

## - Engenharia e Análise de Sistemas (EAS): O que é um Sistema?

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 29 – 14 JAN 2012

Quando vamos tratar de Engenharia e Análise de Sistemas (EAS), a primeira coisa que temos de fazer é deixar claro o conceito de Sistema<sup>1</sup>. Trata-se de um conceito que, às vezes, não é claro nem para engenheiros da área de sistemas. Neste MSC, vamos dar partida a uma série de artigos voltados para o tema EAS, começando, como dissemos, com o conceito de Sistema.

Tudo que temos conversado nos MSC apresentados, até agora, tem a ver com a EAS. Por isso, é importante explorar um pouco esse tema.

EAS é uma disciplina bem difundida nos Estados Unidos e em vários países da Europa. Mas aqui no Brasil, ela ainda está dando os primeiros passos.

Vamos apresentar, a seguir, um possível conceito para EAS. Num próximo MSC, trataremos com mais detalhes desse conceito.

“Conjunto de todas as atividades de engenharia que ocorrem ao longo do ciclo de vida dos sistemas”.

Estamos falando de conceito<sup>2</sup> e não de definição.

Portanto, o objeto central da EAS é o Sistema.

EAS se preocupa com o Sistema, da sua concepção ao seu descarte ou alienação.

Desse modo, a primeira coisa a fazer é responder à pergunta: “O que é um Sistema”?

Há sistemas naturais e sistemas desenvolvidos pelo ser humano. Entre os sistemas naturais podemos citar uma bacia hidrográfica. Nossa

preocupação, no entanto, está nos sistemas desenvolvidos pelo ser humano

Um Sistema desenvolvido pelo ser humano pode ser conceitual ou físico.

Um Sistema é dito Conceitual, quando ele está estruturado apenas num conjunto de ideias, planos, hipóteses, especificações, etc., como, por exemplo, o que precede e se prolonga durante o desenvolvimento do Sistema Físico.

Por outro lado, o Sistema classificado como Físico é aquele constituído por componentes físicos reais, concretos (hardware e o respectivo software, e pessoas que com ele interagem). Ele ocupa espaço físico. Ex: um motor de um automóvel.

Neste trabalho, estamos interessados em sistemas físicos, mas com os correspondentes sistemas conceituais.

Mas vamos ao conceito de Sistema.

“Conjunto de partes (pessoas, procedimentos, materiais, ferramentas, equipamentos, facilidades e software), trabalhando juntas, de forma preestabelecida, para a consecução de um ou mais objetivos”.

As “partes” são denominadas também de “Componentes do Sistema”.

Um Sistema tem entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) e uma ou mais formas de energia (potência) para alimentar os componentes em seu trabalho. A Figura 1 dá uma ideia do que estamos falando.

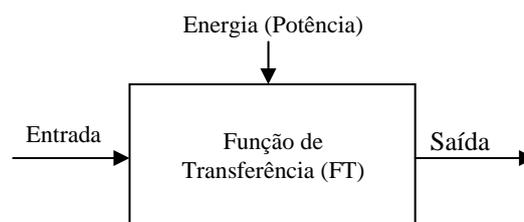


Fig. 1 - Sistema

<sup>1</sup> Neste trabalho, estaremos sempre escrevendo “Sistema” e “Subsistema” com inicial maiúscula, quando no singular.

<sup>2</sup> Estamos falando de “conceito” e não de “definição”. Definições são muito difíceis de serem formuladas e, quando o são, quase sempre são imperfeitas. Conceitos modificam-se com o tempo, mas definições dificilmente são modificadas. Vejam a definição de circunferência. Alguém já conseguiu modificá-la?

Cada componente tem seus atributos ou características, permitindo ao engenheiro de

sistemas estabelecer relações entre eles, de modo a produzirem, em conjunto, a saída desejada. Essas relações, em seu conjunto, poderiam ser chamadas de Função de Transferência.

Teoricamente, e como toda função, a FT aplicada à entrada conduz à saída.

Praticamente, quase tudo o que conhecemos pode ser considerado um Sistema. Um simples procedimento e a pessoa que o utiliza, com ou sem recursos materiais, constituem um sistema.

O casamento é um Sistema, por sinal bem complexo.

Um país é um Sistema. Um Ministério de um governo é um sistema. Infelizmente, quase sempre os ministros parece não terem noção disso.

Outros exemplos: Sistema Espacial, Sistema de Armas, Sistema de Transporte, Sistema de Comunicações, Serviços, Processos de Fabricação ou de Montagem, etc.

O Sistema Espacial de Lançamento de Satélites do Brasil, por exemplo, inclui o veículo lançador e tudo que, de alguma forma, interage com o mesmo, durante sua montagem e preparação para o lançamento, no Centro de Lançamento, e durante o voo, até o cumprimento da missão.

Costuma-se denominar componente principal ou equipamento principal do Sistema aquela parte que realiza a missão fim do mesmo. Desse modo, para saber qual é o componente principal, deve-se fazer a seguinte pergunta: “Qual é a parte do Sistema que realiza a missão fim”? Por exemplo: Sistema Espacial de Lançamento de Satélite. Feita a pergunta, a resposta é: “O veículo lançador”. No caso de um Sistema de Armas militar, poderia ser a aeronave, o tanque de guerra, o navio, etc.

Todas as partes de um Sistema têm sua função. Fala-se de função do Sistema, dos subsistemas, dos equipamentos, dos módulos e dos componentes. Para chegar à especificação da arquitetura final de um Sistema, é necessário conhecer todas essas funções. Uma vez identificadas, pode-se então verificar quem ou o quê pode realizá-las (hardware, software, ser humano, ou uma combinação desses fatores), respeitando as restrições de requisitos de segurança, custo e eficácia operacional.

Um conceito também importante é o de Subsistema. Ele pode ser assim enunciado:

“Conjunto de partes (pessoas, procedimentos, materiais, ferramentas, equipamentos, facilidades e software), trabalhando juntas, de forma preestabelecida, para a consecução de um ou mais objetivos para a consecução dos objetivos do Sistema”.

Note que esse conceito nos diz claramente que o Subsistema é parte do Sistema.

Um aspecto importante a ser considerado é o de hierarquia nos sistemas.

Em geral, considera-se a seguinte hierarquia:

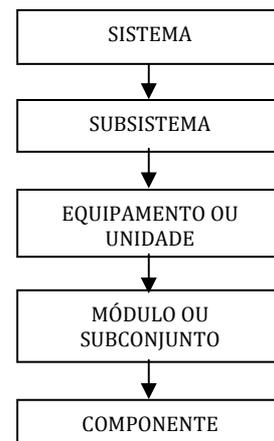


Fig. 2 – Hierarquia nos sistemas

O Quadro 1 dá um exemplo de hierarquia em sistemas, considerando o produto e os serviços correlatos.

Quadro 1 – Exemplo de hierarquia em sistemas

HIERARQUIA	PRODUTO	SERVIÇO
<b>Sistema</b>	Sistema Espacial de Lançamento de Satélites	Manutenção de Veículos
<b>Subsistema</b>	Subsistema de Disparo de Propulsores do Primeiro Estágio	Setor de Mecânica
<b>Equipamento ou Unidade</b>	Painel de Comando e Disparo	Facilidades (oficina, energia elétrica, informática, armazém de peças, bancadas, comunicação)
<b>Módulo ou Subconjunto</b>	Painel de Disparo	Recursos de Manutenção (pessoal, equipamentos de teste, procedimentos, ferramentas).
<b>Componente</b>	Dispositivos do Painel de Disparo	Peças de Reposição

Nem sempre o Sistema em análise tem todos os níveis apresentados na figura 2. Consideremos, por exemplo, um caminhão de uma empresa de transporte. O Sistema global é toda a empresa. Um de seus subsistemas seria o operacional, onde estão os caminhões e os motoristas, que seriam as unidades ou os equipamentos. Mas se nosso interesse, na análise, é chegar só até aí, então caminhão e motorista seriam componentes (último nível da hierarquia), e não teríamos os níveis de equipamentos ou unidades e de módulos ou subconjuntos.

Por outro lado, se em nossa análise estivermos conduzindo um estudo concentrado no caminhão, então nosso Sistema em estudo é o caminhão, e tudo que está em volta do mesmo seria seu ambiente. Desse modo, num tal contexto, o caminhão deixa de ser um equipamento ou unidade, para ser um Sistema.

Em suma, a hierarquia apresentada é relativa, i.e., depende de nosso interesse na análise. O Sistema, em um determinado contexto de análise, pode ser Subsistema ou equipamento; num outro, pode ser componente, e assim por diante.

O importante é saber identificar, em nossa análise, o Sistema de nosso interesse e tudo que estiver fora de suas fronteiras, interagindo de alguma forma com ele, ou seja, seu ambiente.

Como vimos, toda energia, material ou informação (sinal) que passa do seu ambiente para o Sistema é comumente chamada de entrada (*input*), e toda energia, material ou informação (sinal), que passa dele para seu ambiente é chamada de saída (*output*). Os termos em inglês são mais utilizados.

Quando partimos para a análise, consideramos o Sistema de nosso interesse como uma caixa preta (termo utilizado para significar que, em princípio, não sabemos o que está em seu interior), com seus inputs e outputs.

Depois, passamos para o nível imediatamente inferior, ou seja, analisamos as caixas pretas menores que constituem o Sistema. São os subsistemas. Mas, no momento em que nos concentrarmos nessas “caixas-subsistemas”, devemos considerá-las, para efeito de análise, como sistemas, procurando seus *inputs* e *outputs*, e vamos descendo a níveis cada vez menores, até atingirmos o nível de indivisibilidade visível, chegando então aos componentes.

Os próprios componentes podem ser considerados sistemas, quando nossa análise se concentra neles, e aí podemos chegar a sistemas microscópicos. Tudo, repetimos, depende do interesse do analista.

Ficamos por aqui. Perdoem-nos por termos nos alongado um pouco, fugindo do espírito abreviado dos “Flashes”.

Até a próxima.

Referências:

- (1) Boulding, K. **General Systems Theory: The Skeleton of Science**. Management Science. USA. 1956.
- (2) Hall, A. D. **Methodology for Systems Engineering**. D. Van Nostrand Co., Ltd. Princeton, NJ, USA. 1962.
- (3) Forrester, J. W. **Principle of Systems**. MIT Press. Cambridge, MA., USA. 1968.
- (4) DAU (Defense Acquisition University). **Systems Engineering Fundamentals**. Fort Belvoir, VA, USA. 2000.
- (5) Blanchard, B. S.; Fabrick, W. J. **Systems Engineering and Analysis**, 5th. Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA. 2006.