

APLICAÇÃO DE CONTROLE SUPERVISÓRIO TOLERANTE A FALHAS¹

Izabela Menegazzo Costa², André Bittencourt Leal³

¹ Vinculado ao projeto “Controle Supervisório de Sistemas a Eventos Discretos: em direção à indústria 4.0”

² Acadêmica do Curso de Engenharia Elétrica – CCT – Bolsista PROBIC

³ Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – CCT – andre.leal@udesc.br

No cenário industrial atual de alta competitividade, com necessidade de ter baixos custos e alta eficiência na produção, aspectos de tolerância a falhas ganharam importância de destaque no contexto da automação industrial. Neste trabalho, trata-se do problema de controle supervisório tolerante a falhas de sistemas de manufatura modelados como Sistemas a Eventos Discretos (SEDs). Para o seu desenvolvimento, foi realizado um estudo de caso sobre uma planta virtual disponível no software Factory IO. A planta escolhida para o estudo de caso é ilustrada na Figura 1, com indicação dos elementos utilizados, conforme segue: Est1 e Est2 representam as esteiras responsáveis pela movimentação das peças; A1 é um atuador encarregado de mover a peça de Est1 para Est2; O sensor S1, por sua vez, identifica a cor da peça, se azul ou verde; O sensor S2 identifica a passagem de peça na esteira Est1. Pela esteira Est2 entram apenas peças verdes, que devem continuar nela até que saiam do sistema; já pela Est1 entram tanto peças verdes quanto azuis e o objetivo de controle consiste em identificar essas peças em S1 e, usando o atuador A1, mover as peças verdes para a esteira Est2.

No intuito de obter a lógica de controle minimamente restritiva e não bloqueante para o comportamento do sistema livre de falhas, utilizou-se a abordagem modular local de síntese de supervisores. Assim, o comportamento dos subsistemas que compõem a planta e as especificações de controle foram modelados por autômatos de estados finitos, conforme ilustrado na Figura 2, e os supervisores foram obtidos com apoio da ferramenta Nadzoru. Para tratar da questão de tolerância a falhas, adotou-se a estratégia de ocultação de falha, a qual consiste em diagnosticar a ocorrência de falha e, usando um módulo chamado de reconfigurador, gerar ou ocultar eventos a fim de garantir que a lógica de controle implementada continue válida mesmo com a ocorrência da falha. No estudo de caso realizado, considerou-se que o sensor S1 pode apresentar falha, não identificando então as peças verdes, mas apenas as peças azuis. Para a diagnose da falha, analisa-se a sequência de eventos: se S2 é acionado sem que uma peça tenha sido identificada por S1, então houve falha em S1. Nesse caso, a partir da diagnose da falha, na ativação de S2 o bloco reconfigurador emula a geração do evento como se uma peça verde tivesse sido identificada em S1 e a lógica de controle implementada atua corretamente para mover essa peça para a outra esteira, sem sentir o efeito da falha. Caso S1 volte a funcionar novamente, o reconfigurador deixa de atuar e a lógica de controle nominal se encarrega de garantir o correto funcionamento da planta.

Para a validação da estratégia de controle adotada, implementou-se a lógica de controle relativa aos supervisores nominais, bem como o bloco de reconfiguração, em um CLP virtual (soft-PLC) e, usando protocolo de comunicação OPC-UA, fez-se a conexão entre o CLP virtual e a planta do Factory IO. Testes foram realizados sobre o sistema, provocando falhas intermitentes no sensor S1 e constatou-se que a solução de controle adotada manteve o correto funcionamento da planta mesmo na presença de falhas.

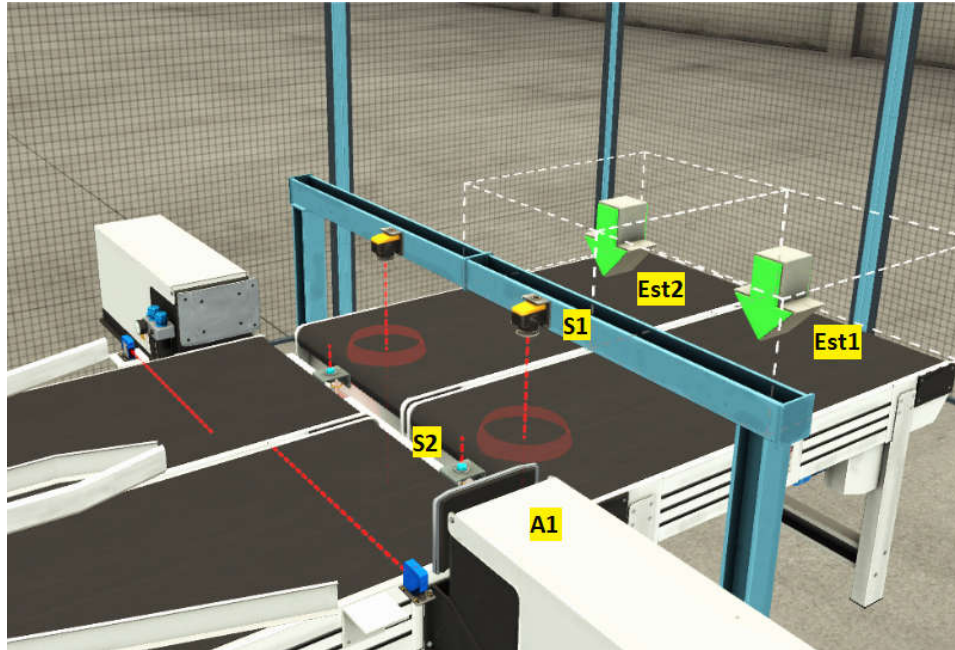


Figura 1: Planta do Factory IO usada no estudo de caso

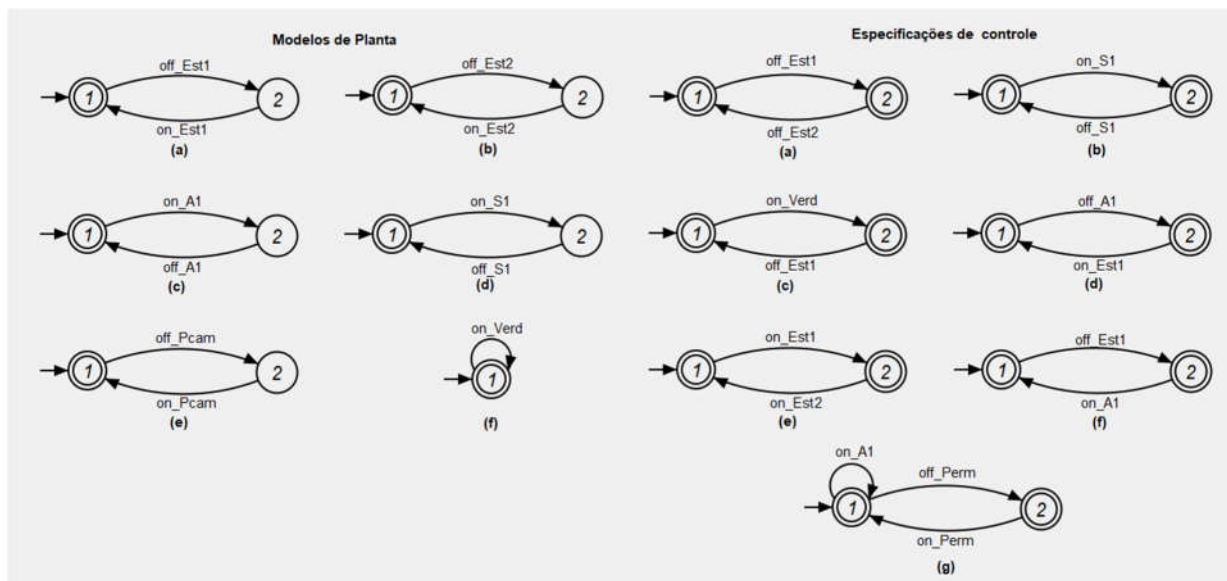


Figura 2: Autômatos usados para a obtenção formal da lógica de controle

Palavras-chave: Controle Supervisório. Controle Tolerante a Falhas. Sistemas a Eventos Discretos.