

CONTROLE TOLERANTE A FALHAS EM SISTEMAS INDUSTRIAIS BASEADOS NA IEC 61499

Carlos Henrique Ritzmann¹, Roberto Silvio Ubertino Rosso Junior²,
Herbert Albérico de Sá Leitão³, André Bittencourt Leal⁴

¹ Acadêmico do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação – CCT – Bolsista PROBIC/UDESC.

² Orientador, Departamento de Ciência da Computação – CCT – roberto.rosso@udesc.br.

³ Mestre em Engenharia de Sistemas – CCT/UDESC – CTG/UFPE.

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica – CCT/UDESC.

Com a vinda do termo indústria 4.0 para o mercado de trabalho, os sistemas industriais têm passado por grandes mudanças. Eles estão cada vez mais automatizados e operam de forma mais autônoma, tendo como objetivo o aumento de sua eficiência e da taxa de produção. Com a possibilidade de aplicação de sistemas embarcados em processos industriais, elementos como sensores e atuadores podem se conectar às redes de comunicação e trocar informações entre si, tornando a operação do sistema mais descentralizada. Isso garante que cada equipamento e dispositivo seja capaz de cooperar entre si para aumentar a eficiência e a eficácia de produção. Entretanto, como este contexto não se trata de um ambiente ideal, peças e equipamentos podem se desgastar com o tempo ou se danificarem por meio de uso indevido no sistema. Como resultado, sensores e atuadores podem apresentar falhas que podem se propagar a outros dispositivos e equipamentos, acarretando danos em máquinas e interrupção na produção. A tratativa deste tipo de problemática pode ser feita por ferramentas que auxiliam no planejamento e no desenvolvimento dos sistemas industriais, como a norma IEC 61499. A IEC 61499 fornece blocos de função capazes de modelar o comportamento do sistema industrial de uma forma simplificada, utilizando o paradigma de linguagem orientada a objetos para abstrair as diversas camadas do funcionamento do sistema. Esta norma também garante que o sistema possa ser reconfigurado de forma dinâmica, sem que seja necessário parar seu funcionamento para que as modificações sejam aplicadas no código fonte.

Utilizando-se de técnicas vindas da teoria de controle supervisório, é possível encontrar falhas presentes dentro de um modelo de sistemas a eventos discretos. A fim de abstrair o funcionamento do sistema por meio de um sistema a eventos discretos, cada componente do sistema pode ser representado por um autômato finito determinístico. O autômato destes componentes é formado por um conjunto de estados que podem ser atingidos conforme um conjunto de eventos sejam acionados durante o processo de produção. Ao realizar uma operação matemática de composição síncrona entre todos os modelos dos componentes, é gerado um autômato finito capaz de representar todos os estados que podem ser atingidos na planta do sistema. Ao utilizar o mesmo método para abstrair especificações de controle, as condições de operação do sistema, é gerado o modelo das especificações de controle. Quando tais modelos são sincronizados através da composição síncrona, o autômato da planta pode ser simplificado, tendo uma grande redução de estados e transições não acessíveis. Aplicando-se operações relacionadas à análise de diagnosticabilidade de falhas em sistemas a eventos discretos nos modelos de controle obtidos na teoria de controle, é possível obter um autômato denominado de diagnosticador, que permite que

seja realizado o diagnóstico de falhas no sistema. Entretanto, dependendo do modelo de controle gerado para o sistema e dos recursos matemáticos aplicados na diagnosticabilidade, é possível que não seja capaz de classificar a falha como diagnosticável no sistema. Portanto, neste projeto de pesquisa, foram desenvolvidas técnicas para refinar a representação do modelo da planta, para que haja uma garantia de que este modelo seja capaz de detectar o surgimento de falhas. A Figura 1 abaixo mostra uma representação gráfica referente à construção do modelo da planta em conjunto com as operações utilizadas no refinamento do modelo e que proporcionam a obtenção do autômato diagnosticador.

Quanto às operações utilizadas para refinar o modelo da planta, foi gerado o controlador supremo, a fim de garantir a condição de controlabilidade. Durante esta etapa, o algoritmo de Trim é utilizado para calcular a acessibilidade e co-acessibilidade do autômato. Após esta etapa, são utilizados os autômatos rotuladores. Estes autômatos são utilizados para enriquecer os rótulos dos estados do autômato da planta. Foram criados o rotulador NF e o rotulador B-NB, sendo ambos aplicados por meio de um processo de sincronização com o autômato da planta. Em seguida, foi calculado o autômato observador, em que todos os eventos não observáveis são removidos do modelo. Entretanto, é possível que existam ciclos escondidos no observador que impossibilitam a análise de diagnosticabilidade da falha. A detecção e análise do ciclo escondido é imprescindível para o estudo de diagnosticabilidade da falha no sistema, por isso foi desenvolvido no projeto um algoritmo para a detecção e análise deste tipo de ciclo. Após o refinamento do sistema, foi avaliada a condição de diagnóstico, diagnóstico seguro e controlabilidade segura do modelo resultante.

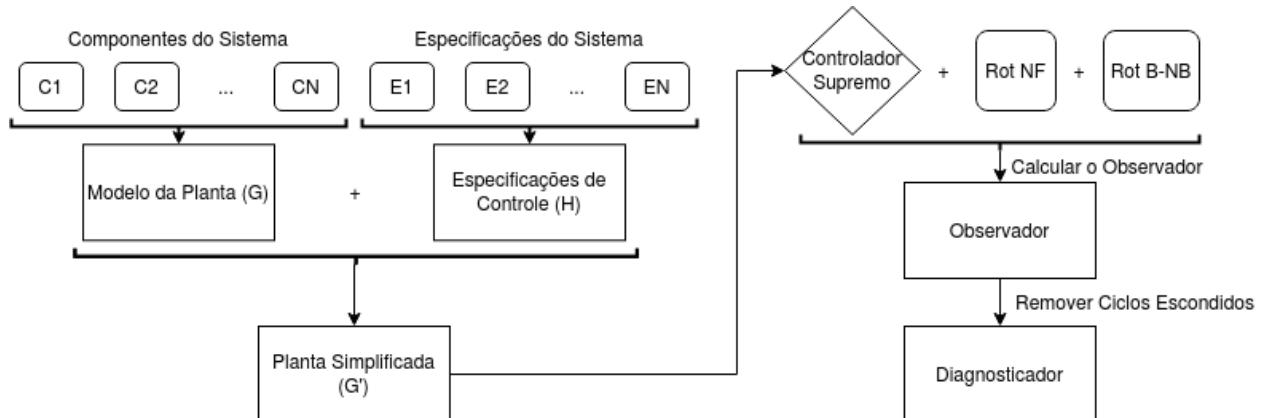


Figura 1. Construção e refinamento do modelo de um sistema industrial.

Palavras-chave: Sistema industrial. Diagnóstico e tratamento de falha. Sistemas a eventos discretos.