

---

## Melhore Seus Conhecimentos (MSC)

### *Diagramas Funcionais e de Confiabilidade: Há Diferenças?*

**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@uol.com.br

MSC 56 – 06 AGO 2015

---

*Em nossas recentes consultorias, deparamo-nos com o problema de haver alguma confusão com relação a diagramas funcionais e de Confiabilidade. Neste trabalho, vamos procurar mostrar, com um simples exemplo, a diferença entre eles. Acreditamos que servirá de ajuda, principalmente para aqueles que ingressam na engenharia de sistemas (aeronáuticos ou não). Falaremos também de diagramas físicos.*

As empresas que utilizam a metodologia de Engenharia e Análise de Sistemas (EAS), em difusão no Brasil, em geral passam pela experiência de desenvolvimento desses diagramas.

Já no início do ciclo de vida de um sistema (CVS), na Fase Conceitual (*Conceptual Phase*), entramos em contato com os diagramas funcionais.

A Fase Conceitual, aliás, é a mais importante do CVS. É nesse momento que identificamos os requisitos que deverão ser alocados ou inseridos no projeto do sistema.

Esses requisitos podem ser condensados em três grandes grupos: requisitos dos clientes/usuários, requisitos da autoridade de certificação e requisitos próprios da empresa que desenvolve o sistema.

Os requisitos do cliente estão ligados à funcionalidade do sistema, em termos de desempenho operacional e suporte técnico logístico.

Os requisitos da autoridade de certificação ou agente certificador estão focalizados na segurança (*safety*) do sistema<sup>1</sup>.

A confiabilidade é um fator importante, tanto para a parte operacional quanto para a definição do suporte logístico do sistema.

De posse desses requisitos, desenvolve-se, ainda na fase conceitual, uma análise funcional, procurando identificar as funções do sistema, tanto operacionais quanto logísticas e, por meio dos **diagramas funcionais**, verificar como essas funções se encadeiam, para se atingir o objetivo do sistema.

Vamos considerar aqui um sistema de nosso cotidiano, aproveitando para mostrar que a metodologia da EAS é geral, isto é, não se aplica só ao mundo aeroespacial. O sistema escolhido é aquele que vemos nos prédios de apartamentos ou prédios comerciais. Trata-se do sistema de bombeamento da água captada por um reservatório no solo da edificação, conduzindo-a para os reservatórios no topo do edifício (caixa d'água ou simplesmente caixa), para depois ser distribuída aos usuários.

O primeiro passo é a identificação das funções. São elas<sup>2</sup>:

---

<sup>1</sup> Em se tratando de sistemas militares, o agente certificador preocupa-se com o cumprimento da missão e a segurança (*safety*).

<sup>2</sup> Uma função é uma ação ou conjunto de ações necessárias para atingir um determinado objetivo no sistema. Ações são apresentadas por meio de verbos na forma infinitiva impessoal ou pelas respectivas denominações.

(F1) Bombear água de um reservatório no solo encaminhando-a para a caixa;

(F2) Verificar, por meio de um sensor, a situação do nível da água na caixa;

(F3) Interromper o bombeamento de água se o sensor indicar que o nível máximo estabelecido foi atingido; e

(F4) Voltar a bombear água para a caixa, caso o sensor indique que o nível mínimo de água na caixa foi atingido.

Vamos ao **diagrama funcional** do sistema (Fig. 1).

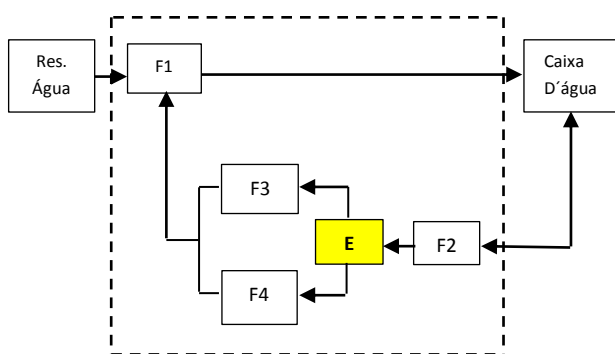


Fig. 1 – Diagrama Funcional

Detalhes importantes: note que o sistema a ser desenvolvido é aquela parte no interior do retângulo tracejado. O reservatório e a caixa d'água não pertencem a esse sistema. São itens que já se encontravam na edificação.

Da mesma forma, a alimentação elétrica para o sistema também não pertence a esse sistema, pois já se encontrava disponível na edificação. Se estivéssemos tratando de uma aeronave, a alimentação elétrica pertenceria ao sistema porque teria de ser desenvolvida com o restante do sistema.

Note também que, ao desenvolver o diagrama funcional, ainda não estamos preocupados se haverá redundância ou não para o bombeamento.

Observe ainda que F3 e F4 estão depois de uma porta E (And), indicando que essas duas funções têm de estar presentes. Se uma delas falhar, o sistema perderá o controle da função F1 (bombeamento).

É fácil ver que operar com duas bombas d'água em paralelo vai aumentar a confiabilidade do

sistema. De fato é o que habitualmente se faz. Vamos então ao **diagrama de confiabilidade** (Fig.2).

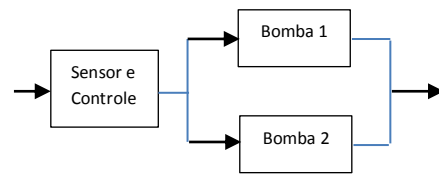


Fig. 2 - Diagrama de Confiabilidade

Observa-se uma notória diferença entre o diagrama de confiabilidade e o diagrama funcional. Observe as bombas em paralelo. Na linguagem da confiabilidade, isso significa que o sistema continuará operando se uma das bombas parar de funcionar.

Para complementar este MSC, apresentamos, a seguir, o diagrama físico do sistema (Fig. 3).

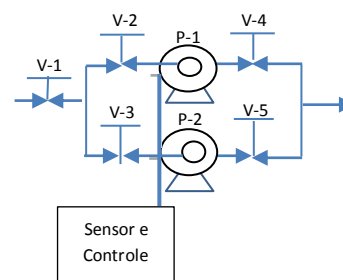


Fig. 3 – Diagrama Físico

Onde  $V_n$  são válvulas ideais<sup>3</sup> e  $P_n$  são bombas.

Como se vê, o diagrama físico é desenhado com símbolos representativos dos componentes físicos do sistema, mostrando, claramente, a interligação desses componentes<sup>4</sup>. É como seria apresentado no manual de manutenção do sistema.

O espaço é pequeno, mas cremos que tenha sido suficiente para sobretudo mostrar que há diferenças, sim, entre o diagrama funcional e o de confiabilidade.

Até a próxima.

Referências:

- (1) BLANCHARD, Benjamin. S - FABRICKY, Wolter J. *Systems Engineering and Analysis*. EUA: Prentice Hall, 4. Ed., 2006.

<sup>3</sup> Por essa razão, não as consideramos no diagrama de confiabilidade.

<sup>4</sup> Por simplicidade, deixamos de mostrar os componentes do Sensor & Controle. Seu diagrama físico pode ser mostrado à parte.

(2) *MODARRES, M. Reliability and Risk Analysis. Cincinnati - Ohio (EUA): Marcek Dekker, Inc., 1993.*