

**AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL
SUPERINTENDÊNCIA DE AERONAVEGABILIDADE**

PROPOSTA DE RESOLUÇÃO PARA ESTABELECIMENTO DE CONDIÇÃO ESPECIAL A SER INCORPORADA À BASE DE CERTIFICAÇÃO DO PROJETO DE TIPO DO AVIÃO EMBRAER EMB-390 E DE OUTRAS AERONAVES SIMILARES A CRITÉRIO DA ANAC, APLICÁVEL À RECUPERAÇÃO DE MANOBRA POR UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE VOO COM UMA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA PROTETOR DE ALTA VELOCIDADE INCORPORADO NAS LEIS DE CONTROLE DE VOO

JUSTIFICATIVA

1. APRESENTAÇÃO

1.1. A presente Justificativa expõe as razões que motivaram a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC a propor a Resolução para estabelecimento de Condição Especial a ser incorporada à base de certificação do projeto de tipo do avião Embraer EMB-390 e de outras aeronaves similares a critério da ANAC, aplicável à recuperação de manobra por um sistema automático de voo com uma instalação de um sistema protetor de alta velocidade incorporado nas leis de controle de voo.

2. EXPOSIÇÃO TÉCNICA

2.1. Fatos

2.1.1. Em 20 de dezembro de 2011, a Embraer requereu a certificação de tipo de sua aeronave EMB-390. O EMB-390 é uma plataforma civil para um jato militar de transporte de carga. O projeto de tipo a ser aprovado na ANAC será a aeronave “Green” com zero passageiros, zero carga e 2 tripulantes de asa alta com 2 motores IAE V2500 montados sob as asas, cuja base de certificação contempla um sistema automático de voo com a instalação de um sistema protetor de alta velocidade incorporado nas leis de controle de voo, o qual atinge velocidades de mergulho menores.

2.1.2. O EMB-390 é equipado com um sistema de comando eletrônico no qual não há uma ligação mecânica direta ou um ganho linear entre o dispositivo de controle do piloto na cabine e a superfície de comando da aeronave como existe em aeronaves convencionais. Ao invés disso, um computador do sistema de comando manipula a superfície de controle da aeronave baseado em sinais de entrada recebidos do dispositivo de controle da cabine. O sinal de entrada do piloto é modificado pelo computador baseado em parâmetros de voo correntes da aeronave, antes de o comando ser dado para a superfície de controle de voo.

2.1.3. O EMB-390 é equipado com um sistema de proteção de alta velocidade que limita a autoridade do piloto na cabragem pela adição automática de sinais de entrada no limiar de velocidades acima da V_{MO}/M_{MO} , os quais influenciam os resultados de uma recuperação

tradicional da manobra requerida no RBAC/14 CFR *Part* 25.335(b)(1). Também, sinais de entrada no controle são fornecidos para nivelar as asas no limiar acima da V_{MO}/M_{MO} .

- 2.1.4. O requisito RBAC/14 CFR *Part* 25.335(b)(1) fornece uma margem de velocidade aceitável entre as velocidades de projeto de cruzeiro e de mergulho. As cargas estruturais de projeto e as velocidades de projeto para evitar o *flutter* são afetadas pela velocidade de projeto de mergulho. A condição inicial para a perturbação especificada no regulamento é voo nivelado 1g, e também se estabelece proteção para outras condições acidentais de sobrevelocidade. O requisito RBAC/14 CFR *Part* 25.335(b)(1) tem o intuito de ser uma condição conservativa para abranger todas as condições potenciais de sobrevelocidade, incluindo aquelas não simétricas.
- 2.1.5. Para estabelecer que as condições de sobrevelocidade potenciais são levadas em conta, o requerente deve demonstrar que nenhuma margem reduzida de velocidade, baseada no sistema de proteção de velocidade, é excedida em perturbações acidentais ou induzidas por rajadas, resultando em início de mergulho a partir de atitudes não simétricas; ou que a aeronave é protegida pelas leis de controle de voo para não entrar em condições de perturbações não simétricas. O requerente deve conduzir uma demonstração que inclua um conjunto abrangente de condições, como descrito abaixo.

DESCRIÇÃO DAS CONDIÇÕES

- 2.1.6. Essa é uma nova e não usual característica comparada àquela visualizada quando os regulamentos correntes foram adotados. Em razão de um rápido melhoramento na tecnologia da aeronave, os requisitos de aeronavegabilidade aplicáveis não contêm padrões adequados e de segurança para essa característica de projeto. Esta condição especial para o EMB-390 contém os padrões de segurança adicionais que a GGCP considera necessários para estabelecer um nível de segurança equivalente àqueles estabelecidos pelos padrões de aeronavegabilidade existentes.
- 2.1.7. Considerando o exposto acima, a GGCP propõe o estabelecimento de condição especial aplicável à recuperação de manobra através de um sistema automático de voo, com a instalação de um sistema protetor de alta velocidade, o qual incorpora as leis de controle de voo que resultam em velocidades de mergulho menores para o projeto de tipo da aeronave EMB-390. A condição especial estabelece requisitos de aeronavegabilidade que substituem os requisitos RBAC/14 CFR *Part* 25.335 (b)(1), propondo em seu lugar o texto transcrito a seguir:

No lugar do cumprimento ao RBAC/14 CFR *Part* 25.335(b)(1), o modelo Embraer EMB-390 deve cumprir com as seguintes condições especiais necessárias para endereçar o sistema de proteção de alta velocidade. A condição especial proposta identifica várias manobras simétricas e não simétricas que assegurarão que uma velocidade de mergulho de projeto apropriada, V_D/M_D , seja estabelecida.

O parágrafo (2) da condição especial proposta referencia a AC 25-7A, Modificação 1, seção 32.c.(3), incluída aqui para informação.

AC 25-7A, Modificação 1, seção 32, parágrafo 32.c.(3), “Perturbação de Rajada”.

Nos três ensaios de perturbações seguintes, os valores de deslocamentos devem ser apropriados ao tipo de aeronave e depender das características de estabilidade e inércia da aeronave.

Os limites inferior e superior devem ser utilizados para aeronaves com baixa e alta manobrabilidade, respectivamente.

(i) Com a aeronave compensada em voo nivelado, simular um transiente de rajada pela rolagem rápida ao ângulo de inclinação máxima apropriado para a aeronave, mas não menos do que 45 graus e nem mais do que 60 graus. O leme e o controle longitudinal devem ser mantidos fixos durante o tempo que a inclinação requerida está sendo atingida. A velocidade de rolagem deve ser controlada nesse ângulo de inclinação. Seguindo isto, os controles devem ser abandonados por um mínimo de 3 segundos após um alerta de sobrevelocidade ou 10 segundos, o qual ocorrer primeiro.

(ii) Efetuar uma perturbação longitudinal de um cruzeiro normal. Determinar a compensação da aeronave na V_{MO}/M_{MO} utilizando a potência/tração requerida para o voo nivelado, mas com não mais do que a potência/tração máxima requerida. Segue-se a isso um decréscimo na velocidade, após o qual uma atitude de 6-12 graus do nariz para baixo, como apropriado para o tipo de aeronave, é atingida com a potência/tração e compensação inicialmente requeridas para a V_{MO}/M_{MO} em voo nivelado. Permite-se a aceleração da aeronave até 3 segundos após o alerta de sobrevelocidade. Os limites de força constantes no RBAC/14 CFR *Part* 25.143(c) são válidos, para aplicação de período curto.

(iii) Efetuar uma perturbação em dois eixos, consistindo de perturbações combinadas longitudinal e lateral. Efetuar a perturbação longitudinal como no parágrafo (ii) acima, e, quando for fixada a atitude de arfagem, mas antes de alcançar a V_{MO}/M_{MO} , rolar a aeronave em 15-25 graus. A atitude estabelecida deve ser mantida até 3 segundos após o alerta de sobrevelocidade.

Os parágrafos (3) e (4) da condição especial proposta indicam que deve ser improvável que ocorram falhas do sistema de proteção de alta velocidade, e essas falhas devem ser anunciadas aos pilotos. Se for conhecido que o sistema de proteção de alta velocidade esteja inoperante, então o despacho da aeronave pode ser aceito sob uma Lista de Equipamentos Mínimos (MEL) aprovada contendo linguagem similar ao parágrafo (5). O despacho sob uma MEL requeriria que fossem fornecidas velocidades de operações reduzidas apropriadas, V_{MO}/M_{MO} , no manual de voo da aeronave e no visor da cabine, e que o alerta de sobrevelocidade para exceder essas velocidades fosse equivalente àquele de uma aeronave normal, com o sistema protetor de alta velocidade operante.

Considerando o disposto acima, a ANAC propõe a seguinte condição especial:

(1) No lugar do requisito do RBAC/14 CFR *Part* 25.335(b)(1), se o sistema de controle de voo incluir funções que agem automaticamente para iniciar a recuperação antes do final do período de 20 segundos especificado no RBAC/14 CFR *Part* 25.335(b)(1), a V_D/M_D deve ser determinada a partir da maior das velocidades resultante das condições (a) e (b) abaixo. O aumento dessas velocidades nessas manobras pode ser calculado, se forem utilizados dados aerodinâmicos confiáveis ou conservativos.

(a) De uma condição inicial de voo estabilizado na V_C/M_C , a aeronave é perturbada de modo a tomar uma nova trajetória de voo de 7.5 graus abaixo da trajetória inicial. Aplica-se o controle, até a autoridade total, para tentar manter essa nova trajetória de voo. Vinte segundos após o início da perturbação, faz-se a recuperação manual com um fator de carga de 1.5g (incremento de aceleração de 0.5g), ou algum fator de carga maior que for automaticamente aplicado pelo sistema com o controle de arfagem do piloto em neutro. Fornece-se potência, como especificado no RBAC/14 CFR *Part* 25.175(b)(1)(iv), até o início da recuperação, instante no qual a redução de potência e o dispositivo de controle de arrasto podem ser utilizados.

(b) A partir de uma velocidade abaixo da V_C/M_C , com potência para manter um voo nivelado e estabilizado nessa velocidade, a aeronave é perturbada de modo a acelerar através da V_C/M_C em uma trajetória de voo 15 graus abaixo da trajetória inicial (ou na atitude de nariz para baixo mais íngreme que o sistema permitir com autoridade total de controle, se menor do que 15 graus). Os controles do piloto podem estar na posição neutra após alcançar V_C/M_C

e antes de a recuperação ser iniciada. A recuperação pode ser iniciada três segundos após operação do sistema de alerta de alta velocidade, pela aplicação de uma carga de 1.5g (incremento de aceleração de 0.5g), ou algum fator de carga maior que for automaticamente aplicado pelo sistema com o controle de arfagem do piloto em neutro. A potência pode ser reduzida simultaneamente. Todos os outros meios de desacelerar a aeronave, cujo uso for autorizado até a mais alta velocidade alcançada na manobra, podem ser utilizados. O intervalo entre sucessivas ações do piloto não deve ser menor que um segundo.

(2) O requerente deve também demonstrar que a margem de velocidade, estabelecida como acima, não será excedida em perturbações acidentais ou induzidas por rajadas, resultando em início de mergulho a partir de atitudes não simétricas, a menos que a aeronave seja protegida pelas leis de controle de voo de entrar em condições de perturbações não simétricas. As manobras das perturbações descritas na Circular de Assessoramento – AC 25-7A, Modificação 1, seção 32, Parágrafos c.(3)(i) e (iii) podem ser utilizadas para cumprir com esse requisito.

(3) A probabilidade de qualquer falha do sistema de proteção de alta velocidade que resultar em uma velocidade excedendo aquela determinada pelos parágrafos (1) e (2) deve ser menor do que 10^{-5} por hora de voo.

(4) Falhas do sistema devem ser anunciadas ao piloto. Deve-se fornecer instruções do manual de voo que reduzam as velocidades máximas de operação, V_{MO}/M_{MO} . A velocidade de operação deve ser reduzida a um valor que mantenha uma margem de velocidade V_{MO}/M_{MO} e V_D/M_D que seja consistente com a demonstração de cumprimento com o RBAC/14 CFR Part 25.335(b) sem o benefício do sistema de proteção de alta velocidade.

(5) O despacho da aeronave com o sistema de proteção de alta velocidade inoperante pode ser permitido sob uma MEL aprovada, a qual requeriria instruções no manual de voo para indicar as máximas velocidades de operação reduzidas, como descritas no parágrafo (4). Além disso, a visualização de cabine das velocidades de operação reduzidas, bem como o alerta de sobrevelocidade para quando exceder essas velocidades, devem ser equivalentes àqueles com a aeronave normal com o sistema de proteção de alta velocidade operante. Também deve ser mostrado que nenhum dano adicional é introduzido com o sistema de proteção de alta velocidade inoperante.

2.1.8. Versão em inglês:

“In lieu of compliance to RBAC/14 CFR Part 25.335(b)(1), the Embraer model EMB-390 must comply with the following special condition to address the proposed high speed protection system. The proposed special condition identifies various symmetric and non-symmetric maneuvers that will ensure that an appropriate design dive speed, V_D/M_D , is established.

Paragraph (2) of the proposed special condition references AC 25-7A, Change 1, section 32.c.(3), included here for information.

AC 25-7A, Change 1, section 32, paragraph 32.c.(3), “Gust Upset”.

In the following three upset tests, the values of displacement should be appropriate to the airplane type and should depend upon airplane stability and inertia characteristics. The lower and upper limits should be used for airplanes with low and high maneuverability, respectively.

(i) With the airplane trimmed in wings-level flight, simulate a transient gust by rapidly rolling to the maximum bank angle appropriate for the airplane, but not less than 45 degrees nor more than 60 degrees. The rudder and longitudinal control should be held fixed during the time that the required bank is being attained. The rolling velocity should be arrested at this bank angle. Following this, the controls should be abandoned for a minimum of 3 seconds after overspeed warning or 10 seconds, whichever occurs first.

(ii) Perform a longitudinal upset from normal cruise. Airplane trim is determined at VMO/MMO using power/thrust required for level flight but with not more than maximum continuous power/thrust. This is followed by a decrease in speed after which an attitude of 6-12 degrees nose down, as appropriate for the airplane type, is attained with the power/thrust and trim initially required for VMO/MMO in level flight. The airplane is permitted to accelerate until 3 seconds after overspeed warning. The force limits of § 25.143(c) for short term application apply.

(iii) Perform a two-axis upset, consisting of combined longitudinal and lateral upsets. Perform the longitudinal upset, as in paragraph (ii) above, and when the pitch attitude is set, but before reaching VMO/MMO, roll the airplane 15-25 degrees. The established attitude should be maintained until 3 seconds after overspeed warning.

Paragraphs (3) and (4) of the proposed special condition indicate that failures of the high speed protection system must be improbable and must be annunciated to the pilots. If the high speed protection system is known to be inoperative, then dispatch of the airplane could be acceptable under an approved Minimum Equipment List (MEL) containing language similar to paragraph (5). Dispatch under an MEL would require that appropriate reduced operating speeds, VMO/MMO, are provided in the airplane flight manual, and the cockpit display of those reduced speeds, as well as the overspeed warning for exceeding those speeds, are equivalent to that of the normal airplane with the high speed protection system operative.

Considering the above, ANAC proposes the following special condition:

(1) In lieu of the requirements of RBAC/14 CFR Part 25.335(b)(1), if the flight control system includes functions that act automatically to initiate recovery before the end of the 20 second period specified in RBAC/14 CFR Part 25.335(b)(1), VD/MD must be determined from the greater of the speeds resulting from the conditions (a) and (b) below. The speed increase occurring in these maneuvers may be calculated, if reliable or conservative aerodynamic data are used.

(a) From an initial condition of stabilized flight at VC/MC, the airplane is upset so as to take up a new flight path 7.5 degrees below the initial path. Control application, up to full authority, is made to try and maintain this new flight path. Twenty seconds after initiating the upset, manual recovery is made at a load factor of 1.5 g (0.5 acceleration increment), or such greater load factor that is automatically applied by the system with the pilot's pitch control neutral. Power, as specified in RBAC/14 CFR Part 25.175(b)(1)(iv), is assumed until recovery is initiated, at which time power reduction and the use of pilot controlled drag devices may be used.

(b) From a speed below VC/MC, with power to maintain stabilized level flight at this speed, the airplane is upset so as to accelerate through VC/MC at a flight path 15 degrees below the initial path (or at the steepest nose down attitude that the system will permit with full control authority if less than 15 degrees). The pilot's controls may be in the neutral position after reaching VC/MC and before recovery is initiated. Recovery may be initiated three seconds after operation of high speed warning system by application of a load of 1.5 g (0.5 acceleration increment), or such greater load factor that is automatically applied by the system with the pilot's pitch control neutral. Power may be reduced simultaneously. All other means of decelerating the airplane, the use of which is authorized up to the highest speed reached in the maneuver, may be used. The interval between successive pilot actions must not be less than one second.

(2) The applicant must also demonstrate that the speed margin, established as above, will not be exceeded inadvertent, or gust induced, upsets resulting in initiation of the dive from non-symmetric attitudes, unless the airplane is protected by the flight control laws from getting into non-symmetric upset conditions. The upset maneuvers described in Advisory Circular 25-7A, Change 1, section 32,

Paragraphs c.(3)(i) and (iii) may be used to comply with this requirement.

(3) Any failure of the high speed protection system that would result in an airspeed exceeding those determined by paragraphs (1) and (2) must be less than 10-5 per flight hour.

(4) Failures of the system must be annunciated to the pilots. Flight manual instructions must be provided that reduces the maximum operating speeds, VMO/MMO. The operating speed must be reduced to a value that maintains a speed margin between VMO/MMO and VD/MD that is consistent with showing compliance with § 25.335(b) without the benefit of the high speed protection system.

(5) Dispatch of the airplane with the high speed protection system inoperative could be allowed under an approved MEL that would require flight manual instructions to indicate reduced maximum operating speeds, as described in paragraph (4). In addition, the cockpit display of the reduced operating speeds, as well as the overspeed warning for exceeding those speeds, must be equivalent to that of the normal airplane with the high speed protection system operative. Also, it must be shown that no additional hazards are introduced with the high speed protection system inoperative.”

NOTA: Em caso de dúvida considerar o texto em inglês.

2.1.9. A condição especial em questão, proposta pela GGCP, está alinhada a decisões de outras autoridades de aviação civil, associadas às definições de velocidades de mergulho da aeronave com o sistema de proteção de alta velocidade para o projeto de tipo do EMB-390, como por exemplo, a condição especial FCAR ES-21 da ANAC aplicável ao projeto de tipo dos aviões Embraer modelo EMB-550, à *Special Condition* N° 25-350-SC da *Federal Aviation Administration – FAA*, aplicável ao projeto de tipo dos aviões Dassault Aviation modelo Falcon 7X e à *Special Condition* N° 25-316-SC da *Federal Aviation Administration – FAA*, aplicável ao projeto de tipo dos aviões Airbus modelo A380-800.

2.2. Custos e benefícios da proposta

2.2.1. Poderá haver diferença de custos de projeto e fabricação, a qual afetará apenas a Embraer S.A., que concordou com a abordagem proposta pela ANAC. Sua inclusão na base de certificação de outras aeronaves, caso aplicável, será discutida com os referidos requerentes.

2.2.2. Como benefício, o estabelecimento da Condição Especial objeto desta análise proverá um nível de segurança equivalente ao inicialmente pretendido na concepção dos requisitos de aeronavegabilidade relacionados, para a certificação de tipo do avião EMB-390 e de aeronaves julgadas similares pela ANAC.

2.3. Fundamentação

Os fundamentos legais, regulamentares e normativos que norteiam esta proposta são os que seguem:

- a) Lei n° 11.182, de 27 de setembro de 2005, art. 5° e art. 8°, IV, X;
- b) RBAC 21, Emenda 02, de 22 de outubro de 2015;
- c) RBAC 25, Emenda 129, de 1° de fevereiro de 2011;
- d) MPR 020, Revisão 01, de 09 de outubro de 2009;
- e) MPR 200, Revisão 02, de 02 de julho de 2010; e

f) Instrução Normativa nº 18, de 17 de fevereiro de 2009.

3. AUDIÊNCIA PÚBLICA

3.1. Convite

3.1.1. A quem possa interessar, está aberto o convite para participar deste processo de Audiência Pública, por meio da apresentação, à ANAC, por escrito, de comentários que incluam dados, sugestões e pontos de vista, com respectivas argumentações.

3.1.2. Os interessados devem enviar os comentários identificando o assunto para o endereço informado no item 3.3, por via postal ou via eletrônica (e-mail), usando o formulário disponível no endereço eletrônico:

<http://www.anac.gov.br/participacao-social/audiencias-e-consultas-publicas>

3.1.3. Todos os comentários recebidos dentro do prazo desta Audiência Pública serão analisados pela ANAC. Caso necessário, dada a relevância dos comentários recebidos e necessidade de alteração substancial do texto inicialmente proposto, poderá ser instaurada nova Audiência Pública.

3.2. Período para recebimento de comentários

3.2.1. Os comentários referentes a esta Audiência Pública devem ser enviados no **prazo de 10 dias corridos** da publicação do Aviso de Convocação no DOU.

3.3. Contato

3.3.1. Para informações adicionais a respeito desta Audiência Pública, favor contatar:

Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC
Superintendência de Aeronavegabilidade – SAR
Gerência Técnica de Processo Normativo – GTPN
SCS, Setor Comercial Sul, Quadra 09, Lote C
Ed. Parque Cidade Corporate – Torre A
70308-200 – Brasília – DF – Brasil
Tel: (61) 3314-4865
e-mail: normas.aeronaves@anac.gov.br