

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

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 32 – 25 FEV 2013

Neste MSC, continuaremos nossa caminhada pelas fases do Ciclo de Vida dos Sistemas (CVS). No último MSC (31), discorremos sobre a Fase de Anteprojeto ou de Projeto Conceitual. Agora, vamos ingressar na Fase de Desenvolvimento propriamente dita, começando com a Subfase de Projeto Preliminar (*Preliminary Design*).

A atividade de Gerenciamento da Configuração começa a ficar intensa nesta subfase. Trata-se de uma atividade de extrema valia. Ter o histórico das variações da configuração e os motivos que levaram às mesmas é muito importante, seja na fase de desenvolvimento, seja na fase operacional.

O objetivo nesta subfase é chegar à chamada Configuração Alocada de projeto do Sistema, atividade indispensável para definir todo o hardware (com o respectivo software) necessário para construir um modelo ou protótipo do Sistema, na subfase seguinte.

A Subfase de Projeto Preliminar começa com a consolidação da configuração funcional do Sistema, seguida pela alocação dos requisitos (padrões e atributos) para cada função. E o processo se repete para os subsistemas e demais níveis hierárquicos (equipamentos, componentes).

Uma função é uma ação. Há autores que usam expressões substantivas para designar uma função. Outros, e estamos com estes, consideram que ações são expressas por verbos (bem de acordo com a Gramática). Evitando pessoalidade, os adeptos desse conceito utilizam o verbo no infinito impessoal (voar, atuar, desviar, comunicar, etc.).

Exemplos: “Apresentar informação de atitude, em rolagem (*roll*) e arfagem (*pitch*); Estabelecer comunicação de voz em VHF”.

Lembramos que um Sistema possui dois grandes Subsistemas: Operacional (que engloba a aeronave) e Logístico. Desse modo, quando se fala em alocação funcional, está se falando de funções do Sistema como um todo, isto é, de funções desses dois subsistemas.

Qualquer que seja a função, ela tem de ser encarada sob dois pontos de vista: Desempenho e Segurança (*Safety*).

O termo desempenho refere-se à capacidade do sistema de executar suas funções como se espera que execute.

Considerando o segundo exemplo (comunicação em VHF), o requisito poderia estabelecer que a comunicação deverá ser bidirecional (transmissão e recepção), na faixa entre 118,00 a 136,95 MHz (AM). O MTBF deve ser 2.000 horas. As dimensões máximas da caixa devem ser *x* cm de largura, *y* cm de comprimento e *z* cm de altura.

O subsistema deverá transmitir e receber, na faixa estabelecida para comunicação com o solo, num raio mínimo de *yy* Km, tendo a aeronave como referência.

O equipamento (transceptor) que executará a função fim do subsistema deverá ter uma potência de transmissão de 25 Watts e uma sensibilidade de recepção *zz*. Deverá operar com uma antena dorsal e outra ventral, para facilitar a comunicação ar-terra e ar-ar. E assim por diante.

Outros requisitos de desempenho poderiam ser: velocidade, razão de subida, precisão, distância de decolagem e pouso, etc.

Há vários outros requisitos a serem considerados (v. Referências).

Sob o ponto de vista de segurança, é preciso pensar num enfoque um pouco diferente de alocação de requisitos. Sugerimos que o leitor consulte o MSC 10, para ter uma ideia de como se deve tratar da alocação de requisitos de segurança nas funções do sistema, subsistemas e equipamentos.

A Referência 6, que trata de Avaliação de Segurança (*Safety Assessment*), é um excelente trabalho sobre alocação de requisitos de segurança, podendo inclusive ser adicionalmente utilizado na certificação, para demonstrar a conformidade com os requisitos

específicos previstos nos regulamentos (14 CFR)/RBAC 23.1309, 25.1309, 27.1309 e 29.1309.

Para ilustrar um pouco mais, vamos tratar também de uma função do Subsistema Logístico: “Remover e instalar o gerador da aeronave”. O requisito de desempenho a ser alocado a essa função poderia ser: “O gerador deve ser removido ou instalado por meio de um GSE - *Ground Support Equipment* - com características de um elevador com deslocamento vertical de uu metros por minuto, devendo suportar um peso mínimo de yy Kg<sup>1</sup>”.

A empresa não pode perder de vista que toda essa alocação de requisitos tem de levar em conta a atividade de certificação, levada a efeito junto à Autoridade de Aeronavegabilidade do respectivo país. Desse modo, ao fazer a alocação de requisitos, é necessário estar atento à “certificabilidade” do projeto do Sistema como um todo. Com relação a essa questão, sugerimos consultar a Referência 7, que apresenta, em detalhes, essa atividade de certificação.

Mas o fato é que, a partir dessa alocação funcional e respectiva alocação de requisitos, os engenheiros chegarão aos equipamentos ou componentes necessários para constituírem os vários subsistemas.

Concomitantemente, é definido todo o suporte necessário à construção de modelos, protótipos, para os ensaios e avaliações, como por exemplo ferramentas, gabaritos, SLTE (*Special Laboratory Test Equipment*).

Fazem parte desse suporte os chamados *rigs*, ou seja, conjuntos constituídos por equipamentos ou componentes que vão constituir os subsistemas, como por exemplo os *rigs* aviônicos e elétricos, que possibilitam testar o conceito do projeto e fazer ensaios funcionais, mas a grande diferença entre esses *rigs* e os respectivos subsistemas que representam é a disposição física. O *rig*, em geral, não representa a disposição física que estará no Subsistema real. Essa seria uma razão pela qual um *rig* não pode ser considerado válido para uma verificação de compatibilidade eletromagnética.

Consideramos, a seguir, alguns outros requisitos importantes que são alocados às funções:

Confiabilidade - É um requisito que temos tratado em nossos MSC. É expresso por uma probabilidade de sucesso de execução da missão do Sistema, num determinado intervalo tempo e em determinadas condições. Mas pode ser expressa também em função de parâmetros de confiabilidade, como MTBF (*Mean Time Between Failure*).

Mantenabilidade - Característica do projeto que vai ter uma influência enorme nos fatores logísticos, em especial na Manutenção, em termos de tempo de execução de cada tarefa de manutenção e na facilidade de execução das mesmas. É caracterizada por vários parâmetros, tais como MTBM (*Mean Time Between Maintenance*) e Mct (*Mean Corrective Maintenance Time*).

Enfim, há vários outros requisitos que podem ser analisados nas obras da Referência.

Durante a fase de Projeto Preliminar, são realizadas várias reuniões de revisão, comparando o projeto em curso com a ESPEC A, e são desenvolvidas as várias especificações de subsistemas (ESPEC's SS<sub>i</sub>, com  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ , sendo  $m =$  número de subsistemas) e de equipamentos ou componentes (ESPEC's E<sub>j</sub>, com  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ , sendo  $n =$  número de equipamentos), como base para o processo de aquisição dos itens necessários a compor a arquitetura dos subsistemas, inclusive software.

Bem, ficamos por aqui.

Até a próxima.

Referências:

- (1) Bounding, 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.

---

<sup>1</sup> Um GSE com essas características foi desenvolvido para a manutenção da aeronave AM-X (A-1).

- (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.