplicada algum tipo de força. São co-

muns os sistemas de extensão manual onde o piloto precisa manivelar o trem de pouso para sua posição. Consulte o manual de manutenção da aeronave para ver a descrição de operação de todos dos sistemas de extensão de trem de pouso, padrões de performance, e testes de extensão de emergência necessários.

Dispositivos de Segurança de Trens de Pouso

Existem diversos dispositivos de segurança em trens de pouso. Os mais comuns são aqueles que impedem o equipamento de retrair ou dobrar enquanto estiver em solo. Indicadores de trem de pouso são outros exemplos de dispositivos de segurança. Eles são usados para comunicar ao piloto a posição de cada trem de pouso individual a qualquer momento. Outro exemplo é o dispositivo de centralização da roda do nariz, já mencionado neste capítulo.

Chave de Segurança

Uma chave *squat* ou de segurança de trem de pouso é encontrada na maioria das aeronaves. Ela serve para abrir e fechar, dependendo da extensão ou compressão do amortecedor do trem de pouso principal. [Figura 13-39] A chave *squat* é ligada em qualquer quantidade de circuitos de operação de sistema. Um circuito evita que o equipamento seja retraído enquanto estiver em solo. Existem diferentes maneiras de obter esse travamento. Um solenoide que estende um eixo para desabilitar fisicamente o seletor de posição do trem de pouso é um dos métodos encontrados em muitas aeronaves. Quando o trem de pouso está comprimido a chave *squat* de segurança está aberta, o eixo central do solenoide estende um pino de trava através da alça de controle do trem de pouso para que ela não possa mover de posição. Durante a decolagem o amortecedor do trem de pouso se estende. A chave de segurança fecha e permite fluxo de corrente no circuito de segurança. O solenoide energiza e retrai o pino da alça seletora. Isto faz com que o equipamento se erga. [Figura 14-40]

A utilização de sensores de proximidade para chaves de segurança de posição de trem de pouso é comum em aeronaves de alta performance. Um sensor eletromagnético retorna uma voltagem diferente para a unidade lógica do equipamento dependendo da proximidade do alvo de condutividade da chave. Não é feito nenhum contato físico. Quando o trem de pouso estiver no seu devido lugar, o alvo metálico fica próximo do indutor no sensor que reduz a voltagem do retorno. Este tipo de sensor é especialmente útil

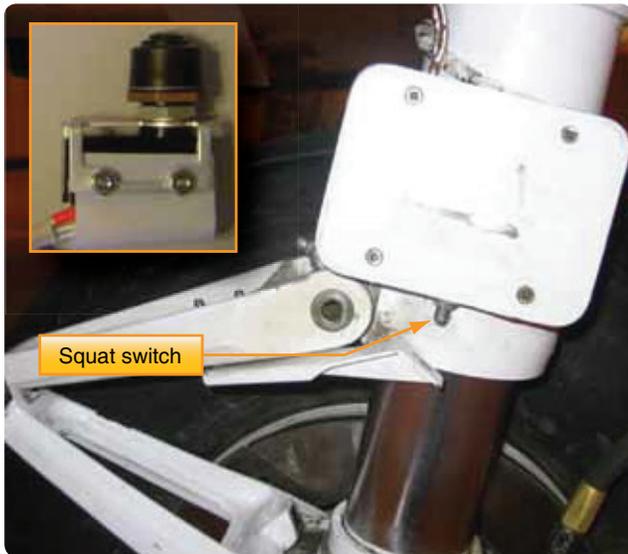


Figura 13-39. Chaves squat típicas de trens de pouso.

em trens de pouso submetidos a ambientes onde as chaves podem ser contaminadas com sujeira e umidade das pistas. O técnico precisa garantir que os alvos dos sensores sejam instalados a uma distância correta do sensor. Go-no-go gauges são normalmente usados para estabelecer esta distância. [Figura 13-41]

Travas de Solo

As travas de solo são comumente usadas em trens de pouso de aeronaves como uma garantia extra de que o equipamento vai ficar abaixado e travado enquanto a aeronave estiver em solo. Elas são dispositivos externos que são colocados no mecanismo de retração para evitar que se movimentem. Uma trava de solo pode

ser simplesmente um pino colocado em orifícios nos componentes do trem de pouso para evitar que se dobre. Outro tipo de trava comum são grampos colocadas na parte exposta do pistão do cilindro de retração do trem de pouso que evita que ele retraia. Todas as travas de solo devem conter fitas vermelhas para que sejam vistas e removidas antes do voo. As travas de solo normalmente são levadas dentro da aeronave e são colocadas nos seus lugares pela tripulação durante a inspeção após a aterrissagem. [Figura 13-42]

Indicadores de Posição de Trem de Pouso

Os indicadores de posição de trem de pouso ficam localizados no painel de instrumentos adjacente à alça seletora do equipamento. Eles são usados para informar ao piloto sobre a condição de posição do equipamento, sendo que existem diversas combinações. Normalmente existe uma luz dedicada para cada um dos equipamentos. A forma mais comum de indicar que um trem de pouso está abaixado e travado é o acendimento de uma luz verde no painel. Três luzes verdes significa que a aeronave está segura para aterrissar. Todas as luzes apagadas indica que o equipamento está para cima e travado, o que pode ser também sinalizado por outra cor de luz. Gear in transit lights são usadas em algumas aeronaves as are barber pole displays quanto o equipamento não está para cima ou para baixo, travado. Luzes indicadoras piscantes também indicam que o equipamento está em movimento. Alguns fabricantes utilizam um anúncio de desalinhamento de equipamento, que é quando o trem de pouso não está na mesma posição do seletor. Muitas aeronaves também monitoram a posição da porta,

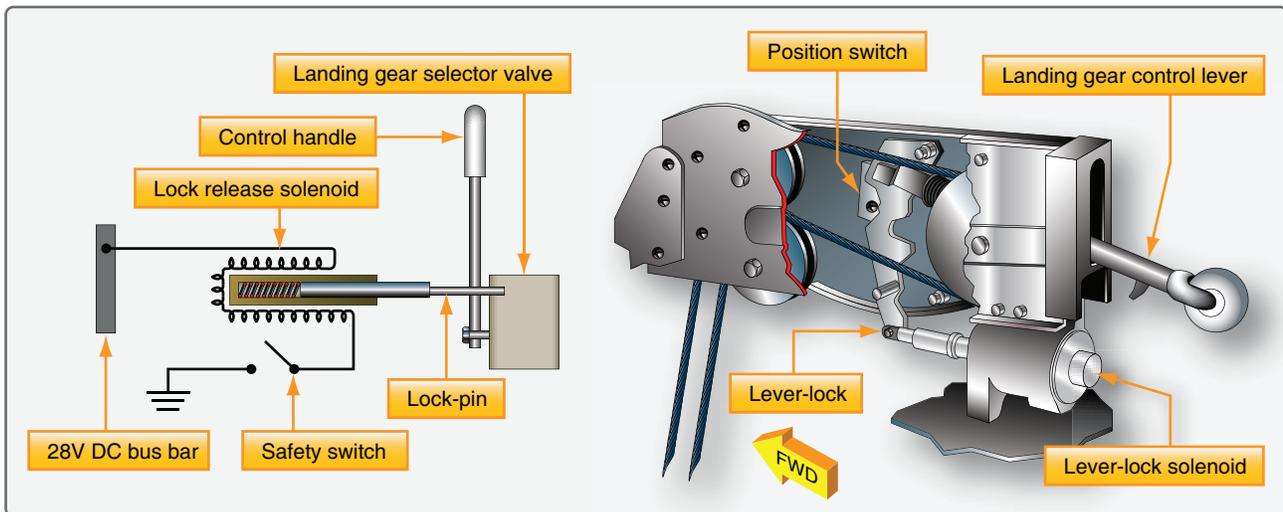


Figura 13-40. Circuito de segurança de trem de pouso com solenoide que trava a alça de controle e válvula seletora para que não se movam de posição enquanto a aeronave estiver em solo. A chave de segurança ou squat fica localizada no trem de pouso da aeronave.

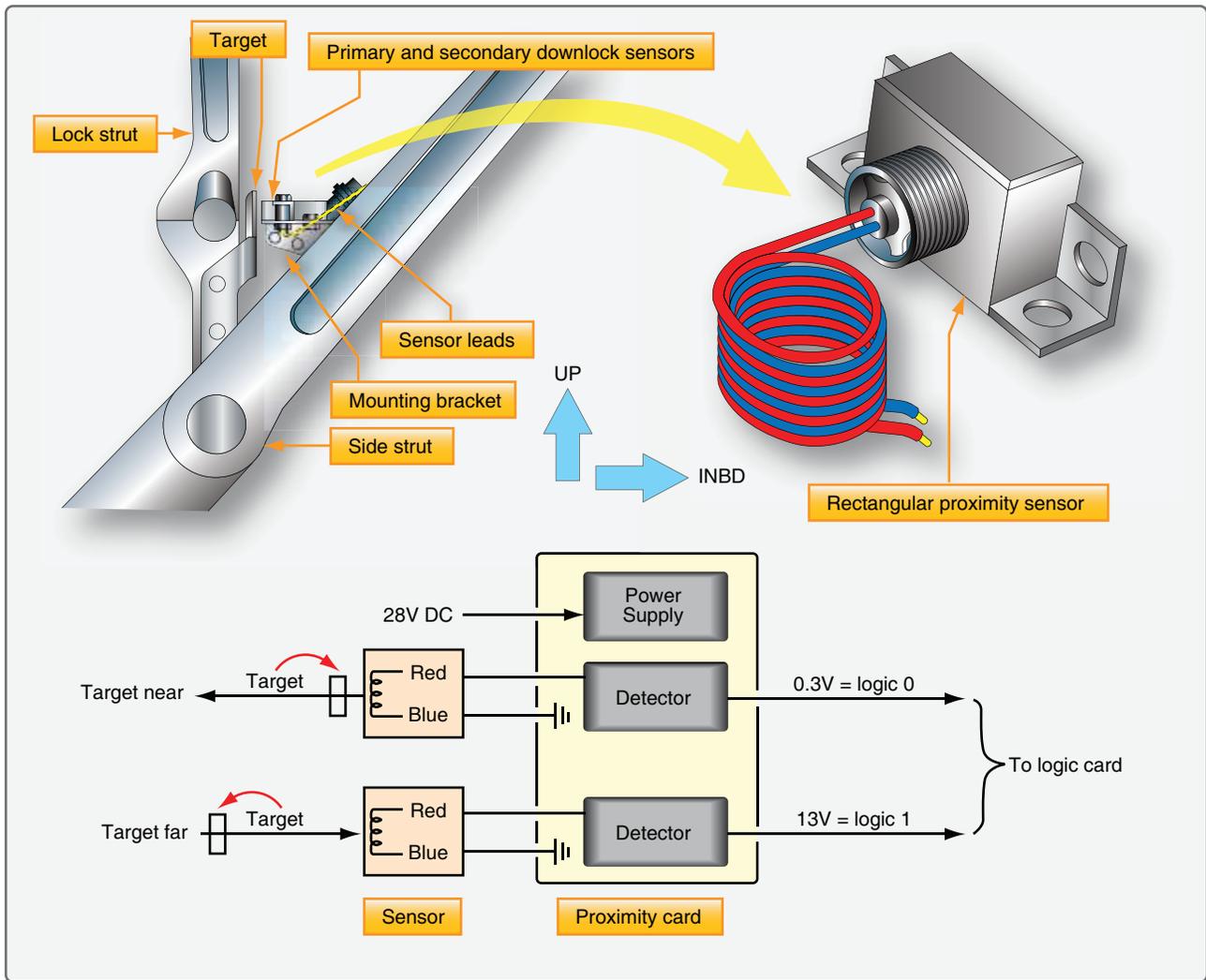


Figura 13-41. Sensores de proximidade são usados ao invés de chaves de contato em muitos trens de pouso.

além do trem de pouso. Para uma descrição completa do sistema indicador de trem de pouso consulte os manuais de operação e manutenção do fabricante da aeronave. [Figura 13-43]

Centralização da Roda do Nariz

Como a maioria das aeronaves possuem um conjunto de rodas de nariz dirigível para taxiamento, é preciso esse equipamento antes que ele seja retraído. Centering cams embutidas no amortecedor realizam esta tarefa. O cam superior é livre para se encaixar no cam inferior quando o equipamento está totalmente estendido, o que alinha o trem de pouso para retração. Quando o peso retorna às rodas após o pouso o amortecedor é comprimido e as cams centralizadoras separam-se permitindo com que o amortecedor inferior (pistão) gire no cilindro superior. Esta rotação é controlada para guiar a aeronave. [Figura 13-44] Aeronaves pequenas às vezes incorporam um pino guia

na haste. Quando a haste se dobra para dentro da roda durante a retração, o pino guia engata uma rampa ou suporte montado na estrutura do eixo da roda. A rampa/suporte guia o pino de maneira com que a roda do nariz se endireita conforme ela entra no eixo.



Figura 13-42. Dispositivos de trava do trem de pouso em solo.

Manutenção do Sistema de Trem de Pouso

As partes móveis e a poluição do ambiente que circunda o trem de pouso faz com que essa seja uma área de constante manutenção. Devido a ação de desgaste e pressão que atua sobre o trem de pouso, a inspeção, conserto e manutenção torna-se um processo contínuo. A tarefa mais importante do sistema de manutenção do sistema de trem de pouso se dá através de inspeções minuciosas. Para realizar estas inspeções de maneira adequada todas as superfícies precisam ser limpas para garantir que todos os pontos de problema sejam detectados e que nenhum problema passe despercebido.

É necessário inspecionar periodicamente os amortecedores, trunnion, e conjuntos de braçadeiras e mancais, shimmy dampers, rodas, rolamento das rodas, pneus e freios. Também devem ser verificados se os indicadores de posição de trem de pouso, luzes e alertas sonoros estão funcionando devidamente. Durante



Figura 13-43. Painéis de seletores de trem de pouso com luzes de indicação de posição. No painel Boeing 737 uma luz vermelha se acende acima das luzes verdes para indicar que o equipamento está em trânsito.

todas as inspeções nos eixos de rodas, assegure-se de que travas de segurança de solo estão instalados.

Outros itens de inspeção de trem de pouso incluem a verificação das alças e sistemas de controle de emergência para garantir que estão na posição correta e se estão em boas condições. As rodas do trem de pouso precisam ser inspecionadas para ver se estão limpas e se não possuem corrosão ou rachaduras. Confira se não há parafusos soltos e se a anti-skid wiring não está deteriorada. Verifique o desgaste dos pneus e se não estão cortados, deteriorados ou se há presença de gra-

xa ou óleo, o alinhamento das marcas de derrapagem, e se estão devidamente inflados. Inspeccione as condições, operação e ajustes adequados do mecanismo do trem de pouso. Lubrifique o trem de pouso, incluindo a direção da roda do nariz. Verifique o desgaste dos cabos do sistema de direcionamento, se eles estão alinhados e seguros, e se não possuem fios rompidos. Inspeccione os amortecedores do trem de pouso para ver se não possuem rachaduras, corrosão, quebras e se estão em condições de segurança. Onde necessário, verifique o desgaste e condições dos freios.

Para lubrificar pontos de fricção e desgaste em trens de pouso são utilizados diversos tipos de lubrificantes. A indicação específica dos produtos adequados a serem utilizados é dada no manual do fabricante e pode ser feita com as mãos ou com o auxílio de uma pistola, de acordo com a recomendação do fabricante. Antes de colocar a graxa assegure-se de que os encaixes e estejam livres de sujeira e detritos ou de graxa velha ressequida. A poeira e areia, se misturadas com a graxa, produzem um componente abrasivo muito destrutivo. Remova todo o excesso de graxa durante o processo. As bielãs do pistão de todas as hastes de cilindros expostas precisam ser limpas sempre.

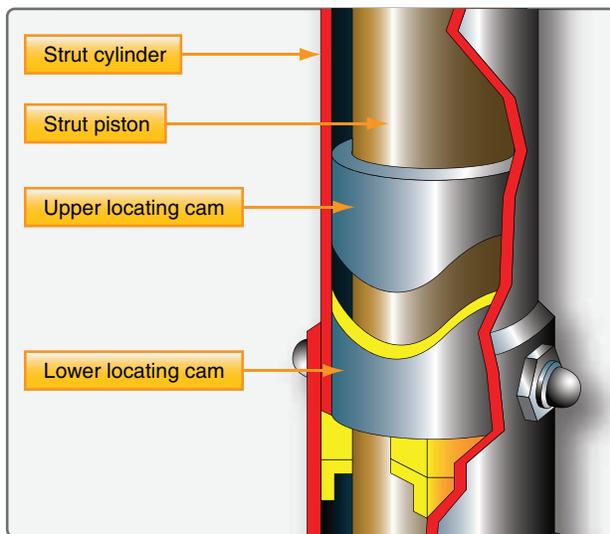


Figura 13-44. Vista de corte da centering cam interna de um trem de pouso do nariz.

Os rolamentos precisam ser periodicamente removidos, limpos, inspecionados e lubrificados. Para limpar rolamentos de rodas recomenda-se a utilização de um solvente de limpeza. Não utilize gasolina ou combustível de aviação. Seque os rolamentos com ar seco entre as partes. Não aplique o ar de maneira com

que a peça gire sem estar lubrificada, pois isso pode fazer com que a peça caia e seja danificada. Ao inspecionar os rolamentos, verifique se não há defeitos que possam condenar a peça, como rachaduras, escamas, quebras na superfície, aspereza devido ao impacto, pressão ou desgaste, corrosão ou picadas, descoloração causada por excesso de calor, rachadura na caixa do rolamento e scored or loose bearing cups or cones que possam comprometer o encaixe adequado do rolamento no eixo ou roda. Se forem encontradas quaisquer discrepâncias, substitua o rolamento por uma peça em condições. Os rolamentos devem ser lubrificados imediatamente após limpos e inspecionados para evitar a corrosão.

Para lubrificar um tapered roller bearing utilize uma ferramenta de lubrificação ou coloque uma pequena quantidade de graxa na palma da mão. Pegue o rolamento com a outra mão e pressione o lado de maior diâmetro na graxa, forçando para que ela penetre completamente nos espaços entre as esferas do rolamento e o cone. Gire gradativamente a peça para que todas as esferas sejam completamente envolvidas pela graxa. [Figura 13-45]

Montagem e Regulagem do Trem de Pouso

Eventualmente torna-se necessária a regulagem das chaves, portas, conexões, amarras e travas do trem de pouso para garantir que estão operando devidamente. Quanto os cilindros acionadores do trem de pouso são substituídos e regulados é preciso verificar que seu movimento não está indo além do necessário. O excesso de curso é a ação do cilindro que vai além do necessário para a extensão e retração do trem de pouso.

Uma ampla variedade de tipos de aeronaves e seus sistemas de trem de pouso resultam em procedimentos de montagem e regulagem que diferenciam de aeronave para aeronave. A liberação de travamento para cima ou para baixo, regulagem de conexões, regulagem de chaves limitadoras e outras regulagens precisam ser confirmadas pelos técnicos com os dados de manutenção do fabricante antes que sejam tomadas as ações. Os exemplos a seguir trazem diversas regulagens para servir de base para conceituar o procedimento, não sendo baseado na regulagem de uma aeronave em particular.



Figura 13-45. Colocar graxa em um rolamento limpo e seco pode ser feito sem uma ferramenta de aplicação de graxa. Pressione a peça sobre a graxa colocada na palma da mão até que ela passe totalmente pelos espaços entre as esferas e por todas as partes do rolamento.

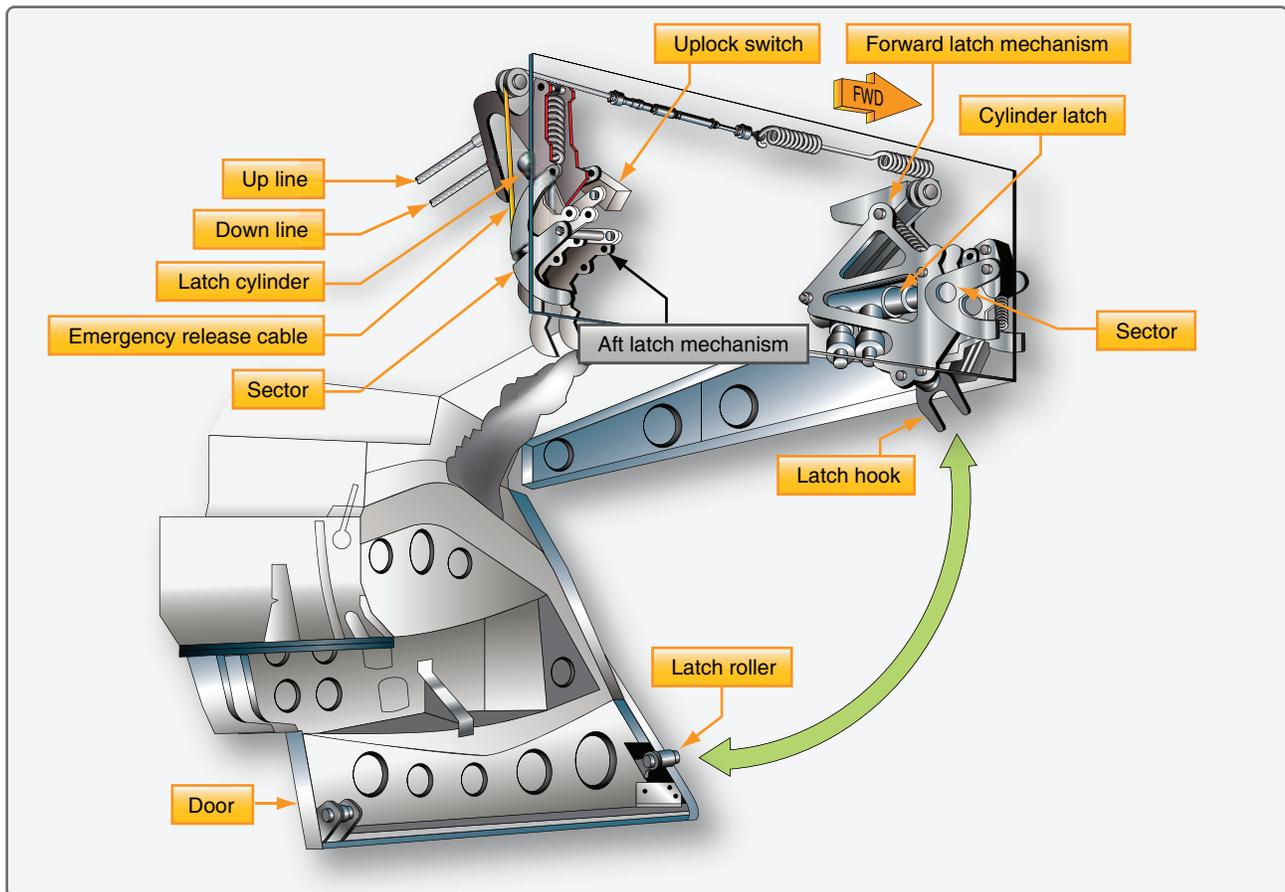


Figura 13-46. Exemplo de mecanismo de fixação da porta de um trem de pouso principal.

Regulagem de Travas do Trem de Pouso

A regulagem das diversas travas deve ser uma das preocupações básicas do técnico de aviação. As travas são normalmente usadas nos sistemas de trem de pouso para manter o equipamento para cima ou para baixo e/ou para manter as portas abertas ou fechadas. Apesar de serem de diversas formas, todas as travas são projetadas para executarem a mesma função e precisam operar automaticamente, no devido tem-

po, e devem manter a unidade na posição desejada. Abaixo examinaremos uma típica trava de porta de trem de pouso, sendo que muitas das travas operam de maneira semelhante. Clearances and dimensional measurements of rollers, shafts, bushing, pins, bolts, etc., são comuns.

Nesta aeronave em particular a porta do trem de pouso é mantida fechada por duas travas. Para que a porta

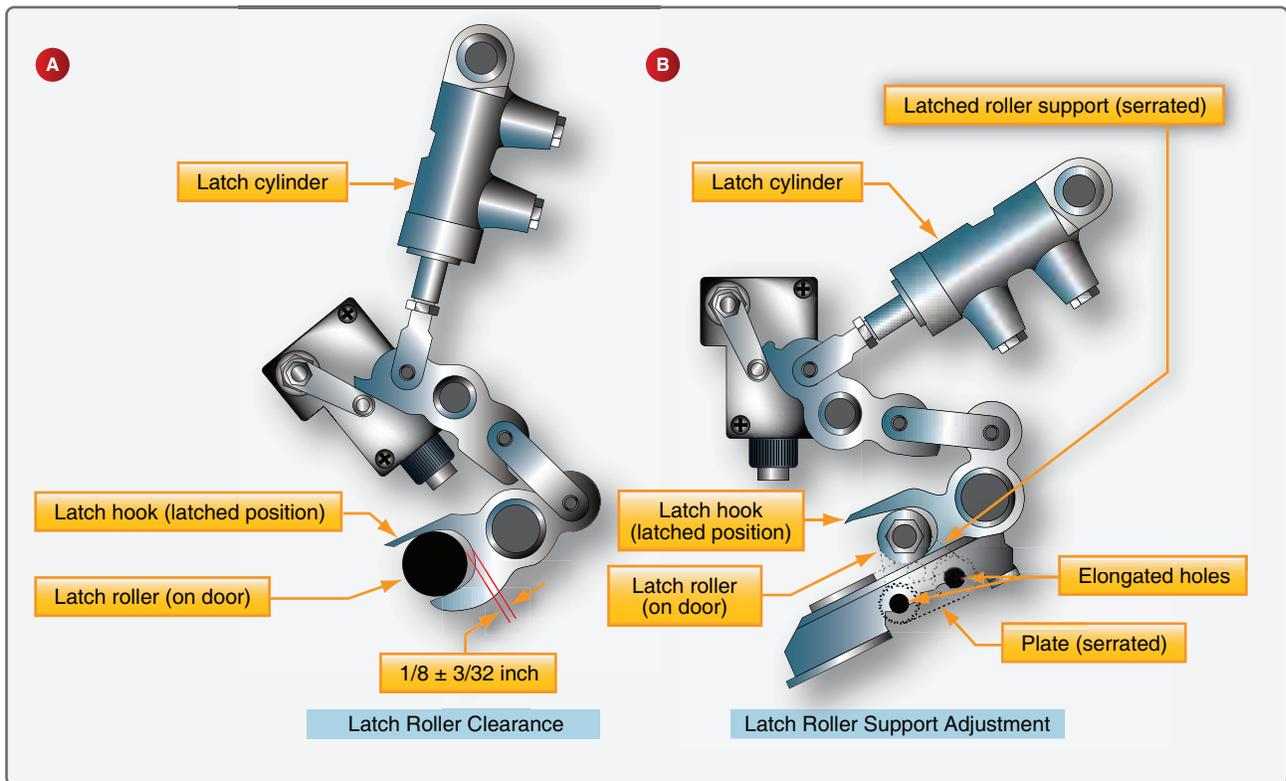


Figura 13-47. Medida e regulagem de espaço do rolamento da trava da porta do trem de pouso principal.

esteja travada com segurança, ambas as travas precisam estar presas e segurar a porta firmemente contra a estrutura da aeronave. Os principais componentes de cada mecanismo da trava são mostrados na Figura 13-46. Eles são um cilindro hidráulico da trava, gancho, spring loaded crank-and-lever with sector, e gancho de trava.

Quando a pressão hidráulica é aplicada, o cilindro opera a conexão para engatar (ou desengatar) o gancho com (ou a partir) do rolamento na porta do equipamento. Na sequência de equipamento para baixo o gancho é desengatado pela mola no engate. Na sequência do equipamento para cima, quando a porta que fecha está em contato com o gancho da trava, o cilindro opera a conexão para engatar o gancho da trava com o rolamento da porta. São conectados cabos no sistema de extensão de emergência do trem de pouso para o setor para permitir a liberação de emergência dos rolamentos da trava. Uma chave de destravamento é instalada e acionada pela trava para fornecer à cabine de voo a informação de que o equipamento está para cima.

Com o equipamento para cima e a porta travada, inspecione o rolamento da trava para ver se o espaço está

adequado, conforme mostra a Figura 13-47A. Nesta instalação, o espaço exigido é de $1/8 \pm 3/32$ polegadas. Se o rolamento não estiver dentro da tolerância ele pode ser regulado soltando alguns parafusos e levantando ou abaixando o suporte do rolamento da trava. Isto é feito através de orifícios alongados e serrated locking surfaces do suporte do rolamento da trava e serrated plate. [Figura 13-47B]

Espaçamento da Porta do Trem de Pouso

As portas do trem de pouso possuem um determinado espaçamento entre as portas e a estrutura da aeronave que precisa ser respeitado. A regulagem é normalmente feita nas instalações das dobradiças ou conexões que apoiam e movem a porta. Em algumas instalações as dobradiças das portas são reguladas através da colocação de um serrated hinge com um orifício de montagem alongado na devida posição para o encaixe do suporte. Com a utilização de serrated washers, o parafuso de montagem é apertado para manter a peça em posição. A Figura 13-48 ilustra este tipo de montagem que permite regulagens lineares através do orifício alongado.

A distância de abertura e fechamento das portas do trem de pouso pode depender do comprimento das co-

nexões da porta. Ajustes de rod end são comuns para a regulagem da porta. Regulagens das paradas da porta também são possíveis. O manual de manutenção do fabricante especifica o comprimento das conexões e traz o procedimento para o ajuste das paradas. Siga todos os procedimentos especificados, que são realizados com a aeronave sobre macacos e com o trem de pouso retraído. As portas presas muito firmes podem causar danos estruturais e as que estão muito soltas podem capturar vento durante o voo, o que gera desgaste e falha, além de arrasto parasita.

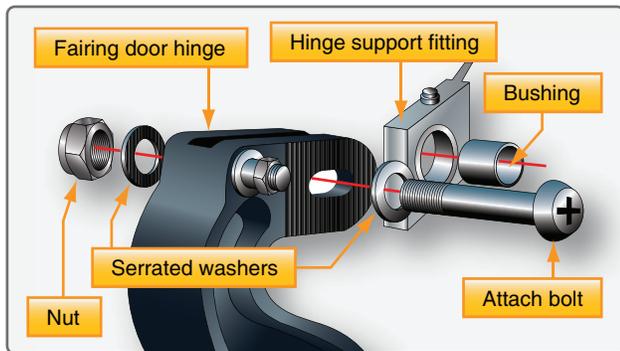


Figura 13-48. Instalação da dobradiça de uma porta regulável para ajuste do espaçamento da porta.

Regulagem de Drag and Side Brace

Cada trem de pouso possui regulagens e tolerâncias especificadas pelo fabricante que permitem ao trem de pouso funcionar devidamente. Uma geometria comum usada para travar um trem de pouso na sua posição abaixado envolve um side brace dobrável que se estende e mantém-se em uma posição central através da utilização de uma conexão de trava. Molas e acionadores também contribuem para o movimento da conexão. Regulagens e testes são necessários para garantir a devida operação.

A Figura 13-49 ilustra um trem de pouso em uma aeronave pequena com side brace. Ele consiste de um link hinged superior e inferior no centro que permite com que o brace jacknife durante a retração do equipamento. A parte de cima gira em um trunnion preso a estrutura no eixo da roda. A parte de baixo é presa ao amortecedor. Uma conexão de trava é incorporada entre a ponta superior do amortecedor e a conexão inferior. Ela é ajustável para que ofereça a quantidade certa de movimentação central dos side brace links. Isto trava o trem de pouso com segurança na posição abaixada e evita seu fechamento.

Para regular a posição central do side brace locking link a aeronave precisa estar sobre macacos. Com o trem de pouso abaixado, o encaixe da ponta da conexão de trava é regulado para que os side brace links fiquem firmes no centro. Quanto o trem de pouso é mantido dentro da fuselagem seis polegadas da sua posição abaixada e travada, e então liberado, ele deve cair livremente na posição abaixada travada.

Além da quantidade de side brace links que são regulados para se movimentarem no centro, a tensão da mola da trava para baixo também precisa ser checada, o que pode ser feito com uma spring scale. A tensão nesta parte em particular é de 40 a 60 libras. Verifique as informações de manutenção do fabricante para cada aeronave para garantir que seja feita a tensão exata e adequada.

Teste de Retração de Trem de Pouso

O funcionamento adequado do sistema de trem de pouso e seus componentes podem ser verificados pelo desempenho do teste de retração do trem de pouso. Esse teste também é conhecido por balanço do trem de pouso. Para este teste a aeronave precisa estar sobre macacos e com o trem de pouso limpo e lubrificado. O equipamento é então erguido e abaixado como se a aeronave estivesse em voo para que possa ser feita uma inspeção visual bem de perto. Todas as peças do sistema precisam ser observadas para garantir sua segurança e devida operação. O sistema de extensão de emergência também deve ser verificado neste tipo de teste.

Os testes de retração são executados várias vezes, como nas inspeções anuais, por exemplo. Toda vez que um componente do trem de pouso for substituído e que pode afetar o correto funcionamento do sistema, o teste de retração deve ser executado para que sejam feitas as regulagens das conexões do trem de pouso ou componentes que afetem o desempenho do sistema do equipamento. Também pode ser necessário balançar o equipamento após uma aterrissagem com sobrepeso. Também é comum balançar o trem de pouso quando se está tentando localizar falhas de funcionamento do sistema. Consulte o manual de manutenção do fabricante da aeronave para ver como realizar os testes de retração e quais pontos devem ser verificados na inspeção específica deste equipamento, pois cada sistema de trem de pouso tem suas particularidades.

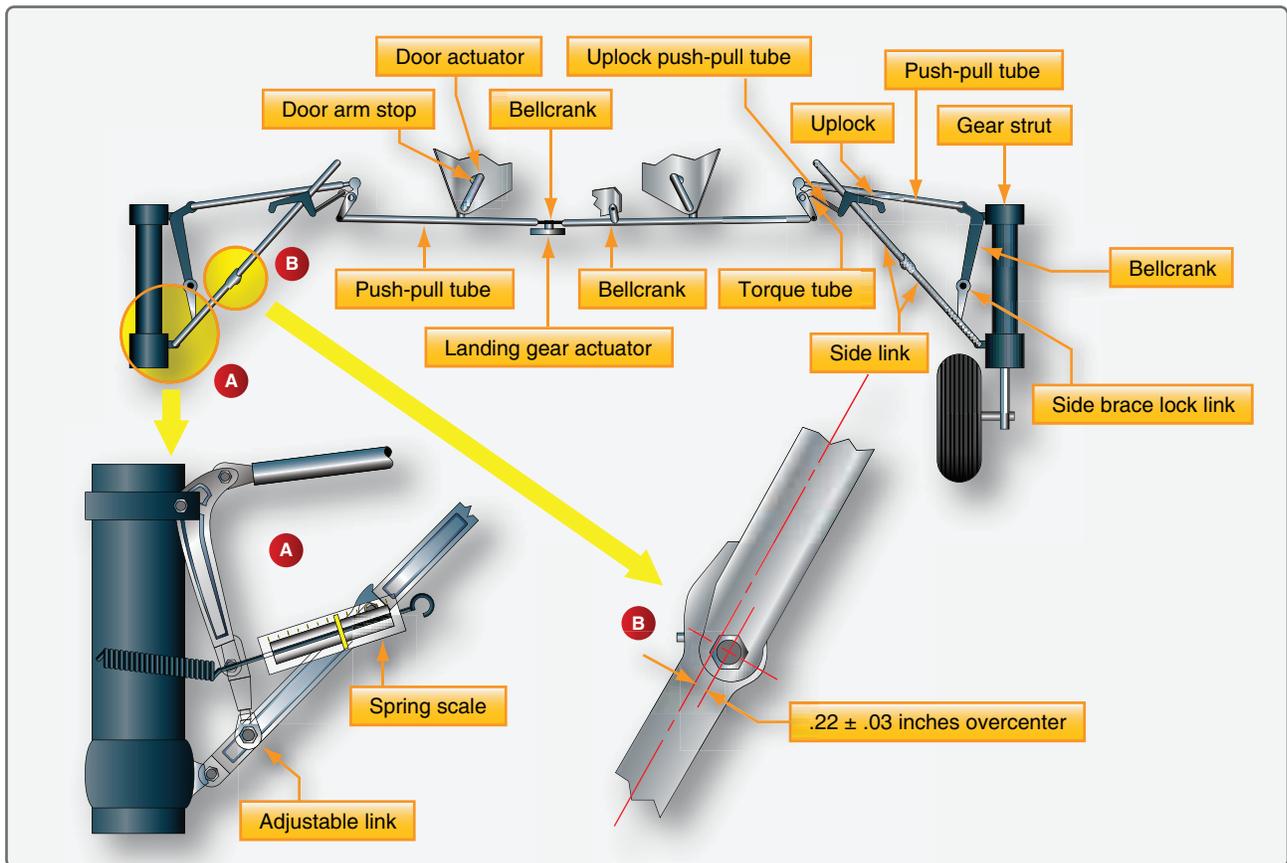


Figura 13-49. Regulações centrais em um trem de pouso se uma aeronave de pequeno porte.

A seguir está uma lista de itens de inspeção geral que deve ser realizado com o equipamento balançando.

1. Verifique se a extensão e retração estão adequadas.
2. Verifique se todas as chaves, luzes, dispositivos de alerta operam devidamente.
3. Verifique os espaçamentos das portas e espaço livre a partir da ligação entre elas.
4. Verifique se as conexões do equipamento operam adequadamente, se estão reguladas e se sua condição geral é boa.
5. Verifique se os sistemas de extensão ou retração alternativa/de emergência estão funcionando.
6. Investigue quaisquer sons ou barulhos estranhos, como os que são causados por fricção, dobra, atrito ou vibração.

Sistemas de Direcionamento da Roda do Nariz

A roda do nariz na maioria das aeronaves é dirigível a partir da cabine de comando através do sistema de direcionamento da roda do nariz. Isto faz com que a aeronave seja dirigível durante as operações de solo. Algumas poucas aeronaves mais simples possuem conjuntos de roda do nariz que caster. Essas aeronaves são dirigidas durante o taxiamento por freios diferenciais.

Aeronaves de Pequeno Porte

A maioria das aeronaves de pequeno porte possuem dispositivos dirigíveis que utilizam um sistema simples de conexões mecânicas ligadas a pedais de direcionamento. Tubos de empurrar e puxar são conectados as pontas dos pedais no cilindro da haste inferior. Conforme os pedais são pressionados, o movimento é transferido para o eixo do pistão e o conjunto da roda gira para a esquerda ou direita. [Figura 13-50]



Figura 13-50. O direcionamento da roda do nariz em uma aeronave leve normalmente utiliza um sistema push-pull rod conectado a pedais de direcionamento do leme.

Aeronaves de Grande Porte

Devido a sua massa e necessidade de controle preciso, as aeronaves de grande porte utilizam uma fonte de energia para o direcionamento da roda do nariz, sendo predominantemente fontes hidráulicas. Existem muitos modelos diferentes de sistemas de direcionamento da roda do nariz em aeronaves, mas a maioria possui características e componentes em comum. O controle do direcionamento é feito a partir da cabine de comando através de uma pequena roda, tiller ou joystick montado na parede esquerda. Em algumas aeronaves é possível ligar e desligar o sistema. Conexões mecânicas, elétricas ou hidráulicas transmitem o movimento de controle para a unidade de controle de direção. A unidade de controle é um medidor hidráulico ou válvula de controle. Ela direciona o fluido hidráulico sob pressão para um ou dois acionadores projetados com diversas conexões para girar e abaixar a haste. Um acumulador e uma válvula de escape, ou outro conjunto pressurizador semelhante mantém o fluido nos acionadores e sistema sob pressão a todo momento. Isso permite aos cilindros acionadores do direcionamento também atuarem como shimmy dampers. Um mecanismo de follow-up consiste de várias engrenagens, cabos, rods, tambores, e/ou bellcrank, etc. Ela retorna a válvula de medição para a posição neutra uma vez que o ângulo de direcionamento foi alcançado. Muitos sistemas incorporam um subsistema a partir dos pedais do leme para pequenos graus de manobra feita enquanto a aeronave está em alta velocidade durante a decolagem e aterrissagem. Válvulas de segurança são comuns em todos os sistemas de escape de pressão durante uma falha hidráulica para que a roda do nariz possa girar.

A explicação a seguir acompanha as Figuras 13-51, 13-52 e 13-53, que ilustra um sistema de roda do nariz de uma aeronave de grande porte e seus componentes. Estas figuras e explicação servem apenas para fins de instrução.

O volante direcionador da roda do nariz se conecta através de um eixo até um steering drum localizado dentro de um pedestal de controle na cabine de comando. O giro deste drum transmite o sinal de direcionamento através de cabos e polias que controlam o drum do conjunto diferencial. O movimento do conjunto diferencial é transmitido por uma conexão diferencial para um conjunto de válvula de medição que move uma válvula seletora para a posição selecionada. Isto dá força hidráulica para girar o equipamento do nariz.

Conforme mostrado na Figura 13-52, a pressão do sistema hidráulico da aeronave é direcionado através da open safety shutoff valve into a line leading para a válvula de medição. A válvula de medição então direciona o fluido pressurizado para fora da porta A, através da right turn alternating line, e para dentro do cilindro de direcionamento A. O cilindro tem uma porta é a pressão força a extensão do pistão. Como o rod deste pistão se conecta ao eixo da roda do nariz no amortecedor que gira no ponto X, a extensão do pistão gira o eixo de direcionamento gradualmente em direção a direita. Quando a roda do nariz gira, o fluido é forçado para fora do cilindro B através do left turn alternating line e para dentro da porta B da válvula de medição. A válvula de medição direciona este fluido de retorno para dentro de um compensador que direciona o fluido para dentro do return manifold do sistema hidráulico da aeronave.

Conforme descrito, a pressão hidráulica aciona o giro do equipamento do nariz. No entanto o equipamento não deve ser girado demais. O sistema de direcionamento da roda do trem de pouso do nariz contém dispositivos para parar o equipamento em um ângulo selecionado de volta e o mantém lá. Isto é obtido com follow-up linkage. Conforme já foi colocado o equipamento do nariz é virado pelo steering spindle conforme o pistão do cilindro A se estende. A parte de trás do spindle contém uma engrenagem denteada que aciona outra engrenagem na parte de baixo do orifice rod. [Figura 13-51] Conforme a engrenagem do nariz e o spindle viram, o orifice rod também vira, só que na direção oposta. Esta rotação é transmitida pelas duas

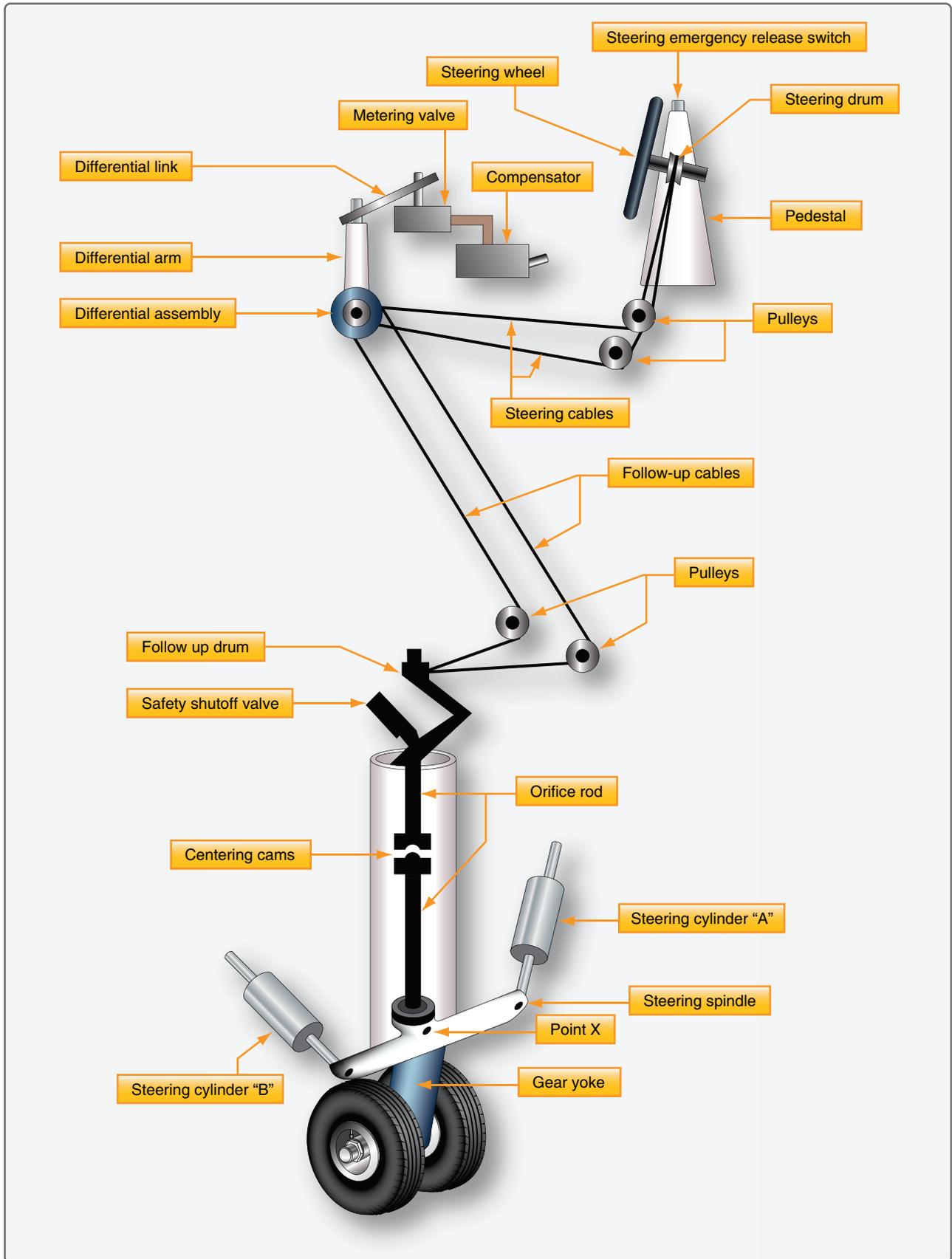


Figura 13-51. Exemplo do sistema hidráulico de direcionamento da roda do nariz e unidades hidráulicas e mecânicas.

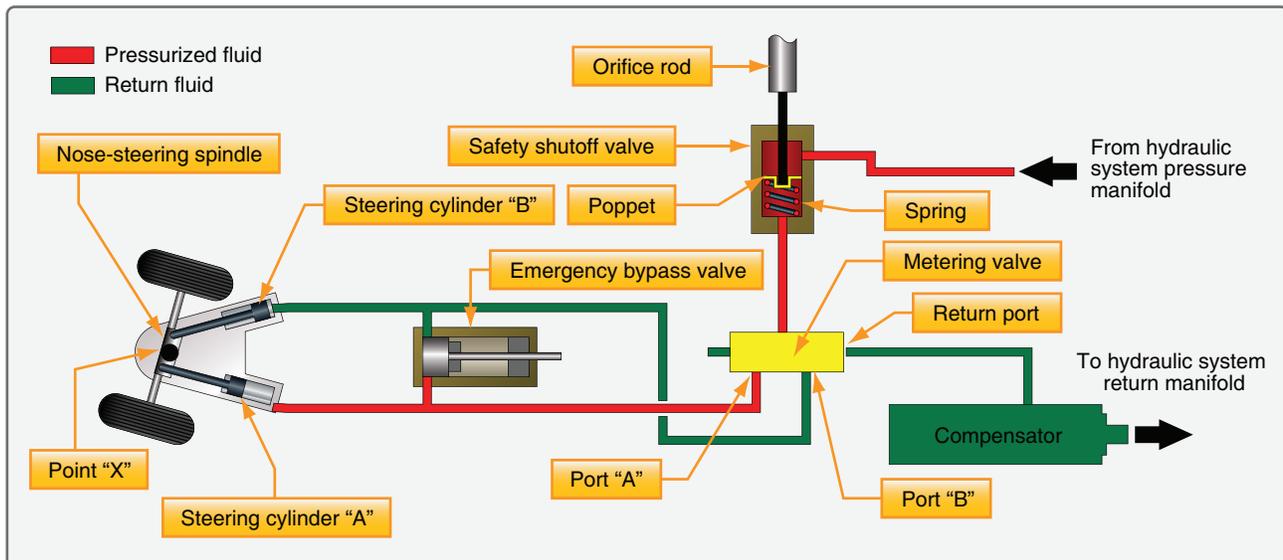


Figura 13-52. Diagrama do fluxo do sistema hidráulico do sistema de direcionamento da roda do nariz de uma aeronave de grande porte.

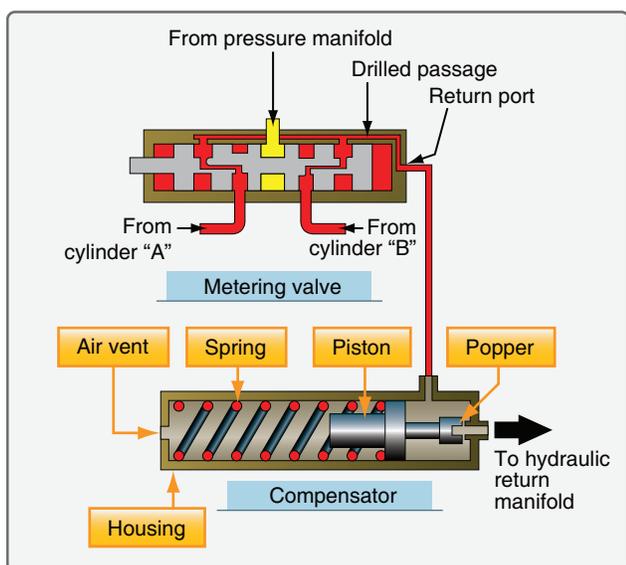


Figura 13-53. Diagrama do fluxo do sistema hidráulico do sistema de direcionamento da roda do nariz de uma aeronave de grande porte.

seções do orifice rod para as scissor follow-up links localizadas no topo do amortecedor do trem de pouso. Conforme os follow-up links retornam, eles giram o follow-up drum conectado, que transmite o movimento por cabos e polias para o conjunto diferencial. A operação do conjunto diferencial faz com que o braço e as conexões do diferencial movam a válvula de medição de volta a sua posição neutra.

A válvula de medição e a unidade compensadora do sistema de direcionamento da roda do nariz estão ilustradas na Figura 13-53. O sistema da unidade compensadora mantém o fluido nos cilindros de

direcionamento sempre pressurizado. Esta unidade hidráulica consiste de um three-port housing that encloses a spring loaded piston and poppet. A porta esquerda é um escape de ar que evite que o ar preso na parte de trás do pistão interfira com o seu movimento. A segunda porta, localizada no topo do compensador, se conecta através de uma linha à porta de retorno da válvula de medição. A terceira porta fica localizada no lado direito do compensador. Esta porta se conecta ao return manifold do sistema hidráulico. Ele direciona o fluido de retorno do sistema de direcionamento para dentro do manifold quando a válvula poppet está aberta.

O poppet compensador abre quando a pressão que atua sobre o pistão fica alta o suficiente para comprimir a mola, o que requer uma pressão de 100 psi. O fluido na linha de retorno da válvula de medição é, portanto, mantido sob essa pressão. A pressão de 100 psi também está presente através da válvula de medição, e de volta através das linhas de retorno do cilindro. Isto faz com que os cilindros fiquem sempre pressurizados e permite com que funcionem como shimmy dampers.

Shimmy Dampers

Torque links presos a partir da parte superior fixa do cilindro do amortecedor da roda do nariz para a parte do cilindro móvel ou pistão da estrutura não é o suficiente para evitar a tendência do equipamento do nariz de oscilar rapidamente ou shimmy em certas velocidades. Esta vibração precisa ser controlada atra-

vés da utilização de um shimmy damper. Um shimmy damper controla o shimmy da roda do nariz através de damping hidráulico. O damper pode ser construído integralmente com o trem de pouso do nariz, mas a maioria deles é uma unidade externa presa entre os amortecedores superior e inferior. Ele é ativado durante todas as fases da operação de solo, permitindo que o sistema de direcionamento do equipamento do nariz funcione normalmente.

Steering Damper

Conforme mencionado acima, aeronaves de grande porte com sistema hidráulico de direcionamento retêm pressão nos cilindros de direção para obter o damping necessário. Isto é conhecido como steering damping. Outras aeronaves mais antigas da categoria de transporte possuem steering dampers do tipo vane. Elas funcionam tanto para dar direção ao nariz como para dampen vibration.

Shimmy Damper do Tipo Pistão

Aeronaves que não são equipadas com um sistema hidráulico de direcionamento da roda do nariz utilizam uma unidade extra de shimmy damper externa. A estrutura é presa ao cilindro do amortecedor superior. O eixo é preso ao cilindro do amortecedor inferior e a um pistão dentro do shimmy damper. Conforme a haste interior do cilindro tenta shimmy, o fluido hi-

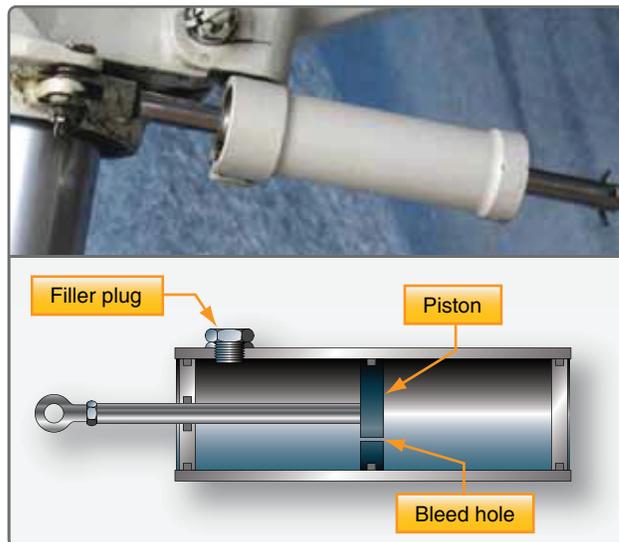


Figura 13-54. Shimmy damper na haste do nariz de uma aeronave pequena. O diagrama mostra a composição interna básica da maioria dos shimmy dampers. O damper da foto é essencialmente o mesmo a não ser pelo fato de que o eixo do pistão se estende até as duas pontas do corpo do cilindro do damper.

dráulico é forçado através de um orifício de sangria no pistão. O fluxo restrito através do orifício de sangria dampens a oscilação. [Figura 13-54]

Um shimmy damper do tipo pistão pode conter uma porta de entrada para ser reabastecido de fluido ou pode ser uma unidade selada. Independente disso, a unidade deve ser inspecionada regularmente para ver

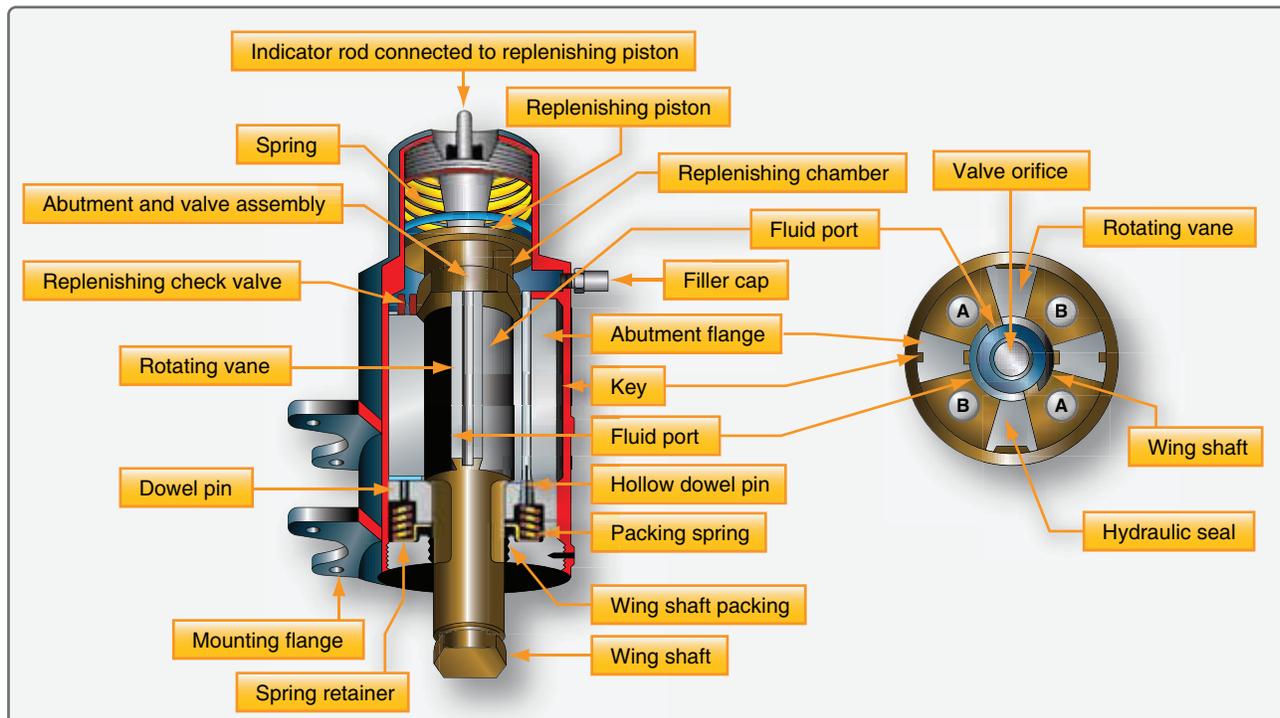


Figura 13-55. Shimmy damper do tipo vane.

se não possui vazamentos. Para garantir sua operação adequada o shimmy damper hidráulico do tipo pistão deve ter sua capacidade máxima preenchida.

Shimmy Damper do Tipo Vane

As vezes utiliza-se um shimmy damper to tipo vane [Figura 13-55] Ele usa câmeras de fluido geradas por vanes separados pelo orifício de uma válvula em um eixo central. Conforme o equipamento do nariz tenta oscilar, as vanes giram para modificar o tamanho das câmeras internas repletas de fluido. O tamanho da câmara somente pode mudar conforme a rapidez com que o fluido é forçado através do orifício. Deste modo a oscilação do equipamento é dissipada pela taxa do fluxo do fluido. Um reservatório interno spring-loaded replenishing mantém o fluido pressurizado nas câmeras de serviço e compensação térmica do tamanho do orifício está incluído. Assim como no shimmy damper do tipo pistão, o do tipo vane também deve ser inspecionado para ver se não há vazamento e deve ser sempre reparado. Um indicador de nível de fluido aparece na ponta do reservatório da unidade.

Shimmy Damper Não Hidráulico

Shimmy dampers não hidráulicos são certificados para muitas aeronaves. Eles se parecem e se encaixam como os shimmy dampers do tipo pistão, porém não contém fluido. No lugar do pistão de metal há um pistão de borracha que pressiona para fora contra o diâmetro interno do damper housing quando o movi-



Figura 13-56. Shimmy damper não hidráulico utilizado como pistão de borracha com lubrificante que umedece a peça através do movimento contra o diâmetro interno da unidade.

mento shimmy é recebido através do eixo. O pistão de borracha desliza por uma camada muito fina de graxa e essa fricção entre o pistão e o housing dá o damping.

Isto é conhecido como surface-effect damping. Os materiais utilizados na construção deste tipo de shimmy damper são de vida longa útil sem que precise ser adicionado fluido à unidade. [Figura 13-56]

Rodas da Aeronave

As rodas da aeronave são um componente importante do sistema de trem de pouso. São elas que suportam todo o peso da aeronave durante o taxiamento, decolagem e aterrissagem. Uma típica roda de aeronave é leve, resistente e feita de liga de alumínio, ou, em alguns casos, de liga de magnésio. As rodas mais antigas eram construídas em um bloco único, como as

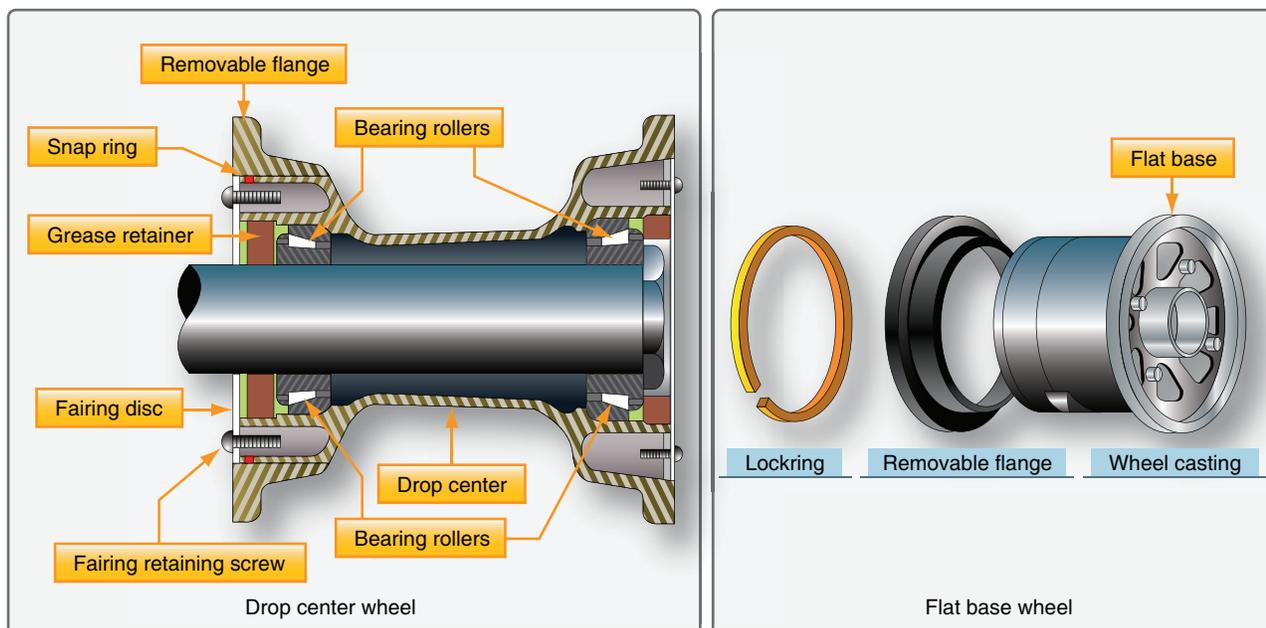


Figura 13-57. As flange wheels removíveis em aeronaves mais antigas são do tipo drop center ou base chata.

rodas dos automóveis modernos. Conforme as aeronaves foram sendo melhoradas devido ao serviço que prestam elas foram sendo feitas mais resistentes para absorver melhor o impacto da aterrissagem sem que se rompam ou se separem do aro. Esticar um pneu em uma roda de aro único não era possível, então foram desenvolvidas as rodas de duas peças. As primeiras aeronaves com rodas de duas peças eram rodas de peça única com um aro removível para permitir a montagem do pneu. Esse tipo de configuração ainda é encontrado em aeronaves mais antigas. [Figura 13-57] Mais tarde foram desenvolvidas as rodas com duas metades praticamente simétricas. Quase todas as aeronaves modernas possuem rodas com essa configuração. [Figura 13-58 e 13-59]

Construção da Roda

A roda de aeronave moderna de duas peças é usinada ou forjada em liga de alumínio ou magnésio. As metades são aparafusadas juntas e contém um groove na superfície de encaixe para um anel, que sela o aro, já que a maioria das aeronaves modernas utilizam pneus sem câmara. A área bead seat é onde o pneu fica em contato com a roda. É uma área crítica que recebe cargas significativas de tensão do pneu durante a aterrissagem. Para reforçar esta área durante a fabricação a área do bead seat is rolled to prestress it with a compressive stress load.

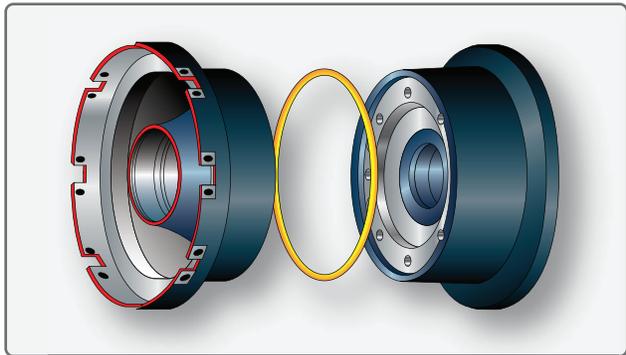


Figura 13-58. Rodas de aeronave divididas em duas partes encontradas em aeronaves modernas de pequeno porte.

Parte de Dentro da Metade da Roda

As metades da roda não são idênticas, e isso tem uma razão de ser. Primeiramente, a parte de dentro da roda precisa ter meios de comportar e dirigir o(s) rotor(es) dos freios que são montadas nas duas rodas principais.

As arruelas no rotor são montados em aço com ranhuras reforçadas em muitas rodas. Outras rodas têm

chaves de aço presas às metades da roda interior. Estas são feitas para se encaixar em ranhuras do perímetro do rotor do freio. Algumas rodas de aeronaves pequenas têm provisões para parafusos no rotor do freio da roda na metade interna. Independentemente disso, metade interna da roda é distinguível metade exterior da roda pela característica de montagem do freio. [Figura 13-60]

Ambas as metades da roda contém uma cavidade formada no centro do rolamento que aceita a capa do rolamento de aço polido, rolamento cônico, retentor e graxa de uma típica instalação de roda. A ranhura também pode ser maquinada para aceitar um grampo de retenção para segurar o conjunto de rolamento no lugar quando o conjunto de roda é removido. Os rolamentos de roda são uma parte muito importante do conjunto da roda e são discutidos numa seção posterior deste capítulo.

A metade interna de uma roda usado numa aeronave de elevado desempenho é suscetível a ter uma ou mais plugues térmicos. [Figura 13-61] Durante uma frenagem de emergência, as temperaturas podem tornar-se tão altas que a temperatura dos pneus e aumento de pressão resultam em explosão do conjunto roda e pneu. O núcleo do plugue térmico é preenchido com uma liga de baixo ponto de fusão. Antes que o pneu e roda atinjam temperaturas a ponto de explodirem, o núcleo derrete e esvazia o pneu. O pneu deve ser retirado de serviço, e a roda deve ser inspecionada de acordo com as instruções do fabricante da roda antes de retornar ao serviço, se um plugue térmico derrete a roda adjacente também deve ser inspecionada quanto a sinais de danos. Um escudo térmico é comumente instalado sob as inserções destinadas para acoplar o rotor do freio e ajudar a proteger a roda e os pneus de superaquecimento.

Uma tampa de segurança a pressão excessiva também pode ser instalada na metade interna da roda. Isto é projetado para romper e liberar todo o ar no pneu caso esteja com mais ar no que o recomendado. A válvula de enchimento é também muitas vezes instalada na roda metade interna com a haste estendendo-se através de furos na metade externa da roda para permitir inflação e deflação.

Metade externa da roda de popa

A metade externa da roda de popa é aparafusada na metade interna da roda compondo assim o conjunto

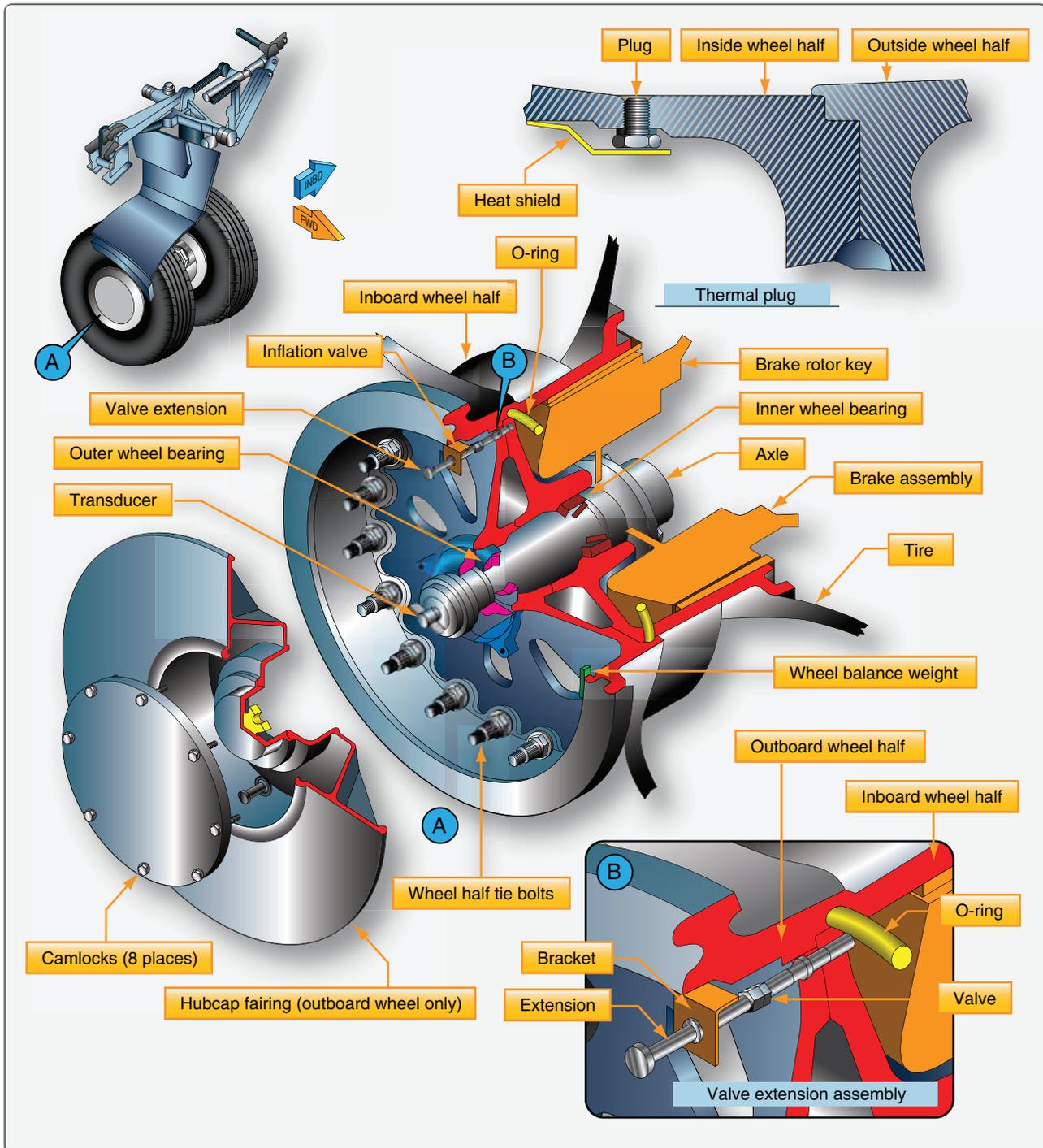


Figura 13-59. Características de uma roda de aeronave de duas peças encontradas em um avião de passageiros moderno.

da roda em que o pneu é montado. O centro boss é construído para receber o copo do rolamento e é colocado na metade interior da roda. O rolamento exterior e no fim do eixo é tampado para evitar que contaminantes entrem nesta área. Em aeronaves com sistemas de freio antiderrapante, normalmente contém o transdutor da roda aqui. Ela é selada e também pode servir como uma tampa de cubo. A metade externa da roda

de popa de um 737 ilustrado na Figura 13-59 tem uma capa de carenagem em toda a metade da roda. Isto é para garantir que o vento desde a metade exterior da roda não feche a porta de engrenagem nessa aeronave. Calotas também podem ser encontradas em aeronaves com engrenagem fixa.

A metade externa da roda de popa proporciona uma

localização conveniente da haste de válvula utilizada para encher e esvaziar os pneus sem câmara de ar. Alternativamente, ele pode conter um orifício através do qual uma extensão da haste da válvula pode passar a partir da roda ou a metade interna da haste da válvula pode se ajustar por meio de um furo, caso um tipo pneu de câmara for utilizado.

Inspeção da roda

Um conjunto de rodas de aeronaves é inspecionado enquanto na aeronave o maior número de vezes possível. Uma inspeção mais detalhada e qualquer teste ou reparações podem ser realizadas com o conjunto da roda retirada da aeronave.

Inspeção na aeronave

A condição geral dos conjuntos de rodas da aeronave pode ser inspecionada, enquanto na aeronave. Quaisquer sinais de suspeita de danos que podem exigir a remoção do conjunto de roda e a aeronave deve ser investigada.

Instalação adequada

A área de pouso é um ambiente tão hostil que o técnico deve inspecionar o trem de pouso, incluindo as rodas, pneus e freios sempre que possível. A instalação adequada das rodas não deve ser considerado como uma garantia.

Todos os parafusos e as porcas de roda gravata deve estar no lugar e fixas. Um parafuso ausente é motivo para remoção, e deve haver uma inspeção das metades das rodas, de acordo com os procedimentos do fabricante e deve ser realizada devido ao estresse que pode ter ocorrido. O centro tampa de pó da roda e o sensor de antiderrapagem também devem estar seguros. A metade interna da roda deve interagir com o rotor do freio, sem sinais de atrito ou movimento excessivo. Todas as chaves de freio na roda devem estar presentes e seguras.

Examine as rodas para rachaduras, pintura lascada e qualquer evidência de sobreaquecimento. Inspeccione as velas térmicas para garantir que não haja nenhum sinal que a liga do fusível tenha derretido.

Plugues térmicos que permitem perda de pressão no pneu requerem que o conjunto da roda seja removido para inspeção. Todas as demais rodas com freios de plugues térmicos devem ser inspecionados atentamente enquanto na aeronave para determinar



Figura 13-60. Chaves na metade interna da roda de aeronaves usadas para envolver e girar os rotores de um freio a disco

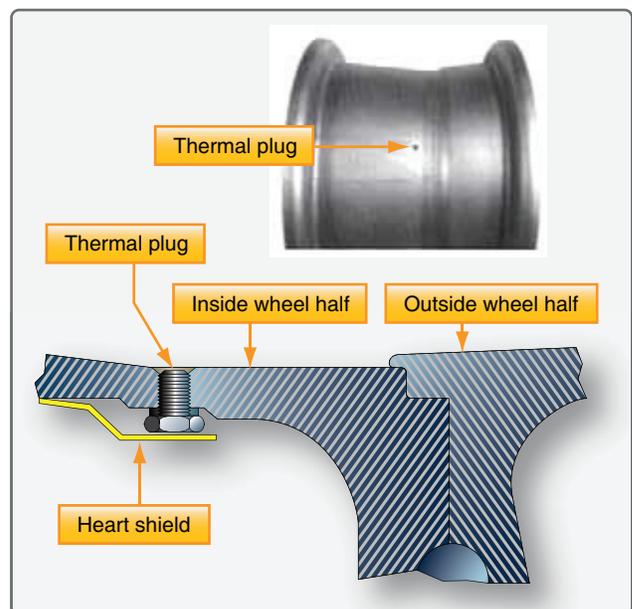


Figura 13-61. O uso intenso dos freios das aeronaves pode fazer com que o ar dos pneus e a pressão e temperatura subam para um nível que resulta na explosão do conjunto da roda. Para atenuar, usa-se um tampão térmico (s) montado na metade interna da roda em uma aeronave de alto desempenho que são feitas com um núcleo de fusível que funde e liberta o ar do pneu antes de explosão.

se eles também sofreram superaquecimento. Cada roda deve ser observada para assegurar que não estejam anormalmente inclinadas. Não deve faltar qualquer pedaço dos flanges, e não deve haver nenhuma área na roda que mostre danos por impacto significativo.

Torque da Porca do Eixo

O torque da porca do eixo é de extrema importância em uma instalação de roda em aeronaves. Se a porca estiver muito folgada, o rolamento e a montagem roda podem ter movimento excessivo. A capa do rolamento (s) faz soltar e girar, o que poderia danificar a roda. Também pode haver danos de impacto nos rolos de rolamento o que faz com que haja falha do rolamento. [Figura 13-62] Um sobre torque na porca impede o rolamento de aceitar adequadamente o peso da carga da aeronave. O rolamento gira sem suficiente lubrificação para absorver o calor causado pelo maior atrito. Isto também conduz à falha do rolamento. Todas as porcas do eixo da aeronave devem ser instaladas e apertadas em conformidade com os procedimentos de manutenção do fabricante da fuselagem.

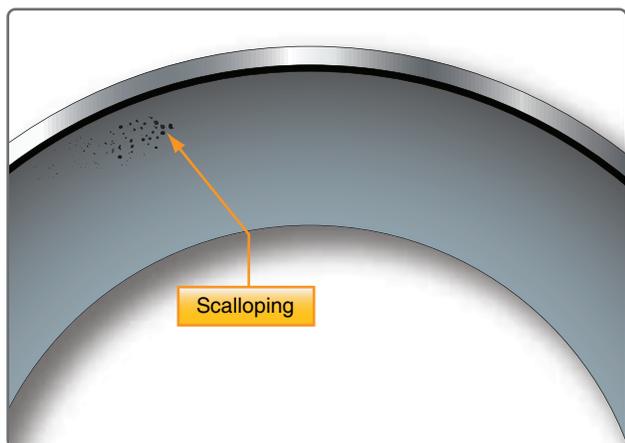


Figura 13-62. Inadequado torque solto na porca do eixo pode causar excessivo jogo no final levando a danos na pista de rolamento conhecido como lobulações. Eventualmente, isto conduz à falha do rolamento.

Inspeção da Roda Fora da Aeronave

Discrepâncias encontradas ao inspecionar uma roda montada em uma aeronave pode exigir uma inspeção mais aprofundada com a roda removida da aeronave. Outros itens, como a condição do rolamento, só pode ser realizada com o conjunto de roda removido. Uma inspeção completa da roda requer que ela seja removido do pneu. Tenha o seguinte cuidado ao remover um conjunto da roda de uma aeronave.

Atenção: Esvazie o pneu antes de iniciar a remoção do conjunto da roda da aeronave. Os conjuntos da roda são notórios por explodir durante a remoção da porca do eixo, especialmente quando se trata de alta

pressão, em pneus de alto desempenho. O torque da porca pode ser a única força que prende juntos uma roda defeituosa com uma com os parafusos quebrados. Quando estes se soltam, a elevada pressão interna do pneu pode criar numa avaria catastrófica que pode ser fatal para o técnico. Também é importante deixar os pneus dos aviões esfriarem antes da remoção. Três horas ou mais é necessário para arrefecer. Não se aproxime do conjunto da roda na frente ou atrás. Não fique no caminho do ar liberado e da trajetória do núcleo da válvula ao retirar o ar do pneu, pois isso pode ferir gravemente o técnico caso a haste da válvula libere vapor.

OBSERVAÇÃO: Como medida de precaução, remova apenas um pneu e conjunto de roda de um par de cada vez. Isso deixa um pneu e um conjunto de roda no lugar, caso o aeronave saia do seu macaco, resultando em menor risco de danos para a aeronave e ferimentos pessoais.

Soltando o Pneu do Aro da Roda

Depois da inflação e de utilização, o pneu da aeronave fica com a tendência de aderir à roda, e o cordão deve ser quebrado para remover o pneu. Há prensas mecânicas e hidráulicas com esta finalidade. Na ausência de um dispositivo especificamente feito para o trabalho, uma prensa pode ser usada sequencialmente em torno da roda tão próximo quanto possível ao talão. [Figura 13-63] Como afirmado acima, não deve haver pressão de ar no pneu, enquanto ele estiver pressionado fora da roda. Nunca erga o pneu fora do aro com uma chave de fenda ou outro dispositivo. As rodas são relativamente macias. Qualquer corte ou deformação provoca uma concentração de tensões, que pode facilmente causar a uma falha na roda.

Desmontagem da Roda

A desmontagem da roda deve ocorrer em uma área limpa e em uma superfície plana, tal como uma mesa. Remova o rolamento da roda primeiro deixe de lado para limpeza e inspeção. Os tirantes podem ser removidos em seguida. Não use uma ferramenta de impacto para desmontar os tirantes. Rodas de aeronaves são feitas de ligas de alumínio e magnésio relativamente leves. Elas não são projetados para receber o martelar repetido de uma ferramenta de impacto e podem ser danificadas.



Figura 13-63. Rebordos do pneu devem ser quebrados a partir da roda para remover o pneu. A ferramenta de remoção mecânica projetada para romper o cordão é mostrado em (A), uma prensa hidráulica projetado com a capacidade para rodas de aeronave grandes está mostrado em (B) e uma prensa de veio está representada na (C). Todas são ferramentas disponíveis o técnico para esta finalidade.

Limpendo o Conjunto da Roda

Limpe as metades da roda com o solvente recomendado pelo fabricante das rodas. O uso de um pincel macio ajuda este processo. Evite técnicas abrasivas, materiais e ferramentas, tais como raspadores, capazes de remover o acabamento fora da roda.

A corrosão pode formar-se rapidamente e pode enfraquecer a roda se não existir acabamento na área. Quando as rodas são limpas, elas podem ser secas com ar comprimido.

Limpeza dos Rolamentos da Roda

Os rolamentos devem ser removidos a partir da roda a ser limpa com o solvente recomendado, como Varsol, nafta ou solvente Stoddard®. A imersão dos rolamentos em solvente é aceitável para soltar qualquer graxa seca. Os rolamentos são escovados e limpos com uma escova de cerdas macias e secas com ar comprimido. Nunca gire o rolamento durante a secagem com ar comprimido. O metal de alta velocidade para o contato de metal com os rolos de rolamento faz com que o calor danifique as superfícies de metal. Os elementos de apoio podem também causar dano caso o rolamento se separar. Sempre evite o vapor da limpeza de rolamentos. O acabamento da superfície dos metais ficará comprometido levando a uma falha prematura.

Inspeção dos Rolamentos da Roda

Uma vez limpo, o rolamento da roda é inspecionado. Tem muitas condições inaceitáveis do rolamento e do copo rolamento, que são fundamentos para a rejeição. De fato, quase todas as falhas detectadas em um conjunto de rolamento é razão para substituição.

Condições comuns de um rolamento que são motivo de rejeição são como se segue:

Gripagem causada pela fricção das superfícies conjugadas. O metal fica tão quente que solda, e a superfície metálica é destruída pois o movimento continua e puxa o metal para além no sentido do movimento. [Figura 13-64]



Figura 13-64. Gripagem é provocada pelo atrito das superfícies conjugadas. O metal fica tão quente que solda, e a superfície metálica é destruída pois o movimento continua e puxa o metal para além do sentido de movimento.

Descamamento- uma porção quebrada afastada da superfície endurecida de um rolamento ou raça. [Figura 13-65]



Figura 13-65. Descamamento é uma porção lascada da superfície endurecida de um rolamento ou raça.

Superaquecimento- causado pela falta de lubrificação suficiente em um tom azulado à superfície do metal. As extremidades dos rolos mostradas estavam superaquecidas causando o escoamento do metal e deformando bem como descolorindo. O copo da pista de rolamento é geralmente descolorido também. [Figura 13-66]

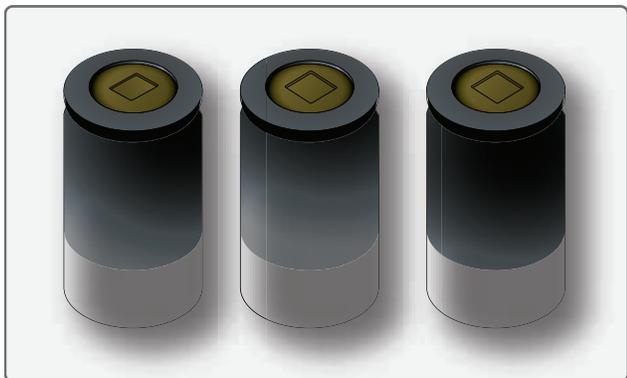


Figura 13-66. Superaquecimento causado pela falta de lubrificação suficiente resulta num tom azulado da superfície metálica. As extremidades dos rolos estão mostradas superaquecidas causando o escoamento do metal e deformando, bem como descolorindo. O copo da pista de rolamento é geralmente descolorido também.

Efeito Brinell- causado pelo impacto excessivo. Aparentemente como recuos nas pistas do rolamento. Qualquer sobrecarga estática ou forte impacto pode causar o verdadeiro efeito Brinell que conduz à vibração e falha prematura do rolamento. [Figura 13-67]

Falso Efeito Brinell-causado pela vibração do rolamento, enquanto num estado estático. Mesmo com uma sobrecarga estática, lubrificantes podem ser forçados por entre os rolos e as pistas. Partículas submicroscópicas removidas nos pontos de contato de metal-metal oxidam. Eles trabalham para remover partículas que pro-

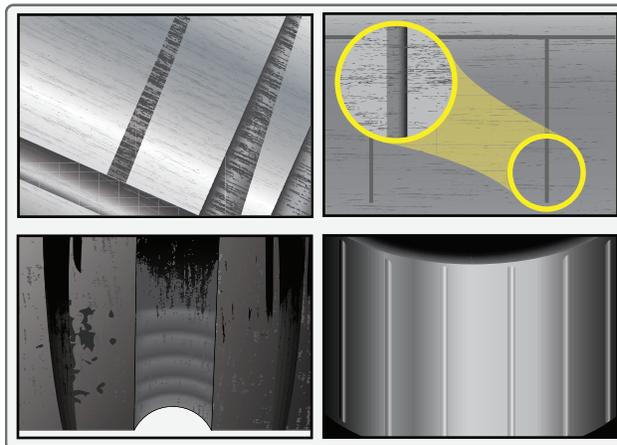


Figura 13-67. O efeito Brinell é causado por um impacto excessivo. Parece com recortes nas pistas do rolamento. Qualquer sobrecarga estática ou forte impacto pode causar o verdadeiro efeito Brinell, o que conduz à vibração e falha prematura do rolamento.

pagam dano. Isto também é conhecido como corrosão por atrito, e pode ser identificado por um corante oxidado do lubrificante. [Figura 13-68]

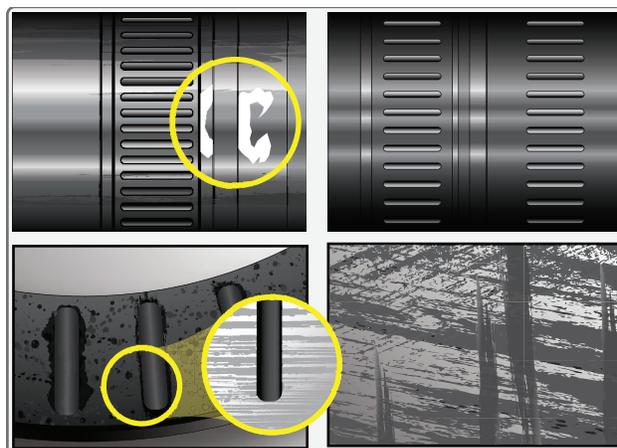


Figura 13-68. Falso efeito Brinell é provocado por vibrações do rolamento enquanto em um estado estático. Mesmo com uma sobrecarga estática, ela pode forçar o lubrificante entre os rolos e as pistas. Partículas submicroscópicas removidas nos pontos de contato metal com metal oxidam. Eles são utilizados para remover partículas que causam danos. Isto também é conhecido como a corrosão por fricção. Pode ser identificado por um corante oxidado do lubrificante.

Manchas e marcas- localizadas na superfície do rolamento são faixas pretas acinzentadas com o mesmo espaçamento que os rolos e é causado pela água que ficou dentro do rolamento. É o primeiro estágio de corrosão mais profunda que se segue. [Figura 13-69]



Figura 13-69 Manchas e marcas na superfície localizada na capa do rolamento, são faixas pretas cinzentas com o mesmo espaçamento que os rolos e causado pela água que ficou dentro do rolamento. É a primeira fase de corrosão mais profunda que se segue.



Figura 13-71. Nódos negros são causadas por contaminação por partículas finas, possivelmente a partir de uma má vedação ou manutenção indevida do rolamento de limpeza. Ele deixa a superfície menos lisa na capa do rolamento.

Decapagem e corrosão- provocada quando a água e os danos causados pela água penetra no tratamento da superfície do elemento de apoio. Ele aparece como uma descoloração avermelhada / marrom. [Figura 13-70]



Figura 13-70. Decapagem e corrosão é provocado quando a água, e os danos causados pela água, penetra na superfície de tratamento o elemento de rolamento. Ele aparece como uma descoloração avermelhada / marrom.

Nódos negros- causadas pela contaminação por partículas finas, possivelmente, por uma má vedação ou manutenção indevida do rolamento de limpeza. Ele deixa uma superfície não lisa no copo do rolamento. [Figura 13-71]

O copo do rolamento não requer a remoção para inspeção; no entanto, deve ser firmemente assentado na metade saliente da roda. Não deve haver nenhuma evidência de que o copo esteja solto ou possa girar. [Figura 13-72] O copo é normalmente removido pelo aquecimento da roda num forno controlado e pressionando-o para fora ou tocando nele com um desvio não metálico. O procedimento de instalação é semelhante. A roda é aquecida e o copo é resfriado com gelo seco

antes de ser aproveitado no lugar com um martelo ou um objeto de tração(drift) não metálico. A parte externa da raça é muitas vezes pulverizada com um primer antes da inserção. Consulte o manual de manutenção do fabricante da roda para obter instruções específicas.

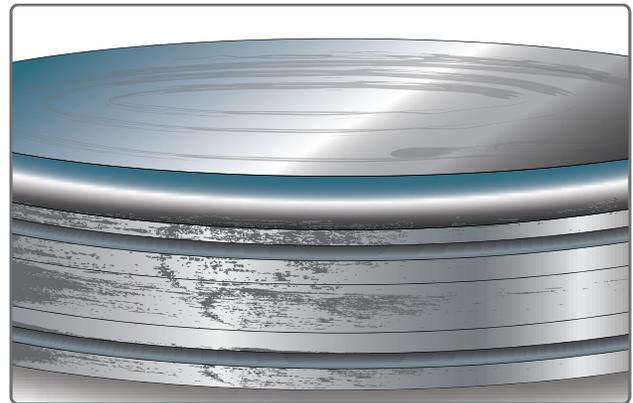


Figura 13-72. Copos de rolamento devem ser apertados na saliência da roda e nunca devem girar. O exterior de um copo de rolamento que girava quando instalado na roda é mostrado.

Manuseio de Rolamentos e Lubrificação

O manuseio de rolamentos é de extrema importância. A contaminação, umidade e vibração, mesmo quando o rolamento está em um estado estático, pode arruinar um rolamento. Evite condições em que estes podem afetar os rolamentos e instale e aperte os rolamentos no lugar de acordo com as instruções do fabricante.

A lubrificação adequada é um impedimento parcial aos impactos ambientais negativos exercidos por um rolamento. Utilize o lubrificante recomendado pelo fabricante. O uso de um rolamento de pressão

ou adaptador também é recomendado como o melhor método de remover todos os contaminantes que possam ter permanecido no interior do rolamento após a limpeza. [Figura 13-73]

Inspeção das Metades da Roda

Uma inspeção visual detalhada de cada metade da roda deve ser feita para verificar se há discrepâncias dos especificados pelos dados de manutenção do fabricante. A utilização de uma lupa é recomendado. A corrosão é um dos problemas mais comuns encontrados durante a inspeção de rodas. Os locais onde a umidade fica presa devem ser verificados atentamente. É possível retirar alguma corrosão de acordo com as instruções do fabricante. Uma superfície de proteção é um tratamento aprovado e um acabamento deve ser aplicado antes da roda retornar ao serviço. A corrosão além dos limites estabelecidos é motivo de rejeição da roda.

Em adição à corrosão, fissuras em determinadas zonas da roda são particularmente prevalentes. Uma dessas áreas é a área de assentamento do talão. [Figura 13-74] A elevada tensão de desembarque é transferida para a roda pelo pneu nesta área de contato. Aterragens difíceis produzem distorção ou rachaduras que são muito difíceis de detectar. Isto é uma preocupação em todas as rodas e é mais problemática em alta pressão em rodas forjadas. O corante de inspeção penetrante é geralmente ineficaz na verificação de rachaduras na área do talão. Lá há uma tendência para rachaduras fecharem hermeticamente uma vez que o pneu é desmontado e a tensão é removida a partir do metal.

É necessário fazer uma inspeção Eddy na área da saliência. Siga as instruções do fabricante da roda ao executar o teste Eddy de verificação.

O área principal do freio da unidade de disco da roda é outra área na qual as rachaduras são comuns. As forças experimentadas quando as teclas levam o disco contra a força de frenagem são elevadas. Geralmente, um teste de líquidos penetrantes é suficiente para revelar rachaduras nesta área. Todas as teclas de acionamento devem ser seguras, sem nenhum movimento. Nenhuma corrosão é permitida nesta área. [Figura 13-75]

Inspeção do Parafuso De Assentamento da Roda

Os parafusos de assentamento da metade da roda estão sob grande estresse quando em serviço e requerem



Figura 13-73. Uma ferramenta de lubrificação do rolamento de pressão.

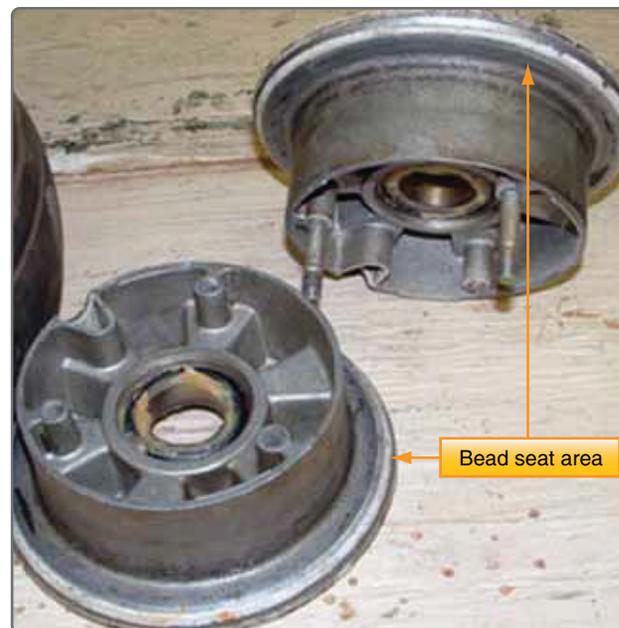


Figura 13-74. As áreas de assentamento do talão de um conjunto de roda de aeronaves leves. O teste Eddy para rachaduras na área de assentamento do talão é comum.

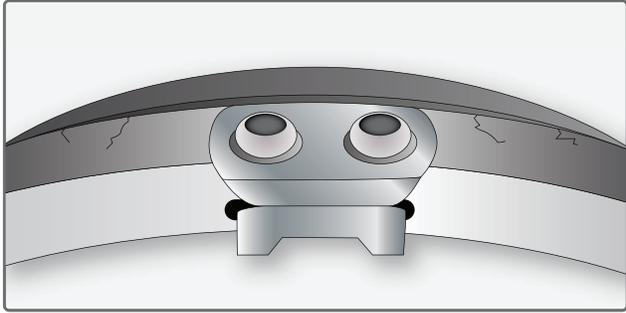


Figura 13-75. Inspeção de rachaduras na área-chave da unidade do disco da roda é realizada com líquidos de cor penetrantes em muitas rodas.

inspeção. Os parafusos de assentamento estendem e alteram a dimensão geralmente nas roscas e sob a cabeça do parafuso. Estas são áreas onde as rachaduras são mais comuns. Inspeção com partículas magnéticas podem revelar essas rachaduras. Siga o manual de procedimentos para inspeção de parafusos de assentamento.

Chave e Chave de Porca de Inspeção

Na maioria das aeronaves as metades interiores da roda, as chaves são aparafusadas ou aparafusados à roda para conduzir o disco de freio (s). As chaves da unidade estão sujeitas a forças extremas, quando freiam. Como mencionado, não deve haver nenhum movimento entre a roda e das teclas. Os parafusos devem ser verificados, e a área ao redor das chaves devem ser inspecionadas para ver se há rachaduras. Há também uma limitação em quanto as chaves podem estar desgastadas pois um desgaste maior permite um movimento excessivo. As instruções de manutenção do fabricante devem ser usadas para realizar uma inspeção completa nesta área crítica.

Inspeção Plugue do Fusível

Os plugues dos fusíveis ou fichas térmicas devem ser inspecionados visualmente. Estas tampas roscadas têm um núcleo que derrete com menor temperatura do que a parte exterior do plugue. Isto serve para liberar ar do pneu caso a temperatura suba a um perigoso nível. Uma inspeção minuciosa deve revelar se algum núcleo tem deformação que pode ser devido à elevada temperatura. Se detectado, todos os tampões térmicos na roda devem ser substituídos por novos tampões. [Figura 13-76]

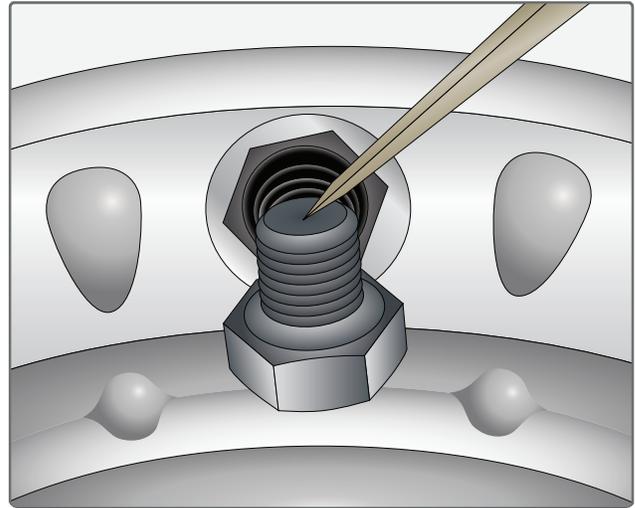


Figura 13-76. Inspeção visualmente o núcleo de um tampão fusível térmico ou por deformação associada a exposição ao calor. Substituir todos os tampões se parecer ter começado a deformar.

Dinamômetros

O calibre de um conjunto de rodas de aeronaves é importante. Quando fabricados, cada conjunto de rodas está estaticamente equilibrado. Pesos são adicionados, se necessário. Eles são uma parte permanente do conjunto de rodas e devem ser instalados para que se possa começar a usar a roda. Os pesos de calibre são aparafusados às metades da roda e podem ser removidos para limpeza e inspeção da roda. Eles devem voltar a ser fixados na sua posição original. Quando um pneu é montado numa roda, o calibre da roda e pneu pode exigir que os pesos adicionais sejam adicionados. Estes são normalmente instalados em torno da circunferência do lado de fora da roda, e não devem ser usados como substitutos para pesos de balanceamento da roda de fábrica. [Figura 13-77]

Freios de Aeronaves

Aeronaves mais antigas não têm sistema de freio para desacelerar e parar a aeronave enquanto estiver no solo. Em vez disso, eles contam com lenta velocidade, superfícies lisas nos aeroportos, e o atrito desenvolvido pela cauda para derrapar para reduzir a velocidade durante a operação terrestre. Os sistemas de freio projetados para aeronaves tornou-se comum após a I Guerra Mundial. Como a velocidade e a complexidade das aeronaves aumentou a utilização de superfícies lisas e pistas pavimentadas proliferaram. Todos os aviões modernos são equipados com freios. O seu bom funcionamento é necessário para uma segura operação da aeronave no solo. Os freios desaceleram a aeronave e conseguem com que ela pare em um pe-

ríodo de tempo razoável. Eles mantêm o avião parado durante o aquecimento do motor e, em muitos casos, orientam a aeronave.

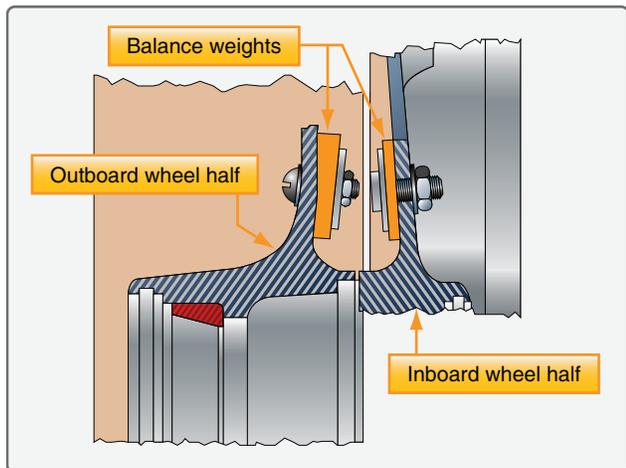


Figura 13-77. Duas rodas de aeronaves peças são estaticamente equilibradas quando fabricadas e podem incluir pesos atribuídos a cada metade da roda, que deve ficar com a roda durante toda a sua vida útil.

..durante o taxiamento. Na maioria das aeronaves, cada uma das rodas principais é equipada com uma unidade de freio. A roda de nariz ou roda de cauda não tem um freio.

No sistema de freio típico, ligações mecânicas e / ou hidráulicas com os pedais permitem ao piloto controlar os freios. Empurrando no topo do leme da ativa do pedal direito o freio sobre pela roda principal direito (s) e empurrando o topo do pedal do leme esquerdo opera o freio na roda (s) principal esquerda. O funcionamento básico de freios envolve a conversão da energia cinética do movimento em energia térmica através da criação de atrito. Uma grande quantidade de calor é desenvolvido e as forças sobre os componentes do sistema de freio são exigentes. Um ajuste adequado, inspeção e manutenção dos freios é essencial para uma operação eficiente.

Tipos e Construção de Freios de Aeronaves

Aeronaves modernas normalmente usam freios a disco. O disco roda com o conjunto da roda girando, enquanto uma pinça fixa resiste à rotação, fazendo atrito contra o disco quando freia. O tamanho, o peso e velocidade de pouso influenciam o projeto da aeronave e complexidade do sistema de freio a disco. Freios a

disco simples, duplos e múltiplos são tipos mais comuns de freios. Freios do rotor segmentados são usados em aeronaves de grande porte. Freios de câmaras Expandier são encontrados em aeronaves de grande porte mais antigas. A utilização de discos de carbono está aumentando na frota da aviação moderna.

Freios a disco simples

Pequenos, aviões leves normalmente alcançam frenagem eficaz utilizando um único disco com chave ou aparafusadas para cada roda. À medida que a roda gira, o mesmo acontece com o disco. A frenagem é conseguida através da aplicação de atrito a ambos os lados do disco a partir de uma pinça não rotativa, aparafusada a flange do eixo do trem de pouso. Pistões no paquímetro sob força de pastilhas de freio forçam a pressão hidráulica ou forros contra o disco quando frear. Cilindros hidráulicos mestre ligados aos pedais fornecem a pressão quando as metades superiores dos pedais são pressionados.

Freios a disco flutuante

Um freio de disco flutuante é ilustrado na Figura 13-78. Uma visão mais detalhada, deste tipo de freio é mostrado na Figura 13-79. A pinça atravessa o disco. Tem três cilindros furados através do invólucro, mas em outros freios este número pode variar. Cada cilindro aceita um êmbolo de atuação conjunto formado principalmente por um êmbolo, uma mola de retorno, e um pino de ajuste automático. Cada conjunto de freio tem seis lonas de freio ou discos(*pucks*). Três estão localizados nas extremidades dos êmbolos, que estão no lado externo da pinça. Eles são projetados



Figura 13-78. Um único freio a disco é um disco flutuante, freio com pinça fixa.

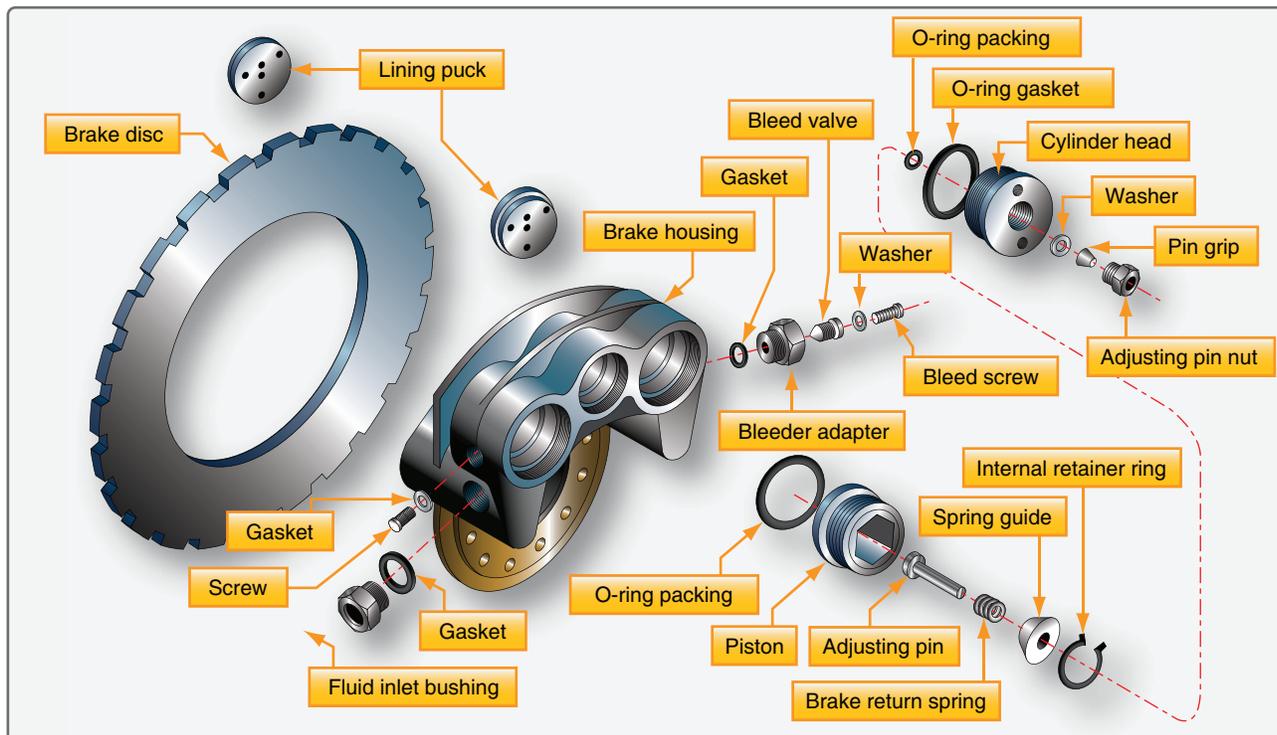


Figura 13-79. Uma vista expandida de um conjunto de freios de disco único encontrado em uma aeronave leve.

para entrar e sair com os pistões e aplicar pressão ao lado exterior do disco. Mais três forros estão localizados em frente destes discos sobre o lado de dentro da pinça. Estes forros são estacionários.

O disco de freio é rosqueado na roda. Ela é livre para mover-se lateralmente nas ranhuras principais. Isto é conhecido como um disco flutuante. Quando frear, os pistões se movem para fora dos cilindros de popa e seus *pucks* em contato com o disco. O disco desliza um pouco nas ranhuras principais até o interior estacionário dos discos também em contato com o disco. O resultado é uma quantidade bastante equilibrada de atrito aplicada a cada lado do disco e, assim, o movimento rotativo é retardado.

Quando a pressão do freio é liberada, a mola de retorno em cada pistão força o pistão para trás longe do disco. A mola fornece uma distância pré estabelecida para cada disco e puck. O recurso de auto ajuste do freio mantém a mesma recarga, independentemente da quantidade de desgaste nos discos de freio. O pino de ajuste na parte traseira de cada pistão move-se com o êmbolo através de um pino de aperto por atrito. Quando a pressão do freio é aliviada, a força da mola de retorno é suficiente para mover o pistão para trás longe do disco de freio, mas não o suficiente para mover o pino de ajuste feito pelo atrito do aperto do

pino. O pistão para quando entra em contato com a saliência do pino de ajuste. Assim, independentemente da quantidade de desgaste, o mesmo curso do êmbolo é necessário para aplicar o freio. A haste do pino saliente através da cabeça do cilindro serve como um indicador de desgaste. A informação de manutenção do fabricante indica o comprimento mínimo do pino que precisa ficar saliente para os freios serem considerados em boas condições. [Figura 13-80]

A pinça(paquímetro)de freio tem as passagens necessárias maquinados para facilitar a circulação do fluido hidráulico e a aplicação de pressão, quando os freios são utilizados. A carcaça do paquímetro também contém uma porta de purga utilizada pelo técnico para remover o ar no sistema que não é desejado. A purga do freio deve ser feita de acordo com as instruções do fabricante.

Discos de Freio Fixos

Mesmo a pressão deve ser aplicada a ambos os lados do disco de freio para gerar o atrito necessário e obter consistente propriedades de uso das lonas de freio. O disco flutuante faz isso, como descrito acima. Pode também ser obtido aparafusando o disco de forma rígida ao volante e permitindo a pinça e lonas de freio flutuarem lateralmente quando a pressão é aplicada.

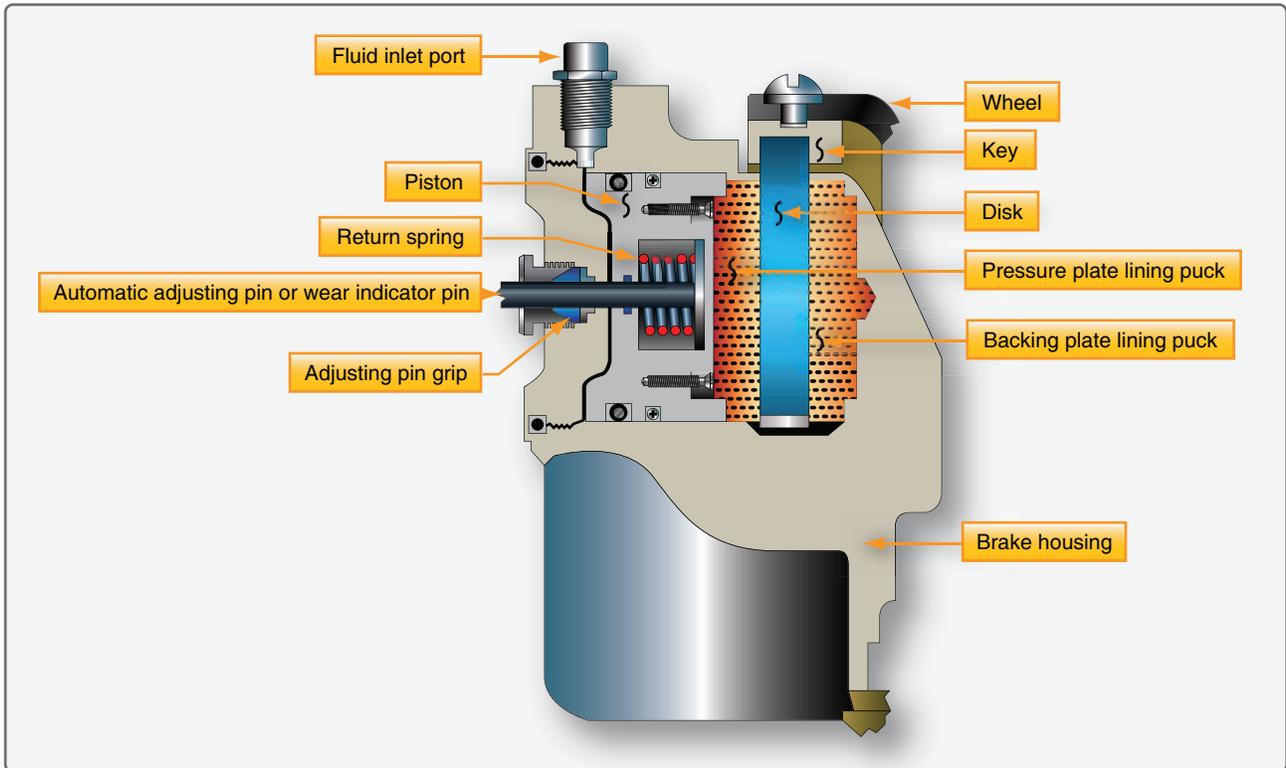


Figura 13-80. Uma visão transversal de um Goodyear disco de freio paquímetro único ilustra a montagem do pino de ajuste que funciona como um indicador de desgaste.

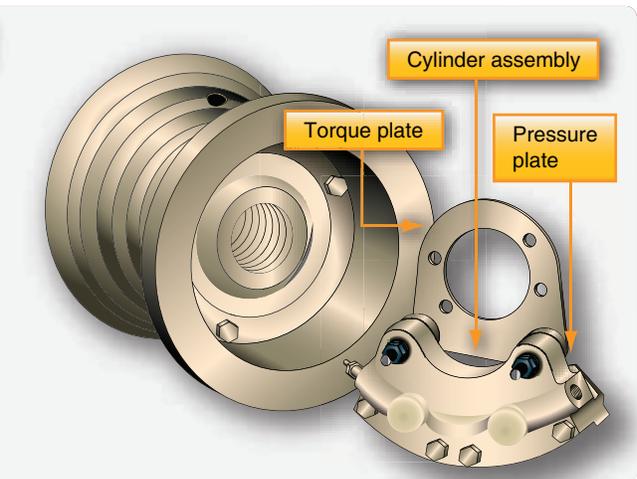
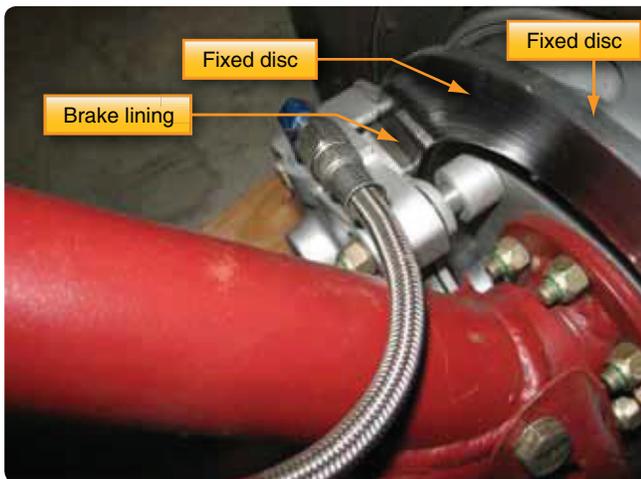


Figura 13-81. Um freio de Cleveland em uma aeronave leve é um freio de disco fixo. Ele permite que a pinça de freio se mova lateralmente em chumbadores para proporcionar uma pressão uniforme em cada lado do disco do freio.

Este é o projeto de um disco de freio fixo comum usado em aeronaves leves. O freio é fabricado pela Brake Company de Cleveland e é mostrado na *Figura 13-81*. Uma vista maior do detalhe do mesmo tipo de freio é mostrado na *Figura 13-82*.

O disco fixo, com um projeto de paquímetro flutuante permite a pinça de freio e revestimentos ajustarem a posição em relação ao disco. Os revestimentos são

rebitados na placa de pressão e na contra chapa. Dois parafusos âncora que passam através da placa de pressão são presos à montagem do cilindro. As outras extremidades dos parafusos são livres para deslizarem dentro e fora dos casquilhos existentes na placa de torque, a qual é aparafusada ao discos é necessário. A substituição de peças desgastadas para além dos limites é sempre seguida de uma verificação operacional. A verificação é realizada enquanto a aeronave

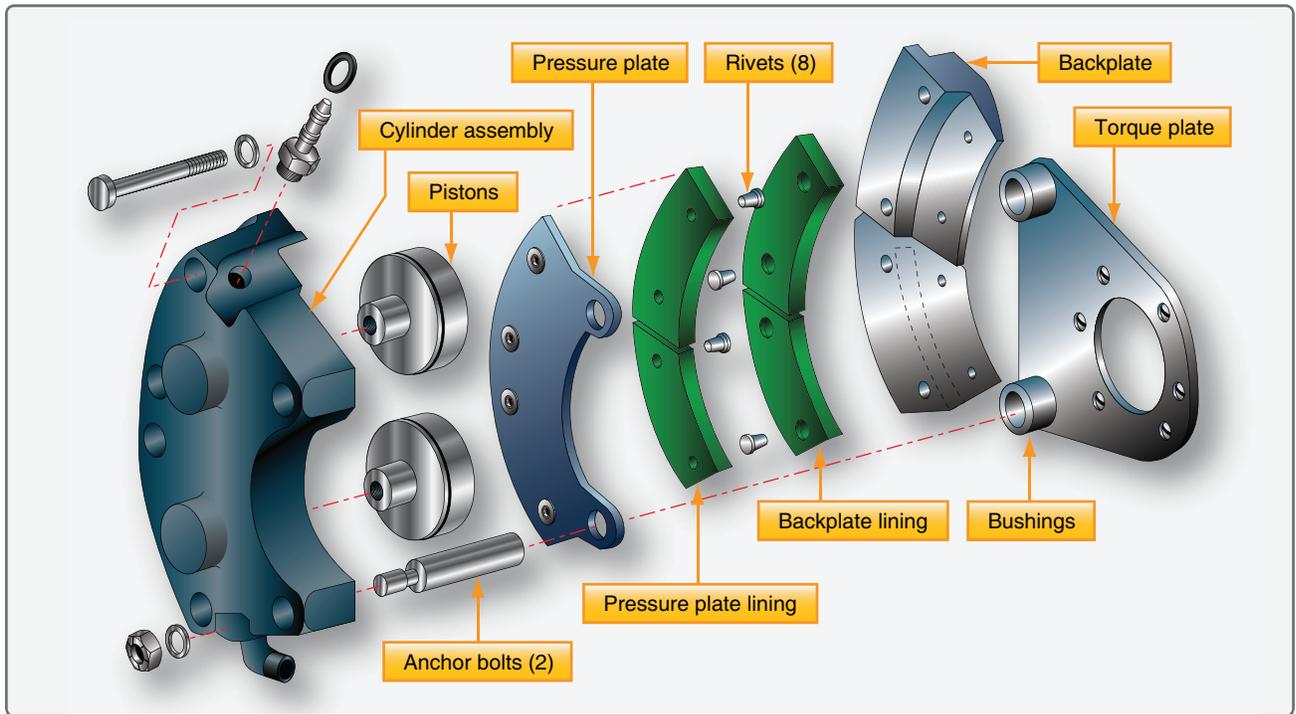


Figura 13-82. Uma vista de um conjunto de freio de Cleveland de pistão duplo.

esta taxiando. A ação de frenagem em cada roda principal deve ser igual a aplicação de pressão no pedal. Os pedais devem ser firmes, não moles ou esponjosos, quando aplicados. Quando a pressão do pedal é solta, os freios devem liberar, sem qualquer evidência de ar-

rastamento.

Disco de freio duplos

Freios de disco duplos são utilizados em aviões, onde um único disco em cada roda não fornece atrito de

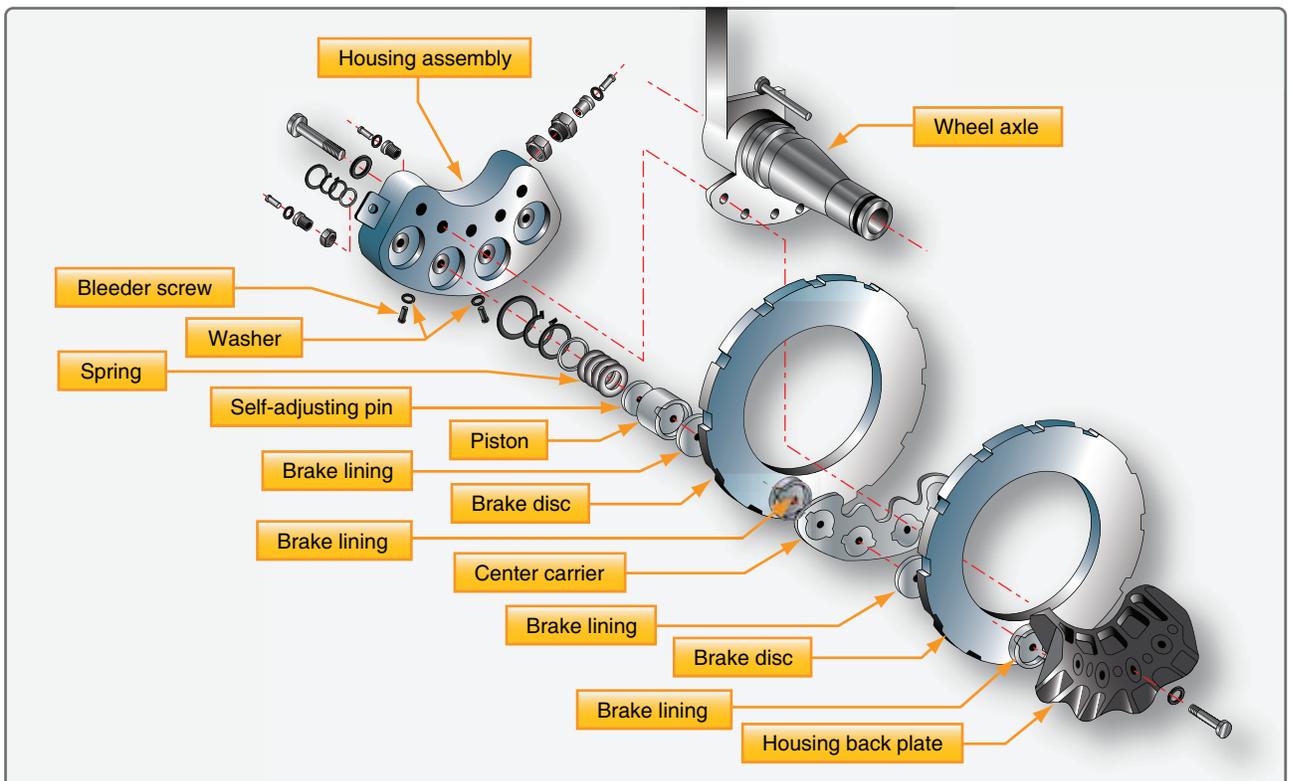


Figura 13-83. Um freio de duplo disco é semelhante a um freio de disco único. Ele usa um transportador central para segurar lonas contra cada um dos discos.

frenagem suficiente. Dois discos são introduzidos à roda. Um condutor central situa-se entre os dois discos. Ele contém revestimentos em cada lado, que entram em contato com cada um dos discos quando os freios são aplicados.

Os parafusos de fixação paquímetro são longos e montados através do condutor central, bem como da placa de apoio para os parafusos para o conjunto. [Figura 13-83]

Disco de freio múltiplos

Aviões grandes e pesados requerem o uso de freios com vários discos. Freios de discos múltiplos são freios pesados projetados para uso com válvulas de controle de freio de energia ou cilindros de impulso Master Power, que será discutido mais adiante neste capítulo. A montagem do freio consiste de um suporte do rolamento prolongada semelhante a um torque de unidade do tipo de câmara aparafusadas na flange do eixo. Ele suporta as várias peças dos freios, incluindo um cilindro anelar e do êmbolo, uma série de discos de aço, alternando com cobre ou discos banhados de bronze, uma placa traseira, e um retentor de placa traseira. Os estatores de aço são introduzidos ao rolamento transportador, e rotores banhados de cobre ou bronze são marcados para a rotação da roda. A pressão hidráulica aplicada ao êmbolo faz com que a pilha inteira de estatores e rotores possam ser compactados. Este cria uma enorme atrito e calor e diminui a rotação da roda. [Figura 13-84]

Tal como acontece com os freios individuais e de disco duplo, as molas retráteis devolvem o pistão à câmara de alojamento do rolamento transportador, quando a pressão hidráulica é aliviada. O fluido hidráulico sai do freio para o câmara de retorno através de um ajustador automático. As armadilhas do ajustador predeterminam a quantidade de fluido nos freios suficiente apenas para fornecer as distâncias corretas entre os rotores e estatores. [Figura 13-85] O desgaste do freio é geralmente medido por um indicador de desgaste que não faz parte do conjunto de freio. Estes tipos de freios são normalmente encontrados em mais de uma categoria de aeronave de transporte. Os rotores e estatores são relativamente finos, apenas cerca de 1/8- polegada. Eles não dissipam o calor muito bem e têm uma tendência a deformar.

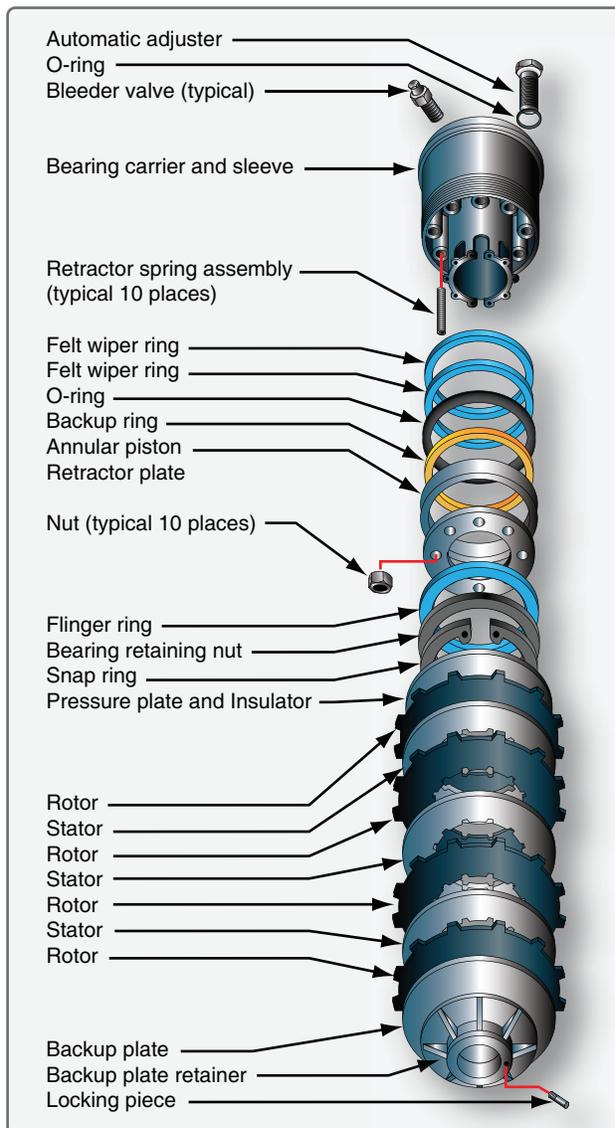


Figura 13-84. Um freio a disco múltiplo com um condutor sobre o qual as partes do freio são montadas incluindo um conjunto de cilindro anelar um de pistão que aplicam uma pressão uniforme a uma pilha de rotores e estatores.

Discos de Freio à Rotor Segmentados

A grande quantidade de calor gerado ao retardar a rotação das rodas de aeronaves de grande porte e alto desempenho é problemático. Para melhor dissipar esse calor, discos de freio à rotor foram desenvolvidos. Os discos de freio à rotor segmentados são freios de discos múltiplos, mas de modelo mais moderno do que o tipo discutido anteriormente. Há muitas variações. A maioria apresenta numerosos elementos que ajudam no controle e na dissipação de calor. Freios a disco rotor segmentados são freios pesados, especialmente adaptados para a utilização com sistemas hidráulicos de pressão elevados para sistemas de travagem de energia. A frenagem é realizada por meio de

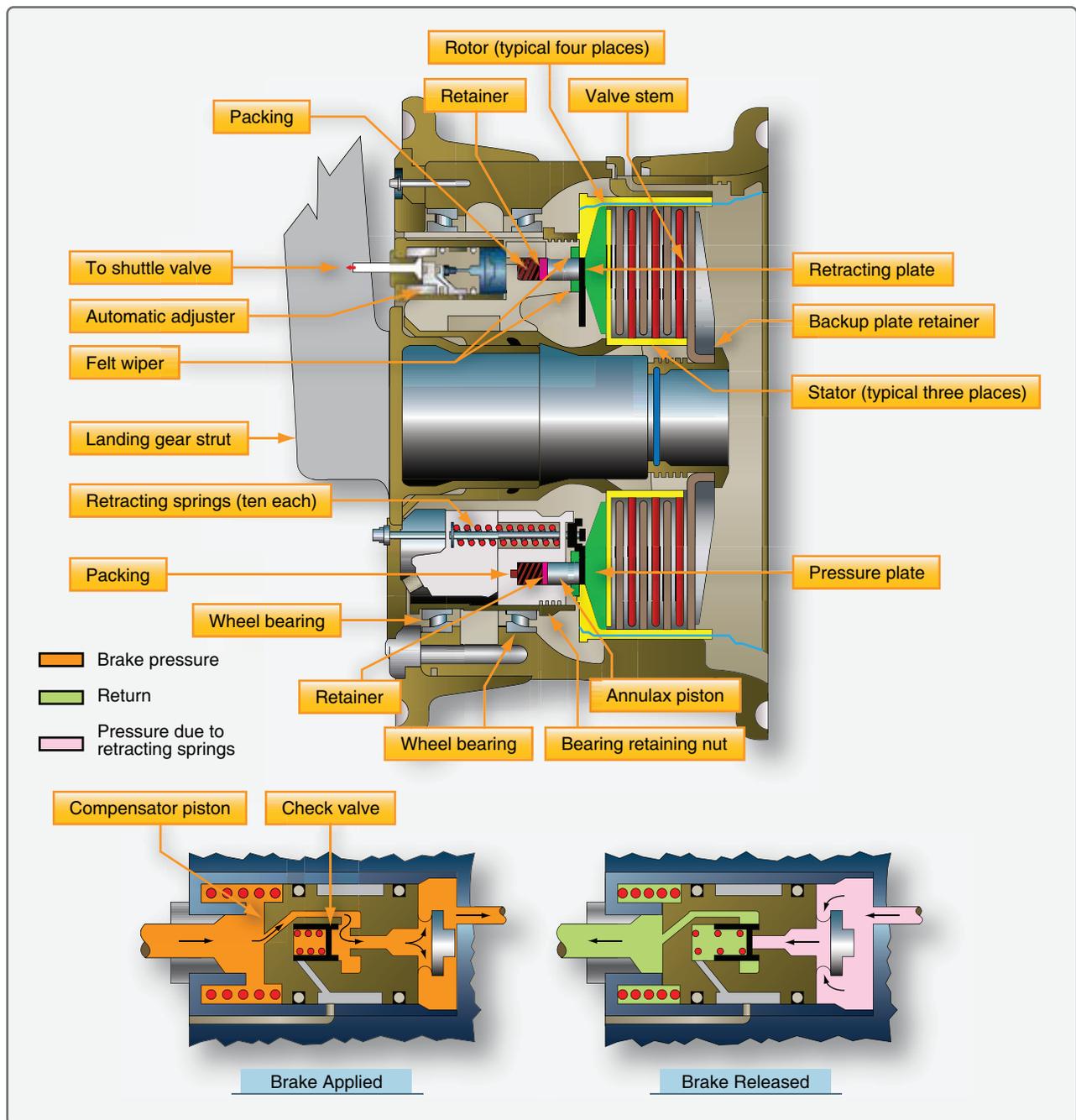


Figura 13-85. Um freio multi-disco com detalhes do ajustador automático.

vários conjuntos estacionários, tipo de lonas de alto atrito de freio que fazem contato com segmentos de rotação. Os rotores são construídos com ranhuras ou com espaço entre eles, o que ajuda a dissipar o calor e dar o freio o seu nome. Freios de discos de múltiplos rotores segmentados são o freio padrão usado em aeronaves de alto desempenho. Uma visão melhor de um tipo de conjunto de freio rotor segmentado é mostrado na *Figura 13-86*.

A descrição de um freio rotor segmentado é muito se-

melhante ao tipo de freio de disco múltiplo descrito anteriormente. A montagem do freio consiste de um transportador, um retentor de êmbolo e pistão, uma placa de pressão, uma placa de estator auxiliar, os segmentos de rotor, placas do estator, ajustadores automáticos, e uma placa de suporte.

O conjunto transportador, ou encaixe de freio com câmara de torque, é a unidade básica do freio rotor segmentado. É a parte que se acopla a flange de su-

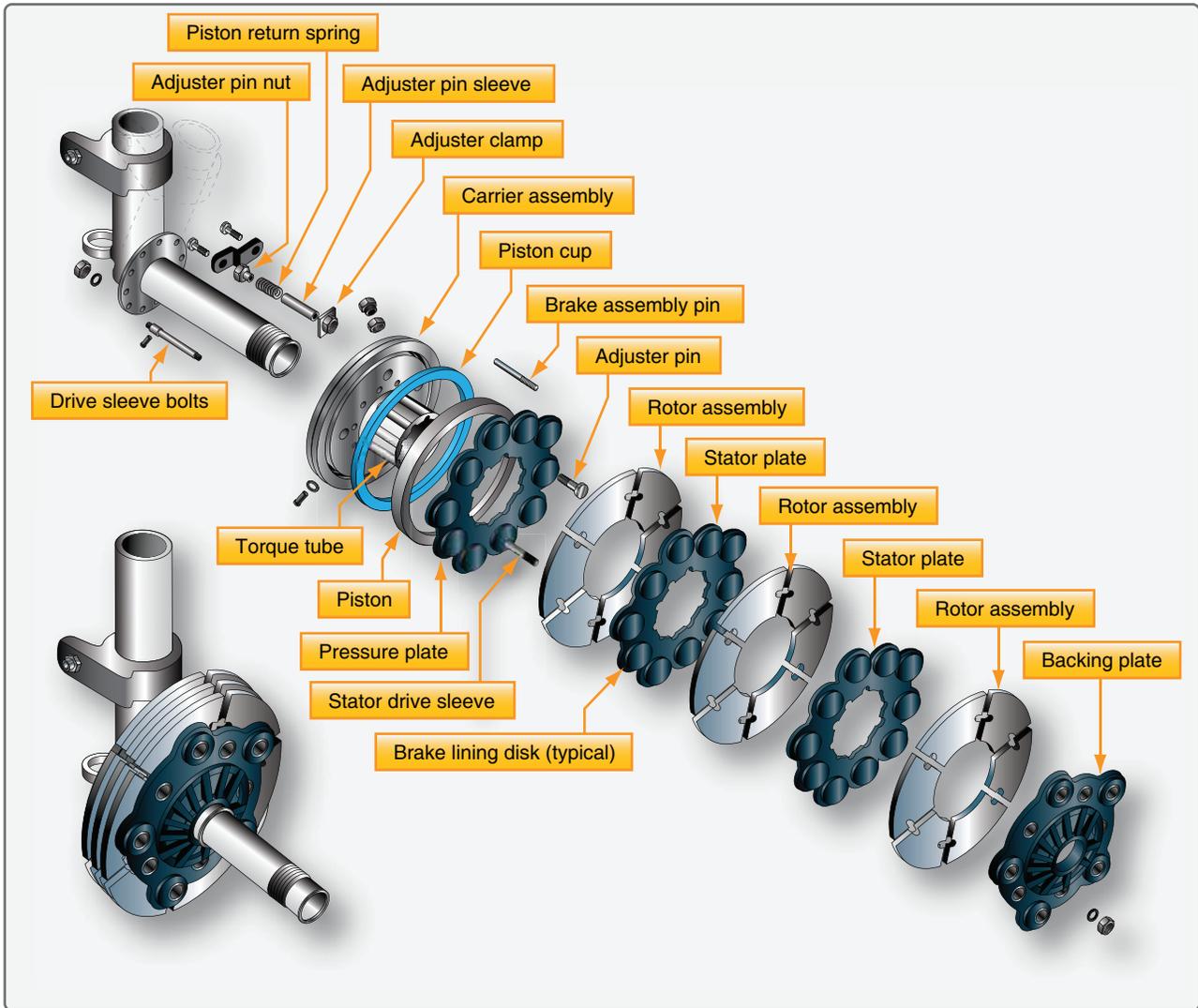


Figura 13-86. Vista aumentada e em detalhe de freios do rotor segmentados.

porte ao choque do trem de pouso sobre o qual os outros componentes do freio são montados. Em alguns freios, duas ranhuras ou cilindros são usinados no transportador, para receber os copos do pistão e êmbolos. [Figura 13-86] Os freios a disco rotor mais segmentados têm numerosos cilindros usinados para o encaixe do freio em que se encaixam o mesmo número de pistões de acionamento. Muitas vezes, estes cilindros são fornecidos por duas fontes hidráulicas diferentes, alternando cada cilindro de uma única fonte. Se uma fonte falha, o freio ainda opera suficientemente sobre a outra. [Figura 13-87]

Acessórios externos no transportador ou no encaixe do freio admitem o fluido hidráulico. Uma porta de purga pode também ser encontrada.

Uma placa de pressão é plana, circular, de aço de alta

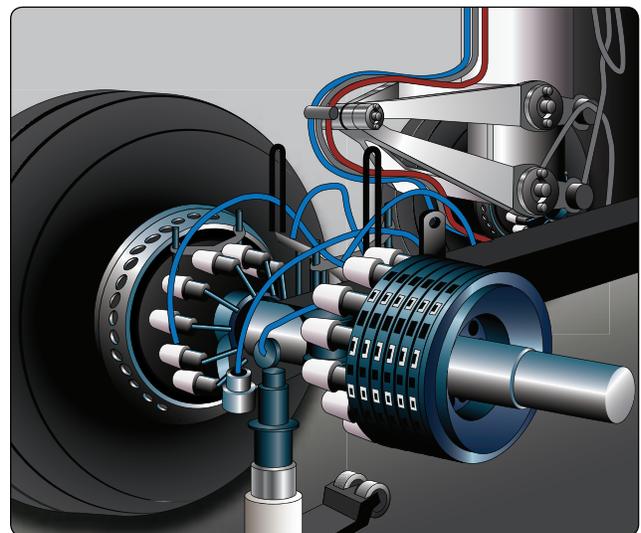


Figura 13-87. Muitos freios a disco rotor segmentados modernos usam um encaixe maquinado para encaixar vários pistões de acionamento individuais.

resistência, não rotativa entalhada na circunferência interior para encaixar sobre as mangas da unidade do estator ou nas estrepes do câmara de torque. Os pistões do freio atuam em contato com a placa de pressão. Tipicamente, um isolador é usado entre a cabeça do pistão e a pressão da chapa para impedir a condução de calor a partir dos discos de freio. A placa de pressão transfere o movimento dos êmbolos para a pilha de rotores e estatores que comprimem para diminuir a rotação das rodas. Na maioria dos projetos, o material de revestimento do freio ligado diretamente entra em contato com a placa de pressão do primeiro rotor na pilha para transferir o movimento do pistão (s). [Figura 13-86] Uma placa estatora auxiliar com material de revestimento do freio do lado oposto a placa de pressão também pode ser usada.

Qualquer número de rotores e estatores alternados são prensados sob pressão hidráulica contra a placa de apoio do conjunto de freio quando os freios são aplicados. O apoio placa é uma placa de aço pesado aparafusado à caixa ou câmara de torque a uma dimensão fixa da caixa do veículo. Na maioria dos casos, o material de revestimento do freio ligada tem a ela e contatos do último rotor na pilha. [Figura 13-86]

Estatores são placas planas com entalhe na circunferência interna a ser segura pelos estrepes do câmara de torque. Eles têm material de revestimento do freio rebitadas ou aderido a cada lado para fazer contato com rotores adjacentes. O revestimento é constituído de numerosos blocos isolados. [Figura 13-86] O espaço entre os blocos de revestimento auxilia na dissipação de calor. A composição dos materiais de revestimento variam. O aço é frequentemente utilizado.

Os rotores são de fenda ou discos segmentados com ranhuras ou espigas no perímetro externo, que aparafusam a roda rotativa. Ranhuras ou espaços entre as seções do rotor criam segmentos que permitem que o calor dissipe mais rapidamente do que se o rotor estivesse sólido. Eles também permitem a expansão e evitam a deformação. [Figura 13-86] Os rotores são normalmente de aço ao qual uma superfície de atrito está ligado a ambos os lados. O metal sinterizado é utilizado na criação da superfície de contato do rotor.

Freios de discos múltiplos segmentados usam uma mola de retração com ajustadores automáticos de apuramento para puxar a placa traseira a partir da pilha do rotor e do estator, quando a pressão de frenagem

é removida. Isso dá folga para a roda potência girar desimpedida pelo atrito de contato entre as peças de freio, mas mantém as unidades de contato próximas para um rápido contato e frenagem quando os freios são aplicados. O número de dispositivos de retração variam de acordo com o projeto de freio. A Figura 13-88 mostra um conjunto de freio usado em um Boeing 737 de categoria de transporte. Na vista em corte, o número e as localizações dos mecanismos de retração de ajuste automático podem ser vistos. Os detalhes dos mecanismos são também mostrados.

Ao invés de usar um conjunto de aperto de pinos para ajuste automático, um pino de ajuste, esfera, e câmara operam da mesma maneira. Movem-se quando a pressão do freio é aplicada, mas a bola no câmara limita a quantidade do retorno a um igual desgaste da lona do freio. Dois indicadores de desgaste independentes são usados no freio mostrado. Um pino indicador ligado a placa traseira se projeta através da transportadora. A quantidade que sobressai com a frenagem, é medida para determinar se novos revestimentos são necessários.

OBSERVAÇÃO: Outros freios de discos múltiplos segmentados podem usar técnicas ligeiramente diferentes para retração e placa de pressão e indicação de desgaste. Consulte as informações do fabricante para garantir que os indicadores de desgaste sejam lidos corretamente.

Freios de carbono

O freio multi-disco segmentado forneceu muitos anos de serviço confiável para a indústria da aviação. Ela evoluiu num esforço para torná-lo mais leve e para dissipar o calor de atrito de frenagem de forma rápida e segura. A mais recente iteração do freio de discos múltiplos é o disco de freio de carbono. Ele é atualmente encontrado em aviões de transporte de alto desempenho. Os freios de carbono são assim chamados porque os materiais de fibra de carbono são usados para construir os discos de freio. [Figura 13-89]

Os freios de carbono são cerca de quarenta por cento mais leves do que os freios convencionais. Em aeronaves de transporte grandes, somente isto pode salvar várias centenas de libras em peso. Os discos de fibra de carbono são visivelmente mais espessos do que rotores de aço sinterizado, mas são extremamente leves. Eles são capazes de resistir a temperaturas cinquenta por cento mais elevadas do que o componente de

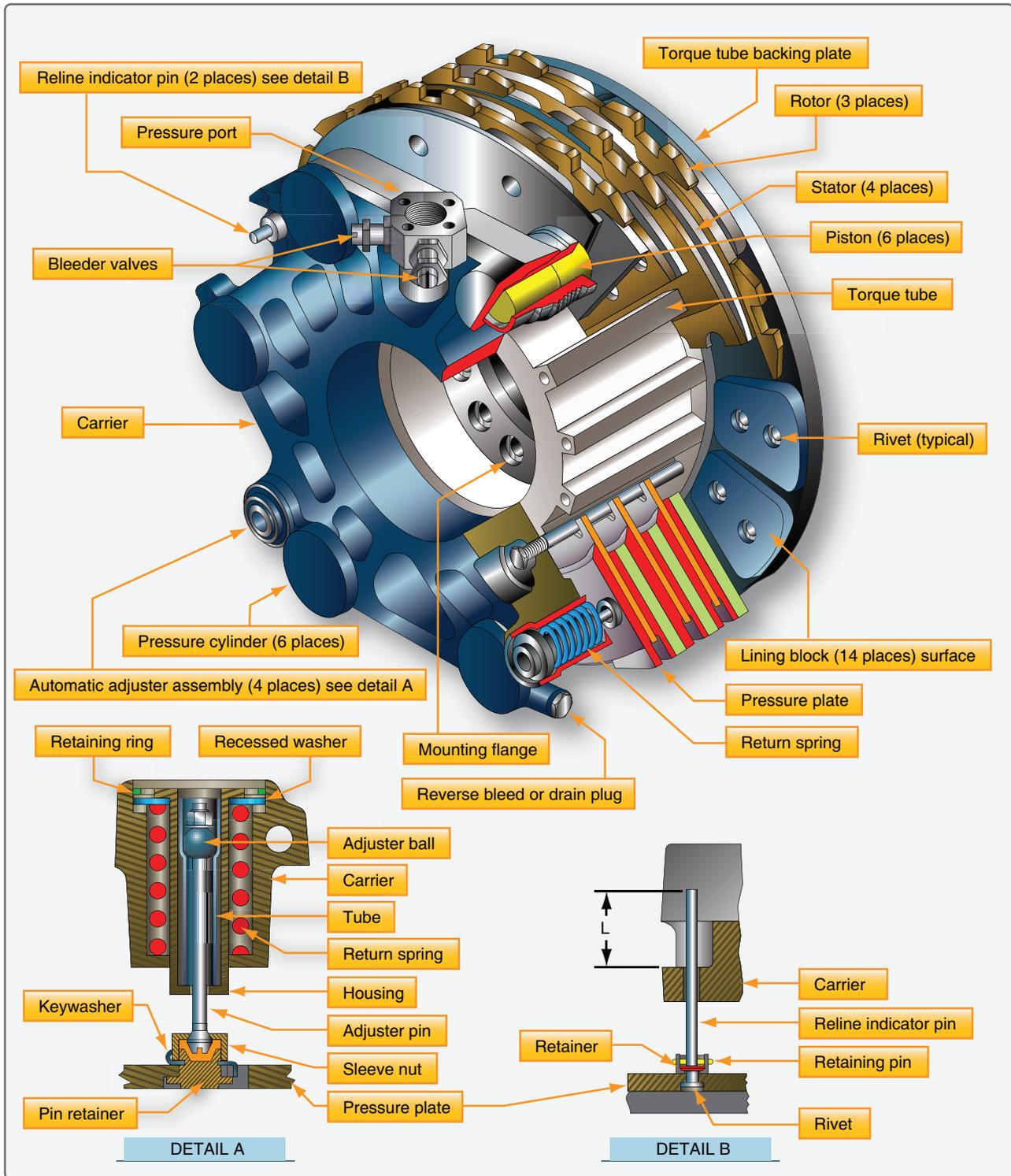


Figura 13-88. O conjunto de freio de disco múltiplo e os detalhes de um Boeing 737.

freios de aço. A temperatura máxima de operação é limitada pela capacidade dos componentes adjacentes de aguentar a temperatura elevada. Freios de carbono suportam de duas a três vezes o calor de um freio de aço em aplicações fora da área de aeronaves. Rotores de carbono também dissipam o calor mais rápido do que rotores de aço. Um rotor de carbono mantém a sua força e dimensões a altas temperaturas. Além disso, os freios de carbono duram de vinte a cinquenta por cento mais do que os freios de aço, o que resulta em manutenção reduzida.

O único impedimento para freios de carbono a serem utilizados em todas as aeronaves é o alto custo de fabricação. Se espera que o valor reduza com a da tecnologia e maior número de operadores de aeronaves que entram no mercado.

Freios do Câmera Expansor

Um freio do câmara expansor é uma abordagem diferente para a frenagem que é utilizada em aeronaves de todos os portes produzidos na década de 1930 até a década de 1950. Tem peso leve, tem baixa pressão do freio aparafusado ao flange do eixo que se encaixa dentro de um tambor de freio de ferro. Um tecido reforçado plano de câmara de neoprene é montado em torno da circunferência de um flange de torque do tipo da roda. A superfície plana exposta do câmara expansor é revestido com blocos de freio semelhante ao material do forro do freio. Duas armações planas são aparafusadas nos lados da flange de torque. As guias dos quadros contêm o câmara e permitem que as barras de torque sejam aparafusadas uniformemente espaçadas através do câmara entre cada bloco de freio. Estes impedem o movimento circunferencial do câmara na flange. [Figura 13-90]

O câmara de expansão está equipado com um bico de metal no interior da superfície. O fluido hidráulico sob pressão é dirigido através deste encaixe no interior do câmara quando os freios são utilizados. O câmara expande-se para fora, e os blocos de freio fazem contato com a roda do tambor causando atrito que retarda a roda. A pressão hidráulica é aumentada, e uma maior fricção se desenvolve. Molas semielípticas localizadas nas barras de torque fazem que o câmara de expansão volte para uma posição plana em torno da flange quando a pressão hidráulica é removida. A folga entre o câmara e o expansor de tambor de freio é ajustável, rodando um ajustador em algum câmara

expansor dos freios. Consulte o manual de manutenção do fabricante para a definição da folga correta. A Figura 13-91 mostra um freio de câmara extensor, detalhando seus componentes.

Freios de câmaras extensores funcionam bem, mas tem alguns inconvenientes. Eles tendem a ter um re-

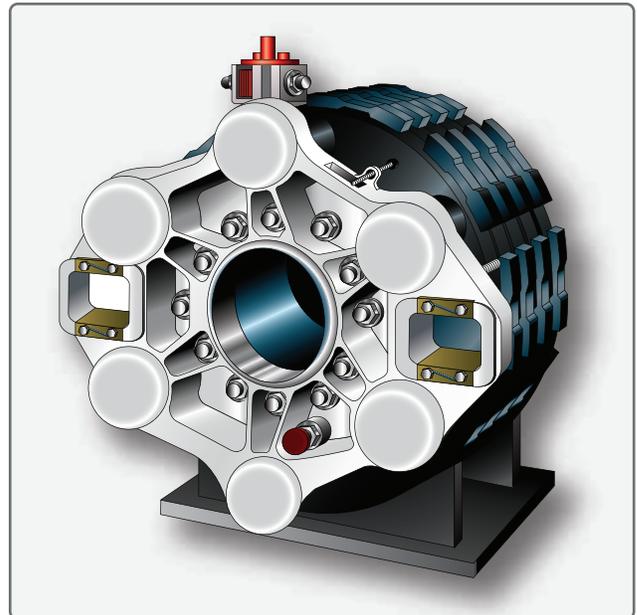


Figura 13-89. Um freio de carbono para um Boeing 737.

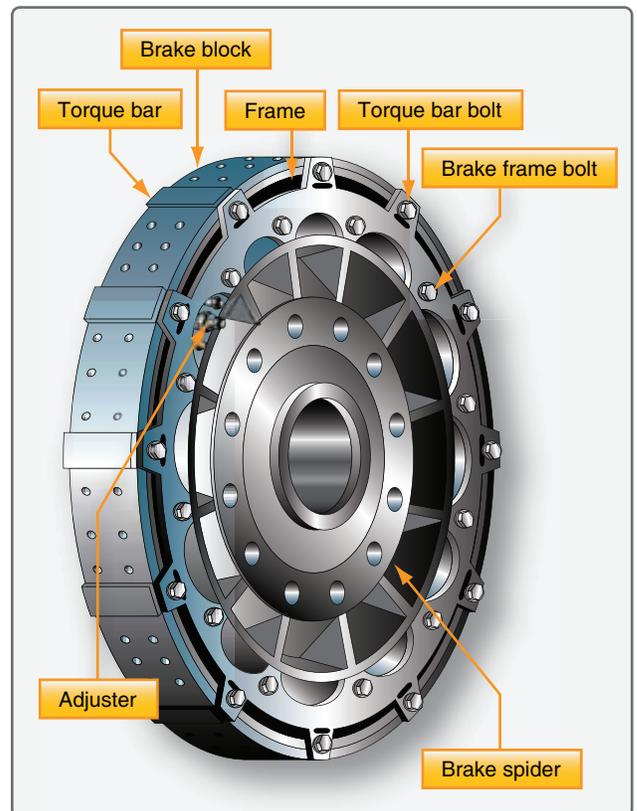


Figura 13-90. Um conjunto de freio do câmara expansor.

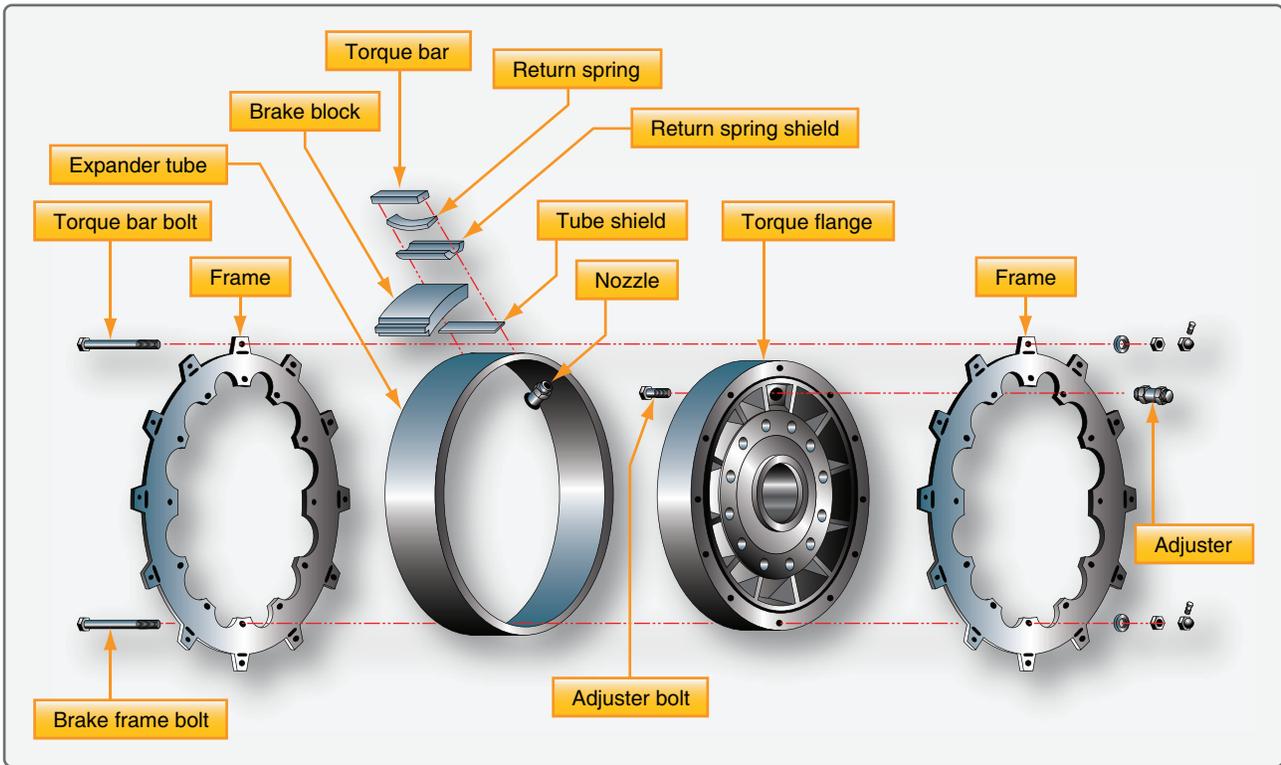


Figura 13-91. Uma vista maior de um freio do câmara expensor.

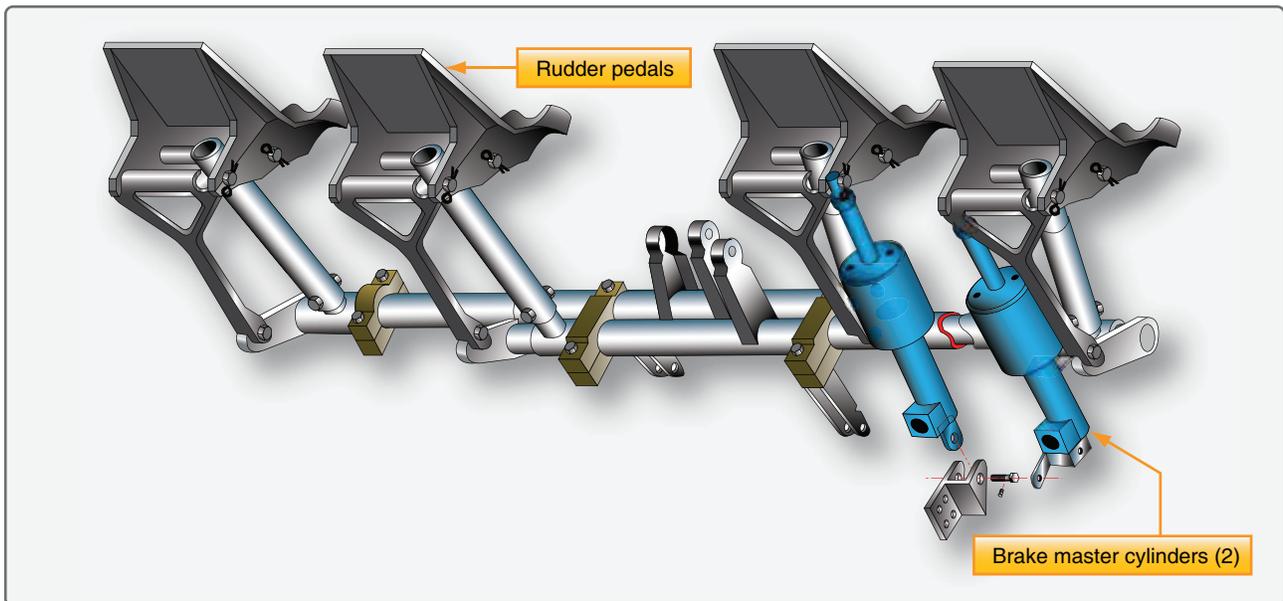


Figura 13-92. Cilindros mestres em um sistema de freio independente estão diretamente ligados aos pedais do leme ou estão ligados através de uma ligação mecânica.

vés quando frios. Eles também têm uma tendência para inchar com a temperatura e com isso vazam. Eles podem arrastar para o interior do tambor, se isto ocorrer. Os freios expansores foram trocados pelos sistemas de freio a disco.

Sistemas de freio de acionamento

Todos os vários conjuntos de freio, descritos na seção anterior, usam energia hidráulica para operar. Os diferentes meios de fornecer a pressão de fluido hidráulico necessárias para o freio são discutidos nesta seção. Existem três sistemas básicos de atuação:

1. Um sistema independente que não faz parte do sistema hidráulico principal da aeronave;
2. Um sistema de reforço que utiliza um sistema hidráulico intermitentemente, quando necessário, e
3. Um sistema de freio que só usa o sistema hidráulico (s) principal da aeronave como uma fonte de pressão.

Sistemas em diferentes aeronaves variam, mas o funcionamento geral é semelhante aos descritos.

Cilindros Mestres Independentes

Em geral, pequenas aeronaves leves e aeronaves sem sistemas hidráulicos utilizam sistemas de frenagem independentes. Um sistema de frenagem independente não está ligado de qualquer forma ao sistema hidráulico da aeronave. Cilindros mestres são usados para desenvolver a pressão hidráulica necessária para operar os freios. Isto é semelhante ao sistema de freio de um automóvel.

Na maioria dos sistemas de acionamento de freio, o piloto empurra o topo dos pedais do leme para aplicar os freios. Um cilindro mestre para cada freio está ligado mecanicamente ao pedal do leme correspondente (por exemplo, freio principal direito do pedal do leme direito, freio principal esquerdo para o pedal do leme esquerdo). [Figura 13-92]

Quando o pedal é premido, um êmbolo dentro de uma câmara selada é preenchida com fluido no cilindro mestre forçando o fluido hidráulico através de uma linha para o pistão (s) do conjunto de freio. O pistão

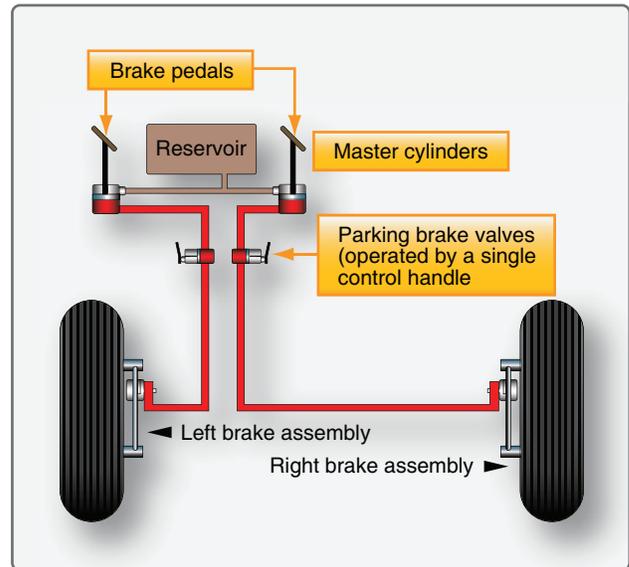


Figura 13-93. Um reservatório de serviços remotos com ambos os cilindros mestres de alguns sistemas independentes de frenagem

do freio (s) empurra os calços do freio contra o rotor do freio para criar a fricção que retarda a rotação da roda. A pressão aumenta ao longo dos sistemas de frenagem e contra o rotor, pois o pedal é premido mais fortemente.

Muitos cilindros mestres têm embutido o fluido hidráulico de frenagem nos reservatórios. Outros têm um único reservatório para os dois cilindros mestres da aeronave. [Figura 13-93] Algumas aeronaves leve a com nariz volante tem apenas um cilindro mestre que atua nos freios das rodas principais. Isso é possível porque a direção da aeronave durante o taxiamento não necessita de frenagem diferencial. Independentemente do setup, é o cilindro mestre que se acumula a pressão necessária para a frenagem.

Um cilindro mestre utilizado com um reservatório remoto é ilustrado na Figura 13-94. Este modelo em particular é um cilindro mestre Goodyear. O cilindro está sempre cheio com fluido hidráulico livre de contaminantes e de ar, pois é o reservatório e a linha que conecta os dois juntos. Quando a parte superior do pedal do leme está deprimido, o braço do pistão move-se mecanicamente para dentro do cilindro mestre. Ele empurra o pistão contra o fluido, que é forçado através da linha para o freio. Quando a pressão do pedal é solta, as molas de retorno no conjunto de freio retrai os pistões de freio de volta para o encaixe do freio. O fluido hidráulico atrás dos pistões é deslocado e deve retornar ao cilindro mestre. Quando isso acon-

tece, um retorno da mola no cilindro mestre move o pistão, biela e leme e o pedal volta para a posição original (freio desligado, pedal não deprimido). O fluido atrás do cilindro mestre do êmbolo flui de volta para o reservatório. O freio está pronto para ser usado novamente.

O fluido hidráulico expande quando a temperatura aumenta. O fluido preso pode causar um freio ir contra o rotor (s). Pode também haver vazamentos. Quando os freios não são aplicados, o fluido deve expandir de forma segura, sem causar estes problemas. A porta de compensação é incluída na maioria dos cilindros mestres para facilitar este processo. No cilindro mestre na Figura 13-94, esta porta é aberta quando o pistão está totalmente retraído. O fluido no sistema de freio expande para dentro do reservatório, que tem a capacidade de aceitar o volume de fluido em excesso. O reservatório típico também é ventilado para a atmosfera para proporcionar uma pressão positiva sobre o fluido.

O lado da frente da cabeça do pistão contém uma vedação que fecha a porta de compensação, quando os freios são aplicados de modo que possa haver pressão. O selador só é eficaz para frente. Quando o pistão está voltando, ou está totalmente retraído na posição desligado, o fluido atrás do pistão é livre para fluir através dos portos da cabeça do pistão, para reabastecer todo o fluido que pode ter sido perdido a jusante do cilindro mestre. A extremidade traseira do cilindro mestre contém uma vedação que evita vazamentos todas as vezes. Uma bota de borracha se encaixa sobre a haste

do êmbolo e a extremidade traseira do cilindro mestre para impedir a entrada de poeira.

O freio de estacionamento para este cilindro mestre do reservatório remoto do sistema de freios é um dispositivo mecânico de catraca entre o cilindro mestre e os pedais do leme. Com os freios aplicados, a catraca está envolvida, quando se puxa o freio de estacionamento. Para liberar os freios, os pedais ficam deprimidos permitindo ainda que o roquete desengate. Com o conjunto de freio para estacionamento, qualquer expansão do fluido hidráulico devido à temperatura é aliviado por uma mola na ligação mecânica.

Um requisito comum de todos os sistemas de travagem é não haver ar misturado ao fluido hidráulico. Como o ar é compressível e o fluido hidráulico não, qualquer ar sob pressão quando os freios são aplicados faz com que os freios fiquem esponjosos. Os pedais não ficam firmes quando empurrados para baixo devido ao ar comprimido. Os sistemas de freio devem ser purgados para remover todo o ar do sistema. Instruções para purgar os freios estão nas informações de manutenção do fabricante. Os sistemas de freio equipados com cilindros mestres Goodyear devem ser purgados de cima para baixo para garantir que ar preso atrás do pistão do cilindro mestre seja removido. Uma alternativa comum de sistemas de frenagem independente incorpora dois cilindros mestres, cada um com o seu próprio reservatório de fluido integral. Exceto para a localização do reservatório, o sistema de freio é basicamente o mesmo que foi descrito. Os cilindros mestres são mecanicamente ligados aos pe-

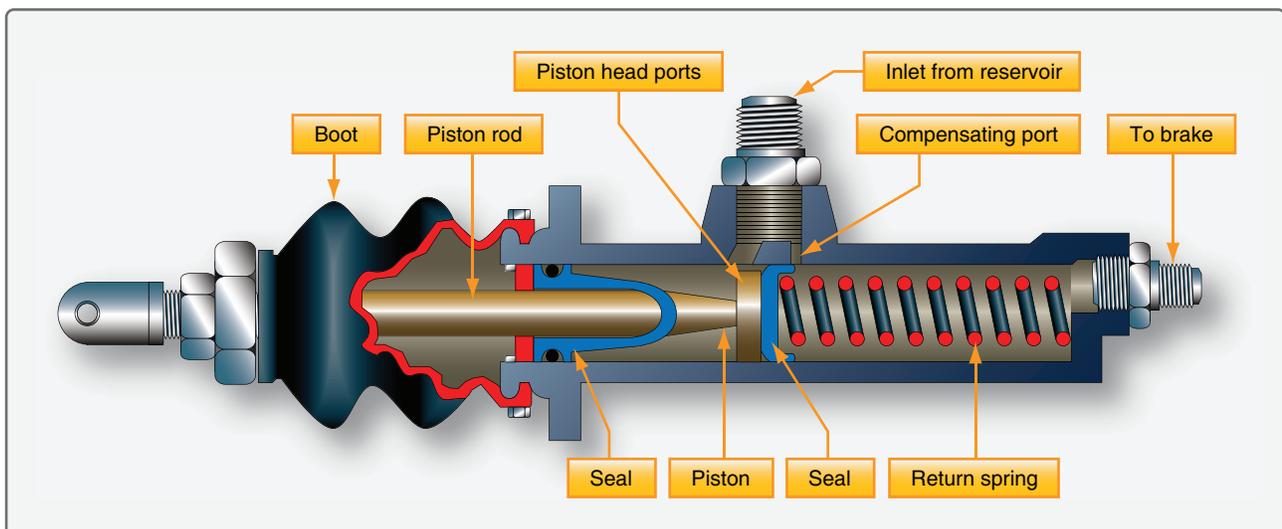


Figura 13-94. Um cilindro mestre do freio Goodyear a partir de um sistema de frenagem independente, com um reservatório remoto.

dais do leme como antes. Pressionando o topo do pedal de uma haste do êmbolo faz com que o se empurre o pistão para o cilindro forçar o fluido para fora do conjunto de freio. As hastes do pistão rodam na manga do compensador e contém um anel que veda a haste do pistão quando a haste é movida para a frente. Isto bloqueia os portos de compensação. Quando liberado, uma mola repõe o êmbolo a sua posição original, que recarrega o reservatório quando ele volta. A extremidade selada da haste retrai longe da cabeça do pistão, permitindo um fluxo livre de fluido a partir do cilindro através dos orifícios de compensação no êmbolo para o reservatório. [Figura 13-95]

O mecanismo de freio de estacionamento é do tipo catraca que funciona como descrito. Um porto de manutenção é fornecido no topo do reservatório do cilindro mestre. Tipicamente, um tampão ventilado é instalado no porto para fornecer pressão positiva sobre o fluido.

Freios impulsioneados

Em um sistema de frenagem independente, a pressão aplicada aos freios é tão grande como a pressão aplicada a parte superior do pedal do leme. Sistemas de acionamento de freio Impulsioneado aumentam a força desenvolvida pelo piloto com pressão do sistema hidráulico, quando necessário. O impulso é apenas durante frenagem pesada. Isso resulta em uma maior pressão aplicada aos freios do que o piloto pode fornecer por si só. Freios impulsioneados são utilizados em aeronaves de médio e maior porte, que não necessitam de uma potência total no sistema de acionamento do freio.

Um cilindro mestre do freio reforçado para cada freio é mecanicamente ligado aos pedais. No entanto, o cilindro mestre do freio reforçado opera de forma diferente. [Figura 13-96]

Quando os freios são aplicados, a pressão do pé do piloto através da ligação mecânica move o cilindro mestre do êmbolo para forçar o fluido para os freios. O movimento inicial fecha o cone compensador usado para aliviar a expansão térmica quando os freios não são aplicados.

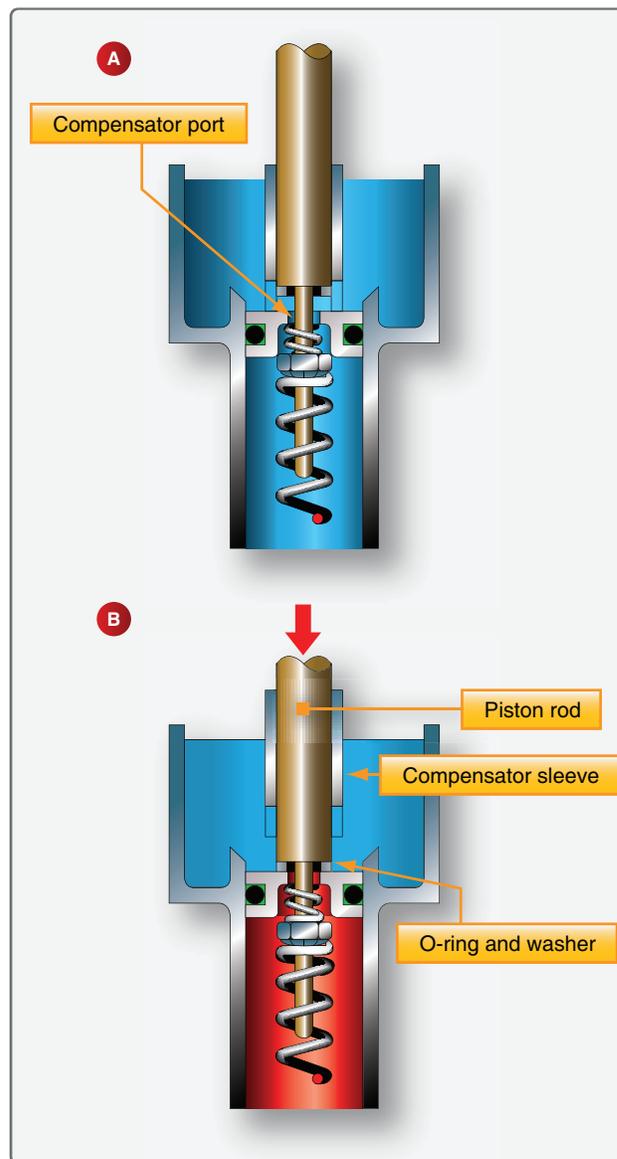


Figura 13-95. Um cilindro mestre com reservatório comum interno é mostrado. A ilustração mostra o cilindro mestre, quando os freios estão desligados. A porta de compensação é aberta para permitir a expansão do fluido para dentro do reservatório caso aumente a temperatura. No grupo B, os freios são aplicados. O vedante de haste do pistão cobre a porta de compensação na medida que contata com a cabeça do pistão.

Quando o piloto empurra o pedal mais forte, uma mola de alternância move-se de uma válvula de êmbolo no cilindro. A pressão do sistema hidráulico das aeronaves flui através do sistema de válvula para o lado de trás do pistão. A pressão é aumentada, tal como é a força desenvolvida para aplicar os freios.

Quando o pedal é solto, a haste se desloca para o sentido oposto, e o êmbolo retorna para onde o êmbolo parou. O assento compensar reabre. A alternância é retirada do carretel através de ligações, e o fluido empurra o carretel de volta...

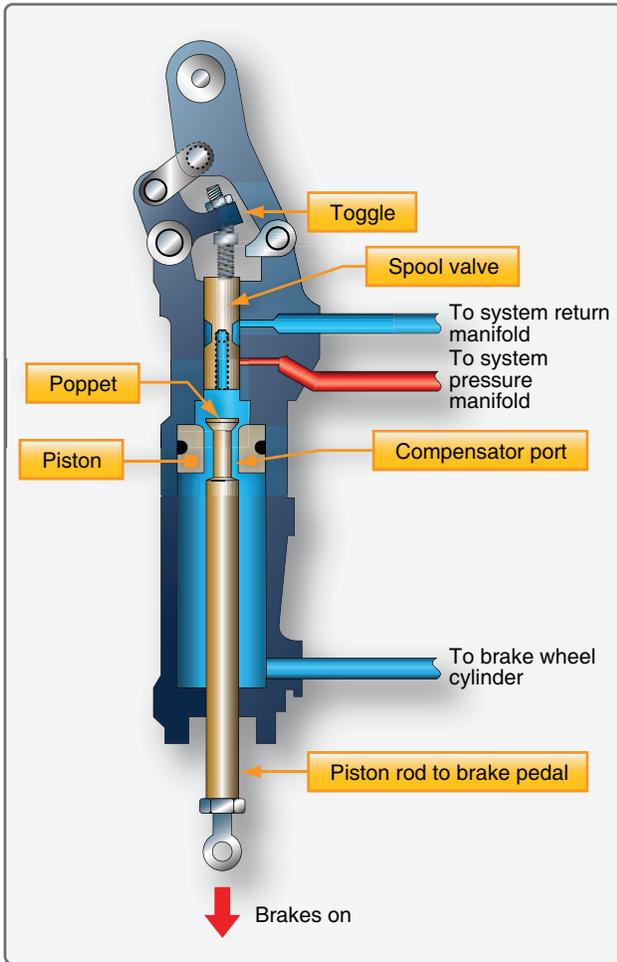


Figura 13-96. Um cilindro mestre por um sistema de frenagem reforçado aumenta a pressão do pedal com a pressão do sistema hidráulico da aeronave durante a frenagem pesada.

...para expor o coletor de retorno do sistema do porto. O fluido do sistema hidráulico utilizado para aumentar a pressão de frenagem retorna através do porto.

Potência dos Freios

Aeronaves de alta performance grandes estão equipadas com freios para desacelerar, parar e segurar a aeronave. A potência dos sistemas de acionamento de freio utilizam o sistema hidráulico de avião como fonte de energia para aplicar os freios. O piloto pressiona a parte superior do pedal do leme para a frenagem como com os outros sistemas de acionamento. O volume e a pressão do fluido hidráulico requerida não pode ser produzido por um cilindro-mestre. Em vez disso, uma válvula de controle da potência do freio ou válvula de medição de freio recebe a pressão do pedal de freio diretamente ou através de ligações. Os medidores de válvula de fluido hidráulico para o freio tem

uma relação direta com a pressão aplicada ao pedal.

Muitos projetos do sistema de potência do freio estão em uso. A maioria são semelhantes ao sistema simplificado ilustrado na *Figura 13-97A*. Os sistemas de energia de freio são construídos para facilitar graduar o controle de pressão do freio, a sensação do freio pedal, e a necessária redundância em caso de falha do sistema hidráulico. Grandes sistemas de freio de aeronaves utilizam a detecção de antiderrapagem e dispositivos de correção. Estes são necessários porque a derrapagem da roda é difícil de detectar no convés de voo sem sensores. No entanto, a patinação pode ser rapidamente controlada automaticamente através do controle da pressão do fluido hidráulico para os freios. Fusíveis hidráulicos também são comumente encontrados em sistemas de potência de freio. O ambiente hostil em torno do trem de pouso aumenta o potencial de uma linha para quebrar ou romper, um encaixe pode falhar, ou outros problemas no sistema hidráulico podem ocorrer quando o fluido hidráulico é perdido no caminho para os conjuntos de freio. O fusível interrompe qualquer excesso de fluxo de fluido, quando detectado pelo fechamento para reter o fluido remanescente no sistema hidráulico. Válvulas de transporte são utilizadas para o fluxo direto de fontes opcionais de fluido, tal como em sistemas redundantes ou durante a utilização de uma fonte de energia de frenagem de emergência. Um sistema de potência de freio de aeronave é ilustrado na *Figura 13-97B*.

Válvula de Controle de Freio / Válvula de Medição de Freio

O elemento chave em um sistema de potência de freio é o controle da válvula do freio, as vezes chamada de uma válvula de medição de freio. Ele responde pela entrada do pedal de freio, dirigindo o fluido do sistema hidráulico da aeronave para os freios. Como a pressão é maior sobre o pedal do freio, mais fluido é dirigido para o freio, causando uma pressão mais elevada e maior capacidade de frenagem.

Uma válvula de medição de freio de um Boeing 737 é ilustrada na *Figura 13-98*. O sistema em que está instalado é diagramado na *Figura 13-99*. Duas fontes de pressão hidráulica fornecem redundância no presente sistema de frenagem. Um eixo de entrada do freio, ligado ao pedal do leme / freio através de ligações mecânicas, fornece a entrada para a posição da válvula de medição. Como na maioria das válvulas de

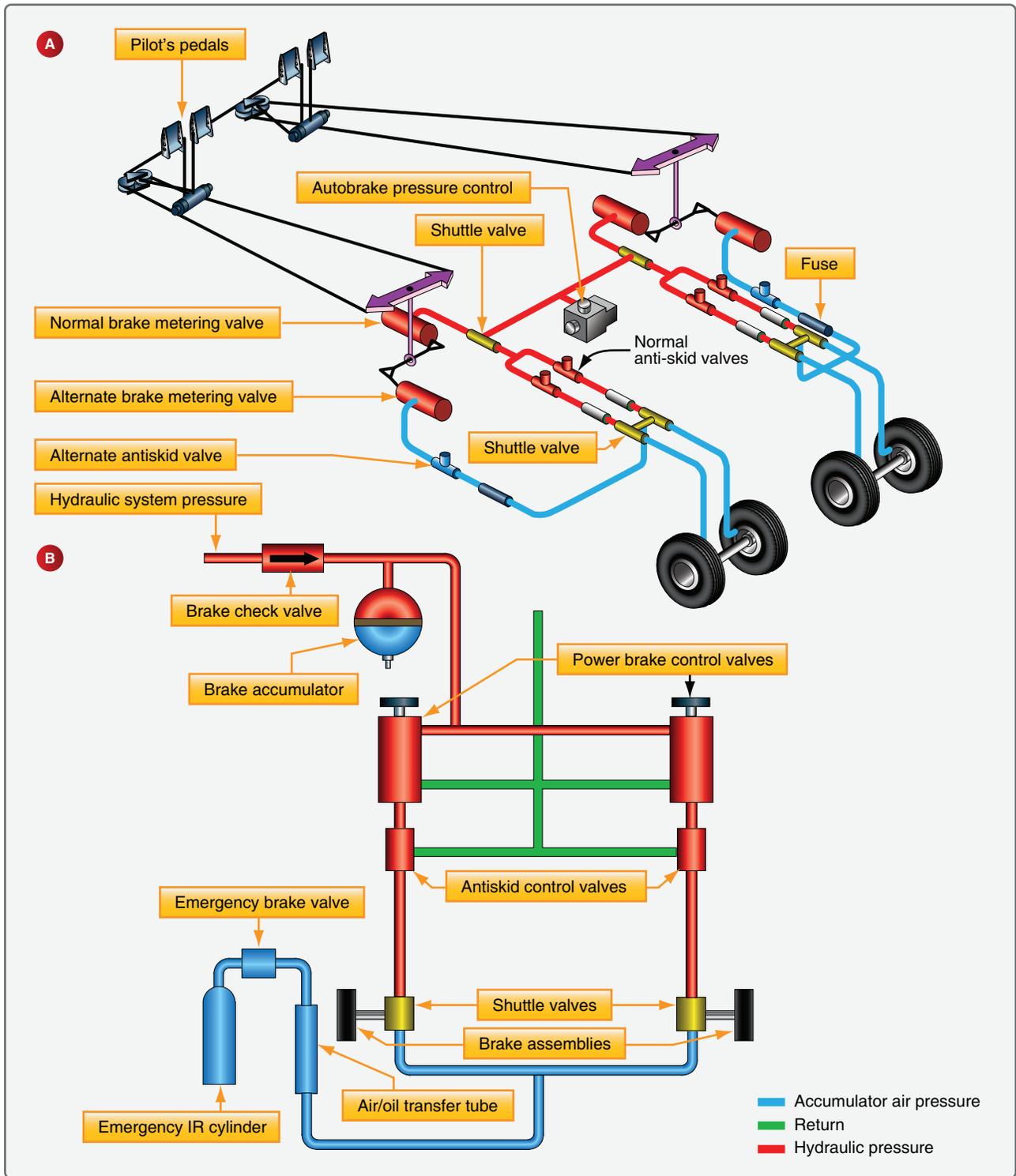


Figura 13-97. A orientação dos componentes de um sistema de frenagem de energia básico é mostrado em A. O esquema geral de um freio de potência de avião é mostrado em B.

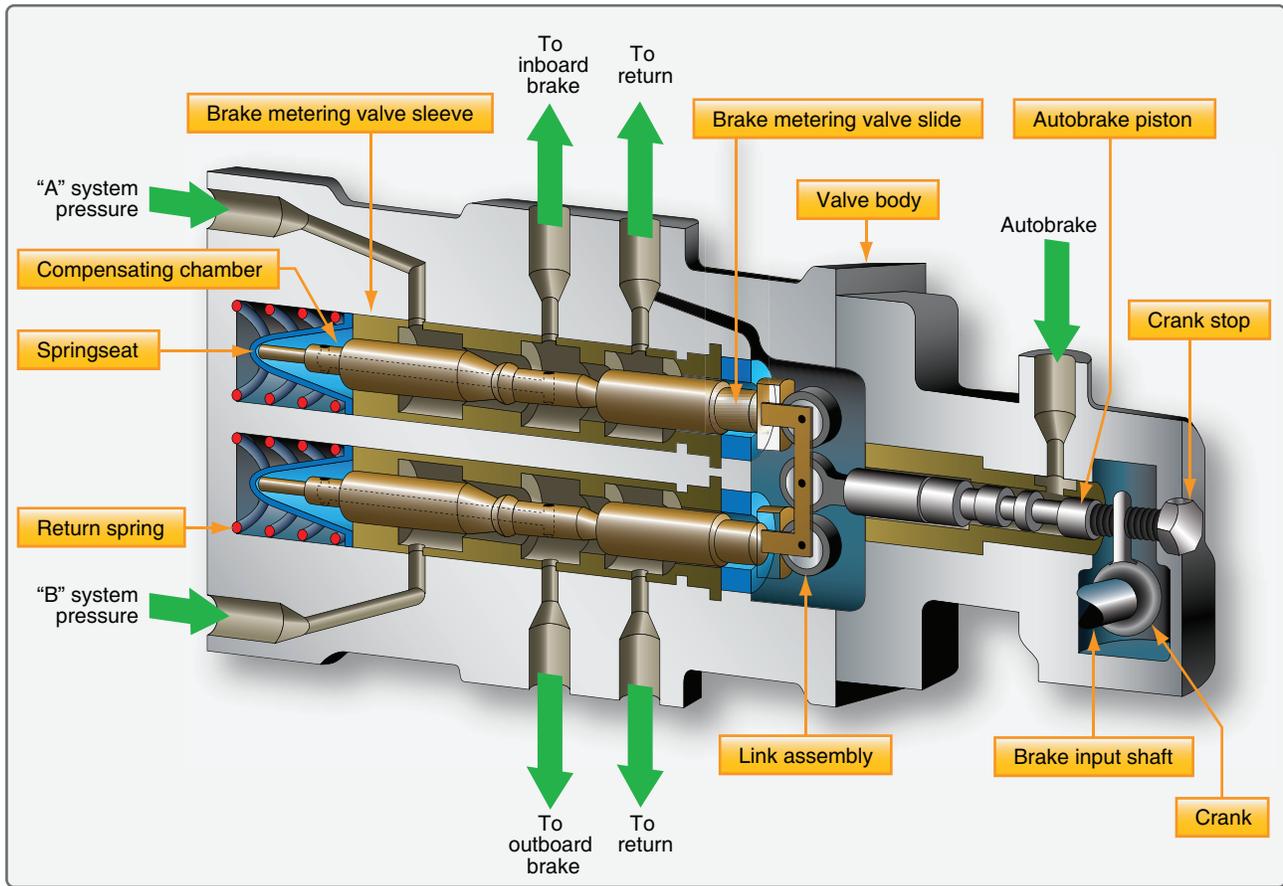


Figura 13-98. A válvula de medição de freio de um Boeing 737. Uma corredeira usinada ou carretel se move lateralmente para admitir a quantidade correta de fluido do sistema hidráulico dos freios. A pressão desenvolvida é proporcional à quantidade de pressão do pedal do leme / freio e o quanto a corredeira é deslocada. A corredeira / bobina também controla simultaneamente o retorno do fluido hidráulico para o coletor de retorno do sistema quando a pressão do freio é aliviada.

controle de freio, o eixo de entrada do freio move uma bobina cônica ou uma válvula corredeira de modo que permita a pressão do sistema hidráulico fluir para os freios. Ao mesmo tempo, a válvula corredeira cobre e descobre o acesso ao porto do sistema hidráulico para retornar quando necessário.

Quando o pedal do leme / freio é pressionado, a corredeira na válvula de medição se move para a esquerda. [Figura 13-98] Cobre o porto de retorno para que haja pressão no sistema de freio. A câmara de pressão hidráulica de alimentação está ligada à câmara de pressão do sistema do freio pelo movimento da corredeira, o qual devido à sua conicidade, desbloqueia a passagem entre estes dois. Como o pedal é pressionado ainda mais, a corredeira da válvula move-se mais para a esquerda. Isso permite que mais fluido vá para os freios devido a forma de estreitamento do dispositivo. Há aumento da pressão de freio com o fluido adicional. A passagem na corredeira dirige o fluido de

pressão do freio para uma câmara de compensação, no final da corredeira. Isto atua sobre a extremidade da corredeira criando um retorno que se opõe ao movimento do carro inicial e dá uma sensação ao pedal do freio. Como resultado, as portas de pressão e de retorno ficam fechadas e uma pressão proporcional à pressão no pé no pedal é feita nos freios. Quando o pedal é solto, uma mola de retorno e compensação da unidade de pressão da câmara desloca para a direita para sua posição original (porto de retorno aberto, câmara de pressão de alimentação e câmaras de pressão do freio bloqueadas entre si).

A válvula de medição opera como descrito em simultâneo para o interior e freios de popa. [Figura 13-98] O desenho do conjunto de ligação é tal que apenas um lado da válvula de medição pode funcionar mesmo se o outro falhar. As válvulas de controle de freio e as válvulas de medição funcionam de uma maneira similar, embora muitas unidades fornecem apenas um conjunto de freio.

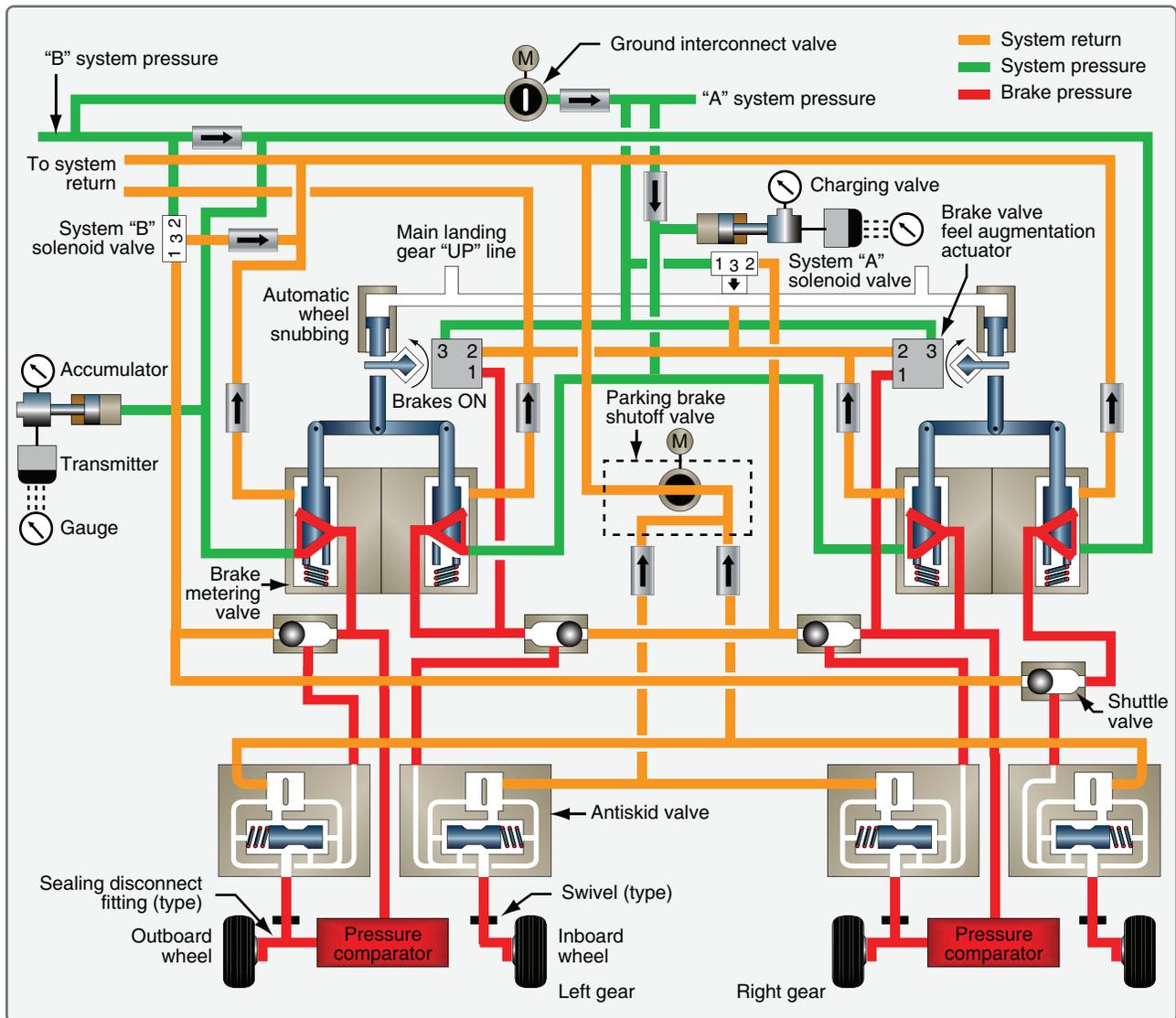


Figura 13-99. O sistema de freio de potência em um Boeing 737.

O freio de automóveis, referenciado no diagrama válvula de medição, está conectado na linha hidráulica de retração do trem de pouso. O fluido pressurizado entra nesse porto e aciona a corrediça ligeiramente para a esquerda para aplicar os freios automaticamente após a decolagem. Este faz com que as rodas não rodem, quando estiverem no seu lugar. A pressão de frenagem automática é retida a partir deste porto quando o trem de pouso está totalmente arrumado uma vez que o sistema de retração é despressurizado.

A maioria da sensação do leme / pedal de freio é fornecida pelo controle do freio ou válvula de medição de freio em um sistema de potência de freio. Muitos aviões refinam a sensação do pedal com uma unidade sensação adicional. A válvula de sensação de aumento do freio, no sistema acima, utiliza uma série de molas internas e êmbolos de diferentes tamanhos para criar

uma força no freio pelo movimento do eixo de entrada. Isso proporciona uma sensação de volta através de ligações mecânicas compatíveis com a quantidade de leme / pedal de freio aplicado. O pedido para a luz de frenagem com uma ligeira pressão do pedal resulta em uma sensação de leveza ao pedal e uma resistência maior quando os pedais são empurrados durante uma frenagem de emergência. [Figura 13-100]

Sistemas de Frenagem de Emergência

Como pode ser visto na Figura 13-99, as válvulas de medição de freio não só recebem pressão hidráulica de dois sistemas hidráulicos separados, eles também alimentam dois conjuntos de freio separados. Cada conjunto da roda principal tem duas rodas. O interior do freio da roda e o freio da roda de popa, localizado em suas respectivas jantes, são independentes uns

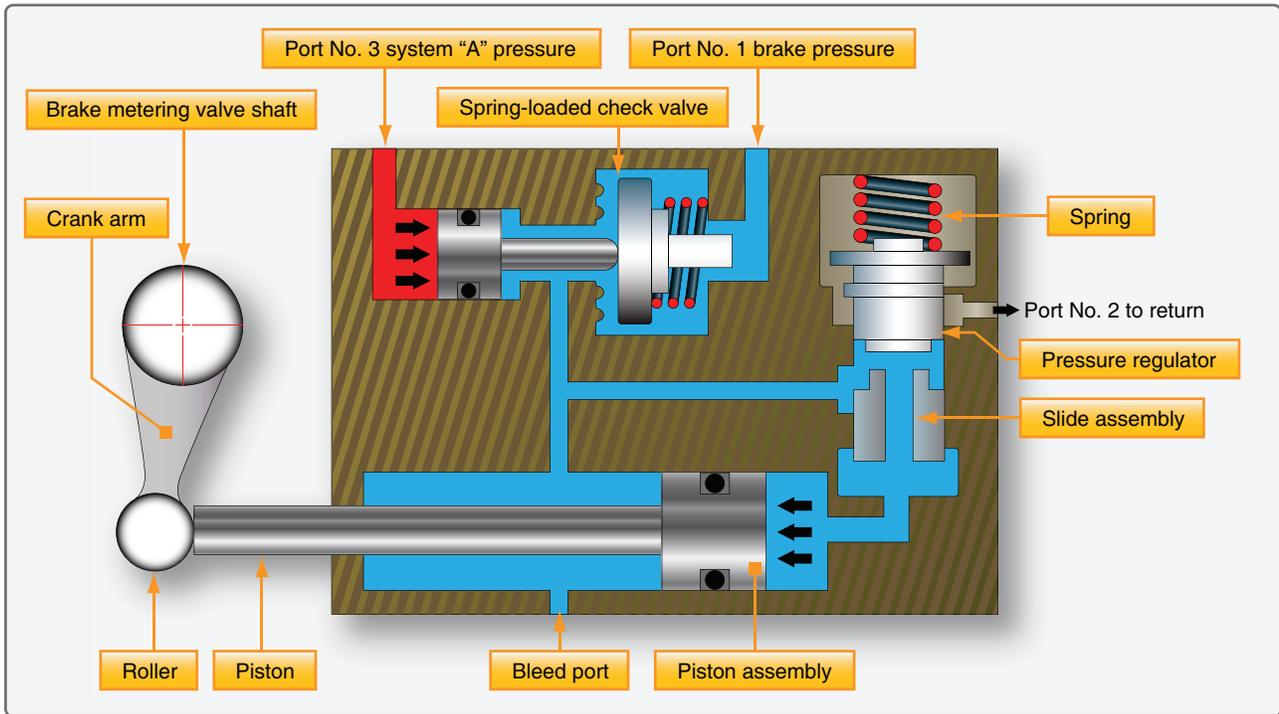


Figure 13-100. O sistema elétrico de freio num Boeing 737.

dos outros. Em caso de falha do sistema hidráulico ou falha nos freios, cada uma fornece de forma independente para retardar e parar o adequadamente a aeronave sem a outra. Aeronaves mais complicadas podem ter um outro sistema hidráulico para back-up ou podem usar uma semelhante alternância de fontes e conjuntos de freio para manter a frenagem, em caso de falha do sistema hidráulico ou de freio.

OBSERVAÇÃO: Na seção de freio rotor segmentado acima, um freio conjunto foi descrito que havia pistões alternados fornecidos por fontes hidráulicas independentes. Este é um outro método de redundância particularmente apropriado, mas não limitado a, única roda principal da aeronave.

Além de fornecer redundância do sistema, o freio acumulador é também uma fonte de energia de emergência para os freios em muitos sistemas de freio elétrico. O acumulador é pré-carregado com ar ou azoto em um dos lados internos do diafragma. Fluido hidráulico suficiente está contido no outro lado do diafragma para operar os freios no caso de uma emergência. Ele é forçado para fora do acumulador para os freios através das linhas do sistema armazenadas sob pressão suficiente para retardar a aeronave. Tipicamente, o acumulador está localizado a montante do o controle / medição da válvula de freio

para capitalizar sobre o controle dado pela válvula. [Figura 13-101]

Alguns sistemas de frenagem de energia mais simples, podem utilizar uma fonte de potência de frenagem de emergência, que é entregue diretamente para o conjunto de freios e ignora o restante do sistema de freio completamente. Uma válvula de vaivém, imediatamente a montante das unidades de freio passa a aceitar esta fonte quando a pressão está perdida a partir das fontes de alimentação primária. O ar comprimido ou azoto é por vezes usado. Uma fonte de fluido pré-carregado também pode ser utilizado como uma fonte hidráulica alternativa.

Freio de estacionamento

A função do sistema de freio de estacionamento é uma operação combinada. Os freios são aplicados com os pedais do leme e um sistema de catraca os prede no lugar quando o alavanca do freio de estacionamento no convés de voo é puxado. [Figura 13-102] Ao mesmo tempo, uma válvula de fechamento está fechada na linha de retorno comum dos freios de sistema hidráulico. Este aprisiona o fluido nos freios de retenção, os rotores estacionários. Pressionando mais o pedal este libera a catraca do pedal e abre a válvula da linha de retorno.

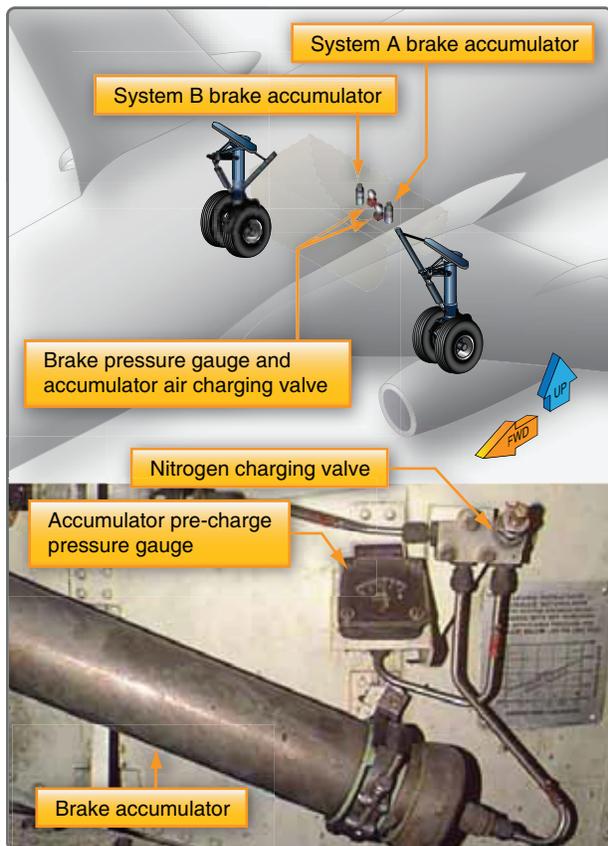


Figura 13-101. Acumuladores de fluido de freio hidráulico de emergência são pré-carregados com nitrogênio para fornecer fluido de freio para os freios no caso das fontes hidráulicas normais e alternativas falharem.



Figura 13-102. A alavanca do freio de estacionamento em um Boeing 737 no centro pedestal quadrante do acelerador.

Freios Auxiliares

Alguns conjuntos de freio das aeronaves que operam nos sistemas de pressão hidráulica das aeronaves não são projetados para pressão tão alta. Eles proporcionam um meio eficaz de potência de frenagem, mas requerem menos do que o máximo de pressão do sistema hidráulico. Para fornecer uma pressão mais baixa, um freio auxiliar cilíndrico é instalado a jusante do controle e da válvula anti-derrapagem. [Figura 13-103] O freio auxiliar reduz toda a pressão da válvula de controle para dentro do alcance do conjunto de freio funcionando. Os freios auxiliares são dispositivos simples que usam o aplicativo de força em diferentes pistões para reduzir a pressão. [Figura 13-104] Sua operação pode ser entendida através da aplicação da equação seguinte:

$$\text{Pressão} = \text{Força} / \text{Área}$$

A alta pressão hidráulica do sistema de entrada de pressão atua sobre a extremidade pequena de um pistão. Isto desenvolve uma força proporcional a área da cabeça do pistão. A outra extremidade do êmbolo é maior e está num cilindro separado. A força da cabeça do êmbolo menor é transferida para a área maior na outra extremidade do êmbolo. A quantidade de pressão transmitida para a extremidade maior do que o pistão é reduzida devido à maior área sobre a qual a força é transmitida. O volume de produção de fluido aumenta uma vez que um cilindro e pistão maior são utilizados. A pressão reduzida é fornecida ao conjunto de freio.

A mola no freio auxiliar ajuda o pistão retornar a posição de partida. Se o fluido se perde a jusante do cilindro auxiliar, o êmbolo se desloca ainda mais para baixo para dentro do cilindro quando os freios são aplicados. O pino derruba a bola e permite que o fluido no interior do cilindro inferior reponha o que se perdeu. Uma vez reconstituídos, o êmbolo sobe no cilindro para pressionar o aumento. A bola reinicia como o êmbolo se desloca acima do pino e uma frenagem normal ocorre. Esta função não se destina a permitir vazamentos nos freios. Qualquer vazamento descoberto deve ser reparado pelo técnico.

A função de desbloqueio funciona como um auxiliar e fuso hidráulico. Se o fluido não é encontrado quando o êmbolo se move para baixo no cilindro, o fluxo de fluido para os freios é interrompido. Assim se evita a

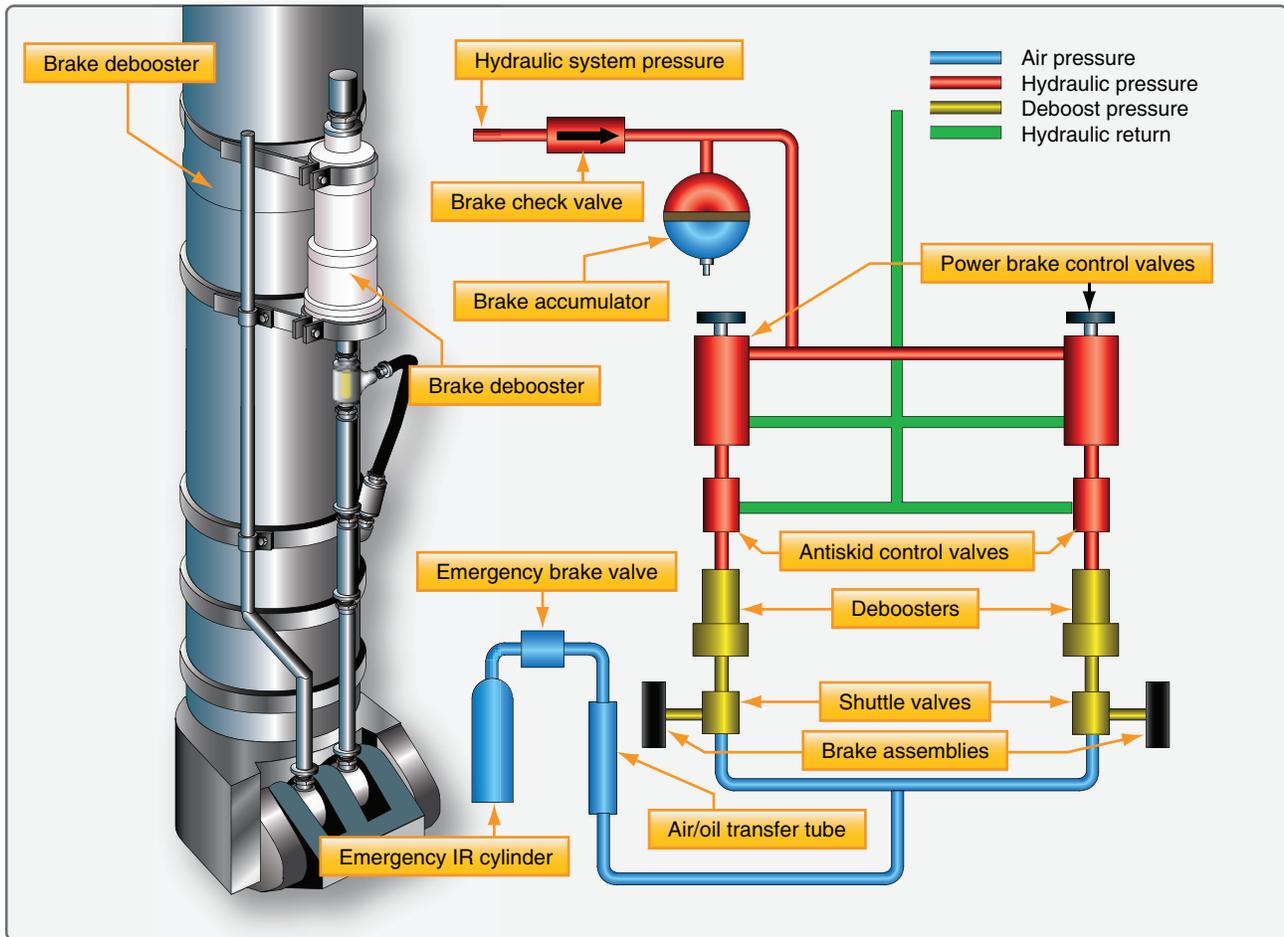


Figura 13-103. A localização de um cilindro auxiliar de freio em uma engrenagem de aterragem suporte e a posição do auxiliar em relação a outros componentes de um sistema de freios de energia.

perda de todo o fluido hidráulico do sistema se uma ruptura a jusante do auxiliar ocorrer. O bloqueio auxiliar tem um identificador para reiniciar o dispositivo após ele fechar como um fusível. Se não for redefinido, nenhuma ação de frenagem é possível.

Antiderrapagem

Grandes aviões com freios requerem sistemas antiderrapantes. Não é possível determinar de imediato no convés de voo quando a roda para de girar e começa a derrapar, principalmente em aeronaves com os principais conjuntos de trem de pouso de várias rodas. A derrapagem não corrigida pode levar rapidamente a um pneu furado, possível danos na aeronave e o controle da aeronave pode ser perdido.

Operação do Sistema

O sistema antiderrapagem, não só detecta a derrapagem da roda, ele também detecta quando derrapagem

da roda é iminente. Ela alivia automaticamente a pressão para os êmbolos de freio da roda para ligar momentaneamente a área de freio de fluido pressurizado com a linha de retorno do sistema hidráulico. Isto permite que a roda rode evite uma derrapagem. A baixa pressão é então mantida à freio a um nível que retarda a roda sem causar a derrapagem.

Máxima eficiência de frenagem existe quando as rodas desaceleram a uma taxa máxima, mas não estão derrapando. Se uma roda desacelera muito rápido, é uma indicação de que os freios estão prestes a travar e provocar uma derrapagem. Para assegurar que isso não vai acontecer, cada roda é monitorizada para uma taxa mais rápida de desaceleração do que uma taxa predefinida. Quando é detectada a desaceleração excessiva, a pressão hidráulica é reduzida para o freio daquela roda. Para operar o sistema antiderrapagem, interruptores de cabina de pilotagem devem ser colocados na posição de LIGADO. [Figura 13-105] Após a aeronave chegar ao solo, o piloto aplica e mantém a

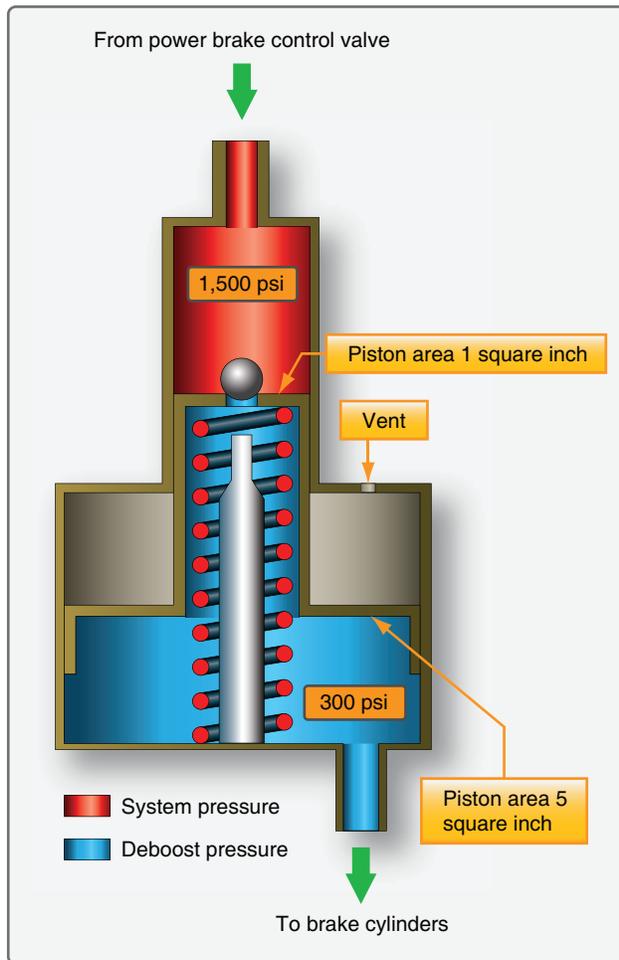


Figura 13-104. Freios Auxiliares.

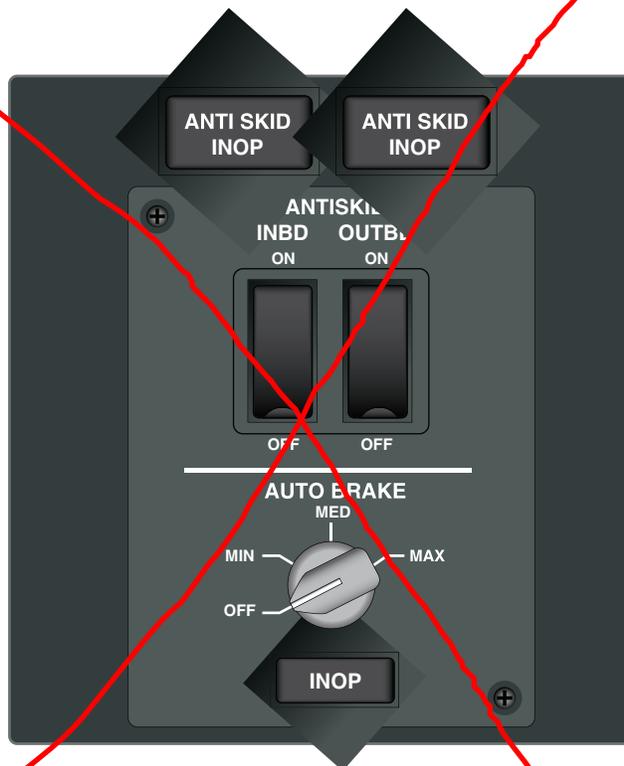


Figura 13-105. Interruptores antiderrapante no cockpit

pressão total nos pedais de freio do leme. O sistema antiderrapagem funciona automaticamente até que a velocidade da aeronave caia para cerca de 20 mph. O sistema retorna à frenagem manual de modo lento para taxiar e nas manobras no solo.

Existem vários modelos de sistemas antiderrapantes. A maioria contém três tipos principais de componentes: sensores de velocidade da roda de controle, válvulas antiderrapantes, e uma unidade de controle. Estas unidades funcionam juntas, sem interferência humana. Alguns sistemas antiderrapantes fornecem frenagem automática completa. O piloto só precisa ligar o sistema de freio automático, e os componentes antiderrapantes desaceleram a aeronave sem o pedal. [Figura 13-105] Chaves de segurança no solo estão ligados no circuito antiderrapante e sistemas de freio de automóveis. Os sensores de velocidade das rodas estão localizadas em cada roda equipada com um conjunto de freio. Cada freio tem também a sua própria válvula de controle antiderrapante. Normalmente, um único controle contém os circuitos antiderrapagem para todos os freios da aeronave. [Figura 13-106]

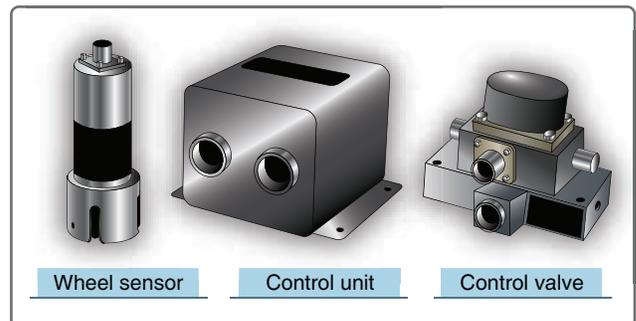


Figura 13-106. Um sensor de roda (esquerda), uma unidade de controle (no centro) e uma válvula de controle (direita) são componentes de um sistema antiderrapante. O sensor está localizado em cada roda equipada com um conjunto de freio.

Sensores de Velocidade da Roda

Sensores de velocidade das rodas são transdutores. Eles podem ter corrente alternada (AC) ou corrente contínua (DC). O sensor de velocidade de roda típico AC tem um estator montado no eixo da roda. Uma bobina em torno dele é ligada a uma fonte de DC de modo controlado, quando energizado o estator se torna um eletroímã. O rotor que gira no interior do estator está ligado ao conjunto do cubo rotativo da roda através de uma unidade de acoplamento para que ele rode à velocidade da roda. Lobos no rotor e estator

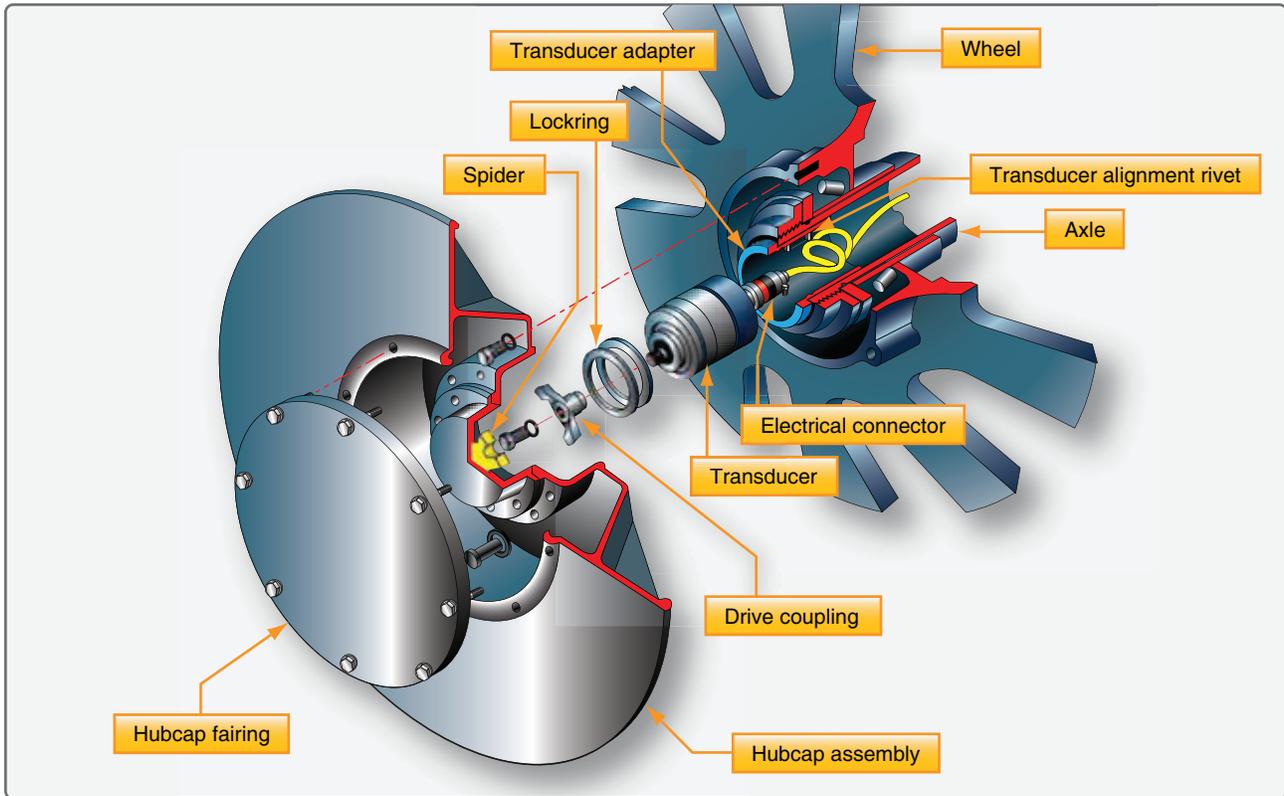


Figura 13-107. O estator de um sensor de rodas antiderrapagem está montada no eixo, e o rotor está acoplado ao cubo da roda de aranha que gira com a roda.

causam a distância entre os dois componentes mudarem constantemente durante a rotação. Isto altera o acoplamento magnético ou a relutância entre o rotor e o estator. As mudanças de campo eletromagnético, uma frequência variável de AC é induzida na bobina do estator. A frequência é diretamente proporcional a rotação da roda.

Uma válvula de controle antiderrapante para cada conjunto de freio é controlado a partir de uma única unidade de controle central, proporcional à velocidade de rotação da roda. O sinal AC é alimentado para a unidade de controle para processamento. O sensor de velocidade da roda DC é similar, exceto que a magnitude do DC produzido é diretamente proporcional à velocidade da roda. [Figura 13-107]

Unidades de Controle

As unidades de controle podem ser consideradas como o cérebro do sistema antiderrapante. Ele recebe sinais a partir de cada um dos sensores das rodas. Circuitos comparativos são utilizados para determinar se algum dos sinais indica se uma derrapagem está iminente ou que ocorrem numa só roda. Se assim for,

é enviado um sinal para a válvula de controle à roda para aliviar a pressão hidráulica para que esse freio impeça ou alivie a derrapagem. A unidade de controle pode ou não ter interruptores de testes externos e luzes que indicam o seu status.

É comum que possa ser localizado no compartimento da anônica da aeronave. [Figura 13-108]

O diagrama de controle de antiderrapagem de blocos da válvula em um Boeing na Figura 13-109 dá mais detalhes sobre as funções de uma unidade de controle antiderrapante. Outras aeronaves podem ter lógica diferente mas alcançam resultados finais semelhantes. Sistemas DC não exigem um conversor de entrada uma vez que a DC é recebida a partir dos sensores de rodas, e o circuito de comando funciona principalmente com DC. Apenas as funções em um cartão de circuito para um freio de roda são mostrados na Figura 13-109. Cada roda tem o seu próprio cartão de circuitos idênticos para facilitar a operação simultânea. Todos os cartões são alojados em uma única unidade de controle que a Boeing chama de escudo de controle.

O conversor mostrado muda a frequência AC recebida a partir do sensor de roda em tensão DC que é proporcional a velocidade da roda. A saída é utilizada num circuito de referência de velocidade que contém circuitos de referência de desaceleração e velocidade. O conversor também fornece a entrada para o sistema de aerofólio e o sistema de roda travada, o que é discutido no final desta seção. A referência de tensão de saída do *loop* de velocidade é produzido, o que representa a velocidade instantânea da aeronave. Este é comparado com a saída do conversor da velocidade. Esta comparação de tensões é essencialmente a comparação da velocidade de rotação da roda da aeronave. A saída a partir do comparador de velocidade é um erro positivo ou negativo de tensão correspondente sobre se a velocidade da roda é também rápida ou demasiado lenta para a eficiência de frenagem ótima para uma dada velocidade da aeronave.



Figura 13-108. Um rack montado de controle antiderrapagem de um avião.

O erro de tensão de saída a partir do comparador alimenta o circuito modulador de polarização de pressão. Este é um circuito de memória que estabelece um limiar em que a pressão aos freios proporciona o máximo de frenagem. O sinal de erro faz com que o modulador aumente ou diminua a pressão para os freios na tentativa de manter o limite de modulador. Produz uma saída de tensão, que é enviado para o amplificador de soma para fazer isto. A saída do comparador de chumbo a partir de antecipa quando o pneu está prestes a derrapar com uma tensão que diminui a pressão ao freio. Ele envia esta tensão ao amplificador de soma. A saída de controle temporário do comparador projetado para a purga de pressão rápida em que ocorreu um derrapagem repentina também envia

tensão ao amplificador somador. Como o nome sugere, as tensões de entrada para o amplificador são somadas, e um composto de tensão é enviado para o controlador de válvula. O condutor prepara a corrente necessária para ser enviada para a válvula de controle para ajustar a posição da válvula. A pressão de freio aumenta, diminui, ou se mantém estável, dependendo desse valor.

Válvulas de controle antiderrapante

Válvulas de controle antiderrapantes são de ação rápida, válvulas hidráulicas controladas eletricamente que respondem a entrada a partir da unidade de controle de antiderrapagem. Existe uma válvula de controle para cada conjunto de freio. Um motor de torque utiliza a entrada do controlador de válvula para ajustar a posição de uma charneira entre dois bicos. Ao mover a chapeleta para mais perto de um bocal as outras pressões são desenvolvidas na segunda fase da válvula. Estas pressões agem sobre um carretel que está posicionado para aumentar ou reduzir a pressão no freio, abrindo e bloqueando a entrada de fluido. [Figura 13-110]

Como a pressão é ajustada para os freios, a desaceleração diminui dentro da gama que proporciona a frenagem mais eficaz sem derrapar. O sinal do sensor da roda se ajusta à rotação da roda, e a unidade de controle processa a mudança.

A saída é alterada para a válvula de controle. A posição da palheta da válvula de controle é ajustada e retoma a frenagem constante sem correção até que seja necessário. Válvulas de controle antiderrapantes estão normalmente localizadas na roda principal perto do acesso à pressão hidráulica e distribuidores de retorno, assim como as de conjuntos de freio. [Figura 13-111] Sistemáticamente, eles estão posicionados à jusante das válvulas de controle de freio de potência, mas para cima de cilindros auxiliares se a aeronave estiver equipada como foi mostrado na *Figura 13-103*.

Aterrissagem e Proteção de bloqueio da Roda

É essencial que os freios não sejam utilizados quando a aeronaves tocar na pista ao aterrissar. Isto pode causar um pneu furado imediatamente. Um modo de proteção de pouso é construído na maioria dos sistemas antiderrapagem de aeronaves para evitar isso. Normalmente funciona em conjunto com sensor da

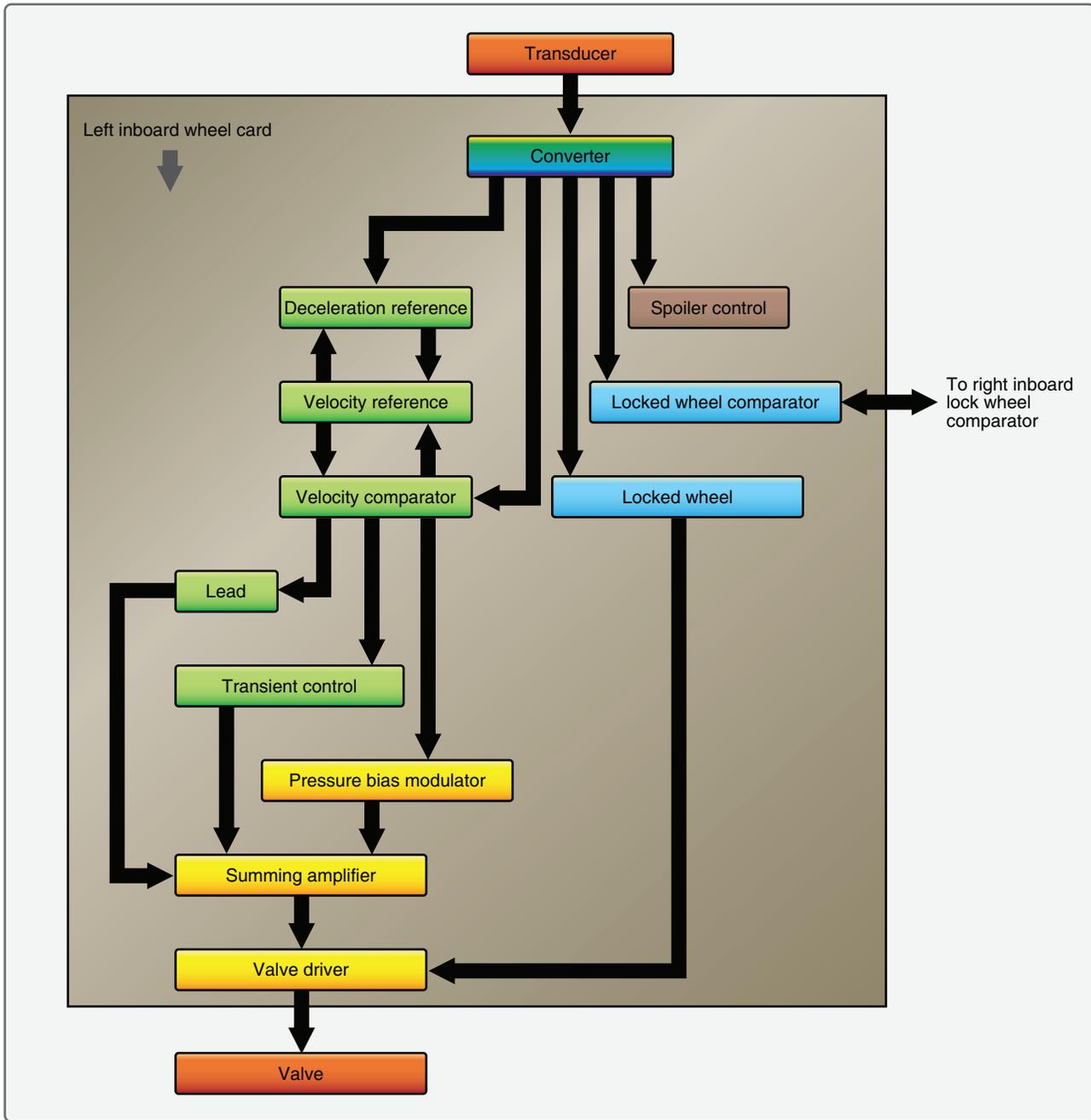


Figura 13-109. Um diagrama de blocos internos de uma unidade de controle antiderrapagem de um Boeing 737

velocidade da roda e o interruptor de segurança de ar / terra no trem de pouso auxiliar (squat switch). Até que o avião tenha seu peso sobre as rodas, o circuito detector sinaliza para a válvula de controle antiderrapagem, para abrir a passagem entre os freios e o retorno do sistema hidráulico, evitando assim o acúmulo de pressão e uso dos freios. Uma vez que o interruptor é aberto, o controle antiderrapagem envia um sinal à válvula de controle para fechar e permitir o acúmulo de pressão do freio. Como um *backup* e quando a aeronave está no solo com o suporte não compactado o

suficiente para abrir o interruptor, um sinal do sensor de velocidade da roda substitui e permite um mínimo possível de frenagem. As rodas são frequentemente agrupadas com uma confiando no interruptor *squat* e outra sobre a saída do sensor de velocidade das rodas para assegurar a frenagem quando a aeronave estiver no solo, mas não antes disso.

A proteção da roda travada reconhece se a roda não está girando. Quando isto ocorre, a válvula de controle de antiderrapagem é sinalizada para abrir totalmen-

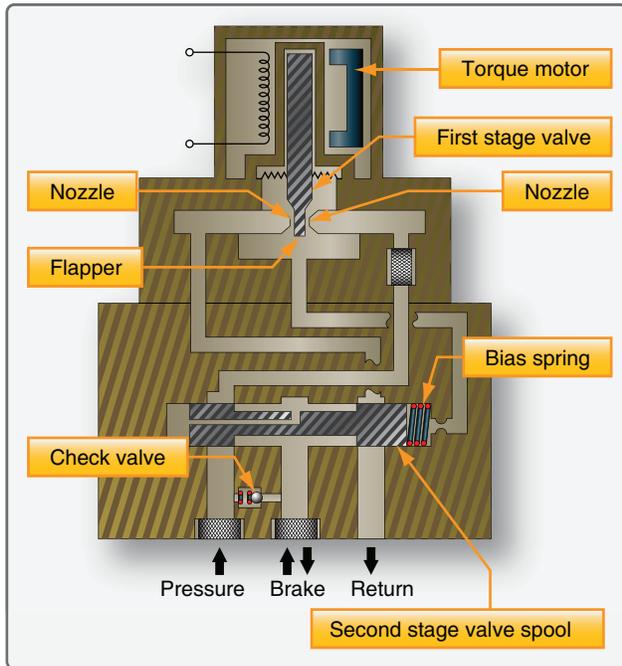


Figura 13-110. Uma válvula de controle antiderrapante usa um motor de torque controlado na palheta na primeira fase da válvula para ajustar a pressão numa bobina, na segunda fase da válvula para aumentar ou aliviar a pressão no freio.



Figura 13-111. Duas válvulas de controle antiderrapante com encanamento e fiação associados.

te. Alguns controles de antiderrapagem de aeronaves, tais como o do Boeing 737 mostrado na *Figura 13-110*, expande a função da roda bloqueada. Um circuito comparador é usado para aliviar a pressão quando uma roda de um grupo de pares de rodas gira 25 por cento mais lenta do que o outro. Pares internos e externos são usados porque, se um dos pares roda numa determinada velocidade, o outro também. Se não for assim, uma derrapagem está começando ou ocorreu. Na decolagem, o sistema antiderrapagem recebe o si-

nal através de um interruptor localizado na alavanca de velocidades, que desliga o sistema antiderrapagem. Isto permite que os freios sejam aplicados quando ocorrer retração de modo que não existe rotação da roda, enquanto a engrenagem estiver retraída.

Freios automáticos

Aeronaves equipadas com freios de automáticos normalmente ignoram as válvulas de controle e válvulas de medição de freio e usam um separado da válvula de controle de freio automático para ter essa função. Além da redundância fornecida, os freios automáticos contam com o sistema antiderrapagem para ajustar a pressão nos freios se necessário, no caso de uma derrapagem iminente. A *Figura 13-112* mostra um diagrama simplificado do sistema de freio do Boeing 757 com a válvula do freio automático em relação à válvula principal de medição e válvulas antiderrapagem num sistema de oito rodas principais.

Testes de Sistema Antiderrapagem

É importante saber o estado do sistema de antiderrapagem prévia antes de tentar usá-lo durante um pouso ou decolagem abortada. São utilizados testes em solo e testes em voo. Circuitos de teste e recursos de controle permitem testar os componentes do sistema e fornecer alertas caso um determinado componente ou parte do sistema ficar inoperante. Um sistema antiderrapagem inoperante pode ser desligado sem afetar a normalidade da operação de freio.

Teste de solo

Testes no solo variam ligeiramente de aeronave para aeronave. Consulte o manual de manutenção do fabricante para procedimentos de teste específicos para a aeronave em questão.

Grande parte do sistema de teste antiderrapagem provém a partir de testes de circuitos na unidade de controle de antiderrapagem. Circuitos de teste acompanham continuamente o sistema de antiderrapagem e fornecem um alerta caso ocorra uma falha. Um teste operacional pode ser feito antes do voo. O interruptor de controle antiderrapante e / ou interruptor de teste é usado em conjunto com a luz indicadora do sistema (s) para determinar a integridade do sistema. Um teste é feito primeiro com a aeronave em repouso e em seguida, em uma situação de frenagem antiderrapagem eletricamente simulado. Algumas unidades de contro-

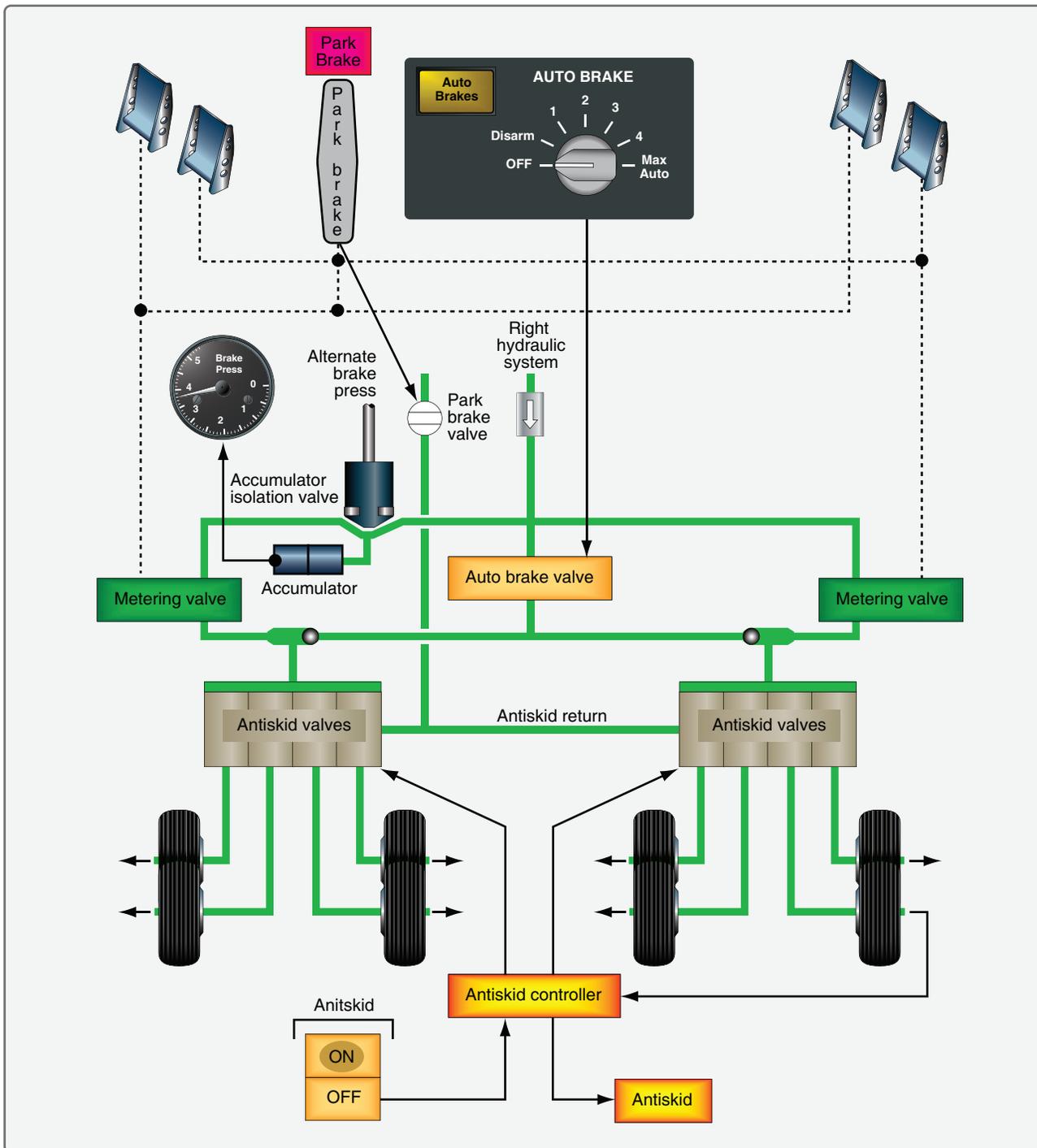


Figura 13-112. O sistema de freios normal do Boeing 757 com freio automático e antiderrapante.

Os sistemas antiderrapantes contêm sistema e componente de teste de interruptores e luzes para uso pelo técnico. Este realiza a mesma verificação operacional, mas permite um grau adicional de solução de problemas. Conjuntos de teste estão disponíveis para sistemas antiderrapantes que produzem sinais elétricos que simulam saídas de velocidade do transdutor de roda, as taxas de desaceleração e voo / parâmetros de solo.

Teste em Voo

É desejável fazer testes em voo do sistema antiderrapagem e faz parte da lista de verificação de pré-pouso, para que o piloto saiba da capacidade do sistema antes do desembarque. Tal como acontece com testes de solo, a combinação de posições da chave e luzes indicadoras são usados de acordo com as informações no manual de operações da aeronave.

Manutenção do Sistema Antiderrapagem

Os componentes antiderrapagem requerem pouca manutenção. A solução de problemas para falhas do sistema antiderrapante ou é executada através de circuitos de teste ou pode ser realizada através do isolamento da falha de um dos três principais componentes de funcionamento do sistema. Componentes antiderrapantes, não são normalmente reparados no solo. Eles são enviados para o fabricante ou para uma estação certificada de reparos, quando o trabalho for necessário. Relatos de mau funcionamento do sistema de antiderrapagem são, por vezes, devido ao mau funcionamento sistema ou conjuntos de freio do. Garanta que os conjuntos de freio são purgados para que funcionem normalmente, sem vazamentos antes de tentar isolar problemas no sistema antiderrapagem.

Sensor de Velocidade da Roda

Sensores de velocidade das rodas devem ser seguros e montados corretamente no eixo. O meio para manter o sensor livre de contaminação, é colocar um selante ou tampa que devem estar no lugar e em bom estado de conservação. A fiação para o sensor é sujeito a severas condições e devem ser inspecionadas quanto à integridade e segurança. Devem ser reparados ou substituídos se estiverem danificados de acordo com as instruções do fabricante. Acessando o sensor de velocidade da roda e girando-o manualmente ou usar outro dispositivo recomendado para garantir que os freios consigam frear e liberar via o sistema de antiderrapagem é uma prática comum.

Válvula de controle

Válvula de controle antiderrapante e filtros do sistema hidráulico devem ser limpos ou substituídos nos intervalos prescritos. Siga todas as instruções do fabricante ao realizar esta manutenção. Os cabos da válvula devem ficar seguros, e não deve haver vazamento de fluido.

Unidade de Controle

As unidades de controle devem ser montadas com segurança. As chaves de teste e indicadores, se houver, deve ser implementado e em funcionamento. É essencial que a fiação para a unidade de controle esteja segura. Uma ampla variedade de unidades de controle estão em uso. Siga as instruções do fabricante em

todos os momentos ao inspecionar ou tentar realizar a manutenção dessas unidades.

Inspeção e Manutenção de Freios

A inspeção e manutenção dos freios é importante para mantê-los totalmente funcionais em todos os momentos. Existem muitos sistemas de freio diferentes no avião. A manutenção dos sistemas de freio é realizada enquanto os freios são instalados na aeronave e quando os freios são removidos. As instruções do fabricante devem ser sempre seguidas para garantir a manutenção adequada.

Manutenção nas Aeronaves

Inspeção e manutenção dos freios de aeronaves enquanto são instalados na aeronave é necessário. Todo o sistema de freio deve ser inspecionado em conformidade com as instruções do fabricante. Alguns itens de inspeção comuns incluem: desgaste das pastilhas de freio, ar no sistema de freios, nível de quantidade de líquidos, vazamentos, e torque adequado.

Desgaste do Revestimento

O material de revestimento do freio é feito para que possa ser bastante usado, já que provoca fricção durante a aplicação dos freios. Este desgaste deve ser monitorado para garantir que ele não seja usado além dos limites e que suficiente revestimento esteja disponível para uma frenagem eficaz. O fabricante de aeronaves dá especificações para desgaste das pastilhas na sua informação de manutenção. A quantidade de desgaste pode ser verificada quando os freios são instalados na aeronave.

Muitos conjuntos de freio contém um indicador de desgaste embutido. Tipicamente, o comprimento do pino exposto diminui à medida que o forro desgasta, e um comprimento mínimo é utilizado para indicar o quando devem ser substituídos. O cuidado com diferentes conjuntos podem variar na forma como no pino medido. No freio Goodyear acima descrito, o pino de desgaste é medido onde se projeta através da porca do ajustador automático no lado de trás do êmbolo do cilindro. [Figura 13-113]

O freio do Boeing ilustrado na Figura 13-88 mede o comprimento do pino da parte de trás da placa de pressão quando os freios são aplicados (dimensão L).

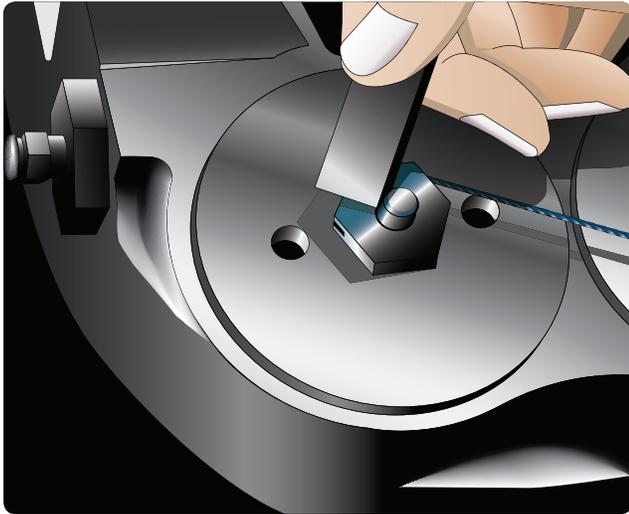


Figura 13-113. Desgaste das pastilhas de freio em um freio Goodyear é determinado medindo o pino de desgaste do ajustador automático.

O fabricante dá informações de manutenção e deve ser consultado para garantir que os indicadores de desgaste de pinos em diferentes aeronaves sejam lidos corretamente.

Em muitos outros conjuntos de freios, o desgaste das pastilhas não é medido por meio de um pino de desgaste. A distância entre o disco e uma porção da caixa do freio quando os freios são aplicados às vezes é utilizado. Com os revestimentos de desgaste, essa distância aumenta. O fabricante especifica a distância na qual os forros devem ser mudados. [Figura 13-114]

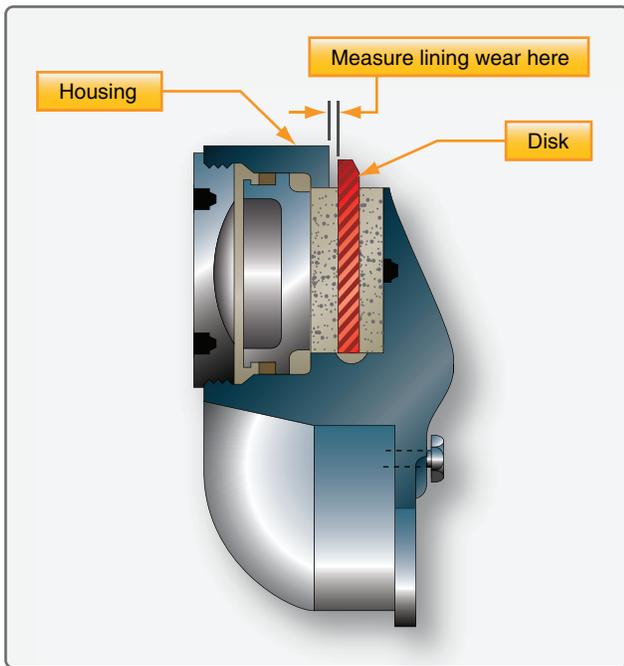


Figura 13-114. A distância entre o disco de freio e a caixa do freio medida com o freio aplicado é um meio de determinação de desgaste das pastilhas de freio em alguns freios.

Em freios Cleveland, o desgaste das pastilhas pode ser medido diretamente, uma vez que parte do revestimento é normalmente exposto. O diâmetro de uma broca número 40 é aproximadamente igual à espessura mínima de revestimento permitido. [Figura 13-115]

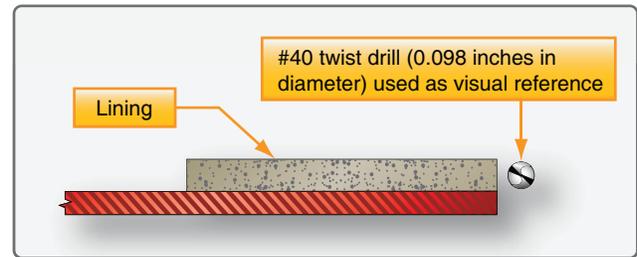


Figura 13-115. Uma broca n° 40 de torção colocado ao lado da lona de freio indica quando o revestimento necessita ser alterado em um de freio Cleveland

Freios de disco múltiplos normalmente são verificados para o desgaste de revestimento aplicando os freios e medindo a distância entre a parte de trás da placa de pressão e o invólucro dos freios. [Figura 13-116] Independentemente do método particular para cada freio, o acompanhamento regular e medição de desgaste de freio garante que os revestimentos sejam substituídos à medida que desgastam. Revestimentos desgastados além dos limites normalmente exigem que o conjunto de freio seja removido para substituição.

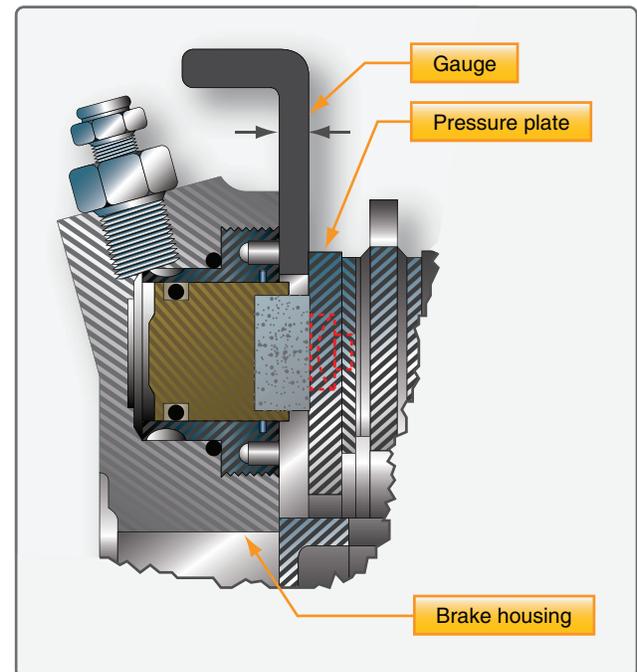


Figura 13-116. A distância entre a caixa do freio e a placa de pressão indicam desgaste das pastilhas em alguns freios a disco múltiplo.

Ar no sistema de freio

A presença de ar no líquido de freio faz com que os freios pedal fiquem esponjosos. O ar pode ser removido por purgamento para restaurar o pedal para fazer com ele fique firme. Sistemas de freio devem ser purgados de acordo com as instruções dos fabricantes. O método usado é combinado com o tipo de sistema de frenagem. Freios são purgados por um destes ou dois dos métodos a seguir: de cima para baixo, purgamento por gravidade ou purgamento por pressão de baixo para cima. Os freios são purgados quando o os pedais ficarem esponjosos ou sempre que o sistema de frenagem tenha sido aberto.

Purgamento dos Sistemas de Freio com Cilindro Mestre

Sistemas de freio com cilindros mestres podem ser purgados por gravidade ou por métodos de purgamento com pressão. Siga as instruções no manual de manutenção da aeronave. Para purgar um sistema de freios de baixo para cima, uma panela de pressão é usada. [Figura 13-117] Trata-se de um tanque portátil que contém um abastecimento de fluido de freio sob pressão. Quando houver dispersão do fluido no tanque, o fluido livre de ar é forçado a partir da parte inferior do tanque pela pressão de ar acima dela. A mangueira de saída que liga ...

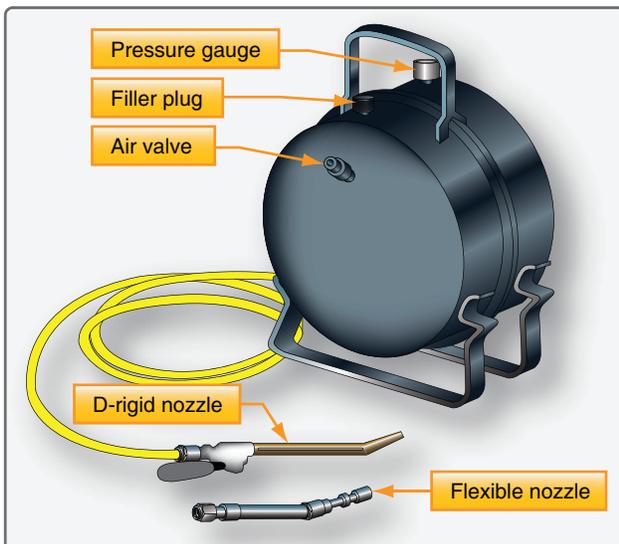


Figura 13-117. Um pote purgador do freio típico ou tanque que contém fluido de freio sob pressão puro. Ele empurra o líquido através do sistema de freio para deslocar qualquer ar que possa estar presente.

...o porto de purga no conjunto de freio contém uma válvula de desligamento. Observe que uma fonte semelhante de fluido puro, pode ser pressurizada e substituído por um tanque de pressão, tal como um tipo de bomba manual encontrada em alguns hangares.

Os purgamento por pressão típico é realizada como ilustrado na Figura 13-118. O câmara do reservatório de pressão está ligado ao porto de purgamento no conjunto do freio. A mangueira é ligada ao porto de descarga no reservatório de fluido de freio da aeronave ou sobre o cilindro mestre se estiver incorporado ao reservatório. A outra extremidade da mangueira é colocada num recipiente de coleta com um fornecimento de fluido de freio limpo que cobre a extremidade da mangueira. O porto de purga do conjunto de freio é aberto. A válvula sobre a mangueira do tanque de pressão é então aberta, permitindo que o fluido sem ar entre no sistema de frenagem. O Fluido contendo ar retido é expelido através do câmara ligado à porta de saída de ventilação do reservatório. A mangueira é monitorado para ver se tem bolhas de ar. Quando elas não existirem mais, o porto de purga e o desligamento do tanque de pressão são fechados e a mangueira do tanque de pressão é removida. A mangueira no reservatório também é removida. A quantidade de fluido pode precisar ser ajustado para assegurar que o reservatório não fique cheio demais. Observe que é absolutamente necessário que o fluido adequado seja usado para reparar qualquer sistema de freio inclusive quando estiver purgando ar das linhas de freio.

Freios com cilindros mestres também podem ser purgados com gravidade de cima para baixo. Este é um processo semelhante ao utilizado em automóveis. [Figura 13-119] fluido adicional é fornecido para o reservatório de aeronave, de modo que a quantidade não esgote, enquanto o purgamento, o que causaria a reintrodução de mais ar para dentro do sistema. Um câmara transparente é ligado ao porto de purgamento do conjunto de freio. A outra extremidade é submersa no fluido limpo num recipiente suficientemente grande para capturar o fluido expelido durante o processo de purga. Pressione o pedal do freio e abra o porto de purga do conjunto de freio. O pistão no cilindro mestre vai por todo o caminho até o final do cilindro forçando a mistura de ar fluido para fora da mangueira de purga até o recipiente. Com o pedal ainda pressionado, feche o porto de purga. Bombeie o pedal de freio para introduzir mais fluido a partir do reservatório à frente do pistão no cilindro mestre. Mantenha

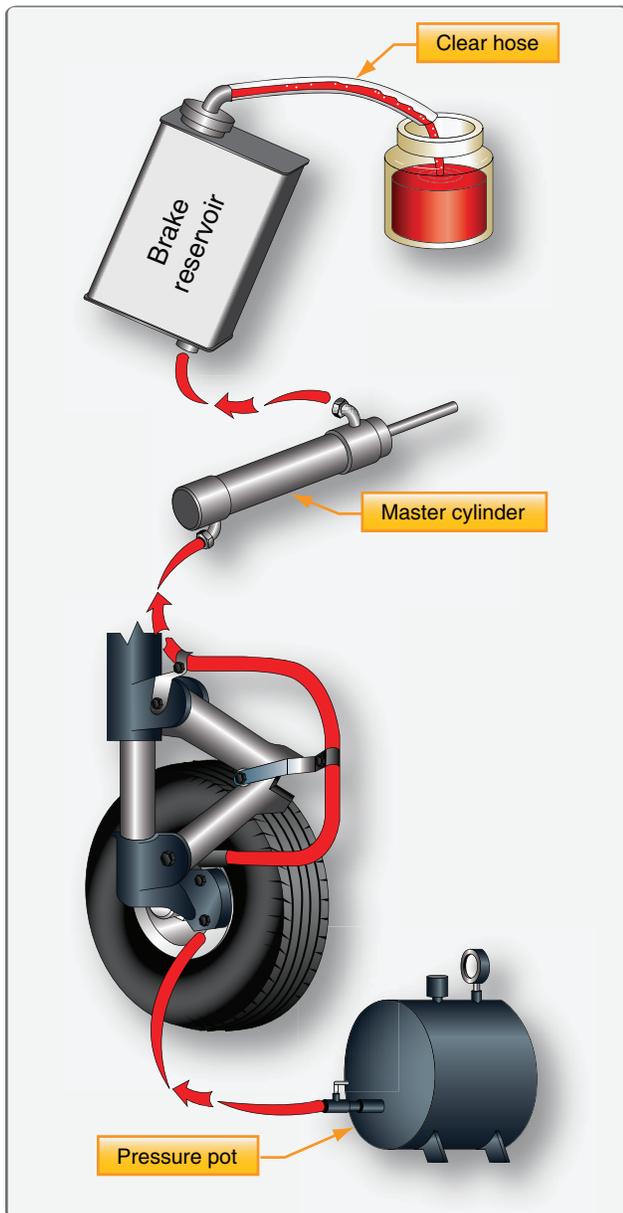


Figura 13-118. Pressão de purgamento de baixo para cima de freios de aeronaves. O fluido é empurrado através do sistema até que nenhuma bolha de ar sejam visíveis na mangueira no topo.

o pedal para baixo, e abra a porta da purga no conjunto de freio. Mais fluido e ar são expelidos através da mangueira para dentro do recipiente. Repita esse processo até que o fluido que sai do freio através da mangueira não contenha qualquer ar. Aperte o encaixe da porta de purgamento e garanta que o reservatório esteja cheio até o nível adequado.

Sempre que purgar os freios, garanta que os reservatórios e os tanques de purga fiquem cheios durante o processo. Use somente fluido limpo especificado. Sempre verifique os freios para uma operação adequada, quaisquer fugas quando a purga está completa,

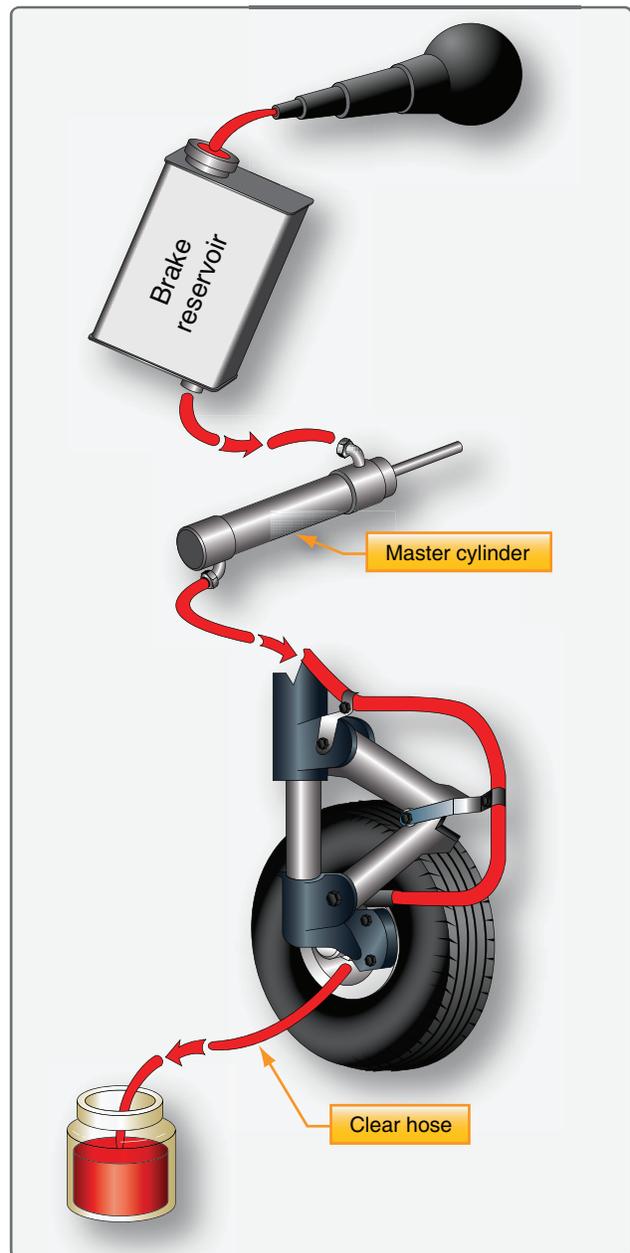


Figura 13-119. Arranjo de purgamento de freios de aeronaves de cima para baixo ou por gravidade.

e assegure que o nível do fluido esteja na quantidade correta.

Purgamento de Sistemas de Freio de Potência

O purgamento de cima para baixo do freio é usado em sistemas de freio de potência. Os freios de energia são fornecidos com fluido a partir do sistema hidráulico da aeronave. O sistema hidráulico deve operar sem ar no fluido assim como o sistema de frenagem. Portanto, o purgamento com pressão de baixo para cima não é uma opção para os freios de potência. O ar apri-

sionado no sistema de freio seria forçado ao sistema hidráulico principal, o que não é aceitável.

Muitos aviões com sistemas de freio de potência aceitam o acoplamento de um mulo hidráulico auxiliar, que pode ser usado para estabelecer a pressão no sistema para a purga. Independentemente disso, o sistema da aeronave deve ser pressurizado para purgar os sistemas do freio de potência. Conecte uma mangueira transparente ao porto de purga para purgar o conjunto do freio, imergindo a outra extremidade do câmara em um recipiente de fluido hidráulico limpo. Com a válvula de purga aberta, pressione o freio cuidadosamente para permitir que o fluido hidráulico da aeronave entre no sistema de frenagem. O fluido expulsa o fluido contaminado com ar para fora do câmara de purga para dentro do recipiente. Quando o ar não for mais visível na mangueira, feche a válvula de purgamento e restaure o sistema hidráulico para a configuração normal de operação.

Sistemas de freio de energia em diferentes aeronaves contêm muitas variações e uma grande variedade de componentes que podem afetar a técnica de purgamento adequado a ser seguido. Consulte o manual de informações de manutenção do fabricante para o procedimento correto de purgamento para cada aeronave. Certifique-se de purgar os sistemas de freio auxiliar e de emergência, quando purgar o sistema de frenagem normal para garantir o funcionamento adequado, quando necessário.

Quantidade e Tipo de Fluido

Como mencionado, é imperativo que o fluido hidráulico correto seja usado em cada um dos sistemas de frenagem. Os seladores no sistema de freio são concebidos para um fluido hidráulico em particular. A deterioração e a falha ocorrem quando são expostos a outros fluidos. Um fluido com base mineral, tal como MIL-H- 5606 (óleo vermelho), nunca deve ser misturado com o fluido hidráulico sintético base de fosfato-éster tal como o Skydrol ®. Freio/ sistemas hidráulicos devem ter todo o fluido evacuado e todos os seladores substituídos antes da aeronave ser liberada para o voo.

A quantidade de fluido é também importante. O técnico é responsável para a determinação do método utilizado para dizer quando o freio e sistemas hidráulicos estão com o serviço completo e a manutenção do flui-

do no nível. Consulte as especificações do fabricante para obter essa informação.

Inspeção de vazamentos

Os sistemas de freios de aeronaves deverão manter todo o fluido dentro das linhas e componentes e não deve vazar. Qualquer evidência de vazamento deverá ser investigada. É possível que o vazamento seja um precursor de danos mais significativos que podem ser reparados evitando, assim, um incidente ou acidente. [Figura 13-120]



Figura 13-120. A causa de todos os vazamentos de freio de aeronaves devem ser investigados, reparados e testados antes de liberar a aeronave para o voo.

Muitos vazamentos são encontrados em acessórios do sistema de freio. Enquanto que este tipo de vazamento pode ser arrumado com um aperto uma conexão solta, o técnico tem que tomar cuidado para não apertar demais. A remoção da pressão hidráulica da sistema de freio seguido de desconexão e inspeção de conectores é recomendada. O aperto excessivo do conjunto pode causar danos e tornar o vazamento pior. O conjunto MS *flareless* é particularmente sensível ao excesso de aperto. Substitua todos os acessórios que possam ter alguma suspeita de dano. Uma vez que qualquer vazamento é reparado, o sistema de frenagem deve ser re-pressurizado e testado, bem como para garantir que não haja um vazamento ocasional. Pode haver um vazamento fluido pelo encaixe. Consulte o manual de manutenção do fabricante para os limites, e remova todo o conjunto de freio que tenha infiltração em excesso.

Torque Adequado do Parafuso

O estresse pelo pouso e do sistema de freio exige que todos os parafusos sejam devidamente apertados. Os

parafusos utilizados para fixar os freios no suporte normalmente têm o torque especificado no manual de manutenção do fabricante. Verifique se há especificações de torque para pouso, engrenagem e parafusos de freio, e garanta que eles estão bem apertados. Sempre que se aplicar torque num parafuso de um avião, é necessário um torquímetro calibrado.

Manutenção e Reparo de Freios Fora da Aeronave

A conservação e manutenção dos conjuntos de freios de aeronaves é realizada ao mesmo tempo que forem removidos da aeronave. A inspeção final do conjunto e de suas muitas partes deve ser executada neste momento. Alguns itens de inspeção de um conjunto típico são descritos abaixo.

Conexões parafuso e rosca

Todos os parafusos e conexões de rosca são inspecionados. Devem estar em boas condições, sem sinais de desgaste. As arruelas de autobloqueio devem manter a sua característica de bloqueio. O hardware deve ser o que é especificado no fabricante manual de peças do freio. Muitos parafusos de freio de aeronaves, por exemplo, são não tem hardware padrão e podem ter tolerância menor ou ser feito de um material diferente. As exigências do ambiente em que os freios funcionam pode causar um problema se um hardware substituto inadequado é usado. Certifique-se de o estado de todos os segmentos e áreas tem o O-ring maquinado dentro do encaixe. As conexões com rosca no encaixe também devem ser verificadas para ver a condição dos discos.

Discos

Os discos de freio devem ser inspecionados. Ambos os discos rotativo e estacionário em um freio a disco múltiplo podem ser usados. Um desgaste desigual pode indicar que os ajustadores automáticos podem não estar puxando a placa de pressão para trás distante o suficiente para aliviar toda a pressão sobre a pilha de discos.

Discos estacionários são inspecionados quanto a rachaduras. As rachaduras normalmente estendem-se desde as aberturas de descarga, se estiver equipado desta forma. Em freios de disco múltiplos, as aberturas(slots) que chaveiam o disco para o câmara de torque também devem ser inspecionados quanto

ao desgaste e ampliação. Os discos devem envolver o câmara de torque sem ligação. A largura máxima das ranhuras é dada no manual de manutenção. As rachaduras ou desgaste excessivo da chave fenda são razões para a rejeição. O desgaste dos freios e pastilhas ou lonas também devem ser inspecionados quanto ao desgaste, enquanto o conjunto de freio é removido da aeronave. Sinais de desgaste desigual deve ser investigado e o problema corrigido. Os *pads* podem ser substituídos, se usados além do limite, uma vez que o disco estacionário sobre a qual eles se assentam passarem na inspeção. Siga os procedimentos do fabricante para inspeções e para a substituição do *pad*.

Discos rotativos devem ser igualmente inspecionados. A condição geral do disco deve ser observada. Pode ocorrer vitrificação quando um disco ou uma parte de um disco está superaquecido. Isso faz com que o freio guinche e bata. É possível reutilizar um disco vitrificado se o fabricante permitir. Discos rotativos também devem também ser inspecionados na fresta principal do mecanismo ou na área da espiga da unidade quanto ao uso e deformação. Um pouco de desgaste é permitido antes da substituição ser necessária.

A placa de pressão e a placa traseira em vários freios a disco devem ser inspecionadas quanto a liberdade de movimento, rachaduras, condição geral e deformação. Novos revestimentos podem ser pregados as placas se os antigos revestimentos forem usados e as condições das placas não forem boas. Note-se que a substituição das pastilhas de freio e revestimentos de rebite podem exigir ferramentas e técnicas específicas, conforme descrito no manual de manutenção para garantir a fixação segura. Alguma deformação menor pode ser arrumada em alguns conjuntos de freio.

Pinos Ajustadores Automáticos

Um conjunto do ajustador automático com defeito pode causar os freios a arrastar no disco rotativo (s) por não liberar totalmente e pode puxar o revestimento afastado a partir do disco. Isto pode conduzir a um desgaste desigual do forro e vitrificação do disco. O retorno do pino deve ser reto, sem danificar a superfície para que ele possa passar através do aperto sem dobrar. Danos na cabeça podem enfraquecer o pino e causar problemas. Às vezes é usado uma inspeção magnética para inspecionar rachaduras.

Os componentes do conjunto do câmara de aperto

devem estar em bom estado de conservação. Limpe e inspecione, em conformidade com as instruções de manutenção do fabricante. O aperto deve mover-se com a força especificada e deve mover-se através de todo o seu curso.

Câmara de torção

Um câmara de torção forte é necessário para manter o conjunto de freio estável no trem de pouso. Deve ser feita uma inspeção geral visual para verificar desgaste, rebarbas e arranhões. São usadas partículas magnéticas na inspeção para verificar se há rachaduras. As áreas-chave devem ser verificadas quanto à dimensão e desgaste. Todos os limites de dano são referenciados nos dados de manutenção do fabricante. O câmara de torção deve ser substituído, se o limite for excedido.

Encaixe do Freio e Condição do Pistão

A carcaça do freio deve ser inspecionado minuciosamente. Arranhões, goivas, corrosão ou outras manchas podem ser retiradas para fora e ter um tratamento de superfície para evitar a corrosão. O mínimo de material deve ser removido. O mais importante é que não haja rachaduras na carcaça. Um líquido fluorescente penetrante é normalmente usado para inspecionar rachaduras. Se alguma trinca for encontrada, o revestimento tem de ser substituído. A área do cilindro(s) do invólucro deve ser dimensionalmente verificada para desgaste. Limites são especificados no manual de manutenção do fabricante.

Os pistões de freio que se encaixam dentro dos cilindros no encaixe também devem ser verificados para corrosão, arranhões, rebarbas, etc. Os pistões também são dimensionalmente verificados quanto ao limite de desgaste especificado nos dados de manutenção. Alguns pistões têm isoladores na parte inferior. Eles não devem ser quebrados e devem ter uma espessura mínima. Uma lima pode ser usada para suavizar as pequenas irregularidades.

Condição dos Seladores

Os seladores de freio são muito importantes. Sem o funcionando correto, a operação de frenagem será comprometida ou os freios poderão falhar. Ao longo do tempo, o calor e pressão moldam um selador de vedação no selador de soldagem (*groove*) e endurecem o material. Eventualmente, a resiliência é reduzida e

começam a aparecer vazamentos na vedação. Novas vedações devem ser utilizadas para substituir todas as vedações do conjunto de freio. Adquirir selantes por número da peça em um pacote fechado de um fornecedor respeitável para evitar selantes falsos e assim garantir os seladores corretos para o conjunto de freio em questão. Verifique que os novos seladores estejam dentro do prazo de validade, que é tipicamente três anos a partir da data de cura.

Muitos freios usam anéis de vedação de *back-up* na ranhura para apoiar os anéis de vedação e reduzir a tendência do selador para extrusão para dentro do espaço que se destina a selar. Estes são muitas vezes feitos de Teflon®, ou de um material semelhante. Seladores de back-up são instalados no lado do anel de vedação para longe da pressão do fluido. [Figura 13-121] Eles são muitas vezes reutilizáveis.

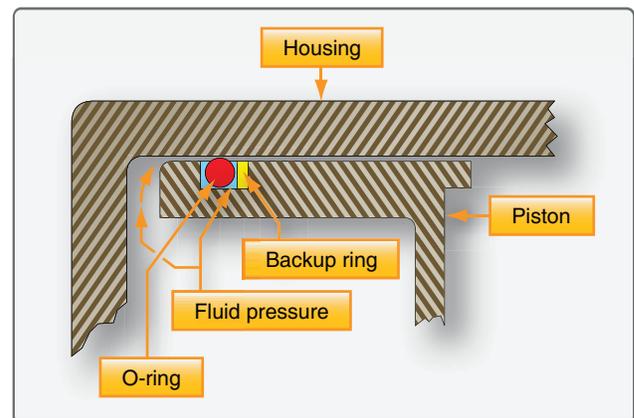


Figura 13-121. Anéis de back-up são utilizados para manter os O-rings de extrusão no espaço entre o pistão e o cilindro. Eles estão posicionados no lado do anel de vedação para longe da pressão do fluido.

Substituição de Lonas de Freio

Na aviação geral, a substituição de lonas de freio é comumente feita no hangar. O procedimento geral utilizado em dois conjuntos de freio comuns é dado. Siga as instruções do fabricante ao substituir lonas de freio em qualquer conjunto de freio da aeronave.

Freios Goodyear

Para substituir os revestimentos em um conjunto de freio a disco único Goodyear, a aeronave deve ser içada e apoiada. Solte os grampos anti-guizo que ajudam a centralizar o disco na roda antes de remover a roda do eixo. O disco fica entre o revestimento interior e exterior, quando a roda é removida. Extraia o disco para permitir o acesso ao antigo disco de ferro. Estes

podem ser removidos a partir das cavidades no encaixe e substituídos por novos discos. Garanta uma boa superfície de contato de puck no disco de frenagem. Insira novamente o disco entre as guarnições. Reinstale a roda e os grampos anti-guizo.

Aperte a porca do eixo, de acordo com as instruções do fabricante. Prenda-o com um alfinete de chaveta e baixe a aeronave do macaco. [Figura 13-122]

Freios Cleveland

O popular freio Cleveland apresenta com exclusividade a capacidade para mudar as pastilhas dos travões, sem elevação da aeronave ou sem necessidade de retirar a roda. Em relação a estes conjuntos, a placa de torque é aparafusada ao suporte, enquanto que o restante do conjunto de freios está montado sobre os parafusos de ancoragem. O disco roda entre a placa de pressão e a placa traseira. Forros são rebitados para ambas as placas. Ao desaparafusar o corpo do cilindro da placa de apoio, a placa posterior é liberada e cai para longe da placa de torque. O restante do conjunto é puxado para fora, e a placa de pressão desliza para fora dos parafusos de torque. [Figura 13-123]

Os rebites que prendem o revestimento sobre a pla-

ca de pressão e da placa traseira são removidos com um soco forte. Após uma inspeção detalhada, os novos revestimentos são rebitados para a placa e a placa pressão e traseira usando uma ferramenta de rebite [Figura 13-124] Existem kits que fornecem todos os meios necessários para executar a operação. O freio é remontado na ordem inversa. Inclua quaisquer calços se necessário. Os parafusos que prendem a placa traseira no conjunto do cilindro devem ser apertados de acordo com as especificações do fabricante e frenados. O fabricante também fornece dados caso haja um acidente com queimadura. A aeronave taxia a uma velocidade especificada, e os freios são usados sem problemas. Após um período de arrefecimento, o processo se repete preparando assim os forros para o serviço.

Falhas no freio e Danos

Freios de aeronaves operam sob estresse extremo e sob variadas condições. Eles são suscetíveis a avarias e danos. Alguns problemas de freio comuns são discutidos nesta seção.

Superaquecimento

Enquanto os freios da aeronave desaceleram a aeronave

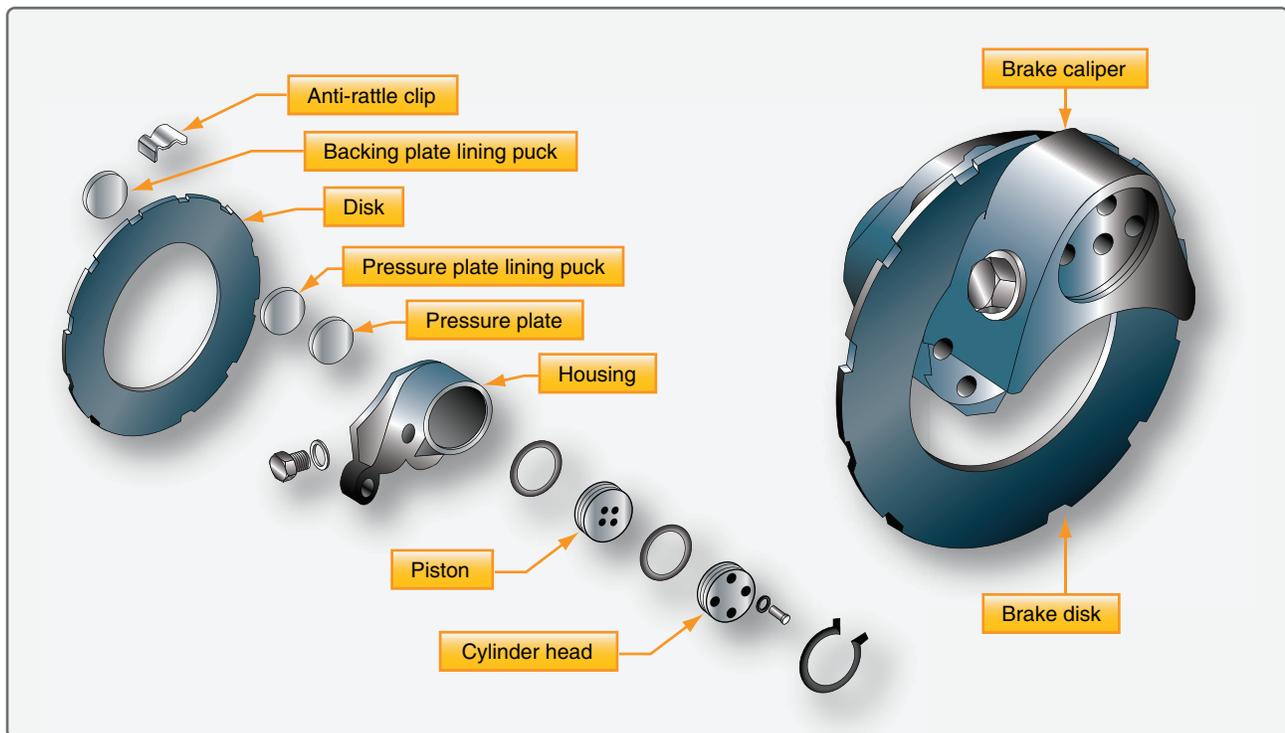


Figura 13-122. O freio de substituição de revestimento Goodyear exige que a roda seja removida do eixo para acessar a conjunto de freio. Os pucks do forro escorregam para intervalos no encaixe do freio.

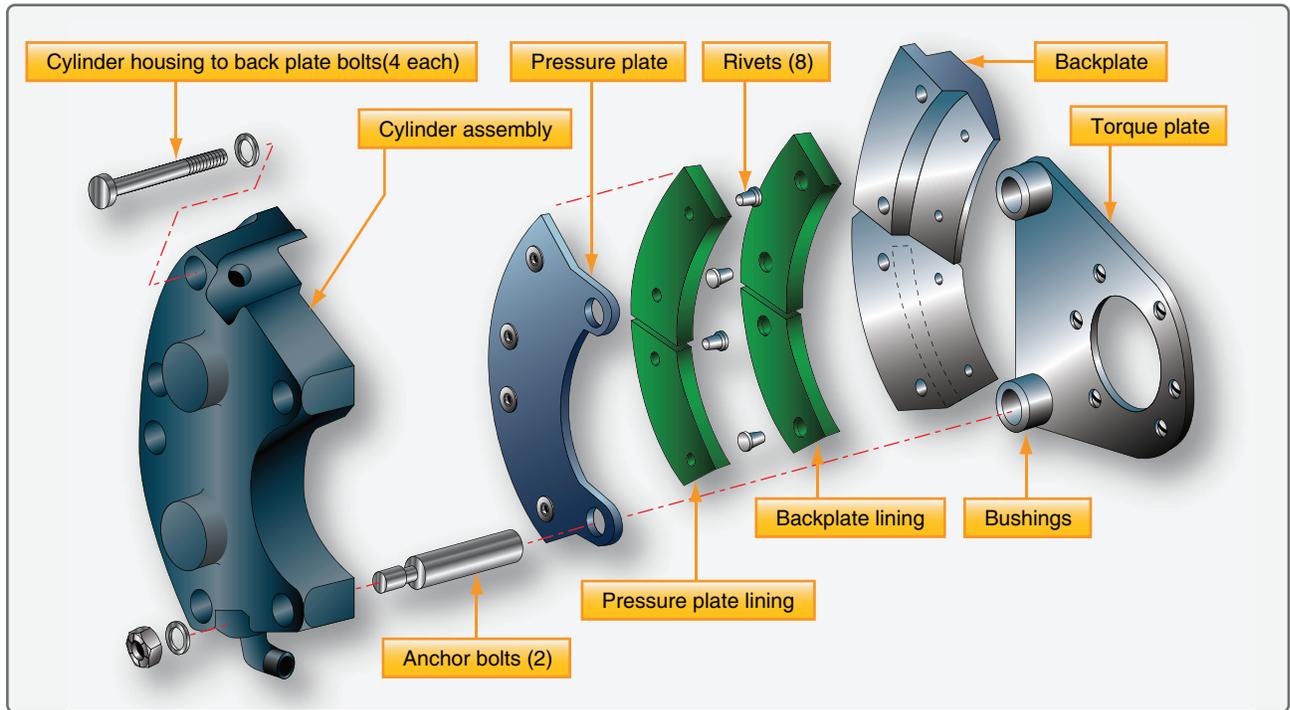


figura 13-123. Um freio de Cleveland desmonta uma vez que os quatro parafusos que prendem o cilindro da placa posterior são removidas enquanto que a roda da aeronave continua no lugar. A placa de pressão desliza para fora nos parafusos de ancoragem e os revestimentos podem ser substituídos por rebites na placa de pressão e placa traseira.



Figura 13-124. A ferramenta de configuração de rebite é usada para instalar lonas de freio de Cleveland em placas de pressão de freio e placas traseiras.

ve, trocando a energia cinética para energia térmica, o superaquecimento dos freios não é desejável. O calor excessivo pode danificar e distorcer as peças do freio, havendo então um enfraquecimento até ao ponto de falha. O protocolo para o uso do freio é projetado para evitar o superaquecimento. Quando um freio apresenta sinais de sobreaquecimento, deve ser removido da aeronave e inspecionado quanto a danos. Quando uma aeronave tem uma decolagem abortada, os freios devem ser removidos e inspecionados para garantir que eles resistiram a este alto nível de uso.

A inspeção típica de freios pós-superaquecimento envolve a remoção do freio da aeronave e desmontagem dos freios. Todas as vedações devem ser substituídas. A carcaça do freio deve ser verificada para ver se há rachaduras, deformação e dureza de acordo com o manual de manutenção. Qualquer fraqueza ou perda de tratamento térmico pode causar falha do freio sob alta pressão de frenagem. Os discos de freio também devem ser inspecionados. Eles não devem estar deformados, e o tratamento de superfície não pode estar danificado ou transferido a um disco adjacente. Uma vez reagrupado, o freio deve ser testado quanto a vazamentos e pressão antes de ser instalado na aeronave.

Resistência

A resistência de freio é uma condição causada pela não retração das lonas a partir do disco de freio, quando os freios são já não estão aplicados. Ela pode ser causada por vários fatores diferentes. Freios com resistência são essencialmente parciais em todos os momentos. Isto pode causar desgaste excessivo e forro de superaquecimento levando a danos ao disco (s).

Um freio pode sofrer resistência quando o mecanismo de retorno não estiver funcionando corretamente. Isto poderia ser devido a um retorno fraco da mola, o pino de volta deslizando no aperto pino ajustador automático, ou ainda um mau funcionamento similar. Inspeção o ajustador automático (s). Um freio sobreaquecido que tem o disco deformado também provoca resistência do freio. Retire o freio e realize uma inspeção completa tal como discutido na seção anterior.

Ar no fluido de freio

A linha pode também causar arrasto no freio. O calor faz com que o ar se expanda, e desta forma empurra as lonas de freio contra o disco prematuramente. Se nenhum dano tenha sido causado quando relatadas, purgue os freios para remover o ar do sistema para eliminar no atrito. Em todos os momentos, o técnico deve realizar inspeções para garantir que as peças apropriadas são utilizados na montagem do travão.

Partes impróprias, especialmente na retração / ajustador dos conjuntos de freio pode fazer com que os freios a arrastem.

Vibração ou Guinchando

Freios vibram ou guincham quando os forros não andam suavemente e uniformemente ao longo do disco. Um disco deformado (s) numa pilha de discos múltiplos do travão faz com que o freio seja realmente aplicado e removido muitas vezes por minuto. Isto faz vibração e, em alta frequência, provoca guinchados. Qualquer desalinhamento do disco empilhado fora de uma linha paralela faz com que ocorra o mesmo fenômeno. Discos sobreaquecidos podem ter danos na camada de superfície do disco. Alguma parte desta mistura pode ser transferida para o lado do disco resultando em superfícies irregulares do disco, que também conduz à vibração ou guincho. Além do ru-

ído produzido pelo freio vibrando e com guizo, a vibração pode levar a mais danos do freio e do sistema do trem de pouso. O técnico deve investigar todas as reclamações.

Pneus de aviões e Câmeras

Os pneus de aviões pode ser do tipo câmara ou sem câmara. Eles apoiam o peso da aeronave enquanto ele está no solo, e fornecem a tração necessária para frear e parar. Os pneus também ajudam a absorver o choque da aterrissagem e amortecem a rugosidade de decolagem, implantação e taxiamento. Pneus de aviões devem ser cuidadosamente mantidos para funcionar como requerido. Eles aceitam uma variedade de tensões estáticas e dinâmicas e devem fazê-lo seguindo uma ampla gama de condições de funcionamento.

Classificação dos pneus

Pneus de aviões são classificados de diversas maneiras, incluindo: tipo, classificação de lona, sejam elas do tipo com câmara ou sem câmara de ar, e se eles são pneus de estrutura viés ou radiais. A identificação de um pneu pelas suas dimensões também é utilizada. Cada uma dessas classificações é discutida como se segue.

Tipos

A classificação comum de pneus de aviões é do tipo de classificação usada pela Associação de Pneus e Aros dos Estados Unidos. Enquanto existem nove tipos de pneus, apenas os tipos I, III, VII, e VIII, também conhecido como pneus de três partes, ainda estão em produção.

O Tipo I de pneus ainda são fabricados, mas seu projeto não está mais ativo. Eles são usados em aeronaves com engrenagem fixa e são designados apenas pelo seu diâmetro total nominal em polegadas. São pneus de perfil lisos que estão obsoletos para uso na aviação moderna. Eles podem ser encontrados em aeronaves mais antigas.

O Tipo III de pneus são pneus de aviação gerais comuns. Eles são normalmente usados em aeronaves leves com velocidades de pouso de 160 milhas por hora (mph) ou menos. Tipo III de pneus são pneus de pressão relativamente baixos que têm diâmetros de aro pequenos quando comparados com a largura total

do pneu. Eles são projetados para amortecer e fornecer flutuação de uma relativamente grande pegada. Tipo III de Pneus são designados por um sistema de dois números. O primeiro número é a largura nominal da seção do pneu, e o segundo número é o diâmetro do rebordo do pneu superior. [Figura 13-125]

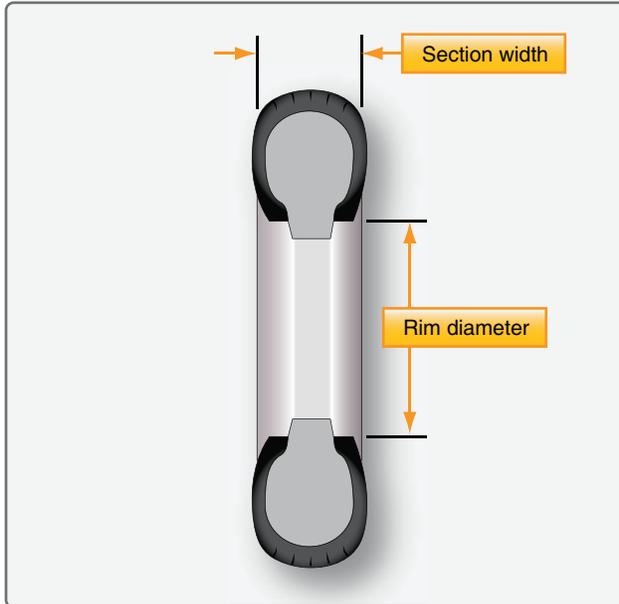


Figura 13-125. Tipo III de pneus de aviões são identificados através de dois números com um sistema de (-) para separar os números. O primeiro número é o da largura da seção do pneu em polegadas. O segundo número é o diâmetro do aro em polegadas. Por exemplo: 6,00-6 é um Cessna 172 pneu que tem 6,00 polegadas de largura e se encaixa em um aro que tem um diâmetro de 6 polegadas.

Tipo VII de pneus são pneus de alta performance encontrados em aviões a jato. Eles tem alta pressão e têm elevada capacidade de transporte de carga. A largura da seção do Tipo VII de pneus é geralmente mais estreita do que pneus do tipo III. A identificação do Tipo VII de pneus de aviões envolve um sistema de dois números. Um X é utilizado entre os dois números. O primeiro número designa o diâmetro total nominal do pneu. O segundo número designa a largura da seção. [Figura 13-126]

Tipo VIII de pneus de aviões também são conhecidos como pneus de três partes. [Figura 13-127] Eles uma pressão muito alta e são utilizados em jatos de alto desempenho. O tipo típico pneu VIII tem um perfil relativamente baixo e é capaz de operar em velocidades muito altas e cargas também muito altas. É o projeto mais moderno de todos os tipos de pneus. A nomenclatura três partes é uma combinação do Tipo

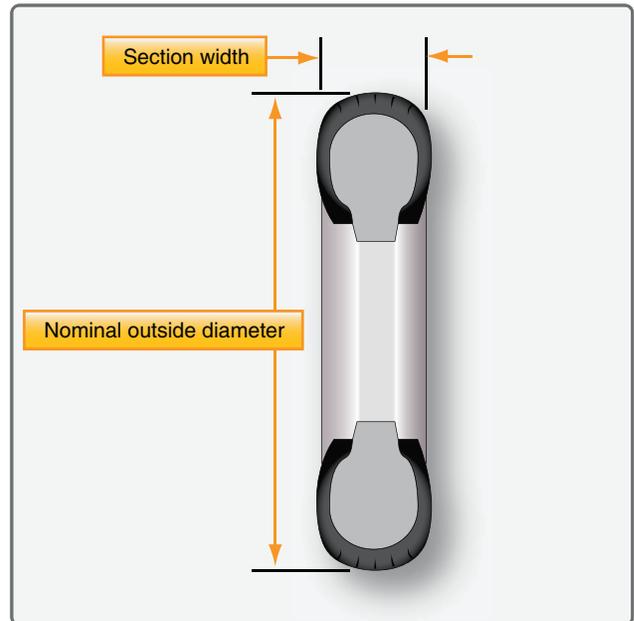


Figura 13-126. O Tipo VII de pneu da aeronave é identificado por sua designação número dois. O primeiro número representa o diâmetro em polegadas e o segundo número representa a seção da largura em polegadas. Os designadores do Tipo VII separaram o primeiro e segundo número um "X", por exemplo: 26 X 6.6 identifica um pneu que é de 26 polegadas de diâmetro, com uma largura nominal de 6,6 polegadas.

III e Tipo VII nomenclatura onde o diâmetro total do pneu, seção largura e diâmetro do aro são utilizados para identificar o pneu. Os símbolos X e "-" são usados nas mesmas respectivas posições no designador.

Quando três partes são usadas em um tipo VIII de pneu, as dimensões podem ser representadas em polegadas ou em milímetros. Pneus diagonais seguem a nomenclatura de designação e pneus radiais substituem o "-" com a letra R. Por exemplo, 30 X 8.8 R15 designa um tipo VIII de pneu radial de aeronave com 30 polegadas de diâmetro do pneu, uma largura de seção de 8,8 polegadas para ser montado em um aro de 15 polegadas.

Alguns designadores especiais podem também ser encontrados para pneus de aviões. Quando um B aparece antes do identificador, o pneu tem uma roda com aro de largura de 60 a 70 por cento, com uma vela talão de 15 graus. Quando um H aparece antes do identificador, o pneu tem um por cento de rodas aro 60 a 70 para a seção largura mas um só cordão de conicidade de 5 graus.

Classificação das Lonas

As lonas pneus estão reforçando as camadas de tecido revestido de borracha que são colocados dentro do pneu para proporcionar resistência. Nos pneus mais antigos, o número de camadas utilizadas estava diretamente relacionada à carga que o pneu podia transportar. Hoje em dia, refinamentos na construção do pneu, novas técnicas e a utilização de materiais modernos para construir pneus de aeronaves fez com que o número exato de lonas fosse algo irrelevante para determinar a força de um pneu. No entanto, a classificação das lonas é utilizada para transmitir a força relativa de um pneu de aeronave. O pneu com uma elevada classificação de lona é um pneu com elevada resistência capaz de transportar cargas pesadas, independentemente do número real de lonas utilizado na sua construção.

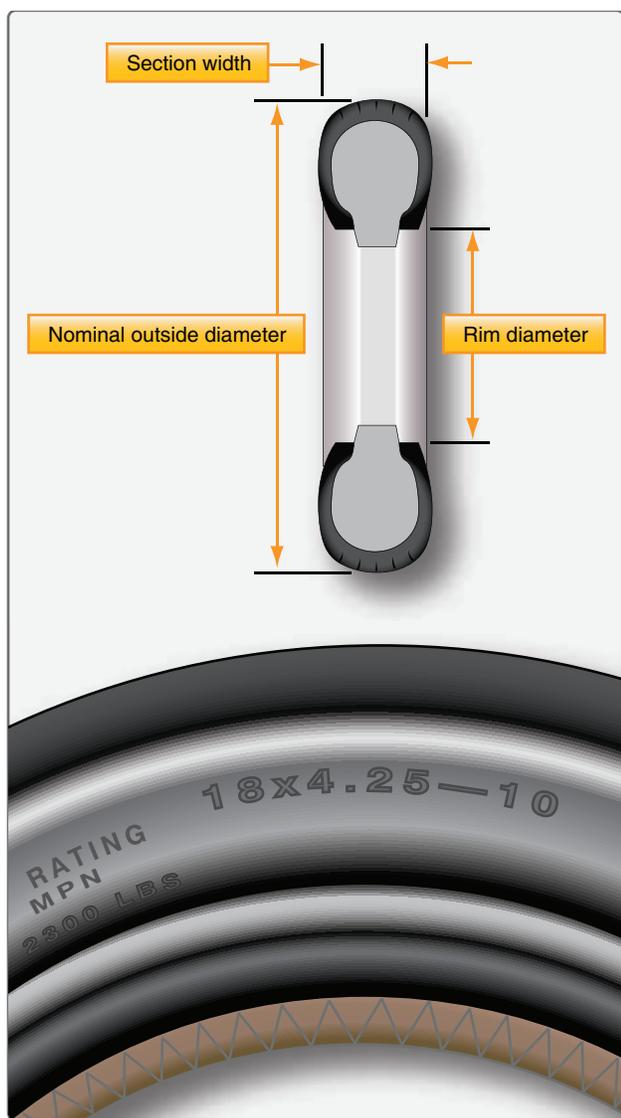


Figura 13-127. O Tipo VIII ou três partes é identificado por três parâmetros: diâmetro total, largura da seção, e diâmetro do aro.

Eles estão dispostos por esta ordem, com os dois primeiros separados por um "X" e os dois outros separados por "-." Por exemplo: 18 X 4,25-10 designa um pneu que tem 18 centímetros de diâmetro, com uma largura de 4.25 polegadas a ser montado num aro de roda de 10 polegadas.

Tipo com Câmara ou Sem câmara

Como foi dito, pneus de aviões podem ser do tipo com câmara ou sem câmara. Este é frequentemente utilizado como um meio de classificação do pneu. Pneus que são feitos para serem usados sem uma câmara inserida no interior tem um forro interno projetado especificamente para manter o ar. Pneus do tipo câmara não contêm este forro interior pois a câmara de ar não deixa o ar sair para fora do pneu. Pneus que se destinam a serem usados sem uma câmara e tem a palavra sem câmara na parede lateral. Se esta designação estiver ausente, o pneu requer um câmara. Consultar as informações de manutenção do fabricante da aeronave, para qualquer dano do pneu que seja permitido e da utilização de uma câmara dentro de um pneu sem câmara de ar.

Viés das Lonas ou Radial

Outra forma de classificar um pneu de avião é pelo sentido das lonas utilizadas na construção do pneu, seja de viés ou radial. Os pneus tradicionais de aeronaves são pneus de estrutura viés. As lonas são enrolados para formar o pneu e dar-lhe força. O ângulo das camadas em relação à direção de rotação do pneu, varia entre 30 ° e 60 °. Deste modo, as camadas têm o viés do tecido a partir do qual elas são construídas de frente no sentido de rotação, e do outro lado do pneu. Assim, eles são chamados pneus diagonais. O resultado é que a flexibilidade lateral pode flexionar com o tecido das lonas em viés. [Figura 13-128]

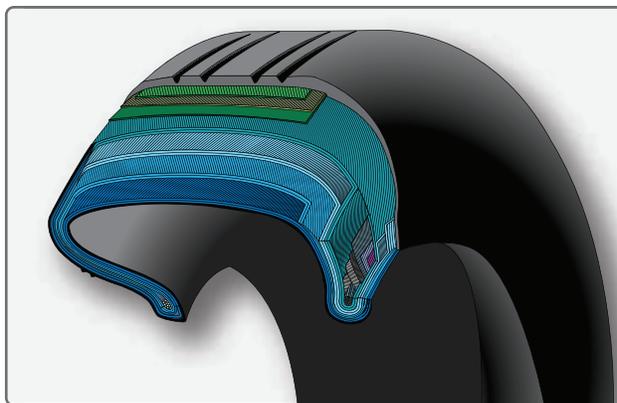


Figura 13-128. Um pneu de lona em viés tem o viés de tecido orientado transversalmente à direção de rotação e a parede lateral. Uma vez que tecido pode esticar no viés, o pneu é flexível, e pode absorver cargas. A força é obtida pela adição de camadas.

Alguns pneus de aviões modernos são pneus radiais. As lonas radiais dos pneus são dispostas num ângulo de 90 ° com a direção de rotação do pneu. Esta configuração coloca a fibra não estirável das lonas perpendicular à parede lateral e no sentido de rotação. Isto cria força no pneu que lhe permite suportar cargas elevadas com menor deformação. [Figura 13-129]

Construção do Pneu

Um pneu de avião é construído com a finalidade a que serve. Ao contrário do que o pneu de um automóvel ou pneu de um caminhão, ele não tem que transportar uma carga por um longo período de funcionamento contínuo. No entanto, um pneu de aeronave deve absorver as cargas de alto impacto de pouso e ser capaz de operar em altas velocidades, mesmo que apenas por um curto período de tempo. A deflexão em um pneu de avião é mais que o dobro do que de um pneu de automóvel, permitindo com isso lidar com as forças durante a aterrissagem sem ser danificado. Apenas os pneus projetados para uma aeronave, conforme especificado pelo fabricante devem ser usados.

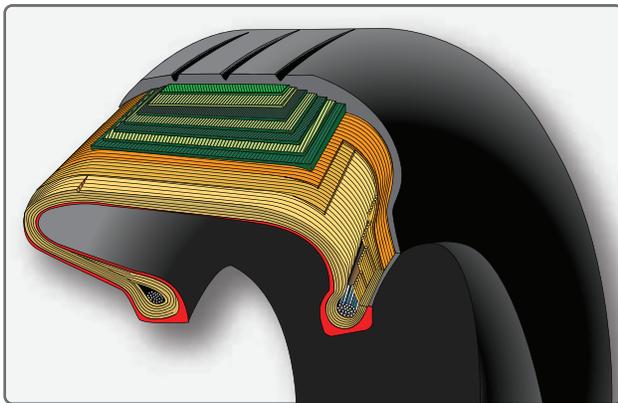


Figura 13-129. Um pneu radial tem os fios de fibra da camada de tecido orientado a 90 ° em relação ao sentido de rotação e parede lateral do pneu. Isto limita a flexibilidade e a flexibilidade direcional da parede lateral ao mesmo tempo que fortalece o pneu para transportar cargas pesadas.

É útil para a compreensão da construção do pneu identificar os vários componentes de um pneu e as funções que contribuíram para as características gerais de um pneu. Consulte a *Figura 13-130* para a nomenclatura do pneu utilizada nesta discussão.

Talão

O talão do pneu é uma parte importante do um pneu da aeronave. Ele âncora a carcaça do pneu e proporciona uma montagem dimensionada e firme do pneu no aro da roda. Talões do pneu são fortes. Eles são normalmente feitos a partir de fios de elevada resistência de pacotes de aço carbono envoltos em borracha. Um, dois, ou três maços de contas podem ser encontrado em cada um dos lados do pneu, dependendo do seu tamanho e da carga projetada. Os pneus radiais têm um único feixe do talão em cada um dos lados do pneu. O talão transfere as cargas de impacto e as forças de deflexão para o aro da roda. O dedo do talão é mais próximo da linha de centro e do rebordo do ajuste do pneu contra a flange do aro.

Uma ótima faixa é feita de borracha adicional colocada em torno do cordão para dar um contorno para a ancoragem da dobra virada. Camadas de tecido e borracha chamado de aletas são colocadas em torno dos talões para isolar a carcaça dos talões e aumentar a durabilidade do pneu. Forras também são usados nesta área.

Lonas da Carcaça

As lonas da carcaça ou caixa de lonas como às vezes são chamadas, são usadas para formar o pneu. Cada camada é constituída de tecido, geralmente nylon, ensanduichada entre duas camadas de borracha. As lonas são aplicadas em camadas para se obter a resistência do pneu e formar o corpo da carcaça do pneu. As extremidades de cada camada são ancoradas enrolando em torno do cordão de ambos os lados do pneu para formar as camadas viradas. Como mencionado, o ângulo da fibra na lona é manipulado para criar um pneu viés ou pneu radial como desejado. Normalmente, pneus radiais exigem menos camadas do que pneus viés.

Uma vez que as camadas estão no lugar, pneus viés e pneus radiais têm cada um o seu próprio tipo de camadas protetoras na parte superior das camadas mas por baixo da banda da superfície de rolamento do pneu. Nos pneus viés, estas camadas únicas ou múltiplas de nylon e as borrachas são chamadas de camadas de reforço da banda de rodagem. Em pneus radiais, uma banda de rodagem e um protetor de lona fazem o mesmo trabalho. Estas camadas adicionais estabilizam e reforçam a área da coroa do pneu. Eles reduzem a distorção da banda sob carga e aumentam a estabilidade

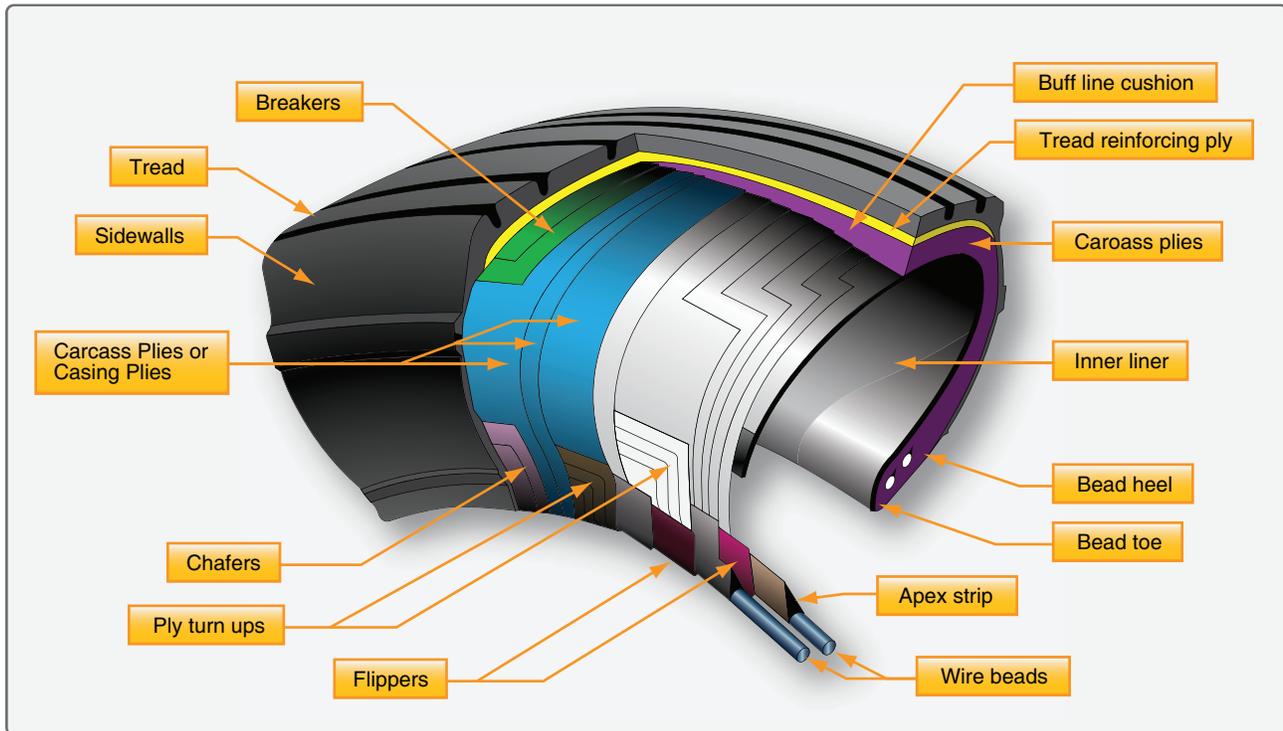


Figure 13-130. Nomenclatura de construção de um pneu de aeronave.

do pneu a altas velocidades. As camadas de reforço e lonas protetoras também ajudam a resistir a punção e corte e ao mesmo tempo protegem o corpo da carcaça de um pneu.

Banda de Rodagem

A banda de rodagem é a área da coroa do pneu destinada a entrar em contato com o solo. É um composto de borracha formulado para resistir ao desgaste, abrasão, corte e rachaduras. Também é feita para resistir a acumulação de calor. A banda do pneu da aeronave mais moderna tem ranhuras circunferenciais que criam nervuras do pneu. As ranhuras fornecem refrigeração e um canal de água de ajuda debaixo do pneu para aumentar a aderência à superfície do solo. Os pneus projetados para aeronaves frequentemente operados em superfícies de terra batida podem ter algum tipo de padrão de banda de rodagem cruzada. Aeronaves mais antigas sem travões ou freios projetados apenas para auxiliar no taxiamento não pode ter ranhuras na banda. Uma banda para todos os tipos de clima pode ser encontrada em alguns pneus de aviões. Elas tem nervuras circunferenciais no centro do pneu com um diamante modelado transversal na borda da banda do pneu. [Figura 13-131]

A banda de rodagem foi projetada para estabilizar a aeronave na operação de superfície e desgaste. Muitos pneus de aviões são projetados com uma banda de proteção interna, como descrito acima. A banda de reforço extra é, por vezes, conseguida com *breakers*, ou seja, camadas de tecido de fio de nylon sob a banda que fortalecem a banda, protegendo as lonas da carcaça. Pneus com piso reforçado muitas vezes são projetados para serem recauchutados e usados novamente quando o rasto tiver sido gasto além do limite. Consulte os dados do fabricante do pneu quanto ao desgaste aceitável e capacidade de um pneu específico.

Parede Lateral

A parede lateral de um pneu de aeronave é uma camada de borracha desenhada para proteger as lonas da carcaça. Ela pode conter compostos para resistir aos efeitos negativos do ozônio sobre o pneu. É também a área em que as informações sobre o pneu estão. A parede lateral do pneu dá pouca força ao corpo do cordão umbilical. Sua principal função é a proteção.

A parede lateral interior de um pneu é coberta pelo revestimento interno do pneu. Um tipo de câmara de pneu tem um revestimento de borracha fina aderida ao interior da superfície para evitar que a câmara atrite nas lonas da carcaça. Pneus sem câmara são revestidos com



Figura 13-131. Marcas de pneus para aviões são projetadas para diferentes usos. A é uma banda de rodagem de reforço projetado para uso em superfícies pavimentadas. É a banda do pneu mais comum. B é um desenho da banda de diamante para pistas não pavimentadas. C é uma banda para todo tipo de clima que combina uma banda com o centro com nervuras e uma banda de diamante nas bordas. D é um pneu de liga leve encontrado em aeronaves mais antigas e lentas, sem freios projetados para parar. E é um pneu fresado usado no trem do nariz de aeronaves com a fuselagem com motores a jato montados para desviar a água da pista da entrada do motor (es).

uma borracha espessa, menos permeável. Isto substitui a câmara e que contém o azoto ou ar dentro do pneu e mantém o escoamento através das lonas da carcaça.

O revestimento interior não contém 100 por cento do gás de inflação. Pequenas quantidades de azoto ou ar escoam através do forro nas lonas da carcaça. Esta infiltração é liberada através orifícios de ventilação na parede lateral exterior menor dos pneus. São normalmente marcadas com um ponto verde ou branco de tinta e deve ser mantida desobstruída. O gás aprisionado nas camadas poderia expandir com mudanças de temperatura e provocar a separação das camadas, enfraquecendo assim o pneu levando à falha do pneu. Pneus do tipo câmara também tem orifícios de escoamento na parede lateral para permitir que o ar aprisionado entre o câmara e o pneu de escape. [Figura 13-132]

Fresa (Chine)

Algumas paredes laterais do pneu formam uma fresa. A fresa é um deflector *built-in* especial usado em rodas de nariz de certas aeronaves, geralmente aquelas com motores montados na fuselagem. A banda de rodagem desvia a água da pista para o lado e longe da ingestão dos motores. [Figura 13-131E] Pneus com um banda em ambas as paredes laterais são produzidos para aeronaves com uma única roda do nariz.

Inspeção dos pneus da aeronave

O estado dos pneus é inspecionado enquanto montado na aeronave em uma base regular. A pressão de in-



Figura 13-132. Uma abertura lateral marcada por um ponto colorido deve ser mantida livre de obstrução para permitir que o ar aprisionado ou nitrogênio escape das lonas da carcaça do pneu.

flação, desgaste da banda e condição, e condição da parede lateral são monitorados continuamente para assegurar que o desempenho dos pneus esteja correto.

Inflação

Para funcionar como projetado, o pneu da aeronave deve ser devidamente inflado. Dados de manutenção do fabricante da aeronave devem ser utilizados para determinar a pressão de enchimento correto para um pneu de um avião particular. Não encher a uma pressão mostrada na parede lateral do pneu, ou pelo modo do pneu. A pressão dos pneus é verificada sob carga e é medida com o peso do aparelho sobre as rodas. As leituras de pressão de uma aeronave carregada versus descarregada pode variar tanto quanto 4 por cento.

A pressão do pneu medida na aeronave em tomadas ou quando o pneu não está instalado é menor devido ao maior volume de espaço de gás de insuflação para dentro do pneu. Em um pneu projetado para ser insuflado em 160 psi, pode resultar em erro de 6,4 psi. Um manômetro calibrado deve ser sempre utilizado para medir a pressão de inflação. Medidores de pressão digitais e do tipo de marcação são mais consistentemente precisos e preferenciais. [Figura 13-133]

Pneus de aviões dispersam a energia de pouso, *rollout*, taxiamento e decolagem na forma de calor. Como os pneus flexionam, o calor cresce e é transferido para a atmosfera, bem como o aro da roda através do talão do pneu. O calor de travagem também aquece o pneu externamente. Uma quantidade limitada de calor é capaz de ser manipulada por qualquer pneu, se danos estruturais ocorrerem.

Um pneu de aeronave indevidamente inflado pode apresentar danos internos que não são facilmente visíveis e podem gerar falhas. Uma falha do pneu após a aterragem é sempre perigoso. Um pneu da aeronave é projetado para flexionar e absorver o choque de aterrissagem. A temperatura aumenta como resultado. No entanto, um pneu murcho pode dobrar além dos limites do projeto do pneu. Isso faz com que o acúmulo de calor excessivo enfraqueça a carcaça. Para assegurar que a temperatura é mantida dentro dos limites do pneu, a pressão dos pneus deve ser verificada e mantida dentro da faixa adequada diariamente ou antes de cada voo, caso a aeronave voe esporadicamente.

A pressão dos pneus deve ser medida à temperatura ambiente. Flutuações de temperatura ambiente afetam grandemente a pressão do pneu e complicam a manutenção da pressão no interior da faixa permitida para uma operação segura. A pressão do pneu tipicamente altera 1 por cento para cada 5°C de variação de temperatura. Quando as aeronaves são transportados de um ambiente para outro, as diferenças de temperatura podem ser muito grandes. O pessoal de manutenção deve assegurar que a pressão do pneu seja ajustada em conformidade. Por exemplo, uma aeronave com a pressão correta do pneu partindo de Phoenix, Arizona, onde a temperatura ambiente é de 100°F chega em Vail, Colorado, onde a temperatura é de 50°F. A diferença é de 50° em resultado da temperatura ambiente, ou seja uma redução de 10 por cento da pressão dos pneus. Por conseguinte, a aeronave poderia pousar com pneus murchos que podem ser danificados devi-

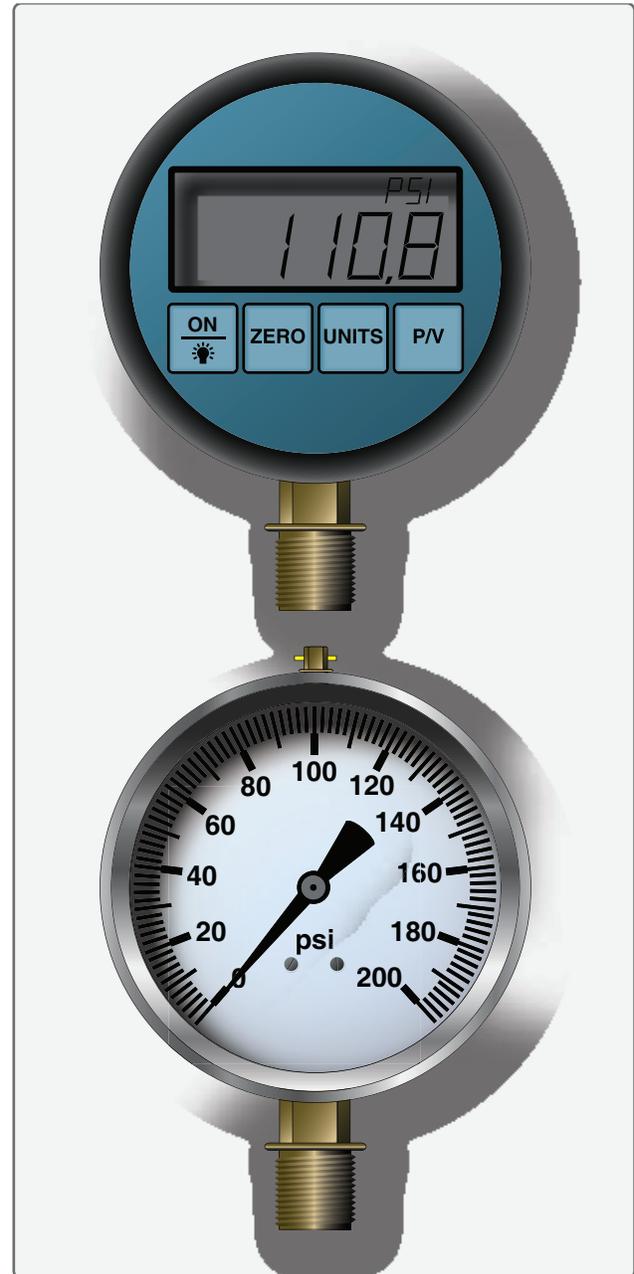


Figura 13-133. Um câmetro de pressão do tipo bordão calibrado ou um medidor de pressão digital é recomendado para a verificação da pressão dos pneus.

do ao excesso de temperatura a partir de flexão além dos limites do projeto como descrito acima. Um aumento na pressão dos pneus antes da decolagem em Phoenix, Arizona evita esse problema, enquanto os pneus não são inflados além do limite permitido e fornecido nos dados de manutenção.

Ao verificar a pressão dos pneus, permita que se passem 3 horas depois uma aterragem normal para garantir que o pneu tenha arrefecido até à temperatura ambiente.

A pressão correta do pneu para cada temperatura num ambiente é tipicamente fornecida pelo fabricante em uma tabela ou gráfico.

Além do superaquecimento, pneus murchos causam desgaste desigual, o que leva à substituição prematura dos pneus. Eles também podem se arrastar ou deslizar sobre a borda da roda quando está sob estresse ou quando os freios são aplicados. Pneus inflados podem beliscar a parede lateral severamente entre o aro e a pista causando danos nas paredes laterais e no aro. Danos no talão e na área inferior da parede lateral, também são comuns. Este tipo de abuso como qualquer outro dano na integridade do pneu faz com ele tenha de ser substituído. Em configurações de rodas duplas, um pneu severamente murchado afeta ambos os pneus e ambos devem ser substituídos.

A inflação excessiva dos pneus de aviões é uma outra condição indesejável. Enquanto o dano da carcaça devido ao superaquecimento não tem consequências, a aderência à superfície de aterragem é reduzida. Por um longo período de tempo, a excessiva inflação leva a um desgaste prematuro da banda de rodagem. Portanto, a excessiva inflação reduz o número de ciclos de serviço antes que o pneu seja substituído. Isto faz

com que o pneu fique mais suscetível a contusões, a cortes, choque, e a estouros. [Figura 13-134]

Condição do Rolamento

As condições de rolamento do pneu da aeronave são capazes de ser determinadas, enquanto o pneu é insuflado e montado na aeronave. A seguir discutiremos sobre algumas das condições da banda de rodagem e que danos o técnico pode encontrar ao inspecionar pneus.

Profundidade da Banda de Rolamento e Desgaste Padrão

Uma banda de rolamento uniformemente usado é um sinal de manutenção adequada dos pneus. O desgaste irregular tem uma causa que deve ser investigada e corrigida. Siga todas as instruções do fabricante específicas para a aeronave para determinar a manutenção de um pneu gasto. Na ausência desta informação, remova qualquer pneu que tenha sido usado até a parte inferior de uma ranhura ao longo da banda mais do que 1/8 da circunferência do pneu. Se tanto o protetor da dobra em um pneu radial ou a lona reforçada em um pneu viés for exposta por mais de 1/8 da circunferência do pneu, o pneu também deve ser removido.

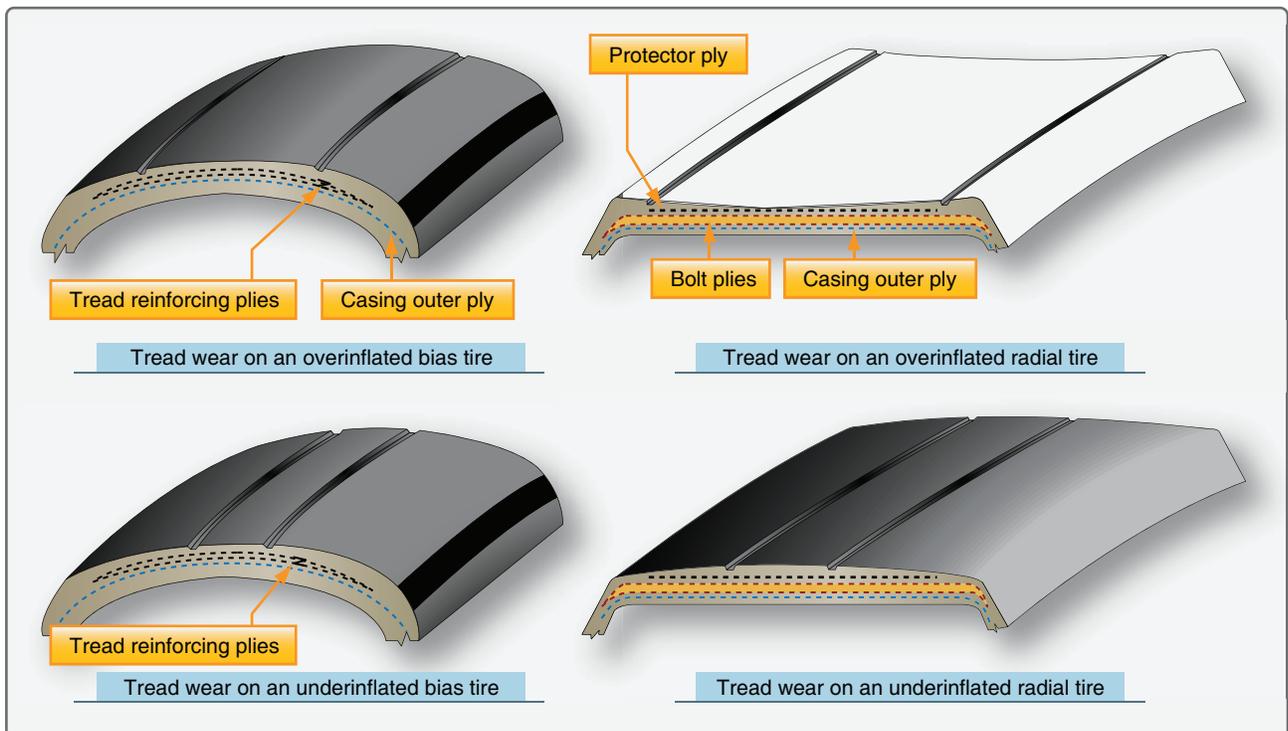


Figura 13-134. Os pneus super inflados sofrem pela falta de aderência da pista e desenvolvem um excesso de desgaste da banda de rodagem, no centro. Pneus que são murchos desenvolvem excesso de desgaste nos ombros do pneu. O superaquecimento resulta em danos da carcaça interna e potencial falha são possíveis a partir de flexão do pneu além dos limites do projeto.

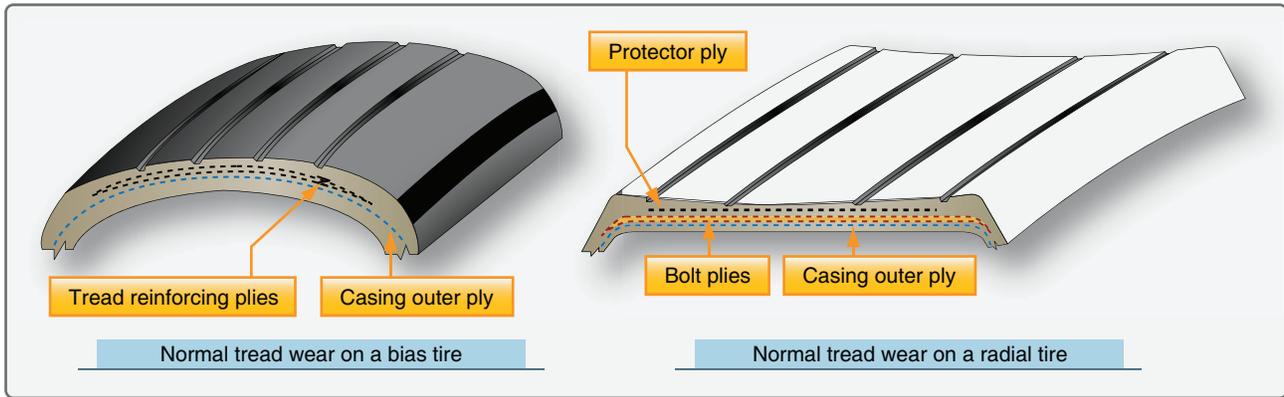


Figure 13-135. Desgaste normal do pneu.

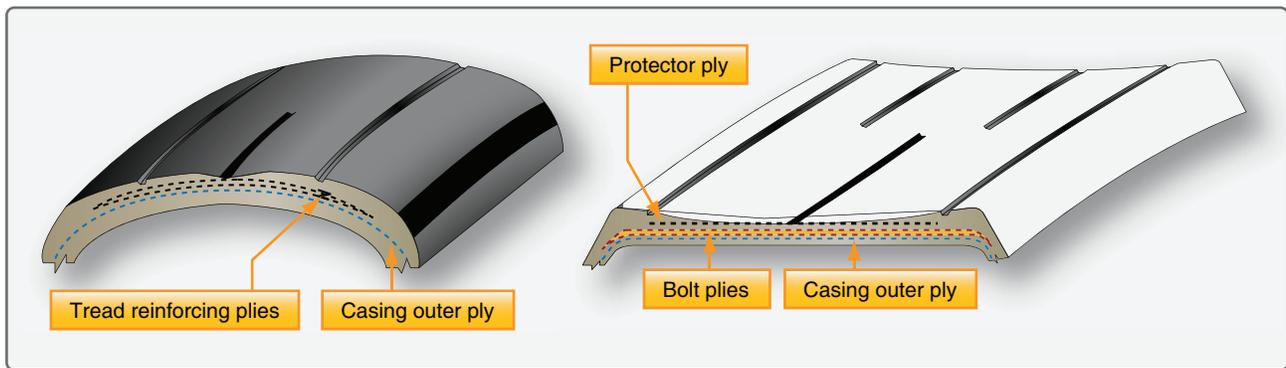


Figura 13-136. Desgaste em um pneu com camadas viés (esquerda) e um pneu radial (direita) mostram desgaste além dos limites de manutenção, mas ainda bons para serem recauchutados.

A manutenção adequada de um pneu gasto uniformemente, geralmente atinge os seus limites de desgaste no eixo do pneu. [Figura 13-135]

O desgaste da banda de rodagem assimétrico pode ser causado por que as rodas podem estar fora do alinhamento. Siga as instruções do fabricante durante a verificação de rodizio, cambagem, *tow-in*, e *tow-out* para corrigir esta situação. Ocasionalmente, o desgaste do pneu assimetricamente é um resultado da geometria do trem de pouso que não pode, ou não é, necessário ser corrigido. Ele também pode ser causada por rolagem regular sobre um único motor ou curvas de alta velocidade, enquanto taxiando. É aceitável remover o pneu do aro da roda, virando e remontando para que se possa igualar o desgaste da banda de rodagem, se o pneu passar por todos os outros critérios de inspeção de manutenção.

A remoção de um pneu antes que ele seja usado além do limite para recauchutagem é o custo de manutenção eficaz e bem prática. Tração considerável é perdida quando pneu é severamente desgastado e também deve ser considerado ao inspecionar. [Figura 13-136]

Consulte especificações do fabricante do fabricante quanto à fuselagem, desgaste dos pneus e limitações para recauchutagem.

Dano da Banda de Rodagem

Além do desgaste da banda de rodagem, um pneu de aeronave deve ser inspecionado por danos. Cortes, contusões, saliências, objetos estranhos embutidos, lascas e outros danos devem estar dentro dos limites para o pneu continuar em serviço. Alguns métodos aceitáveis de tratar com estes tipos de danos são descritos abaixo.

Todos os danos, suspeita de dano, e as áreas com vazamentos devem ser marcados com giz, um marcador de cera, pintura da vara, ou outro dispositivo antes do pneu ser esvaziado ou removido. Muitas vezes, é impossível mudar destas áreas, uma vez que o pneu está vazio. Pneus removidos para recauchutagem devem ser marcados nas áreas danificadas para permitir uma inspeção mais próxima da extensão do dano antes da nova banda de rodagem ser instalada. [Figura 13-137]



Figura 13-137. Marcação da área danificada para permitir maior inspeção.

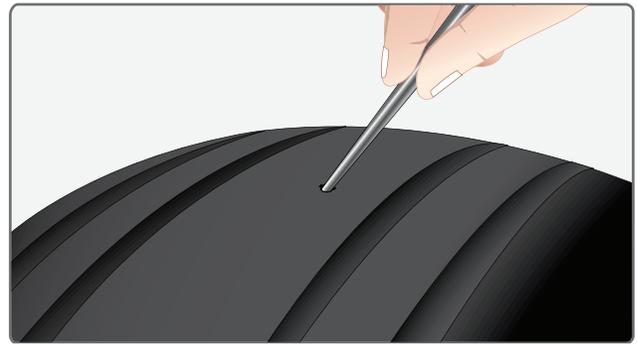


Figura 13-138. Esvaziar o pneu antes de remover ou sondar qualquer área onde algum objeto estranho se apresenta.

Objetos estranhos embutidos nas bandas de rodagem de um pneu são motivo de preocupação e deverão ser imediatamente retirados para fora da banda de rodagem. Objetos de profundidade questionável só devem ser removidos após o pneu tiver sido esvaziado. Um furador sem corte ou um tamanho adequado de chave de fenda pode ser usado para forçar o objeto para fora da banda. Cuidados devem ser tomados para não ampliar a área danificada com a ferramenta de remoção. [Figura 13-138] Uma vez removido, avaliar o restan-

te dos danos para determinar se o pneu ainda é utilizável. Um orifício redondo causado por um objeto estranho é aceitável somente se tiver 3/8-polegada ou menos de diâmetro. Objetos embutidos que penetram no ou que exponham o corpo da caixa do cabo de um pneu ou da banda de rodagem da correia de um pneu radial, fazem com que o pneu não tenha mais aeronavegabilidade e ele deve ser retirado de serviço.

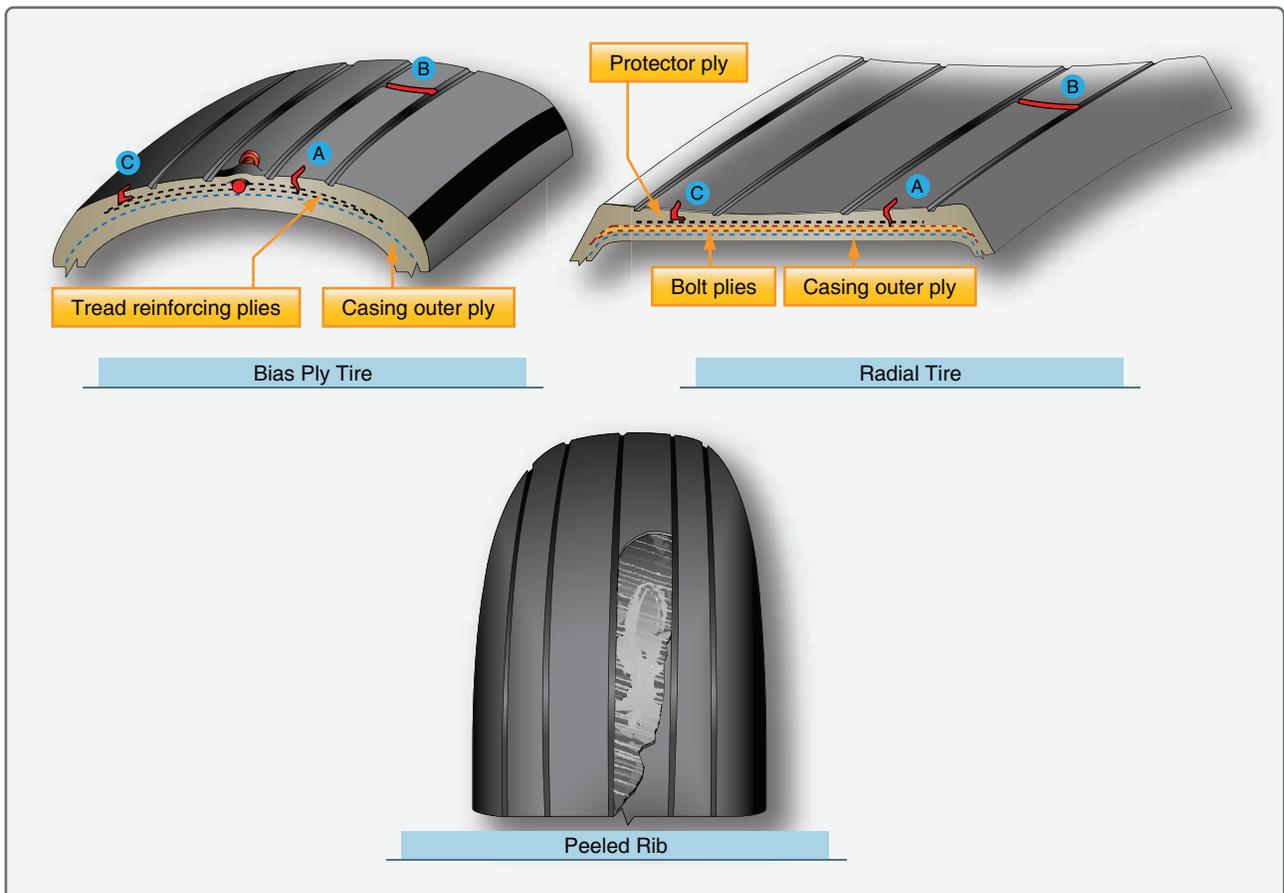


Figura 13-139. Remova o pneu da aeronave, quando a profundidade de um corte expõe as camadas da cobertura externa das camadas viés do exterior da camada da correia de um pneu radial (A), uma nervura caso tiver sido cortada em toda a largura (B), ou, quando um corte no interior ocorre na base de qualquer corte (C). Estas condições podem levar a uma nervura descascada.



Figura 13-140. Aterragem com o freio provoca uma mancha no pneu furado que expõe a banda de rodagem e requer substituição do pneu.

Cortes e cortes internos da banda de rodagem também podem fazer um pneu não ter mais aeronavegabilidade. Um corte que se estende por uma nervura banda de rodagem é motivo para a remoção do pneu. Estes, por vezes, podem conduzir a uma seção da nervura e causar o descolamento do pneu. [Figura 13-139] Consulte o manual de manutenção de aeronaves, manual de operações de linha aérea, ou outros documentos técnicos aplicáveis ao pneu da aeronave em questão.

A parte plana de um pneu representa o resultado da raspagem de pneus sobre a superfície da pista, enquanto não rotativa. Isso normalmente ocorre quando os freios travam enquanto a aeronave está se movendo. Se o dano em local plano não expuser as camadas de reforço de um pneu viés ou o protetor de face de um pneu radial, este pode permanecer em serviço. No entanto, se a parte plana faz com que haja vibração, o

pneu deve ser removido. Aterrissagem com um freio aplicado pode, muitas vezes causar uma mancha plana grave que expõe o pneu com câmara. Isto também pode causar uma ruptura. O pneu deve ser substituído em ambos os casos. [Figura 13-140]

Uma protuberância ou separação da banda de rodagem na carcaça dos pneus é causa para remoção imediata e substituição do pneu. Marque a área antes da deflação, uma vez que poderia facilmente tornar-se indetectável sem ar no pneu. [Figura 13-141]

A operação em uma pista com ranhuras pode fazer com que uma banda de rodagem desenvolva cortes rasos em forma de chaveirão. Estes cortes são autorizados para o serviço contínuo, a não ser quando houver pedaços ou cortes no tecido do pneu. Chaveirões profundos que provocam uma fatia da banda de rodagem a ser removida não deve expor mais do que 1centímetro quadrado do reforço ou protetor de camadas. Consulte os parâmetros de inspeção aplicáveis para determinar a extensão admissível de chaveirão de corte. [Figura 13-142]

Uma banda de rodagem lascada e com segmentação por vezes ocorre na borda da nervura de rodagem. Pequenas quantidades de borracha perdida desta maneira são permitidas. A exposição de mais de 1 centímetro quadrado da camadas de reforço protetor é a causa para remoção do pneu. [Figura 13-143]

Rachamentos numa ranhura da banda de rodagem de um pneu de aeronave não é geralmente aceitável se mais de ¼ de polegada de reforço ou protetor de camadas está exposto. Sulcos com fissuras podem levar a banda de rodagem a ter cortes por dentro, o que

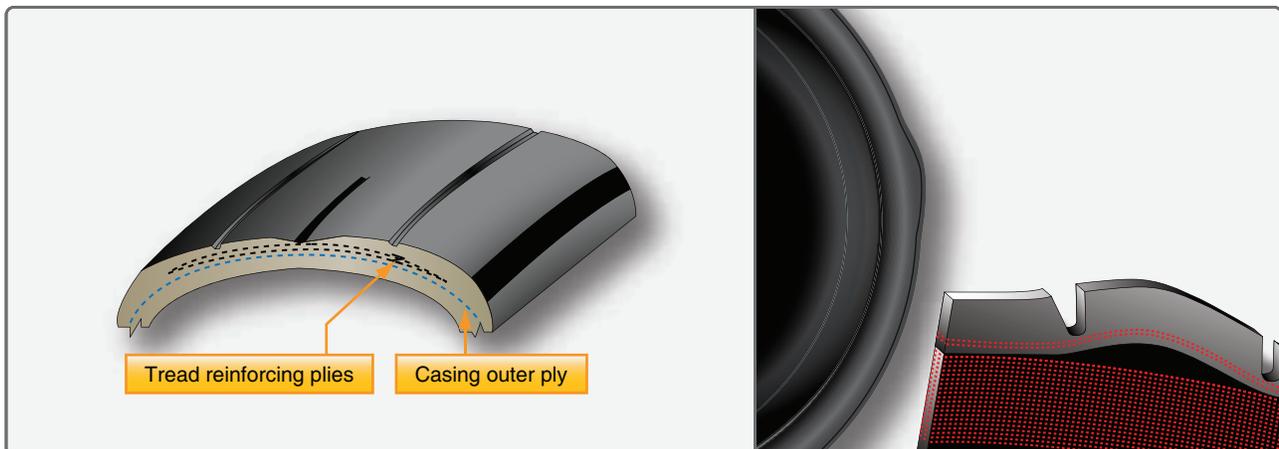


Figura 13-141. Protuberâncias e separação da banda de rodagem são motivo para remoção do pneu do serviço.



Figura 13-142. Cortes chavirão em um dos pneus são causados pela operação em superfícies da pista com ranhuras. Cortes chavirão rasos são permitidos nos pneus de aviões.

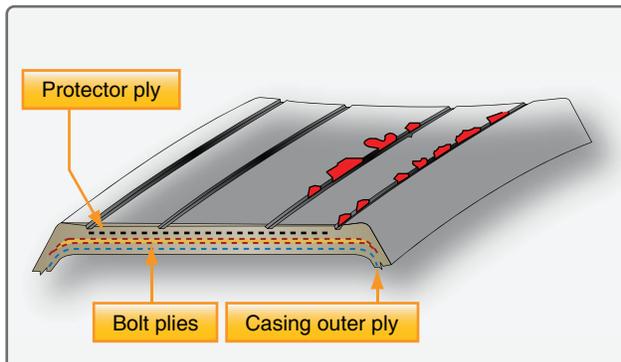


Figura 13-143. Superfície de rodagem lascada e a segmentação do pneu exige que o pneu seja retirado de serviço, ou se mais de um centímetro quadrado do reforço das camadas ou protetor das camadas estiver exposto.

eventualmente pode causar toda a banda de rodagem ser jogada para fora do pneu. [Figura 13-144]

Óleo, fluido hidráulico, solventes e outras substâncias com hidrocarbonetos contaminam a borracha do pneu, a deixam macia e esponjosa. Um pneu contaminado deve ser retirado de serviço. Se líquidos voláteis entrarem em contato com o pneu, é melhor lavar o pneu com o álcool desnaturado seguido de água e sabão. Proteja os pneus do contato com fluidos potencialmente prejudiciais, cobrindo os pneus durante a manutenção na área de trem de pouso.

Pneus também estão sujeitos a degradação pelo ozô-



Figura 13-145. Cubra os pneus para proteger de substâncias químicas nocivas e dos elementos quando estiver estacionado externamente por longos períodos de tempo.

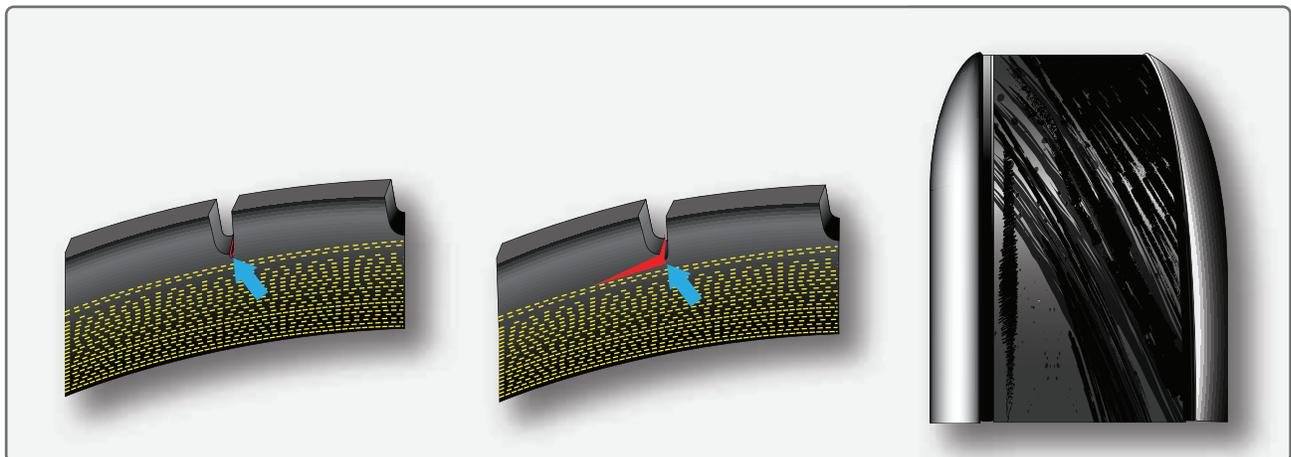


Figura 13-144. Uma banda de rodagem jogada pode resultar em uma rachadura, sulco ou num corte da banda de rodagem e esta deve ser retirada de serviço.

nio e pelo clima. Pneus em aeronaves estacionadas fora por longos períodos de tempo devem ser cobertos para proteção contra os elementos. [Figura 13-145]

Condição das Paredes Laterais

A função principal da parede lateral de um pneu de aeronave é a proteção da carcaça do pneu. Se os cordões laterais estão expostos devido a um corte, arranque, ou outras lesões, o pneu deve ser substituído. Marque a área de interesse antes da remoção do pneu. Dano na parede lateral que não atinge os cordões é normalmente aceitável para uso. Rachaduras circunferenciais ou fendas na parede lateral são inaceitáveis. Uma protuberância em uma parede lateral do pneu indica a possibilidade de delaminação das camadas de carcaça laterais. O pneu deve ser imediatamente retirado de serviço.

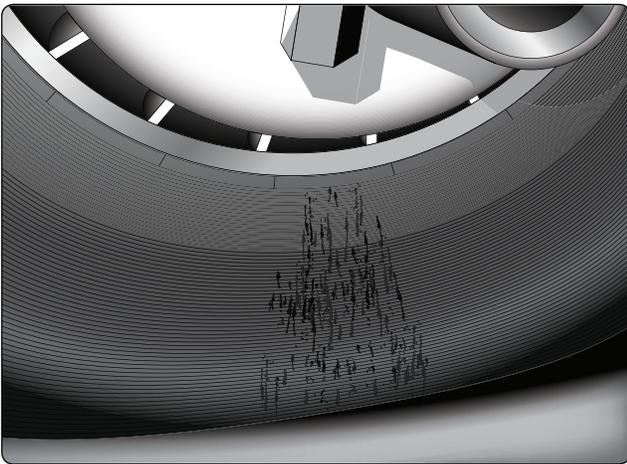


Figura 13-146. Rachaduras na parede lateral do pneu são aceitáveis para serviço, desde que não se estenda ou exponha a parede lateral das lonas da carcaça.

Remoção do Pneu

Remoção de qualquer conjunto de pneu e roda deve ser realizada seguindo todas as instruções do fabricante da aeronave para o procedimento. Os procedimentos de segurança são projetados para a proteção do técnico e a manutenção das peças de aeronaves em condições de funcionamento. Siga todos os procedimentos de segurança para evitar ferimentos e danos às aeronaves e as peças e montagens.

Um pneu e roda de montagem de aeronaves, especial-

mente uma de elevada pressão que foi danificado ou sobreaquecido, deve ser tratado como se fosse explodir. Nunca se aproxime deste pneu, enquanto a sua temperatura continuar elevada acima da temperatura ambiente. Uma vez arrefecido, se aproxime e verifique se há danos na montagem da roda por um ângulo oblíquo avançando em direção ao acostamento do pneu. [Figura 13-147]

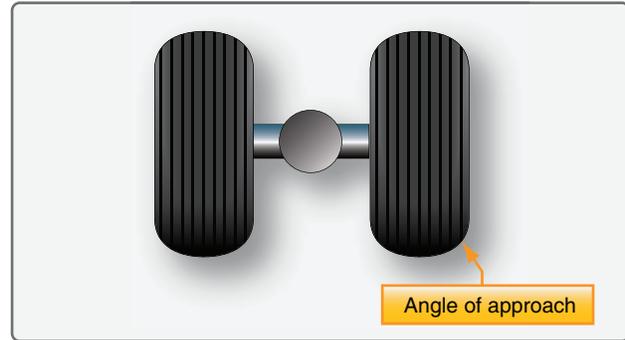


Figura 13-147. Para evitar uma possível lesão, a abordagem de um pneu/roda com danos ou que tenha sido superaquecido deve ser em um ângulo em direção ao acostamento do pneu depois de ter arrefecido até à temperatura ambiente.

Esvazie todos os pneus inutilizáveis e danificados antes da remoção a partir da aeronave. Use uma ferramenta macho/deflação da válvula para esvaziar o pneu. Fique longe do caminho do projétil do centro da válvula. Se o centro da válvula desalojar, impulsionado pela pressão interna do pneu, pode causar ferimentos graves. Quando completamente deflacionado, remova o núcleo da válvula. [Figura 13-148] Um pneu e conjunto de roda em condições de navegabilidade podem ser removidos para acesso a outros componentes para manutenção sem deflação do pneu. Esta é uma prática comum, acessar o freio quando o conjunto da roda é imediatamente reinstalado. Para fins de controle, certifique-se de que as áreas danificadas do pneu estão marcadas antes de deflação. Anote todas as informações conhecidas sobre o pneu inservível e anexe ao pneu para utilização na oficina de recauchutagem.



Figura 13-148. O núcleo da válvula do pneu deve ser removido depois que o pneu estiver completamente vazio e antes que o conjunto pneumático e roda sejam removidos da aeronave.

Uma vez removido da aeronave, um pneu deve ser separado do aro da roda sobre a qual está montado. Equipamento adequado e técnica devem ser seguidas para evitar danos ao pneu e roda. Informações de manutenção do fabricante de rodas é a principal fonte de instruções para desmontagem.

A área de talão do pneu fica firmemente contra o ressalto do aro e deve ser quebrado. Sempre use equipamento adequado para ruptura do talão usando equipamento adequado para esse fim. Nunca force um pneu de um aro da roda pois desta forma danos na roda são inevitáveis. Os parafusos de assentamento da roda devem permanecer instalados e completamente apertados

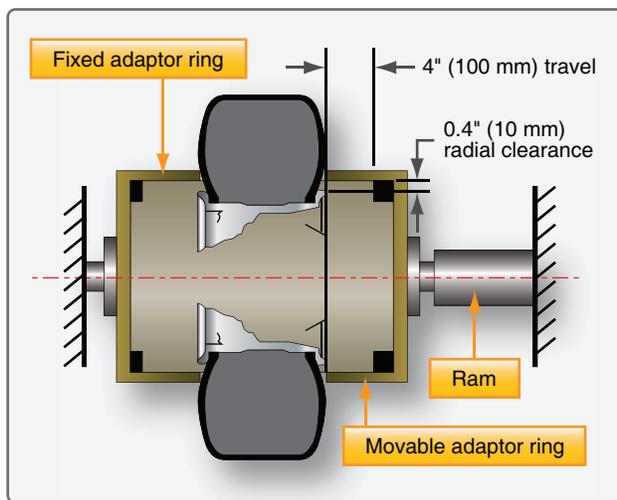


Figura 13-149. Uma placa de pressão em torno do anel aplica-se a toda circunferência da parte inferior da parede lateral do pneu que rompe o talão a partir do aro da roda. O diâmetro do adaptador deve estar correto para o pneu e o deslocamento limitado, de modo a não prejudicar o pneu.

quando o talão for quebrado a partir do aro, para evitar danos à metade da superfície de acoplamento da roda.

Quando a superfície de contato do grânulo da prensa de quebra é aplicada ao pneu, ele deve estar tão próximo quanto possível da roda, sem tocá-la durante toda a aplicação de pressão. Os pneus e aros de tamanhos diferentes requerem suportes de contato adequados para o pneu. Prensas manuais e prensas hidráulicas estão disponíveis. Aplique a pressão e mantenha para permitir que o talão pare de se movimentar na borda. Gradualmente avance ao redor do aro até o pneu do talão ser liberado. Separadores do tipo anel de talão exercem pressão em torno de toda a circunferência da parede lateral, assim a rotação não é necessária. [Figura 13-149] Uma vez que o grânulo é liberado, as metades da roda podem ser desmontadas. [Figura 13-150] Os pneus radiais têm apenas um feixe do talão em cada um dos lados do pneu. A parede lateral é mais flexível nesta área do que num pneu com lonas viés. Um conjunto de ferramentas apropriado deve ser usado, e a pressão deve ser aplicada lentamente para evitar a distorção da parede lateral. A lubrificação pode ser aplicada e mergulhada na interface do pneu da roda. Apenas solução de sabão de pneus deve ser usado. Nunca aplique um lubrificante à base de hidrocarbonetos em um pneu de avião pois contamina o composto de borracha utilizado para construir o pneu. Grânulos em pneus do tipo câmara e pneus sem câmara de ar são liberados de modo semelhante.



Figura 13-150. Um talão elétrico do pneu disjuntor (esquerda) utilizado em pneus grandes e um pneu manual do talão disjuntor (direita) utilizado em pneus pequenos.

Inspeção do Pneu Fora da Aeronave

Uma vez que um pneu for removido do aro da roda, este deve ser inspecionado. Pode ser possível recauchutar o pneu em uma estação de reparo aprovada e devolvê-lo ao serviço. O procedimento de inspeção sequencial ajuda a garantir que não haja partes do pneus que são negligenciados. Marcar e registrar a extensão de todos os danos. O *Advisory Circular* (AC) 43-13-1 dá diretrizes gerais para inspeção e reparo de pneus. Pneus só devem ser reparados por aqueles com experiência e equipamento para fazer isso. A maioria dos reparos de pneus são realizados em uma unidade de reparação de pneus certificada.

Ao inspecionar um pneu removido da aeronave, preste atenção especialmente para a zona do talão, uma vez que este deve proporcionar um vedante sem ar no aro da roda e as forças de transferência do pneu para o aro. Inspeccione a área do talão com atenção, pois é onde o calor está concentrado durante a operação de pneus. Danos à superfície da forra é aceitável e pode ser reparado quando o pneu é recauchutado. Outros danos na zona do talão geralmente levam a rejeição do pneu. Danos as dobras, a separação das lonas no travão, ou um cordão torcido são exemplos de danos na zona do talão que causam o descarte do pneu. A área de talão do pneu pode sofrer danos ou ter uma aparência ou textura alterada num pneu sobreaquecido. Consulte uma oficina de pneus certificada ou reinstale a banda de rodagem em caso de dúvida sobre a condição observada. O aro da roda também deve ser inspecionado. Uma vedação eficaz sem deslizamento, especialmente em pneus sem câmara de ar, está dependente da condição e da integridade da roda na zona de assentamento do talão.

O superaquecimento de um pneu enfraquece, mesmo que o dano não seja óbvio. Toda vez que um pneu é envolvido em uma decolagem abortada, frenagem severa, ou a ficha térmica na roda derreteu para esvaziar o pneu antes de explosão, o pneu deve ser removido. Em uma instalação dupla, ambos os pneus têm de ser removidos. Mesmo que apenas um pneu mostre danos óbvios ou esvazie, as cargas experimentadas pelo outro pneu são excessivas. Danos internos como na camada de separação, é provável. Tendo um histórico de superaquecimento é tudo o que é necessário para que um pneu seja descartado.

Áreas danificadas ou suspeitas do pneu ter sofrido

dano, é motivo pra os pneus serem re-inspecionados enquanto estiverem fora da aeronave. Os cortes podem ser sondados para verificar se a profundidade e a extensão dos danos abaixo da. De um modo geral, os danos que não excederem 40 por cento das camadas de pneus podem ser reparados quando o pneu for recauchutado. Pequenas punções com um diâmetro, na superfície interior do pneu de menos de 1/8 de polegada e um diâmetro na superfície exterior inferior a 1/4 polegada também podem ser reparados e reformados. Uma protuberância causada pela separação das telas é motivo para descartar um pneu. No entanto, uma protuberância causada pela separação da banda de rodagem a partir da carcaça do pneu pode ser reparável durante recauchutagem. O cabo de flanco exposto ou danos na lateral são inaceitáveis e o pneu não pode ser reparado ou recauchutados. Consulte o fabricante do pneu ou certificado de recauchutagem para esclarecimentos sobre os danos a um pneu.

Reparação de pneus e Recauchutagem

O técnico deve seguir as instruções do fabricante para determinar se um pneu pode ser reparado. Muitos exemplos também foram dados nesta seção. Quase todos os reparos de pneus devem ser feitos em uma oficina de pneus certificada e equipada para realizar a reparação. Dano no travão, separação das lonas, e a exposição da parede lateral do cabo todos requerem que o pneu seja desmantelado. A condição do forro interno em pneus sem câmara é também crítica. A substituição da câmara num pneu do tipo câmara pneumática é realizada pelo técnico de montagem bem como a calibragem dos pneus de aviões.

Pneus de aviões são muito caros. Eles também são extremamente duráveis. O custo efetivo de um pneu durante a sua vida útil pode ser reduzido se a banda de rodagem puder ser substituída, desde que não tenha ruídos e as lesões estão dentro dos limites reparáveis. A Federal Aviation Administration (FAA) é um órgão certificado de reparação e recauchutagem de pneus, mas muitas vezes o fabricante do equipamento original (OEM), faz este trabalho. O técnico inspeciona um pneu para a pré-qualificação para recauchutagem de modo que o custo do transporte para a recauchutagem e instalação de reparo não seja incorrido se não houver chance de recauchutagem do pneu. O recauchutador de pneus testa cada pneu num nível além da capacidade do hangar ou de um técnico linha. A *Shearography*, é

um método de ensaios não destrutivo óptico que testes de pneus e inspeção para mais segurança e qualidade e fornece informações detalhadas sobre a integridade interna do pneu, é utilizada para instalações de reparação de pneus recauchutados para assegurar que um pneu possa continuar sendo utilizado.

Pneus que são recauchutados são marcados como tal. Eles não ficam comprometidos em força e o desempenho é o mesmo de um pneu novo. Não há limites estabelecidos para o número de vezes que um pneu pode ser reformado. Este baseia-se na integridade estrutural da carcaça do pneu. Um pneu bem conservado pode ser capaz de ser recauchutado várias vezes antes de não ter mais aeronavegabilidade. Alguns pneus do nariz podem ser recauchutados quase uma dúzia de vezes.

Um pneu da aeronave pode ser danificado se for armazenado de forma inadequada. O pneu deve sempre ser armazenado na vertical de modo que ele fique rosqueado na superfície. O empilhamento horizontal de pneus não é recomendado. O armazenamento de pneus em um rack de pneus com um mínimo de superfície de assentamento plana de 3-4 polegadas para a banda de rodagem é ideal e evita a distorção dos pneus.

Se houver necessidade de empilhamento horizontal, este deve ser apenas por um curto período de tempo. O peso dos pneus superiores nos pneus mais baixos causam distorção, possivelmente tornando-se difícil para o talão de assento entrar em pneus sem câmara. A abaulamento da banda também salienta os sulcos da nervura e abre a borracha e o ozônio ataca nesta área. [Figura 13-151] Nunca empilhe os pneus de aviões horizontalmente por mais de 6 meses. A pilha não pode ter mais do que quatro pneus se o pneu tiver menos do que 40

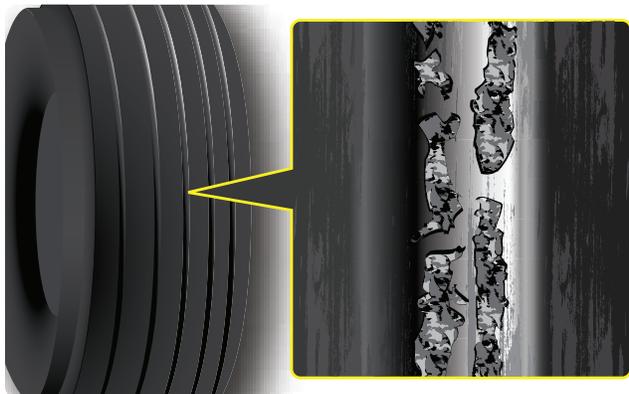


Figura 13-151.

polegadas de diâmetro e não mais do que três pneus se for maior de 40 polegadas de diâmetro. O ambiente em que um pneu é armazenado é de muita importância. O local ideal para armazenar um pneu de avião é fresco, seco e escuro, livre de ar e sujeira.

Um pneu de aeronave contém compostos de borracha natural, que são propensos à degradação de produtos químicos e da luz solar. Ozônio(O³) e oxigênio (O²) causam degradação de compostos de pneus. Os pneus devem ser armazenados longe de correntes de ar fortes que apresentam continuamente uma fonte de um ou ambos os gases. Lâmpadas fluorescentes, lâmpadas de vapor de mercúrio, motores elétricos, carregadores de bateria, equipamentos de solda elétrica, geradores elétricos e equipamentos semelhantes produzem ozônio e não devem ser operados perto de pneus de aviões. Pneus montados e inflados podem ser armazenados com até 25 por cento menos do que a pressão do que a pressão de operação para reduzir a vulnerabilidade de ataques de ozônio. O vapor de sódio de iluminação é aceitável. O armazenamento de um pneu de aeronave é preferível ser no escuro para minimizar a degradação pelos raios ultravioleta (UV). Se isso não for possível, envolva o pneu em polietileno escuro ou de papel para formar uma barreira contra o ozônio e minimizar a exposição à luz UV.

Produtos químicos de hidrocarbonetos comuns, tais como combustíveis, óleos e solventes, não devem entrar em contato com o pneu. Evite rolar pneus no hangar ou chão da oficina e certifique-se de limpar qualquer pneu imediatamente se contaminado. Seque o pneu e armazene todos em local seco e longe de qualquer umidade, pois tem um efeito deteriorante sobre os compostos de borracha. A umidade com elementos estranhos podem danificar ainda mais a borracha e o tecido de um pneu. Áreas sujas devem ser evitadas.

Os pneus são feitos para operar numa larga gama de temperaturas. No entanto, o armazenamento deve ser em temperaturas frias para minimizar a degradação. A gama geral para armazenamento de pneus da aeronave situa-se entre 32°F e 104°F. Temperaturas abaixo destas são temperaturas aceitáveis, mas superiores deve ser evitadas.

Câmeras de aeronaves

Muitos pneus de aviões aceitam uma câmara interior para conter a inflação de ar. Pneus com câmara são manipulados e armazenados de forma semelhante aos

pneus sem câmara de ar. Uma série de questões relacionadas com os câmaras devem ser abordadas.

Câmara de Construção e Seleção

Câmaras de pneus de aviões são feitas de um composto de borracha natural. Elas contêm a inflação de ar, com perdas mínimas. Câmaras pesadas e reforçadas e sem reforço especial são disponíveis. As câmaras pesadas têm tecido de nylon de reforço mergulhados na borracha para proporcionar força para resistir ao atrito e para proteger contra o calor, durante a frenagem.

Câmaras vêm em uma ampla variedade de tamanhos. Apenas a câmara especificada para o tamanho do pneu aplicável deve ser utilizada. As câmaras que são demasiadas pequenas causam estresse.

Câmara de armazenamento e Inspeção

Uma câmara pneumática de aeronave deve ser mantida na embalagem original até ser colocada em serviço para evitar a deterioração através da exposição a elementos ambientais. Se a caixa original não estiver disponível, a câmara pode ser envolta em várias camadas de papel para a proteger. Alternativamente, por curtos períodos de tempo, uma câmara pode ser armazenada no pneu de tamanho correto enquanto inflado apenas o suficiente para completar o câmara. A aplicação de talco para dentro do pneu e fora do câmara impede a degola. Remova a câmara e inspecione o pneu antes de montar de forma permanente. Independentemente do método de armazenamento, guarde sempre as câmaras de aeronaves em um local fresco, seco, escuro longe da produção ozônio pelos equipamentos e movimentação de ar.

Ao manusear e armazenar os câmaras de pneus de aeronaves, vincos devem ser evitados. Estes enfraquecem a borracha e eventualmente, causam falha na mangueira. Vincos e rugas também tendem a estressar pontos na câmara, quando montada no interior do pneu. Nunca pendure uma câmara ao longo de um prego ou cavilha para armazenamento.

Um câmara de aeronave deve ser inspecionada para vazamentos e danos que podem eventualmente causar. Para verificar se há vazamentos, remova a câmara do pneu. Infle a câmara apenas o suficiente para tomar forma, mas não estique. Mergulhe uma pequena câmara em um recipiente com água e olhe a fonte de bolhas de ar. A câmara grande pode exigir água sobre

a câmara. Mais uma vez cheque a fonte de bolhas. O núcleo da válvula deve também ser molhado para inspecioná-lo para vazamentos.

Não há limite de idade obrigatória para uma câmara de pneu da aeronave. Ela deve ser elástica sem fendas ou vincos, a fim de ser considerada útil. A área da válvula é sujeita a danos e deve ser inspecionada. Dobre a válvula para garantir que não há fissuras na base, onde está ligada ao pneu ou na área onde ela passa através do orifício na borda. Inspecione o núcleo da válvula para garantir que ela está apertada e que não vaze.

Se uma área de uma câmara tiver atrito no ponto onde a borracha é diluída, a câmara deve ser descartada. O diâmetro interno da câmara deve ser inspecionado para garantir que ele não tenha tido contato com a ponta do talão do pneu. Câmaras com um conjunto não natural devem ser descartadas. [Figura 13-152]

Inspeção dos Pneus

É importante inspecionar o interior de um pneu do tipo câmara antes da instalação de uma câmara de serviço. As saliências ou zonas ásperas deve ser motivo de preocupação, uma vez que tendem a desgastar a câmara e pode causar falha prematura. Siga o critério de inspeção do fabricante ao inspecionar pneus e câmaras de aviões.

Montagem do Pneu

Um técnico licenciado é muitas vezes chamado para montar um pneu da aeronave no aro da roda, em preparação para o serviço. No caso de um tipo de câmara pneumática, a câmara deverá também ser montada. A seção seguinte apresenta os procedimentos gerais para estas operações utilizando pneus com câmara e pneus sem câmara. Certifique-se de ter o equipamento adequado e treinamento para realizar o trabalho de acordo com as instruções do fabricante.

Pneus sem câmara

Pneus de aeronave e conjuntos de rodas estão sujeitos a enorme estresse, enquanto em serviço. A montagem adequada garante bons pneus. Consulte e siga todas as informações sobre o serviço dos fabricantes, incluindo torques de parafusos, lubrificação e calibragem.

Como mencionado, uma montagem de roda tem um

pneu sobre ele deve ser cuidadosamente inspecionado para garantir estar bom. Preste muita atenção para a área de assentamento do talão, que deve ser suave e livre de defeitos. A metade da superfície da roda de acasalamento deve estar em boas condições. O O-ring deve ser lubrificado e deve estar em bom estado para garantir que ele vede a roda por toda a vida útil do pneu. Siga as instruções do fabricante ao inspecionar as rodas e as dicas fornecidas no início deste capítulo. [Figura 13-153]

Um controle final do pneu a ser montado deve ser feita. O mais importante é verificar que o pneu é especificado para o uso em aeronave. Ele deve estar sem câmara na parede lateral. O número de peça, tamanho, classificação da lona, classificação de velocidade, técnica e número padrão de ordem (TSO) também devem estar na lateral e ser aprovado para a instalação da aeronave. Verifique visualmente o pneu por danos de transporte e manuseio. Não deve haver deformação permanente do pneu. Ele deve passar por todas as inspeções para cortes e outros danos discutidos nas seções anteriores deste capítulo. Limpe a área do talão do pneu com uma toalha limpa e sabão e água ou álcool desnaturalado. Inspeção o interior do pneu. Não deve haver nenhum resto no interior do pneu. Grânulos lubrificados são encontrados às vezes quando são montadas as rodas de alumínio. Siga as instruções do fabricante e use apenas o lubrificante não-hidrocarboneto especificado. Nunca lubrificar qualquer talão do pneu com graxa. Não use lubrificantes com rodas de liga de magnésio. A maioria dos pneus radiais são montados sem lubrificante. O fabricante de estruturas pode especificar a lubrificação para um pneu radial em poucos casos.

Quando as metades das rodas e pneus estiverem prontas para serem montadas, deve ser dada a orientação

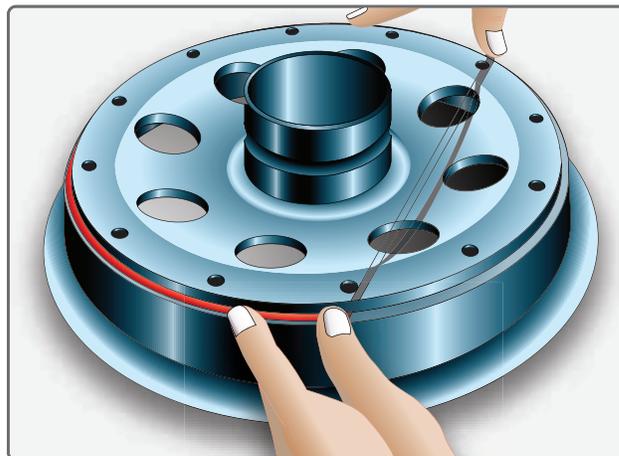


Figura 13-153. A meia roda de O-ring para uma roda de pneu sem câmara deve estar em boas condições e lubrificada para vedar por toda a vida útil do pneu. As superfícies de contato das metades da roda devem também estar em boas condições.

dos pneus e calibre das marcas nas metades de roda e pneu. Tipicamente, o número serial do pneu está localizado no lado externo do conjunto. As marcas que indicam a porção de luz em cada metade da roda devem ser opostas uma à outra. A marca indica o ponto forte do conjunto da roda alinhado com o ponto de luz sobre o pneu, a qual é indicada por um sinal vermelho. A roda não tem uma marca indicando o local pesado, alinhe a mancha vermelha no pneu (o ponto de luz) com o encaixe da válvula no local na roda. Um pneu bem equilibrado na roda permite melhorar o rendimento global do pneu. Ele promove um bom funcionamento livre de vibrações, o que resulta num desgaste uniforme da banda de rodagem e com isso a vida útil do pneu aumenta.

Ao montar as metades da roda, siga as instruções do fabricante quanto ao torque dos parafusos de aperto e especificação de torque. Lubrificantes antiaderentes e torque molhado são comuns em conjuntos de rodas.

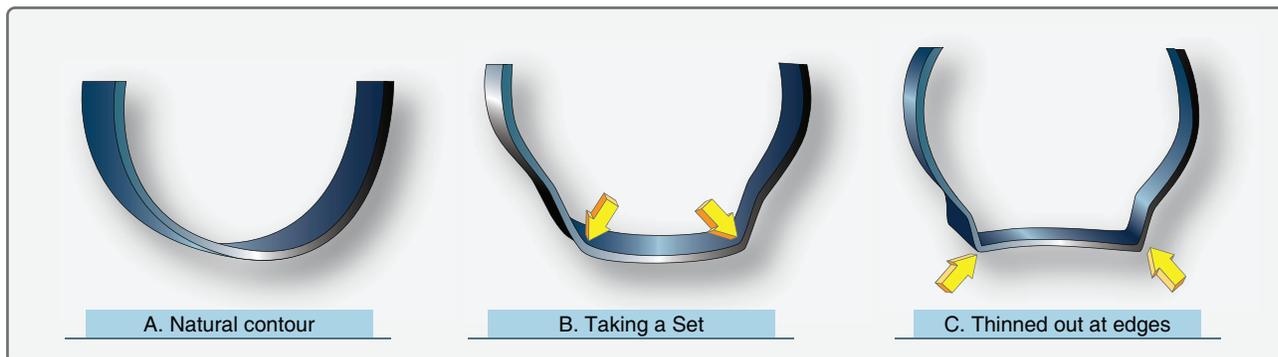


Figura 13-152. Durante a inspeção, uma câmara de pneu de aeronave deve manter o seu contorno natural. Câmaras com áreas desbastadas ou que tiveram um amassado devem ser descartadas e substituídas.



Figura 13-154. Gaiolas de inflação modernas foram testadas para resistir a falha catastrófica de um conjunto de pneu e roda durante a inflação. Todos os pneus montados recentemente devem ser inflados na gaiola.



Figura 13-155. O talco de pneu é utilizado no interior de pneus do tipo câmara e do lado de fora das câmaras de aeronaves. Isto previne a ligação e permite que a câmara se expanda sem estresse no lugar dentro do pneu.

Manualmente calibre a chave de torque. Nunca utilize uma chave de impacto em uma montagem do pneu de avião.

Para a inflação inicial de um pneu da aeronave e montagem de rodas, o pneu deve ser colocado em uma gaiola de segurança do pneu e tratado como se pudessem explodir devido a roda ou falha do pneu. A mangueira de inflação deve ser anexada à haste da válvula do pneu, e a pressão de inflação deve ser regulada a

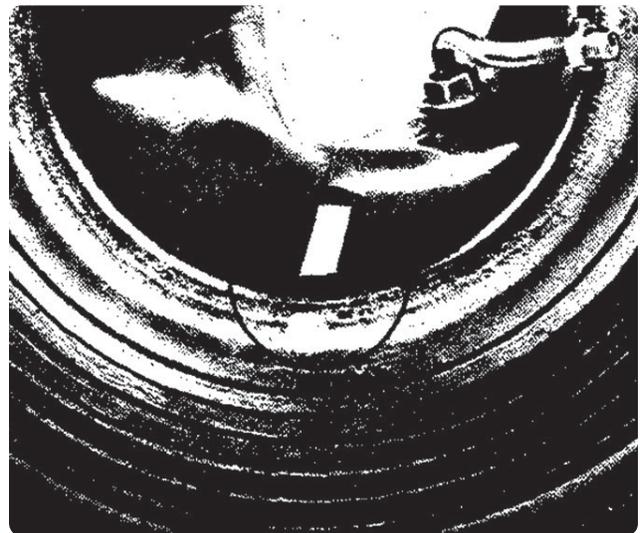


Figura 13-156. Ao montar um câmara um pneu, um sinal forte do calibre do câmara está alinhado com a marca leve do calibre no pneu.

partir de uma distância segura. Recomenda-se um mínimo de 30 pés. O ar ou azoto deve ser introduzido gradualmente conforme especificado. O azoto seco continua a introdução da água para dentro do pneu a um mínimo, o que ajuda a evitar a corrosão. Observar o progresso do pneu no aro, enquanto ele infla. Despressurizar o pneu antes de investigar qualquer problema observado. [Figura 13-154]

Pneus de aviões são normalmente inflados à pleno na



Figura 13-157. A montagem de um tipo de pneu de câmara com a haste da válvula de câmara posicionada para passar através da roda na metade da popa.

pressão de operação especificada. Então, eles são autorizados a permanecer sem carga aplicada por 12 horas. Durante este tempo, o pneu se estende e a pressão do pneu diminui. Uma redução de 5-10 por cento é normal. Ao trazer o pneu até a pressão total, menos de 5 por cento de perda por dia de pressão é permitido, se for maior deve ser investigada.

Pneus com Câmera

Rodas e pneus de inspeção devem preceder a montagem de qualquer pneu, incluindo pneus de tipo tubular. A câmara a ser instalada também deve passar por inspeção e deve ser do tamanho correto para o pneu e o pneu deve ser especificado para a aeronave. O talco de pneu é normalmente utilizado durante a instalação de pneus com câmara para garantir a montagem fácil e livre circulação entre o câmara e o pneu quando este inflar. [Figura 13-155], o técnico deve levemente colocar talco no interior do pneu e do lado de fora do câmara. Algumas câmaras vêm de fábrica com uma camada de talco leve sobre o lado de fora do câmara. Infile a câmara de modo que ela tome forma com o mínimo de pressão. Instale o câmara no interior do pneu. As câmaras são normalmente produzidas com uma marca no ponto pesado da câmara. Na ausência desta marca de calibre, se assume que a válvula está situada na parte mais pesada da câmara. Para equilibrar, alinhe a parte pesada do câmara com a marca vermelha sobre o pneu (ponto leve sobre o pneu). [Figura 13-156]

Uma vez que o calibre da roda é marcado, a marca de calibre da câmara e a marca de calibre do pneu estão posicionados corretamente, instale a metade



Figura 13-158. Um pneu de aeronave típica e a roda numa posição de calibre.

da roda fora, de forma que a haste da válvula do câmara passe através da abertura da haste da válvula. [Figura 13-157] Contracalibre o interior da metade da roda, tomando cuidado para não prender a câmara entre as bordas da roda. Instale os parafusos de gravação, aperte, e use o torque conforme especificado. Infile o conjunto em uma caixa de inflação dos pneus. O procedimento de inflação para um tipo de câmara de pneu é um pouco diferente da de um pneu sem câmara. A montagem é feita lentamente e a pressão de funcionamento é completa. Em seguida, ele é completamente esvaziado. Encha o conjunto pneu/câmara por uma segunda vez na pressão de funcionamento especificada e permita que ela permaneça sem carga por 12 horas por dia. Isso permite que qualquer rugas na câmara suavizem, ajuda a evitar que a câmara seja preso sob um cordão, e em geral, a forma como o câmara se equilibra dentro do pneu para evitar qualquer área esticada e afinamento do câmara. O tempo de retenção permite que o ar retido entre a câmara e o pneu a trabalhem na saída do conjunto, normalmente através da parede lateral do pneu ou em torno da haste de válvulas.

Balanceamento de pneus

Uma vez que um pneu de avião é montado, inflado, e aceito para serviço, pode ser balanceado para melhorar o desempenho. A vibração é o principal resultado de um pneu desbalanceado. As rodas do nariz tendem a criar maior vibração na cabine quando desbalanceado.

Calibre estático é tudo o que é necessário para a maio-

ria dos pneus de aviões e rodas. Um posto de balanceamento normalmente aceita a montagem em cones. A roda é livre para girar. O lado mais pesado se move para a parte inferior. [Figura 13-158] e pesos temporários são adicionados para fazer com que a roda não gire e soltar o lado a pesado para baixo. Uma vez equilibrados, os pesos permanentes são instalados. Muitas rodas de aeronaves têm disposições para garantir o peso permanente para a roda. Pesos com adesivo feitos para serem colados ao aro da roda também estão em uso. Ocasionalmente, um peso sob a forma de um adesivo colado é necessário dentro do pneu. Siga todas as instruções do fabricante e use apenas os pesos especificados para a roda na montagem. [Figura 13-159]

Algumas instalações de aviação oferecem um balanceamento dinâmico de pneus e conjuntos de rodas. Enquanto isso raramente é especificado pelo fabricante, um pneu bem balanceado e montagem da roda ajudam a fornecer uma operação livre de resistência e reduz o desgaste no freio e componentes do trem de pouso, como os links de torque.

Operação e Dicas de Manuseio

Pneus de aviões tem um tempo de uso maior se operado de forma a conservar e minimizar o desgaste e danos. O fator mais importante que interfere no desempenho dos pneus e desgaste, bem como da resistência aos danos é a inflação apropriada. Sempre infle os pneus no nível especificado antes do voo para o desempenho máximo e o mínimo de danos. Um pneu indevidamente inflado tem aumento do potencial de falha após a aterragem, devido a elevada carga de impacto experimentado. As seções a seguir contêm

outras sugestões que podem estender a vida e o investimento feito em pneus de aviões

Taxiando

Danos desnecessários e desgaste excessivo dos pneus pode ser prevenido por tratamento adequado da aeronave durante o taxiamento. A maior parte do peso bruto de uma aeronave é sobre as principais rodas do trem de pouso. Pneus de aviões são projetados e inflados para absorver o choque de pouso por desvios das paredes laterais duas a três vezes daquele encontrado em um pneu de automóvel. Enquanto isto permite que o pneu lide com cargas pesadas, isto também faz com que haja mais trabalho para a banda de rodagem e produz deformação de ação ao longo das bordas exteriores da banda de rodagem o que resulta num desgaste mais rápido. Isto também deixa o pneu mais propenso a danos como o composto da banda que abre durante a flexão.

Um pneu da aeronave que atinge um buraco, uma pedra, ou algum outro objeto estranho é mais provável de suportar um corte, ou contusão do que um pneu de automóvel, devido à sua natureza mais flexível. Há também um risco aumentado de lesão interna do pneu quando um pneu deixa a superfície pavimentada para taxiar. Estes incidentes devem ser evitados. A roda de engrenagem principal dupla ou múltipla deve ser operada de modo que todos os pneus permaneçam na superfície pavimentada, assim o peso do aparelho é uniformemente distribuído entre os pneus. Ao fazer o backup de um avião em uma rampa para estacionamento, cuidados devem ser tomados para impedir a aeronave ficar antes das rodas principais rolarem para fora da superfície pavimentada.



Figura 13-159. Um patch de balanceamento de pneus (à esquerda), pesos da roda adesivas (centro), e um peso da roda aparafusado (direita) são usados para equilibrar pneu da aeronave e por instruções do fabricante de rodas.

Taxiando para longas distâncias ou em altas velocidades aumentam a temperatura dos pneus de aviões. Isto os torna mais sensíveis ao desgaste e danos. É recomendado distâncias curtas de taxiamento em velocidades moderadas. Deve-se ter atenção para evitar que ao montar os freios enquanto rolando, acrescenta calor desnecessário dos pneus.

Travagem e Pivote

O uso pesado de freios de aeronaves introduz calor nos pneus. Voltas radiais aumentam a abrasão da banda de rodagem e das cargas laterais no pneu. Planeje com antecedência para permitir que a aeronave retarde a frenagem pesada e faça uma volta de raio maior para evitar essas condições. Os objetos sob um pneu são moídos durante um pivô. Uma vez que muitas aeronaves são primariamente manobradas no solo através de travagem diferencial, esforços devem ser feitos para sempre manter a roda em movimento durante uma curva, em vez de rotação da aeronave com um freio bloqueado em torno de um pneu da roda principal fixo.

Pista de Aterrissagem e Condições do Piso do Hangar

Uma das principais contribuições para o bom funcionamento dos pneus é boa manutenção da pista do aeroporto e superfícies de taxiamento, bem como todas as áreas de rampa e piso do hangar. Enquanto o técnico tem pouca influência na pista e na superfície de taxiamento, na manutenção, os defeitos conhecidos nas superfícies pavimentadas podem ser evitados e superfícies ásperas podem ser negociados em velocidades mais lentas do que o normal para minimizar danos nos pneus. Rampas e pisos no hangar devem ser mantidos livres de todos os objetos estranhos que possam causar dano ao pneu. Isto requer diligência contínua da parte de todo o pessoal da aviação. Não ignore os danos por objetos estranhos (FOD). Quando descobertos, devem ser tomadas medidas para remover. Enquanto o FOD para motores e hélices tem grande atenção, muitos danos aos pneus seriam evitáveis se as áreas da rampa e pisos hangar fossem mantidos limpos.

Pousos e decolagens

Pneus de aviões estão sob grande pressão durante a

decolagem e aterrissagem. Em condições normais, com controle adequado e manutenção dos pneus, eles são capazes de resistir a estas tensões e executar conforme o projeto.

A maioria das falhas ocorrem durante a decolagem do pneu, que pode ser extremamente perigoso. Danos nos pneus na decolagem é muitas vezes o resultado de algum objeto estranho. Uma inspeção completa de comprovação dos pneus e rodas, bem como a manutenção do hangar e rampa livre de objetos estranhos, são as chaves para a prevenção de falha do pneu na decolagem. Uma mancha achatada no caminho para a pista pode levar à falha do pneu durante a decolagem. Frenagem pesada durante decolagens abortadas é também uma causa comum de falha do pneu na decolagem. [Figura 13-160]

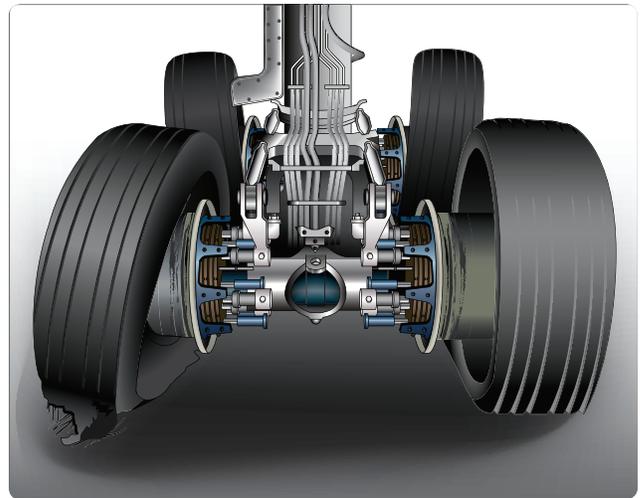


Figura 13-160. Frenagem pesada durante uma decolagem abortada causa falha nos pneus.

Falha do pneu na aterrissagem pode ter várias causas. Aterrissagem com os freios ligados é uma. Este é mitigado em aeronaves com sistemas antiderrapantes, mas pode ocorrer em outras aeronaves. Outros erros, tais como aterrar muito abaixo da pista e ter que aplicar os freios fortemente, pode causar sobreaquecimento ou derrapagem. Isso pode levar a um furo no pneu ou explosão.

Aquaplanagem

Derrapando em pista molhada, gelada, ou seca pode causar falha do pneu devido ao acúmulo de calor e desgaste rápido dos pneus. A aquaplanagem em uma pista molhada pode ser negligenciada como condição

prejudicial para um pneu. Água na frente da roda aumentam o desgaste dos pneus. O pneu roda na superfície e o contato com a superfície da pista é perdida. Isto é conhecido como aquaplanagem dinâmica. A capacidade de direção e frenagem também está perdida. A derrapagem ocorre se os freios são aplicados e mantidos.

A aquaplanagem viscosa ocorre em pistas com uma fina película de água que se mistura com contaminantes fazem com que a pista fique escorregadia. Isto também pode acontecer numa superfície muito lisa. Um pneu com um freio bloqueado durante uma aquaplanagem viscosa pode formar uma área de borracha revertida ou derrapagem e queimar no piso. Enquanto o pneu pode continuar em serviço se o dano não for muito grave, pode ser a causa para a remoção se a banda de reforço ou lona protetora for penetrada. A mesma coisa pode ocorrer durante a derrapagem no gelo.

Pistas modernas são projetadas para drenar a água rapidamente e proporcionar uma boa tração para pneus em condições molhadas. As pistas de corte transversal e superfícies texturizadas podem fazer que os pneus mais usados do que numa pista lisa. [Figura 13-161] Uma aterragem suave é de grande benefício para qualquer pneu. Muito do manuseio de pneus de aeronaves e seu cuidado é de responsabilidade do piloto. Entretanto, é bom que os técnicos saibam das causas da falha do pneu e comuniquem isto à tripulação de voo para que procedimentos operacionais podem ser modificados para evitar estas causas.



Figura 13-161. Superfícies de corte transversal da pista drenam a água rapidamente, mas aumentam o desgaste dos pneus.