

---

# Engenharia e Análise de Sistemas (EAS): Sistema/Ciclo de Vida de Um Sistema (CVS) –V

Berquó, Jolan Eduardo – Eng. Eletrônico (ITA).  
Certificador de Produto Aeroespacial (DCTA/IFI)  
Representante Governamental da Garantia da Qualidade – RGQ (DCTA/IFI)  
jberquo@dcabr.org.br

MSC 33 – 04 MAR 2013

---

De volta, vamos com nossa caminhada pelas fases do Ciclo de Vida dos Sistemas (CVS). No último MSC (32), apresentamos um resumo (como sempre são estes nossos *flashes*) sobre a Subfase de Projeto Preliminar (*Preliminary Design*). Agora, ingressamos na Subfase de Projeto de Detalhes (*Detail Design*) ou Avançado e concluiremos com uma apresentação breve das Fases de Produção e Operacional. Por isso, nos estenderemos um pouco mais neste MSC.

Esperamos que apreciem.

Devemos esclarecer, antes de tudo, que essa divisão do CVS em fases é uma convenção adotada pela metodologia da EAS, para facilitar a compreensão da evolução de um Sistema. É algo parecido com nosso ciclo de vida humano, quando falamos em infância, adolescência, idade adulta, velhice e “partida”.

Que fique claro ainda que as subfases não são exatamente sequenciais, isto é, com uma só começando quando termina a anterior. Não é assim. Elas se superpõem. Sempre haverá uma interseção dos conjuntos de atividades que *constituem uma e outra*.

Com as especificações técnicas de subsistemas e equipamentos ou componentes, a empresa vai aos fornecedores desses itens com seus chamados RFI (*Request for Information*), solicitando informações a respeito dos mesmos, de modo a verificar se ficam enquadrados nos requisitos para os equipamentos ou componentes.

Uma vez que esses itens atendam aos requisitos (técnicos e financeiros), a empresa parte para a aquisição dos mesmos.

Com a arquitetura física adquirida, constrói-se um (ou mais) protótipo do componente principal do Subsistema Operacional (aeronave), para a realização de ensaios e avaliações, visando o refinamento do projeto, de modo a chegar à configuração de produção.

O mesmo acontece com Subsistema Logístico, que vai sendo aperfeiçoado. São realizados, por

exemplo, ensaios de compatibilidade de GSE (*Ground Support Equipment*) com a aeronave. Não é incomum ter de reprojetar GSE. O chamado plano de manutenção programada é desenvolvido com base no enfoque da Manutenção Focada na Confiabilidade (*Reliability Centered Maintenance - RCM*), hoje, em geral, espelhada na metodologia denominada MSG-3 (*Maintenance Steering Group 3*)

Este é um momento de planejamento intenso, tanto para o Subsistema Operacional quanto para o Subsistema Logístico.

A atividade de ensaios e avaliações tem de ser realizada com muito critério e paciência porque é a partir dessa atividade que se vai chegar à configuração de produção em série. Além disso, são ensaios e avaliações que servirão para concluir o processo de certificação de projeto de tipo, junto à Autoridade de Aeronavegabilidade do respectivo país (ANAC, no caso do Brasil).

O capítulo 6 da Referência 5 apresenta um texto exaustivo sobre ensaios, avaliação e validação. A validação declara que, com base nos ensaios e avaliações, o Sistema atende aos requisitos.

Vamos citar alguns ensaios que em geral são realizados.

Ensaio de Desempenho – Respondem a questões como: os subsistemas de combustível, hidráulico e elétrico produzem os outputs esperados? O componente principal cumpre a missão com a eficácia e eficiência esperadas? E outros.

Ensaio Ambientais – Níveis de ruído, vibração, umidade, poluição, compatibilidade eletromagnética; e outros.

Ensaio Estruturais – Características dos materiais relativas a resistência, fadiga, torção, decomposição; e outros.

Confiabilidade – MTBF (*Mean Time Between Failures*) e MTBM (*Mean Time Between*

*Maintenances*); tempo de vida, etc. (vide MSC 28).

Mantenabilidade -  $\bar{M}$  (*Mean Active Maintenance Time*); *Mct* (*Mean Corrective Maintenance Time*); e outros.

Compatibilidade de Equipamentos de Suporte no Solo (GSE) - Compatibilidade de equipamentos de teste, de manuseio e de transporte com os subsistemas e equipamentos ou componentes.

Avaliação e Ensaio de Pessoal - Verificação do desempenho do pessoal ligado às tarefas de manutenção, considerando o nível de proficiência esperada a partir de treinamento, a quantidade de pessoal, etc.

Verificação dos Dados Técnicos - Eficácia dos manuais operacionais e de manutenção.

Verificação do Software - Verificação da eficácia e eficiência dos programas de software que fazem parte da integração dos sistemas.

Avaliação da Segurança dos Sistemas (Safety Assessment) - vide MSC 06, 07, 08, 09, 10 e 11.

Esse quadro de ensaios é realizado na Fase de Desenvolvimento com o protótipo, mas alguns prosseguem também com exemplares de série (pré-série), antes de iniciar a Fase Operacional propriamente dita. Na realidade, na Fase Operacional, o Sistema estará sempre sendo ensaiado, em função das modificações que ocorrem bastante, principalmente aquelas que afetam a segurança (*safety*).

Haja vista a atividade de melhoria da confiabilidade, uma vez que a confiabilidade na Fase Operacional quase sempre não é aquela atingida na Fase de Desenvolvimento.

Concluídos com sucesso os ensaios e avaliações, que, às vezes, são repetidos várias vezes, a Fase de Desenvolvimento é fechada, na chamada Revisão Crítica de Projeto (*Critical Design Review* - CDR), e a configuração de produção é estabelecida. Esse é o chamado momento do "fale agora, ou cale-se para sempre". Essa frase significa que quem quiser mudar alguma coisa, tem que ser nesse momento, uma vez que iniciada a produção, modificações são muito custosas.

Mas, na verdade, sempre haverá modificações e, de fato, custam muito mesmo. Sabemos muito bem disso.

Conclui-se também a atividade de certificação, com a emissão do certificado de tipo pela Autoridade de Aeronavegabilidade.

São emitidas as especificações de processos de fabricação, o Plano de Qualidade da Produção, e a produção em série começa.

Cada exemplar de Sistema produzido recebe da Autoridade de Aeronavegabilidade um atestado de aeronavegabilidade, ficando pronto para ser entregue aos possíveis clientes.

Tem início então a Fase Operacional.

Em função do desempenho do Sistema e dos problemas de segurança (*safety*) observados, vão surgindo modificações e a configuração do Sistema (operacional e logística) vai se modificando, tudo sob o controle de um gerenciamento de configuração da Fase Operacional.

Depois que o Sistema cumpre todas as horas previstas de operação, ou ele sofre um processo de revitalização (atualização de sistemas sem mudança da missão) ou um processo de modernização (modificação com alteração de missão ou agregação de outra missão). Outra possibilidade é o descarte do Sistema, ou seja, o Sistema "morre".

Bem, prezados leitores, não tivemos aqui, nem de longe, a pretensão de esgotar o assunto. O enfoque aqui é sempre o de "flash", isto é, uma ideia, uma familiarização a respeito de um assunto de interesse de nós todos da área aeroespacial (aeronáutica e espaço).

Mais uma vez, obrigado pela atenção.

Até a vista.

#### Referências

- (1) Boulding, K. **General Systems Theory: The Skeleton of Science**. Management Science. EUA. 1956.
- (2) Hall, A. D. **Methodology for Systems Engineering**. D. Van Nostrand Co., Ltd. Princeton, NJ, EUA. 1962.
- (3) Forrester, J. W. **Principles of Systems**. MIT Press. Cambridge, MA., EUA. 1968.
- (4) DAU (Defense Acquisition University). **Systems Engineering Fundamentals**. Fort Belvoir, VA, EUA. 2000.
- (5) Blanchard, B. S.; Fabrick, W. J. **Systems Engineering and Analysis**, 5th. Ed.

Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, EUA.  
2006.

- (6) SAE: ARP 4761, **Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment**, SAE. EUA, 1996.
- (7) SAE: ARP 4754, **Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems**, SAE, EUA, 2010.