

**ATA:** 24 – Energia elétrica (*Electrical power*).

**BEA Nº 2023-04**

**Assunto:** Avaliação do sistema elétrico em helicópteros.

**Data:** 26 de julho de 2023

### **Introdução:**

Este Boletim Especial de Aeronavegabilidade (BEA) fornece informações de alerta a proprietários, operadores, organizações de manutenção de produto aeronáutico e organizações responsáveis por desenvolver modificações e alterações, dos requisitos e implicações na segurança quanto a execução de uma avaliação precisa do sistema elétrico após qualquer modificação/alteração de um helicóptero certificado de acordo com os requisitos do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) N° 27 ou do RBAC N° 29 que afete seu sistema elétrico.

Observa-se que o RBAC 27 e o RBAC 29 adotam respectivamente e na integralidade, o *Code of Federal Regulations* (CFR) 14 *Part* 27 para a certificação de helicópteros categoria normal, e o CFR 14 *Part* 29 para a certificação de helicópteros categoria transporte.

O parágrafo § 27.1351 *General* do CFR 14 *Part* 27 apresenta a seguinte redação:

*(a) Electrical system capacity. Electrical equipment must be adequate for its intended use. In addition:*

*(1) Electric power sources, their transmission cables, and their associated control and protective devices must be able to furnish the required power at the proper voltage to each load circuit essential for safe operation; and*

*(2) Compliance with paragraph (a)(1) of this section must be shown by an electrical load analysis, or by electrical measurements that take into account the electrical loads applied to the electrical system, in probable combinations and for probable durations.*

Já o parágrafo § 29.1351 *General* do CFR 14 *Part* 29 traz:

*(a) Electrical system capacity. The required generating capacity and the number and kind of power sources must*

*(1) Be determined by an electrical load analysis; and*

*(2) Meet the requirements of § 29.1309.*

Em ambos os casos se nota a exigência de uma avaliação acurada da capacidade do sistema elétrico para garantir a geração de energia elétrica necessária com segurança. Uma avaliação de helicópteros certificados pelo CFR *Part* 27 pode ser realizada por meio da análise das cargas elétricas (*Electrical Load Analysis – ELA*) ou por medições

elétricas que consideram as cargas elétricas aplicadas ao sistema elétrico, nas combinações prováveis e para as durações prováveis.

Conforme transcrito acima, para helicópteros certificados pelo CFR 14 *Part 29*, a avaliação por meio da metodologia ELA é requerida para a avaliação de modificações e alterações do sistema elétrico.

Este documento possui recomendações de caráter informativo e não mandatórias, desta forma, até o presente momento não se justifica a emissão de uma Diretriz de Aeronavegabilidade de acordo com os requisitos do RBAC N° 39.

**Fabricante:** Helicópteros certificados na categoria normal e transporte.

**Produto Aeronáutico Afetado:** Helicópteros certificados na categoria normal e transporte.

### **Histórico:**

De acordo com a *Federal Aviation Administration* (FAA), relatórios submetidos àquela autoridade de aviação civil trouxeram preocupações de que as avaliações mais precisas da capacidade do sistema elétrico nem sempre são realizadas para as modificações/alterações que foram aprovadas e colocadas em serviço.

Os regulamentos são claros e há muitas fontes de informação nos materiais de orientação de certificação militares, da indústria e da FAA, que enfatizam a importância de uma avaliação precisa do sistema elétrico após qualquer modificação/alteração do helicóptero que afete o sistema elétrico.

A *Advisory Circular* (AC) AC 27-1B e a AC 29-2C da FAA fornecem orientações quanto as certificações respectivas nestes tipos de aeronaves.

A Instrução Suplementar (IS) 20-001 e a IS 21-021 trazem referências às alterações e modificações que impactam o projeto elétrico das aeronaves. As referências de guias de trabalho como a ASTM F2490-05e1, a MIL-E-7016 e a AC 43.13-1B da FAA fornecem instruções para a execução de uma ELA.

A disponibilidade de energia elétrica adequada tornou-se mais desafiadora com a evolução dos equipamentos eletrônicos para aplicações elétricas ou eletrônicas que fornecem funções requeridas, aviônicos, sistemas de navegação, e vários sistemas específicos de missão que expandem a capacidade do helicóptero.

Os regulamentos destinam-se a garantir que o sistema elétrico possa fornecer energia com segurança a todos os equipamentos elétricos requeridos para o voo e pouso seguros, e que a soma total da carga elétrica aplicada não exceda a capacidade de geração de energia elétrica do helicóptero.

As capacidades dos sistemas eletrônicos para aplicações em helicópteros utilizados com a finalidade coleta de notícias, aplicação da lei, segurança nacional e serviços de emergência médica estão evoluindo continuamente e adicionando novos sistemas para estes helicópteros. A soma total da carga elétrica para todos os equipamentos elétricos instalados para muitas destas aplicações de helicópteros pode facilmente exceder a capacidade elétrica do helicóptero.

Como resultado, o piloto será sobrecarregado com a necessidade de monitorar e gerenciar a carga elétrica total aplicada ao helicóptero para garantir que não ocorra uma condição de sobrecarga durante todas as fases de operação. Uma condição de sobrecarga pode potencialmente resultar na perda do gerador elétrico do helicóptero.

As arquiteturas dos sistemas elétricos variam em complexidade. Arquiteturas mais complexas permitem a separação de componentes elétricos e funções independentes e redundantes por meio da utilização de múltiplos barramentos de energia e interruptores. Isto facilita a carga de trabalho do piloto no gerenciamento da energia elétrica, priorizando automaticamente o fornecimento da energia disponível aos sistemas essenciais. Uma avaliação da carga elétrica também deve considerar o efeito que qualquer alteração/modificação no sistema elétrico do helicóptero possa ter nos barramentos elétricos, somada a avaliação da capacidade total do sistema.

### Recomendações:

Recomenda-se a execução de uma ELA acurada para o sistema elétrico que assegure que cada alteração/modificação no helicóptero seja compatível com a configuração prévia aprovada e que a capacidade do sistema elétrico possa acomodar a alteração/modificação. A AC 43.13-2B da FAA orienta que o procedimento de análise da carga elétrica considere todas as fases de operação, isto é, taxi, decolagem, subida, cruzeiro, descida e pouso; e considere as condições mais adversas, tipicamente durante o voo noturno e/ou por instrumento (*Instrument Flight Rules - IFR*).

A ELA do sistema elétrico deve ser executada para avaliar a capacidade do sistema em todas as fases de operação. Deve-se determinar e adequar a capacidade do sistema elétrico de fornecer energia aos sistemas requeridos para cada fase de operação. A adição de equipamentos não requeridos pode ser realizada para qualquer fase de operação, mas a carga total dos equipamentos requeridos somada com a dos equipamentos não requeridos nunca deve exceder a capacidade do sistema elétrico do helicóptero.

Recomenda-se que a ELA da capacidade do sistema elétrico seja executada para estas 3 configurações do helicóptero:

- 1) Com todos os sistemas normais de geração de energia elétrica operacionais (por exemplo, os geradores operando em uma configuração/instalação dupla de geradores ou com um gerador operando em uma instalação/configuração simples de gerador).
- 2) Após a falha de um sistema normal de geração de energia elétrica (ou seja, a falha do primeiro gerador em uma instalação dupla de geradores).
- 3) Após a falha de todos os sistemas normais de geração de energia elétrica (ou seja, a energia elétrica do helicóptero é fornecida somente pela bateria). Operações conduzidas pelas regras de voo visual (*Visual Flight Rules - VFR*) e IFR requerem a capacidade de operação de todos os equipamentos requeridos para o voo e pouso seguro para intervalos de tempo específicos no caso da perda de toda geração elétrica. A capacidade e a arquitetura do sistema elétrico devem ser demonstradas para satisfazer estes requisitos.

A capacidade do sistema elétrico deve ser caracterizada por não exceder a capacidade em um determinado intervalo de tempo específico para o(s) gerador(es)

conforme instalado(s). É importante compreender que a capacidade do gerador instalado geralmente difere das especificações do fabricante sobre a capacidade do gerador.

A especificação da capacidade do fabricante do gerador é baseada nos ensaios de bancada, enquanto a capacidade nominal do gerador instalado é baseada em ensaios de capacidade de refrigeração da instalação. Portanto, ao realizar um ELA, deve-se utilizar a classificação da capacidade reduzida do gerador instalado. A ELA deve garantir que nenhuma combinação possível de equipamentos instalados (ou seja, requeridos e não requeridos) possa exceder a capacidade do sistema elétrico do helicóptero para cada fase de operação para as três configurações do helicóptero mencionadas acima.

Se for identificada uma condição de sobrecarga na ELA, deve-se fornecer meios de automaticamente desenergizar os equipamentos não requeridos para prevenir a condição de sobrecarga do gerador. Outra opção possível consiste na instalação de circuitos lógicos de comutação que previnam certas combinações de equipamentos serem ligados ao mesmo tempo.

### Documentos de Referência:

1. BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) Nº 27 – Requisitos de Aeronavegabilidade: Aeronaves de Asas Rotativas Categoria Normal**. Emenda 50, 29 de março de 2022. Acessado em 25 de julho de 2023. [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2022/bps-v-17-no-13-28-03-a-01-04-2022/rbac-27-emd-50/visualizar\\_ato\\_normativo](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2022/bps-v-17-no-13-28-03-a-01-04-2022/rbac-27-emd-50/visualizar_ato_normativo).
2. BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) Nº 29 – Requisitos de Aeronavegabilidade: Aeronaves de Asas Rotativas Categoria Transporte**. Emenda 57, 29 de março de 2022. Acessado em 25 de julho de 2023. [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2022/bps-v-17-no-13-28-03-a-01-04-2022/rbac-29-emd-57/visualizar\\_ato\\_normativo](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2022/bps-v-17-no-13-28-03-a-01-04-2022/rbac-29-emd-57/visualizar_ato_normativo).
3. UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **14 CFR Part 27 – Airworthiness Standards: Normal Category Rotorcraft**. Docket No. 5074, [29 FR 15695](#), Nov. 24, 1964. Washington, DC: FAA. Acessado em 25 de julho de 2023. <https://www.ecfr.gov/current/title-14/section-27.1351>.
4. UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **14 CFR Part 29 – Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft**. Docket No. 5084, [29 FR 16150](#), Dec. 3, 1964. Washington, DC: FAA. Acessado em 25 de julho de 2023. <https://www.ecfr.gov/current/title-14/section-29.1351>.
5. UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **Advisory Circular (AC) 27-1B, Change 9, Certification of Normal Category Rotorcraft**. Washington, DC: FAA, 2023. Acessado em 25 de julho de 2023. [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/AC\\_27-1B\\_CHG9.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_27-1B_CHG9.pdf).
6. UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **Advisory Circular (AC) 29-2C, Change 9, Certification of Transport Category Rotorcraft**. Washington, DC:

- FAA, 2023. Acessado em 25 de julho de 2023. [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/AC\\_29-2C\\_CHG9.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_29-2C_CHG9.pdf).
7. BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. Instrução Suplementar (IS) 20-001, Revisão A. São José dos Campos, SP, 2022. Acessado em 25 de julho de 2023. <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-20-001>.
  8. BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. Instrução Suplementar (IS) 21-021, Revisão C. São José dos Campos, SP, 2022. Acessado em 25 de julho de 2023. [www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-21-021](http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-21-021).
  9. UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **Advisory Circular (AC) 43-13**. Washington, DC: FAA, 2008. Acessado em 25 de julho de 2023. [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/AC%2043.13-2B.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC%2043.13-2B.pdf).
  10. UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **Special Airworthiness Information Bulletin (SAIB) SW-14-06**. Washington, DC: FAA, 2013. Acessado em 25 de julho de 2023. <https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/5B62FA5654CAD50186257C370054C40D.0001>.

#### Para maiores informações contatar

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)  
Gerência Técnica de Aeronavegabilidade Continuada (GTAC)  
Rua Doutor Orlando Feirabend Filho, nº 230  
Centro Empresarial Aquáriu - Torre B – 14º ao 18º andares  
Parque Residencial Aquáriu  
CEP 12246-190 – São José dos Campos - SP.  
Tel.: (12) 3203-6600 - E-mail: [pac@anac.gov.br](mailto:pac@anac.gov.br)