



AEROCLUBE DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL

MIP - Anexo F

Upset Prevention and Recovery



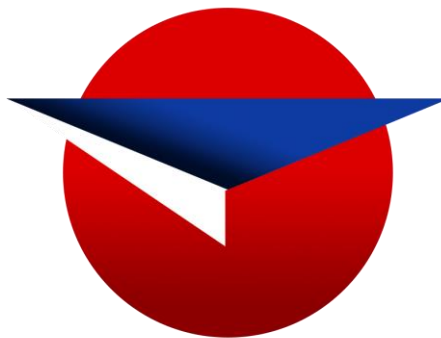
Revisão 1
15/09/2022



Manual de Instruções e Padronização

Anexo F

Upset Prevention and Recovery



CIAC - ARG S

Responsável técnico: _____ Aprovado: _____
Márcio Coutinho da Silva Hermenegildo Fração Junior
Coordenador de Cursos – Avião Gestor Responsável



Índice

| | |
|---|----|
| 1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES | 4 |
| 2 REQUISITOS MÍNIMOS | 5 |
| 3 OPERAÇÃO DA AERONAVE A152 | 6 |
| 3.1 CONHECENDO A AERONAVE..... | 6 |
| 3.1.1 DADOS TÉCNICOS..... | 7 |
| 3.1.2 VELOCIDADES..... | 7 |
| 3.1.3 VELOCIDADES PARA REALIZAÇÃO DAS MANOBRAS..... | 7 |
| 3.1.4 LIMITAÇÕES DE FATOR DE CARGA..... | 7 |
| 3.1.5 DOCUMENTAÇÃO..... | 8 |
| 3.2 PREPARAÇÃO DA AERONAVE..... | 9 |
| 3.2.1 PREPARAÇÃO DA CABINE..... | 9 |
| 3.2.2 PORTAS EJETÁVEIS..... | 9 |
| 3.2.3 USO DO PARAQUEDAS..... | 10 |
| 4 LOSS OF CONTROL IN-FLIGHT – LOC-I | 12 |
| 4.1 DEFINIÇÃO..... | 12 |
| 4.2 PRINCIPAIS CAUSAS..... | 12 |
| 4.3 RECONHECENDO ATITUDES ANORMAIS..... | 13 |
| 4.3.1 NOSE HIGH..... | 13 |
| 4.3.2 NOSE LOW..... | 13 |
| 4.4 RECUPERAÇÃO DE ATITUDES ANORMAIS..... | 13 |
| 5 MANOBRAS | 15 |
| 5.1 PARAFUSO..... | 15 |
| 5.1.1 PROCEDIMENTO PARA REALIZAÇÃO DA MANOBRA..... | 16 |
| 5.2 OITO PREGUIÇOSO..... | 19 |
| 5.3 CHANDELLE..... | 22 |
| 5.4 TONNEAU DE AILERON..... | 25 |
| 5.5 LOOPING..... | 26 |



1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Este Manual foi desenvolvido com o objetivo de padronizar as manobras previstas no Curso de Upset Prevention and Recovery e em missões específicas dos Programas de Instrução de Piloto Comercial de Avião e Instrutor de Voo de Avião deste Centro de Instrução de Aviação Civil, tanto para alunos quanto instrutores e examinadores. O manual contém a descrição de tais manobras, além de recomendações sobre técnicas de pilotagem.

Considerando que este documento estabelece a padronização das ações durante manobras específicas, o estudo deste manual se torna indispensável para um bom aproveitamento das missões de treinamento. Todas as manobras de voos descritas neste manual serão abordadas considerando quatro aspectos fundamentais: objetivo, execução, erros comuns e avaliação da manobra.

Tais objetivos abrangem a importância e, por consequência, a finalidade da manobra a ser voada; será apresentado o passo a passo do modo de execução das manobras (a execução apresentada pode divergir de outras fontes de informação, mas é importante ter em mente que ambas podem ser corretas, e que o manual define é um padrão para aplicação na instrução do aeroclube); o relato dos erros mais comuns cometidos durante a execução das manobras tem o objetivo de preparar o aluno para que ele mesmo possa reconhecer seus equívocos e, principalmente, tomar a atitude de os corrigir sem que o instrutor precise intervir; por último, na avaliação de uma manobra se faz intrínseca a subjetividade, assim, são apresentados os pontos críticos para avaliação da manobra, buscando a objetividade e visando evitar ao máximo as interferências sofridas pelo instrutor.

O presente manual foi elaborado pelos instrutores do Aeroclube do Rio Grande do Sul em conjunto com o coordenador de curso Maurício Schein Hahn, sendo aprovado pelo gestor responsável Hermenegildo Fração Junior.



2 REQUISITOS MÍNIMOS

- ① Licença de Piloto Privado de Avião;
- ② Possuir CMA Válido de 1ª ou 2ª classe;
- ③ Possuir habilitação MNTE válida;
- ④ Demonstrar conhecimento sobre o SOP (*Standard Operational Procedures*) da aeronave utilizada no treinamento, bem como o manual de padronização da instituição;
- ⑤ Estar com experiência recente válida (ter feito um voo nos últimos noventa dias).



3 OPERAÇÃO DA AERONAVE A152

3.1 CONHECENDO A AERONAVE

A aeronave utilizada pelo Aero Clube do Rio Grande do Sul para o curso de Upset Prevention and Recovery é o Cessna A152 Aerobat, PT-LCB.



O Cessna A152 Aerobat é uma aeronave baseada no C152 e produzido entre 1978 e 1985. 315 aviões do modelo foram produzidos.

Dentre as principais diferenças entre o A152 e o C152 estão:

- Berço do motor modificado e reforçado;
- Nervuras cerca de 25% maiores;
- Mais elementos estruturais e mais rebites;
- Suportes de asa do Cessna 182, mais robustos;
- Chapas mais espessas em determinadas áreas;
- Portas ejetáveis; e
- Skylight Windows.

Com todas as mudanças o A152 apresenta cerca de 7,0kg a mais, entretanto, suporta fatores de carga de +6,0G e -3,0G, contra +4,4G e -1,76G do C152, ambos com flaps recolhidos.



3.1.1 DADOS TÉCNICOS

- Motor: Lycoming 0-235-L2C de 4 cilindros e 110HP a 2550rpm;
- Hélice: McCauley, duas pás, 69 polegadas e passo fixo;
- Capacidade de combustível: 2 tanques com capacidade de 13 galões, considerando 12 galões como utilizáveis;
- Consumo médio: 6 galões/hora;
- Capacidade de óleo: Máximo 6 quartos de galão e mínimo 4 quartos de galão.

3.1.2 VELOCIDADES

| | |
|--|-----------------|
| Vne (Velocidade Nunca Exceder) | 172 KIAS |
| Vno (Velocidade de Operação Normal) | 125 KIAS |
| VA (Velocidade de Manobra) | 108 KIAS |
| Vfe (Velocidade Máxima com Flapes Extendidos | 85 KIAS |
| Vx (Melhor Ângulo de Aubida) | 55 KIAS |
| Vy (Melhor Razão de Subida) | 67 KIAS |
| Vr (Velocidade de Rotação) | 55 KIAS |
| Vs (Velocidade de Estol com Flapes Recolhidos) | 40 KIAS |

3.1.3 VELOCIDADES PARA REALIZAÇÃO DAS MANOBRAS

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Chandelle | 105 KIAS |
| Oito Preguiçoso | 105 KIAS |
| Curvas de Grande Inclinação | 100 KIAS |
| Tonneau | 125 KIAS |
| Looping | 115 KIAS |

3.1.4 LIMITAÇÕES DE FATOR DE CARGA

| | |
|------------------|----------------------|
| Flaps Up | +6,0g e -3,0g |
| Flaps Down | +3,5g |



3.1.5 DOCUMENTAÇÃO

De acordo com a seção 91.9 do RBAC 91, *“aeronaves acrobáticas, quando realizando voos acrobáticos, devem providenciar para que os documentos estejam disponíveis no local de operação, não sendo necessário portá-los a bordo da aeronave”*.

Os documentos que devem estar disponíveis na base de operação são, de acordo com a seção 91.203:

- Certificados de matrícula e aeronavegabilidade válidos, em nome do operador;
- Manual de voo ou AOM (manual de operação da aeronave) aprovado e a lista condensada de verificações (checklist) da aeronave ;
- Diário de bordo devidamente preenchido;
- Apólice de seguro ou certificado de seguro válido ;
- Licença de estação da aeronave válida;
- Certificado de verificação de aeronavegabilidade (CVA);
- Ficha de peso e balanceamento, com a respectiva planta-baixa da configuração aprovada para voo, referente à última pesagem da aeronave.

Além disso, verifique os requisitos para tripulações (seção 91.5), onde consta que os tripulantes devem portar e apresentar, quando requerido, suas licenças/certificados e habilitações para as funções que exercem a bordo da aeronave, tendo experiência recente e certificado médico aeronáutico (CMA) válido.



3.2 PREPARAÇÃO DA AERONAVE

3.2.1 PREPARAÇÃO DA CABINE

Todo o cheque pré-voos deve ser realizado com o auxílio do checklist. Comece verificando o aspecto geral de sua aeronave, observando discrepâncias evidentes, como trem de pouso fora de alinhamento ou dano estrutural. Observe também o aspecto do solo onde a aeronave se encontra, buscando por indícios de vazamento de fluidos ou combustível.

Verifique o estado da porta, se abre e fecha com facilidade, pois a demanda de muita força para fechá-la pode significar um desalinhamento da estrutura. Observe o estado geral do piso, se não há nenhum vazamento de fluido. Analise o estado do para-brisas, procurando por rachaduras, riscos e qualquer sujeira que possa comprometer a visibilidade.

Então, na cabine, remova as travas de comando e cheque a correspondência dos movimentos de todas as superfícies com o que foi comandado. O velocímetro deve estar marcando zero, altímetro deve ser ajustado para a elevação do aeródromo, variômetro (ou climb) deve apresentar indicação nula (se não estiver nula, onde o ponteiro aponta será a referência para razão vertical igual a zero), bússola magnética de acordo, seletora de combustível aberta e quantidade de combustível checada visualmente e painéis de rádio ajustados. Antes de seguir para a inspeção externa, certifique-se de que a bateria e os magnetos estão desligados e a mistura cortada.

3.2.2 PORTAS EJETÁVEIS

A aeronave A152 (Cessna 152 Aerobat) possui um dispositivo instalado para ejeção da porta em caso de emergência. Este dispositivo é um anel (D ring) e está disponível no lado interno da aeronave próximo a porta. Se for necessário acionar este dispositivo durante uma emergência, os seguintes procedimentos devem ser realizados:

- ① Destruar a porta;
- ② Puxar o anel (D ring) para liberar a porta;
- ③ Empurrar a porta para fora da aeronave;
- ④ Liberar o cinto de segurança;
- ⑤ Saltar da aeronave.



3.2.3 USO DO PARAQUEDAS

É recomendada a utilização de paraquedas em todos os voos durante o curso. O paraquedas deve ser inspecionado a fim de garantir se está em boa condição de uso e dentro de sua validade.

Se um paraquedas do modelo "backpack" (mochila) for utilizado, é recomendado retirar a parte acolchoada da traseira do assento. Se um paraquedas de modelo "seatpack" (assento embutido) for utilizado, é recomendado retirar, também, a parte acolchoada inferior do assento.

Segundo o RBAC 91.307 Paraquedas e paraquedismo:

(a) *O piloto de uma aeronave civil somente pode permitir que um paraquedas disponível para uso em emergência seja colocado a bordo dessa aeronave se o paraquedas for de tipo aprovado e tiver sido dobrado por uma pessoa qualificada: (1) dentro dos 180 (cento e oitenta) dias precedentes, se o velame, tirantes e arreios forem exclusivamente de nylon, rayon ou outras fibras sintéticas similares, ou de materiais substancialmente resistentes a danos por mofo, fungos diversos ou outros agentes putrefatórios que se desenvolvem em ambientes úmidos; ou (2) dentro dos 60 (sessenta) dias precedentes, se qualquer parte do paraquedas for composta por seda, ou mistura de lã e seda, ou outras fibras naturais ou materiais não especificados no parágrafo (a)(1) desta seção.*

(b) *O piloto em comando só pode permitir um salto de paraquedas dentro do Brasil se forem atendidas as provisões do RBAC nº 105.*

(c) *Somente se cada ocupante da aeronave estiver usando um paraquedas aprovado, é permitido ao piloto de aeronave civil transportando qualquer pessoa (exceto tripulantes) executar alguma manobra intencional que exceda:*

(1) *60° de inclinação relativa ao horizonte; ou*

(2) *30° de arfagem, positiva ou negativa, relativa ao horizonte.*

(d) **O parágrafo (c) desta seção não se aplica a:**

(1) *voos de exame para licenciamento ou habilitação de pilotos; ou*

(2) *manobras de voo requeridas pelos regulamentos para qualquer licença ou habilitação,*

quando executadas com um instrutor de voo habilitado.

(e) *Para os propósitos desta seção, paraquedas aprovado significa:*

(1) *um paraquedas manufaturado segundo um certificado de tipo ou com uma*



aprovação OTP (TSO) C23; ou

(2) um paraquedas individual, de uso militar, identificado por número de parte e número de série ou por qualquer outra designação ou número de especificação militar.



4 LOSS OF CONTROL IN-FLIGHT – LOC-I

4.1 DEFINIÇÃO

O LOC-I (Loss of Control In-flight) ou perda de controle em voo, continua a ser um dos mais relevantes contribuintes para acidentes fatais em todo o mundo. LOC-I refere-se a acidentes em que a tripulação é incapaz de manter o controle da aeronave, em voo, resultando em um desvio, por vezes, irrecuperável da trajetória de voo pretendida.

4.2 PRINCIPAIS CAUSAS

Dentre os fatores contribuintes que causaram acidentes devido a entrada em atitude anormal e perda de controle em voo estão os fatores de ambiente, mecânicos e humanos, tais como:

- Turbulências severas;
- Windshear;
- Microbursts;
- Tempestades;
- Esteira de turbulência;
- Gelo;
- Falha de motor;
- Estóis;
- Curvas em subida;
- Anomalias nos sistemas;
- Desatenção;
- Desorientação espacial.

Antes de entender como atuar em uma recuperação, o piloto precisa saber reconhecer que sua aeronave se encontra em uma atitude anormal. Isso pode se dar através dos indicadores de atitude e cross-check dos instrumentos.



4.3 RECONHECENDO ATITUDES ANORMAIS

Atitudes anormais são classificadas em 2 tipos, Nose High e Nose Low, sendo, que, cada um possui procedimentos específicos para uma recuperação segura.

4.3.1 NOSE HIGH

Altitude ↑ Aumenta

Vertical speed indicator ↑ Subindo

Velocidade ↓ Diminui

ADI ↑ Nariz para cima

4.3.2 NOSE LOW

Altitude ↓ Diminui

Vertical speed indicator ↓ Descendo

Velocidade ↑ Aumenta

ADI ↓ Nariz para baixo

4.4 RECUPERAÇÃO DE ATITUDES ANORMAIS

Uma vez reconhecido o “upset” a recuperação pode ser normalmente executada usando o ADI para controlar atitude e inclinação.

A recuperação em ambos os casos consiste de três ações, porém em diferente ordem para cada situação. É necessário memorizar o procedimento para ambos (nose high e nose low), como segue:

- Ações para Nose High:
 - ① Nariz para baixo (evita estol);
 - ② Full Power (aumenta velocidades);
 - ③ Asas Niveladas (evita um novo upset).

A ação de picar o manche e colocar a potência em full power devem ser feitos de maneira simultânea para se evitar o estol da aeronave.



- Ações para Nose Down:

- ① Asas Niveladas;
- ② Potência em Idle;
- ③ Nariz para Cima.

A ação de nivelar as asas e colocar a potência em idle devem ser feitos de maneira simultânea para evitar que a aeronave atinja a VNE.

NOTA: Percebe-se que em uma das situações nivelar as asas é a última ação a ser tomada, diferente da outra, na qual é a primeira ação. Isso se dá a fim de evitar excessivas cargas G.



5 MANOBRAS

São aprovadas para a aeronave Cessna 152 as seguintes manobras: parafusos, chandelles, 8 preguiçoso, curvas de grande inclinação (acima de 60°) e estóis (exceto whip stall). Adicionalmente, são aprovadas para o A152 Aerobat, loopings, aileron rolls (tonneau de aileron), barrel rolls (tonneau barril), snap rolls, 8 cubano, Immelmann e vertical reversements.

Todas as manobras realizadas nesse curso estão previstas no manual da aeronave, e serão realizadas respeitando suas limitações.

5.1 PARAFUSO

O parafuso é um estol agravado que normalmente ocorre quando a aeronave perde sustentação (estol) simultaneamente com uma guinada e resulta em aeronave seguindo um caminho espiral em direção ao solo. Conforme a aeronave gira em torno do eixo vertical a asa externa possui maior sustentação do que a asa interna o que cria um movimento simultâneo de rolagem, guinada e arfagem. A rotação é resultado de um ângulo de ataque desigual nas asas da aeronave. A asa com maior sustentação possui uma diminuição no ângulo de ataque, onde a sustentação relativa aumenta e o arrasto diminui. Enquanto isso, a asa que desce tem um ângulo de ataque maior, o que resulta na diminuição da sustentação relativa e no aumento do arrasto.

O parafuso ocorre quando as asas do avião excedem o ângulo de ataque crítico (estol) com uma derrapagem ou guinada agindo no avião no estol ou no pré-estol. O avião irá guinar não somente devido a aplicação incorreta do leme, mas sim devido a guinada adversa criada pela deflexão do aileron; efeitos do motor/hélice, incluindo o fator P, torque; turbilhonamento em espiral; processão giroscópica; e cisalhamento do vento, incluindo esteira de turbulência. Se a guinada for criada pelo piloto devido ao uso incorreto do leme, o piloto pode não estar ciente de que um ângulo de ataque crítico foi excedido até o avião guinar fora de controle em direção à asa mais baixa. O estol que ocorrer enquanto o avião está em uma curva derrapada pode resultar na entrada de um parafuso e girar na mesma direção da aplicação do leme, independentemente de qual asa é levantada. Se o piloto não iniciar imediatamente a recuperação do estol, o avião pode entrar em parafuso.

Manter o controle direcional e não permitir a guinada do nariz antes do início da recuperação do estol é a ponto correto para evitar um parafuso. O piloto deve aplicar o leme corretamente para manter o nariz centralizado e as asas sem inclinação.



5.1.1 PROCEDIMENTO PARA REALIZAÇÃO DA MANOBRA

Antes da manobra, o piloto deverá fazer um “check de área”, inclusive acima e abaixo da aeronave. Além disso, todo o treinamento de parafuso deverá ser iniciado contando que a recuperação da manobra termine com pelo menos 1500ft de altura em relação ao solo.

É recomendável iniciar o treinamento com estóis com e sem motor para ajudar o piloto a se familiarizar com a atitude da aeronave antes de entrar no parafuso.

Existem quatro fases de um parafuso: entrada, inicial, desenvolvimento e recuperação.

ENTRADA

Durante esta fase o piloto atinge os elementos necessários para o parafuso intencionalmente ou acidentalmente. O procedimento de entrada para demonstração de parafuso é similar à um estol sem motor, durante a entrada o piloto deve reduzir totalmente a potência e simultaneamente levantar o nariz da aeronave para assegurar o estol. Conforme a aeronave se aproxima do estol, deve-se aplicar o comando de pedal suavemente na direção desejada da rotação do parafuso enquanto mantém o manche totalmente cabrado. Sempre mantenha os ailerons em uma posição neutra durante o treinamento da manobra.

INICIAL

A fase inicial ocorre desde o momento em que a aeronave estola e inicia a rotação, até o parafuso estar totalmente desenvolvido, essa fase pode levar de duas a quatro voltas na maioria das aeronaves. Nesta fase as forças inerciais e aerodinâmicas ainda não atingiram um equilíbrio. Conforme a fase inicial se desenvolve a velocidade indicada geralmente se estabiliza em uma velocidade baixa e constante e a representação da aeronave no indicador de curva deverá indicar a direção do parafuso. A bola do turn coordinator não é uma indicação confiável durante o parafuso. O piloto deve iniciar o procedimento de recuperação antes de completar 360° de rotação. Deverá aplicar pedal por completo na direção oposta a rotação.



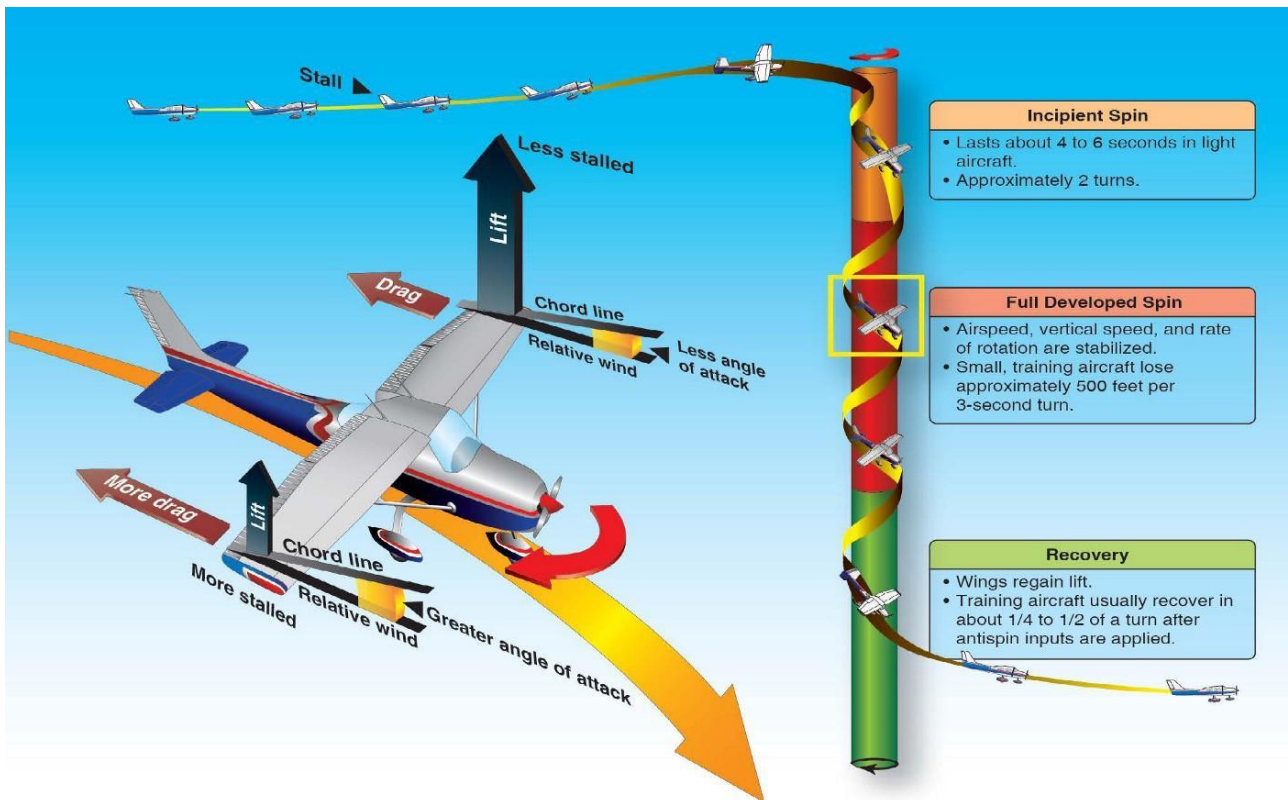
DESENVOLVIMENTO

Ocorre quando a rotação angular da aeronave, a velocidade, e a velocidade vertical se estabilizam no perfil de voo praticamente vertical. Nesta fase as forças aerodinâmicas e inerciais estão em equilíbrio e a atitude, os ângulos e os movimentos autossustentáveis da aeronave no eixo vertical são constantes ou repetitivos. O parafuso estará em equilíbrio.

RECUPERAÇÃO

A fase de recuperação ocorre quando a rotação para e o ângulo de ataque diminui abaixo do ângulo de ataque crítico. Essa fase pode ser rápida, levando cerca de $\frac{1}{4}$ de giro, ou demorada, sendo necessários vários giros para finalizar a recuperação. Para recuperar, o piloto deverá aplicar comandos a fim de quebrar o equilíbrio do parafuso, parando a rotação e tirando a asa do estol. Para recuperar do parafuso sempre siga os procedimentos recomendados pelo fabricante da aeronave, na ausência dos mesmos, o piloto poderá utilizar os seguintes passos:

- ① Reduzir totalmente a potência (idle);
- ② Manter os ailerons na posição neutra;
- ③ Aplicar pedal contrário ao sentido da rotação;
- ④ Aplicar manche a frente da posição neutro (largar ou picar o manche);
- ⑤ Neutralizar a aplicação de pedal após a rotação cessar;
- ⑥ Cabrar o manche suavemente e retornar ao voo nivelado.



ERROS COMUNS:

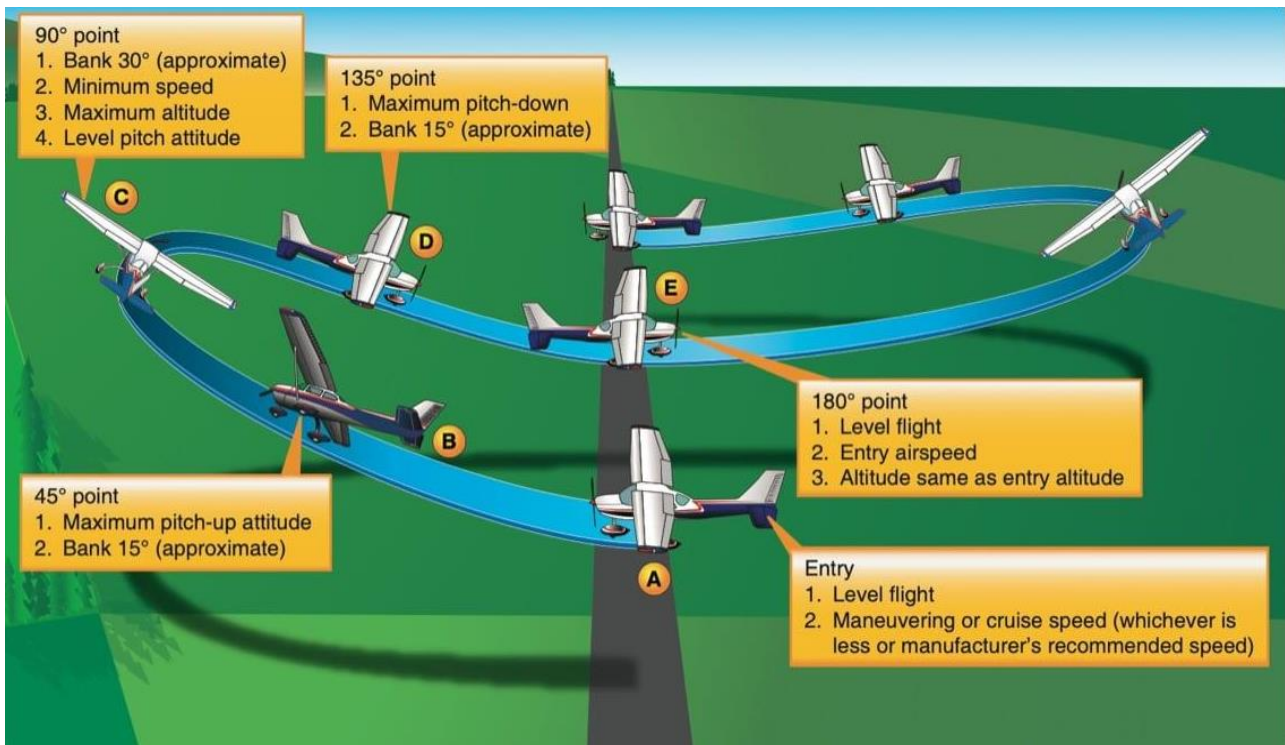
- Não aplicar o pedal por completo (até o batente) na direção desejada do parafuso durante a fase de entrada;
- Não aplicar e manter o manche totalmente cabrado durante a fase de entrada;
- Não atingir uma condição totalmente estolada antes da fase de entrada;
- Não aplicar pedal contrário (até o batente) rapidamente ao sentido contrário ao da rotação durante a recuperação;
- Não picar o manche suficientemente durante a recuperação;
- Esperar a recuperação parar antes de picar o manche;
- Não neutralizar o leme após a rotação parar, resultando num parafuso secundário;
- Movimentos lentos e muito cautelosos durante a fase de recuperação;
- Cabragem excessiva após a parada de rotação resultando num estol secundário;
- Cabragem insuficiente durante a recuperação, resultando num aumento excessivo de velocidade;



5.2 OITO PREGUIÇOSO

O oito preguiçoso é uma manobra projetada para desenvolver a coordenação adequada dos controles de vôo em uma ampla gama de velocidades e atitudes. É a única manobra do treinamento padrão que, em nenhum momento as pressões de controle de vôo são constantes. Na tentativa de simplificar a discussão sobre esta manobra, o oito preguiçoso pode ser vagamente descrito pela manobra de referência no solo “S sobre estrada”. Lembrando que a manobra “S sobre estrada” é feita com curvas de 180° opostas. Por exemplo, primeiro uma curva de 180° para a direita, seguida imediatamente por uma curva de 180° para a esquerda. O oito preguiçoso adiciona uma subida e uma descida para cada segmento de 180°. Os primeiros 90° é em subida e o segundo 90° é em descida.

Para ajudar no desempenho da manobra (entre as curvas de subida/descida), o piloto deve escolher pontos de referência na linha horizonte. Os pontos de referência selecionados devem estar a 45°, 90° e 135° da direção em que a manobra é iniciada a cada giro de 180°. Com o conceito geral de subir e descer curvas compreendidas, os detalhes dos oito preguiçosos podem então ser discutidos.





Veja na Figura acima, do vôo nivelado inicia-se uma subida gradual e a curva é iniciada em direção ao ponto de referência de 45°; a curva de subida deve ser planejada e controlada para que a atitude máxima de pitch-up seja atingida no ponto de 45° com um ângulo de inclinação aproximado de 15°. Como a atitude é elevada, a velocidade no ar diminui, o que faz com que o ângulo de inclinação aumente. Sendo assim, o oito preguiçoso deve começar com uma baixa inclinação das asas. A combinação de aumento da atitude e o aumento de inclinação das asas podem fazer com que a taxa de rotação seja tão rápida que o ponto de referência de 45 ° será alcançado antes da atitude mais alta ser atingida. No ponto de referência de 45 °, a atitude de pitch deve estar na máxima selecionada para a manobra enquanto o ângulo de inclinação aumenta lentamente. Após o ponto de referência de 45°, a atitude deve começar a diminuir lentamente em direção a linha do horizonte até o ponto de referência de 90° onde o mesmo é alcançado com atitude momentaneamente nivelado. O oito preguiçoso requer habilidade apurada na coordenação entre o aileron e o leme, portanto, alguma discussão sobre coordenação se faz necessária.

O propósito do leme é manter a coordenação, portanto, glissadas ou derrapagens devem ser evitadas. Os pilotos devem se lembrar disso e também da velocidade ainda diminuindo conforme o avião vai subindo; a pressão adicional do leme direito deve ser aplicada para neutralizar tendências de curvar para a esquerda, como o fator P. Como a velocidade do ar diminui, pressão do leme direito deve ser aplicada gradualmente para neutralizar a guinada no topo do oito preguiçoso em ambas as voltas à direita e à esquerda; no entanto, a pressão adicional do leme direito é necessária apenas para curvar ou rolar para a direita e não para a esquerda porque a guinada esquerda aumenta com Fator P. Esta correção é necessária para evitar tendência de guinar a esquerda diminuindo a razão de uma curva à direita. Em contraste, nas subidas à esquerda curvar ou rolar para a esquerda, o fator P de guinada para a esquerda tende a cancelar os efeitos da guinada adversa para a direita; conseqüentemente, menos pressão do leme direito é necessária. Esses conceitos podem ser difíceis de lembrar; no entanto, para simplificar, curvas para direita em velocidades baixas e configurações de alta potência exigem pressões do leme direito.

No ponto de referência de 90° do oito preguiçoso, o ângulo de inclinação deve atingir seu ângulo máximo de aproximadamente 30°. A velocidade no ar deve estar no mínimo, apenas cerca de 5 a 10 nós acima da velocidade de estol, com pitch do avião cruzando a linha do horizonte. Voo coordenado neste ponto requer que, em algumas condições de voo,



uma pequena pressão oposta no aileron pode ser necessária para evitar inclinação demasiada das asas, mantendo a pressão do leme para cancelar os efeitos das tendências de guinar à esquerda.

O piloto não deve hesitar no ponto de 90°, e deve continuar a manobra com o avião em uma curva descendente. A inclinação deve ser desfeita suavemente enquanto permite-se que a atitude do avião diminua. Ao final de 135°, o avião deve estar em sua atitude mais baixa. Os pilotos devem lembrar de que a velocidade do avião aumenta conforme a atitude do avião diminui; portanto, para manter a coordenação adequada exigirá uma diminuição de pressão do leme direito. Conforme o avião se aproxima do ponto 180°, é necessário aliviar progressivamente a pressão do leme e do aileron enquanto simultaneamente aumenta a atitude e diminui a inclinação para o voo nivelado. Conforme a manobra é desfeita, o piloto deve observar a quantidade de curva restante e ajustar a taxa inclinação e a atitude para que as asas estejam niveladas no mesmo nível e com velocidade do ar original assim que o ponto 180° seja alcançado.

Ao chegar ao ponto 180°, uma curva em subida deve ser iniciada imediatamente na direção oposta da primeira curva. Referências devem ser escolhidas para completar a segunda metade do oito preguiçoso, da mesma maneira que no primeiro segmento.

A potência deve ser configurada de modo a não entrar na manobra em uma velocidade do ar que exceda as recomendações do fabricante, que geralmente não é maior do que VA. A potência e o ângulo de inclinação tem efeito significativo na altitude ganha ou perdida na manobra; se a potência é usada em excesso para um determinado ângulo de inclinação, a altitude aumenta na conclusão da manobra; no entanto, se a potência é insuficiente para um determinado ângulo de inclinação, a altitude é perdida.

ERROS COMUNS:

- Não aplicar o pedal por completo (até o batente) na direção
- Não checar a área
- Não finalizar a manobra nos pontos de 180°
- Inadequada escolha, uso ou seleção das referências de 45°, 90° e 135°
- Planejamento ineficaz
- Variação de altitude ao término da curva de 180°
- Fraco controle no segmento de subida resultando em rápida queda de atitude.
- Velocidade e inclinação fora do padrão.

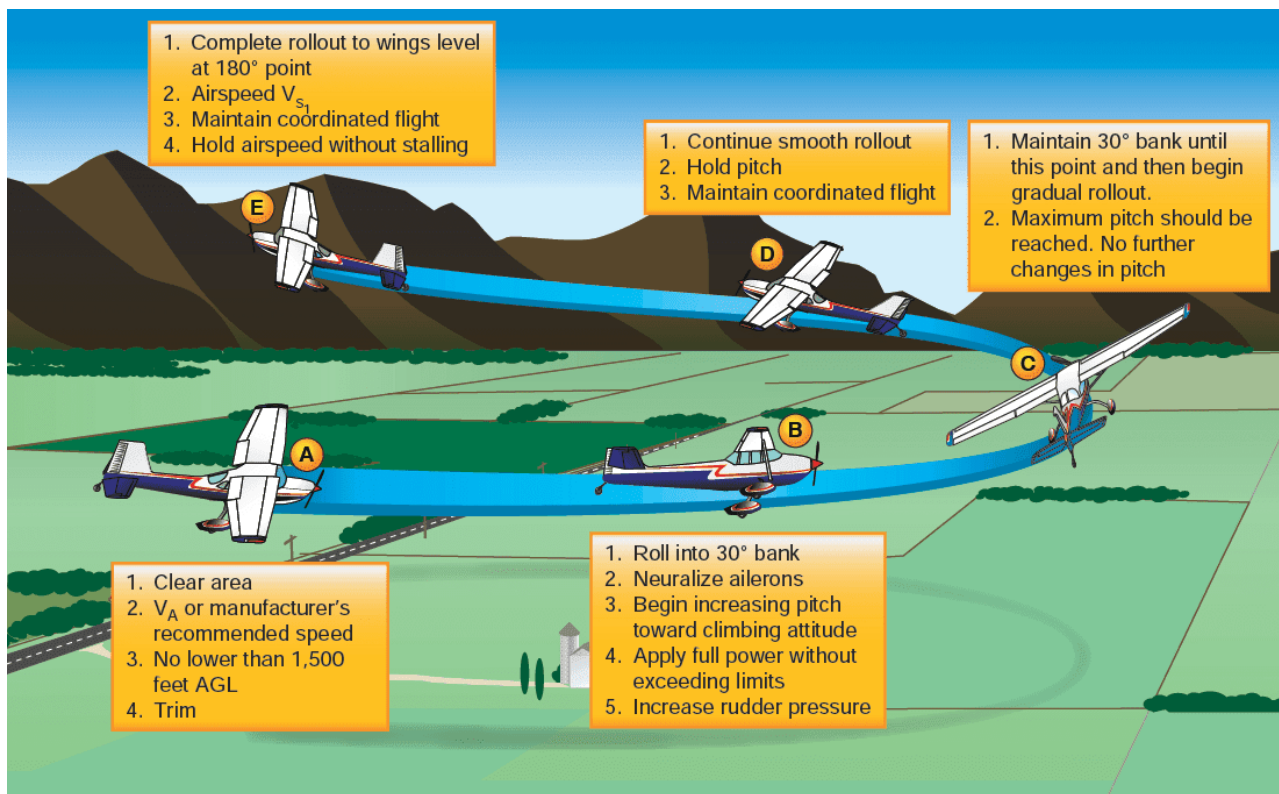


- Controles brutos
- Estolar em qualquer ponto da manobra.
- Pouca coordenação nas curvas
- Não obter as referências
- Não procurar por tráfegos durante a manobra
- Ficar olhando o painel e esquecer as referências visuais.

5.3 CHANDELLE

Chandelle é uma manobra de alta performance, iniciando com o voo reto e nivelado seguido de uma curva em subida de 180° e sendo concluída com o avião com as asas niveladas, nariz em cima e atitude logo acima da velocidade de estol. O objetivo é ganhar o máximo de altitude possível para um determinado ângulo de inclinação e potência desenvolvida; no entanto, o padrão usado para julgar a manobra não é a quantidade de altitude ganha, mas pela proficiência do piloto no que se refere à maximização da subida e desempenho para a potência e inclinação utilizada, bem como a habilidade demonstrada.

Um chandelle é melhor descrito em duas fases específicas: Os primeiros 90° de inclinação e os segundos 90° de inclinação. Os primeiros 90° de inclinação podem ser descritos como uma curva constante e mudança de atitude do nariz; Os últimos 90° com atitude constante e inclinação variável. Durante os primeiros 90°, o piloto irá definir o ângulo de inclinação, aumentar a potência e levantar o nariz em uma razão para que a inclinação máxima seja definida na conclusão dos primeiros 90°. Se o pitch não estiver correto, a velocidade do avião estará acima da velocidade de estol e a aeronave pode vir a estolar antes da conclusão da manobra. Nos primeiros 90°, o piloto inicia com uma curva lenta e coordenada e com razão constante de modo a estar com as asas niveladas quando o avião está no ponto 180°, mantendo a atitude de inclinação constante definida nos primeiros 90°. Se a razão da curva for executada de forma muito rápida ou lenta, o avião não completará ou irá exceder a curva de 180° quando as asas ficarem niveladas com o horizonte.



Antes de iniciar um chandelle, os flaps e o trem de pouso (se retrátil) devem estar recolhidos. Ao iniciar a manobra deve-se realizar um check de área afim de se certificar que a mesma esteja livre de outros tráfegos e possíveis perigos. A manobra deve ser iniciada em um vôo reto e nivelado ou um mergulho leve em uma velocidade recomendada pelo o fabricante - na maioria dos casos, será velocidade de manobra (V_A). Após a velocidade apropriada de entrada ter sido estabelecida, a manobra é iniciada por entrar suavemente em uma curva coordenada para o ângulo de inclinação escolhido; uma vez que o ângulo de inclinação é estabelecido, que geralmente é de 30°, uma curva em subida deve ser iniciada aplicando suavemente o profundor para manter uma razão de subida constante enquanto simultaneamente ir aumentando a potência do motor para manter a configuração recomendada. Avião com hélice de passo fixo, a potência deve ser ajustada de modo a não exceder as limitações de rotações por minuto (rpm); nos aviões com hélices de passo variável a potência pode ser ajustada em configuração normal de cruzeiro ou subida, conforme apropriado.

Uma vez que a velocidade do ar está diminuindo constantemente ao longo do chandelle, os efeitos e tendências de curvar para a esquerda, como Fator P, torna-se mais aparente. À medida que a velocidade aerodinâmica diminui, a pressão do leme direito deve ser aumentada progressivamente para garantir que o avião permaneça em voo



coordenado, para isso o piloto deve evitar o skid or slip sentindo as pressões aplicadas nos controles e por olhares rápidos para os instrumentos como o turn-and- bank. Ao atingir os primeiros 90°, o piloto deve começar a diminuir a inclinação mantendo pitch definido nos primeiros 90°. Enquanto o ângulo de inclinação não muda durante os primeiros 90°, lembre-se de que, à medida que a velocidade do ar diminui, a inclinação da curva tem a tendência de aumentar. Como resultado, o uso adequado dos ailerons, permitem que a curva permaneça em um ângulo constante durante a primeira metade da manobra. Conforme a manobra é desfeita, o componente vertical de sustentação aumenta, portanto será necessário aliviar a pressão do manche para evitar que atitude do nariz da aeronave aumente.

Quando a velocidade está no seu mínimo, próximo de completar o chandelle a aplicação de pedal direito será significativa, especialmente em um chandelle para esquerda, devido a guinada adversa e tendências de guinada à esquerda (fator P). Quando desfazendo a rolagem em uma chandelle para a direita o momento de guinada também é para a direita, isso cancela parcialmente a tendência de curvar a esquerda. Dependendo da aeronave será necessário pouca aplicação de pedal esquerdo ou uma redução de aplicação de pedal direito durante a parte final do chandelle para a direita. No final da curva de 180°, as asas devem estar niveladas com horizonte, a velocidade deve estar ligeiramente acima a da velocidade estol, o pitch da aeronave deve ser mantido em cima momentaneamente. Após a aeronave estar estabilizada pode se tomar novamente a atitude de voo reto nivelado.

ERROS COMUNS:

- Não aplicar o pedal por completo (até o batente) na direção
- Não realizar check de área;
- Rolagem excessiva resultando em estol;
- Rolagem insuficiente resultando em performance abaixo da ideal;
- Permitir que o ângulo de rolagem aumente após a configuração inicial;
- Não iniciar a recuperação no ponto de 90° da curva;
- Permitir que o pitch aumente conforme a rolagem e desfeita durante a segunda metade da manobra;
- Nivelar as asas antes de finalizar os 180° da manobra;
- Pitch baixo na recuperação resultando em velocidade muito acima da velocidade



de estol durante a recuperação da manobra;

- Não utilizar os controles suavemente;
- Falta de coordenação do controle de voo;
- Estolar durante a manobra;
- Execução de uma curva de grande inclinação ao invés de uma manobra de subida;
- Utilizar referências dos instrumentos ao invés de referências visuais.

5.4 TONNEAU DE AILERON

A manobra é caracterizada por uma volta de 360° a longo do eixo longitudinal da aeronave, mediante aplicação de comando coordenados.

Para realizar a manobra é importante escolher um ponto de referência no horizonte.

Procedimento:

- ① Manter rotação de 2200 rpm.
- ② Abaixar o nariz até atingir a velocidade de 125kt.
- ③ Elevar a proa suavemente até aproximadamente 30° acima da linha do horizonte.
- ④ Aliviar a pressão sobre o profundor e role para o lado escolhido aplicando aileron e pedal correspondente. Aplique os comandos rapidamente, mas com suavidade, até que cheguem ao limite.
- ⑤ Ao passar 45° de inclinação, diminua a aplicação de leme para a esquerda, buscando evitar que o nariz desça.
- ⑥ Ao atingir 180° de rolagem, o profundor deve estar na posição neutra.
- ⑦ Após percorrer 270° de rolagem, deve-se aplicar uma leve pressão sobre o profundor. Neste ponto também deve-se voltar gradativamente a aplicação do pedal esquerdo.
- ⑧ Manter a deflexão total de aileron até o término da manobra.

ERROS COMUNS:

- Iniciar com velocidade inferior a prevista;
- Não elevar suficientemente o nariz para iniciar a manobra;
- Não aplicar deflexão completa de aileron;



- Não aplicar pedal para o início da rotação;
- Demorar para aliviar a pressão do pedal após 45° de rotação;
- Não manter o profundor na posição neutra durante a rotação;
- Demorar ou não aplicar pedal após 270° de rotação;
- Não aplicar pedal suficientemente ao final da rotação.

5.5 LOOPING

A manobra é caracterizada por uma volta de 360° em um plano vertical.

A ponta da asa da aeronave será uma ótima referência para a realização da manobra.

A execução correta da manobra resultará em 2.5g a 3.0g positivos na subida inicial e na recuperação do mergulho.

Procedimento:

- ① Abaixar o nariz até atingir 125kt;
- ② Reduzir a potência para que a rotação não passe de 2750rpm (radial vermelha);
- ③ Quando atingir a velocidade, iniciar uma subida suave;
- ④ Será necessário aplicar motor conforme a elevação do nariz aumenta, buscando manter a rotação constante;
- ⑤ A velocidade cairá rapidamente, e será necessária a aplicação de mais comandos de profundor;
- ⑥ Será necessária aplicação de pedal para a direita para manter o avião coordenado e neutralizar os efeitos do torque.
- ⑦ Ao se aproximar da posição de voo invertido, 30° sobre a linha do horizonte, aliviar a pressão sobre os comandos, buscando manter o looping simétrico;
- ⑧ Manter o profundor na posição neutra até que o nariz passe a linha do horizonte;
- ⑨ Ao passar a posição de 270° de rotação, diminuir gradativamente a rotação para que a mesma não ultrapasse 2750rpm;
- ⑩ Recuperar gradativamente do mergulho.



ERROS COMUNS:

- Iniciar com velocidade inferior a prevista;
- Controle incorreto da potência;
- Não aplicar comando suficiente de profundor ao iniciar a manobra;
- Não aumentar o comando de profundor ao longo da manobra;
- Não aliviar a pressão dos comandos ao atingir o topo da manobra;
- Não aplicar comando suficiente de profundor para a recuperação do mergulho.