

Reflexões Sobre Engenharia de Sistemas (ES) – Desenvolvimento de Requisitos

Berquó, Jolan Eduardo –Eng. Eletrônico (ITA)
Certificador de produto Aeroespacial (DCTA/IFI)
Representante Governamental da Garantia da Qualidade– RGQ (DCTA/IFI)
Pós-graduado em Engenharia de Confiabilidade e em Engenharia de Segurança de Sistemas (ITA)
Especialização em Engenharia e Análise de Sistemas (Itália)
jberquo@dcabr.org.br/jberquo@gmail.com

MSC 65 – 28JUL2018

Já tratamos da Engenharia de Sistemas (ES)¹ nos MSC 29, 30, 31, 32 e 33, mostrando sua abrangência. Neste MSC, vamos dar início a uma série de “flashes” relativos à ES. Serão reflexões deste autor, em torno da já bem concebida teoria da ES, considerando o atual estágio de sua evolução. Começamos tratando da básica atividade de desenvolvimento de requisitos, que serão implementados no projeto da aeronave e de seu suporte técnico-logístico. Como tantas outras, sem essa atividade o projeto não vai adiante.

Sabemos que o ciclo de vida de uma aeronave e de seu conseqüente suporte técnico-logístico possui as seguintes fases²:

1. Identificação da Necessidade de Um Determinado Sistema.
2. Anteprojeto ou Projeto Conceitual;
3. Projeto Preliminar;
4. Projeto Detalhado ou Avançado;
5. Construção ou Produção;
6. Operações ou Uso;
7. Modificação ou Alienação.

As fases 2, 3 e 4 constituem a Fase de Desenvolvimento.

Há autores que consideram a primeira fase incluída na segunda fase, mas isso não muda nada.

A ES está presente em todas essas fases com seus recursos humanos, processos e ferramentas. Tudo isso feito de modo a atingir as seguintes metas:

1. definir bem os requisitos do produto a ser desenvolvido, mas tão bem que ele nunca tenha de ser reprojetoado;
2. fazer o produto tão confiável quanto possível; no mínimo, o estabelecido pela Autoridade de Certificação;
3. deixar o cliente feliz com o produto desenvolvido;
4. fazer tudo acima em tempo razoável e a custos contidos.

E acrescentamos: “desenvolver o projeto em conformidade com os requisitos de segurança (*safety*) pertinentes da Autoridade de Aeronavegabilidade”³.

Tarefa hercúlea, mas há que se entender que se deve fazer tudo para chegar tão perto quanto possível dessas metas. Os engenheiros que a realizam devem ter experiência, persistência e disciplina, procurando ser eficazes (fazer o que tem de ser feito e só o que tem de ser feito) e eficientes (fazer bem feito).

A questão dos requisitos já começa a se manifestar na fase (1) e prossegue na fase (2). Na fase (1), uma equipe de marketing da empresa que desenvolverá o projeto da aeronave vai aos potenciais clientes da aeronave, procurando verificar quais são os requisitos médios dos mesmos.

É prudente que, para essa atividade, essa equipe tenha a participação de engenheiros experientes que conheçam razoavelmente todos os segmentos de uma aeronave de porte, quais sejam:

- Propulsão;
- Elétrico;
- Aviônico;
- Mecânico;

¹ Na ocasião, com o título: Engenharia e Análise de Sistemas – EAS (*Systems Enginnering and Analysis* - SEA).

² Trata-se de uma divisão didática do ciclo de vida para facilitar o raciocínio. Na prática, os limites dessas fases não são bem definidos, podendo atividades de uma fase serem feitas concomitantemente com atividades de outra fase.

³ De agora em diante, usaremos só o termo “Autoridade”.

- Estrutural;
- Ambiental;
- Interiores; e
- Auxiliar (geração auxiliar de potência elétrica e pneumática).

Para desenvolver essa atividade, essa equipe pode aplicar, por exemplo, a metodologia prevista no documento *Quality Function Deployment* – QFD (Desdobramento da Função Qualidade)⁴.

Os requisitos dos clientes são, na realidade, “desejos”, isto é, expressos numa linguagem não muito técnica. Por essa razão, diz-se que esses requisitos são “A voz do Cliente”. Eles vão, *a posteriori*, ser expressos numa linguagem de engenharia (“A voz da Engenharia”).

Vamos então apresentar esse quadro geral de desenvolvimento de requisitos. Podemos considerar os seguintes tipos de requisitos:

1. Requisitos funcionais;
2. Requisitos de desempenho;
3. Restrições (*constraints* ou *restrictions*);

Assinalamos que os requisitos funcionais incluem os requisitos da aeronave e de seu suporte técnico-logístico com suas funções:

1. Prover Manutenção (*Maintenance*);
2. Prover Manuais de Manutenção (*Technical Publications*);
3. Prover Treinamento de Mecânicos (*Training*);
4. Prover Equipamentos de Apoio no Solo (*Ground Support Equipment*); e
5. Prover Suprimento de Peças de Reposição (*Spare Parts*).

Os requisitos funcionais são simplesmente as funções geradas na Análise Funcional, mas sem acrescentar valores quantitativos técnicos ou econômicos. Quando se adicionam valores quantitativos técnicos, geram-se requisitos de desempenho. Ex.: Requisito funcional: “Prover Alimentação Elétrica”; respectivo requisito de desempenho: “Prover Alimentação Elétrica de 28VDC com Potência de XX Watts”.

Fica claro então que para se gerar requisitos de desempenho é necessário conhecer os requisitos funcionais, ou seja, as funções, em todos os níveis (aeronave, seus sistemas e respectivos subsistemas), além daqueles do respectivo suporte técnico-logístico da aeronave.

A geração das funções nível aeronave é feita por meio da chamada Análise funcional. Desse modo, parece-nos clara a importância dessa Análise, para a geração de requisitos de desempenho. Mas essa importância vai bem além disso: ela é também fundamental para o desenvolvimento do Processo de *Safety Assessment*⁵, rigorosamente exigido pela Autoridade.

Ela parte da identificação das funções nível aeronave, agregando os requisitos qualitativos e quantitativos de *safety* da Autoridade. A partir das funções nível aeronave, surgem as funções nível sistemas e daí requisitos de subsistemas, etc., com os respectivos requisitos de *safety* decorrentes daqueles de nível aeronave. Cabe a esses sistemas executar as funções nível aeronave.

A Análise Funcional, que não vamos detalhar aqui, por falta de espaço, é um fascinante processo. O leitor pode ter uma idéia razoável dessa análise, consultando o MSC-61 (“Análise Funcional: Atividade Básica da Engenharia de Sistemas e do Processo de *Safety Assessment*”) ou a bibliografia aqui recomendada.

A Análise Funcional seria um enorme e custoso esforço, se tivesse que ser feita completa. Entretanto, as funções de uma nova aeronave são, na maioria das vezes, as mesmas de aeronaves precedentes, já com Análises Funcionais realizadas. Só conhecemos um caso em que o esforço teve de ser enorme: o projeto da aeronave Concorde, que acrescentou uma quantidade apreciável de funções, em relação aos projetos de aeronaves precedentes.

Mas, falemos ainda um pouco das Restrições (*Restrictions*). A única diferença entre as mesmas e os requisitos de desempenho é que as restrições estabelecem limites aos parâmetros técnicos desses requisitos. No entanto, para o engenheiro que vai implantar os requisitos no projeto, um requisito de desempenho e respectivas restrições são um só requisito a ser implementado.

As Restrições podem ser de natureza técnica ou econômica.

Agora, notem bem: se fizermos a pergunta “Quando consideramos todos os requisitos completos?”. A resposta é: “Quando os clientes, incluindo a Autoridade, nos disserem que estão completos”. Mas a ES nos dá algumas dicas de pelo menos podermos afirmar: “Definimos todos os requisitos que nos foi humanamente possível”;

⁴ O detalhamento dessa atividade de QFD será apresentado oportunamente num outro MSC.

⁵ Ver PDC-01, Módulo 2.

não nos surpreendendo, no entanto, com os possíveis acréscimos que esses clientes possam eventualmente adicionar ao rol dos requisitos definidos pela empresa.

Bem, prezados, finalizamos neste ponto.

Agradecemos pela atenção e até o próximo MSC.

Referências:

1. *Federal Aviation Administration (FAA). Systems Engineering Manual. (Ver. 1.0.1). EUA. 2014.*
1. *Society Automotive of Engineers. SAE ARP 4754A: (R) Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems. EUA. 2010.*
2. *DAU (Defense Acquisition University) System Engineering Fundamentals. Fort Belvoir, VA, EUA. 2000;*
3. *Blanchard, B. S.; Fabrick, W. J. Systems Engineering and Analysis. 5th. Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, EUA. 2006.*
4. *Jackson, Scott. Systems Engineering for Commercial Aircraft: A Domain-Specific Adaptation (p. iv). 2nd. Ed. Routledge. NY, EUA. 2016.*