

# Por Que é Complexo Calcular a Confiabilidade de Sistemas Multitecnológicos

Autor: Eng. Eletricista José Nunes – Frasele Automação

A avaliação de confiabilidade em máquinas e equipamentos industriais modernos representa um desafio técnico significativo, especialmente em sistemas onde subsistemas eletrônicos, mecânicos, hidráulicos e pneumáticos interagem de forma dinâmica. Embora metodologias clássicas de confiabilidade sejam amplamente conhecidas, sua aplicação direta em sistemas integrados raramente é trivial.

## Interdependência Entre Subsistemas

Os diferentes domínios tecnológicos não operam de forma isolada. O comportamento do sistema frequentemente depende da interação entre sistemas eletrônicos de controle, elementos mecânicos, circuitos hidráulicos e sistemas pneumáticos. Uma falha em um domínio pode se manifestar em outro.

## Modos de Falha Heterogêneos

Cada tecnologia possui características próprias de degradação e falha. Sistemas eletrônicos são sensíveis a condições térmicas e elétricas, enquanto componentes mecânicos sofrem desgaste e fadiga. Sistemas hidráulicos e pneumáticos possuem variáveis específicas de contaminação e estabilidade.

## Falhas Não Independentes

Modelos clássicos frequentemente assumem independência entre falhas. Na prática, interações entre subsistemas podem gerar eventos correlacionados, onde uma anomalia mecânica ou térmica impacta diretamente sistemas eletrônicos e vice-versa.

## Influência das Condições Operacionais

A confiabilidade depende não apenas do projeto, mas também de variáveis como perfil de carga, ambiente industrial, estratégias de operação, qualidade de manutenção e condições de utilidades.

## Dificuldade de Modelagem Determinística

Sistemas multitecnológicos frequentemente apresentam comportamento não linear, dependência de estados e falhas condicionais, dificultando modelagens puramente matemáticas.

## **Importância da Abordagem Sistêmica**

Avaliações realistas exigem análise funcional detalhada, identificação de modos de falha, avaliação de interdependências e compreensão do comportamento dinâmico do equipamento.

## **Conclusão**

Calcular a confiabilidade de sistemas multitecnológicos é uma atividade complexa devido à diversidade de modos de falha, interações entre subsistemas e influência das condições operacionais. Em máquinas industriais modernas, a confiabilidade deve ser tratada como um problema de engenharia sistêmica.