

Síntese e implementação de diagnosticadores de falhas a eventos discretos para processos industriais

Orientador: Prof. Felipe Gomes Cabral
Co-orientador: **Prof. Max Hering de Queiroz**

Área: Automação e Sistemas
Local de Desenvolvimento: DAS
Início: 06/2020
Previsão de Término: 02/2022

Objetivo:

Esta proposta de trabalho de mestrado tem como objetivo investigar a aplicação de métodos formais de diagnóstico de falhas baseados em sistemas a eventos discretos em processos industriais. Pretende-se avaliar a metodologia proposta através de um estudo de caso inspirado em problemas reais da Indústria de Petróleo e Gás (IP&G), dirigido à supervisão do separador trifásico do Laboratório para Experimentação em Escoamento Multifásico (LEEM) do DAS.

Especificamente, propõe-se:

- Identificar problemas característicos de processos industriais para diagnóstico de falhas a eventos discretos;
- Modelar e sintetizar diagnosticadores de falha para problemas relevantes de processos industriais.
- Propor métodos para implementação eficiente de diagnosticadores considerando a arquitetura de controle e automação típica de processos industriais, incluindo sistemas SCADA, CLPs e redes industriais *fieldbus*.
- Desenvolver e implementar diagnosticadores para uma planta real da indústria de petróleo e gás.
- Avaliar experimentalmente os métodos e soluções propostas em estudo de caso.

Justificativa:

Esta proposta de pesquisa se origina no contexto de um projeto de P&D com a Petrobrás intitulado “validação de sistemas de controle e automação na indústria do petróleo e gás utilizando métodos de teste, verificação e síntese de programas”, que visa a operação segura e em conformidade com as especificações de funcionamento das unidades de produção *off-shore*.

Sistemas críticos são sistemas geralmente encarregados de atividades de controle que requerem alto grau de confiabilidade, tendo em vista que falhas em tais sistemas podem levar a danos sérios de equipamentos de custo elevado e até em perdas de vidas humanas. A necessidade de atender os requisitos rigorosos deste tipo de sistemas exige que os projetos os levem em conta e que as implementações sejam previamente validadas. Este é o caso dos sistemas de controle e automação da indústria de petróleo e gás que, além de dirigir o processo produtivo, devem garantir a segurança operacional das instalações industriais. Exemplos típicos são: Sistema de parada de emergência (ESD- Emergency shutdown); Sistema de parada de segurança (Safety shutdown); Sistema de intertravamento de segurança; Sistema de fogo e gás.

Sistemas a Eventos Discretos (SED) são caracterizados por um espaço de estados discreto de valores lógicos cuja dinâmica é dirigida pela ocorrência de eventos. Esses sistemas são comumente modelados matematicamente através de autômatos e de Redes de Petri [1]. Boa parte dos sistemas dinâmicos complexos podem ser vistos como SED em

algum nível de abstração. Em processos industriais, sistemas de controle lógico, sequenciamento e intertravamento de segurança se enquadram naturalmente nessa classe. O diagnóstico de falhas nesses sistemas é um desafio de grande relevância tanto pela complexidade na dinâmica, quanto pela criticidade dos processos envolvidos, o que justifica o grande número de pesquisas que vêm amadurecendo o uso de métodos formais para o tratamento deste problema nas últimas décadas [2].

As falhas em SED estão geralmente associadas à ocorrência de um evento que não pode ser observado diretamente por um sensor e que altera o comportamento do sistema sem necessariamente levar a uma situação de parada. Em alguns casos, as falhas podem ser diagnosticadas após a ocorrência de um número finito de eventos observáveis, a partir da relação entre o comportamento medido por sensores e o estado lógico alcançado pelo modelo do sistema. Nesse sentido, Lafortune et al. [3] propõem um método formal que, partindo de um modelo de autômatos, permite a geração automática de diagnosticadores de falhas. Esse método tem sido aplicado nas mais diversas áreas, que incluem sistemas de climatização, máquinas fotocopadoras e sistemas de manufatura.

Esta pesquisa tem como objetivo investigar a aplicação da metodologia de diagnóstico a problemas de falhas por eventos discretos característicos de processos da indústria de petróleo e gás. Para isso, serão identificados alguns problemas que se enquadrem na classe de SED, será feita a modelagem, análise e síntese de diagnosticadores. O trabalho de Martins [4] abordou o diagnóstico de falhas de uma unidade de separação trifásica da Petrobras e serve de referência para este desenvolvimento. Pretende-se ainda propor métodos de implementação de diagnosticadores na arquitetura de controle e automação de processos, que envolve sistemas SCADA, controladores lógico-programáveis (CLPs) e redes de campo industriais.

Pretende-se avaliar a metodologia proposta através de um estudo de caso baseado em um problema real da indústria de petróleo e gás, que no primeiro momento pode se dirigir ao controle da planta do Laboratório para Experimentação em Escoamento Multifásico (LEEM) do DAS da UFSC (Projeto CNPQ-CTPETRO), que foi projetado para produzir escoamento multifásico com proporções controladas de água, óleo e gás, além de permitir desenvolvimentos de instrumentação e técnicas de controle (figura 1).

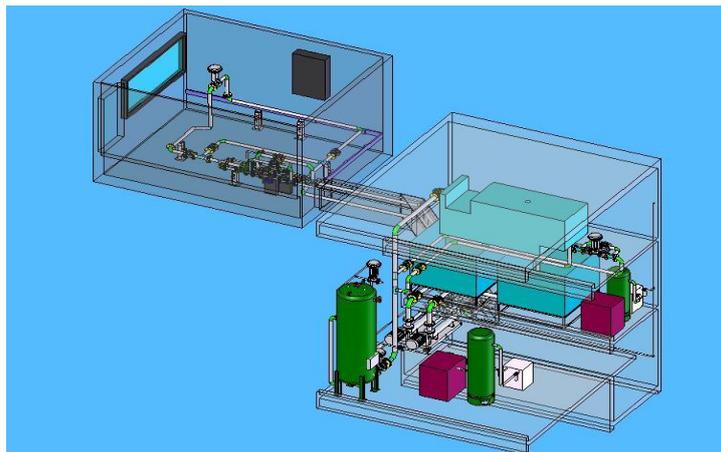


Figura 1: Laboratório do Laboratório para Experimentação em Escoamento Multifásico (LEEM)

Bibliografia inicial:

- [1] CASSANDRAS, C. G.; LAFORTUNE, S. **Introduction to Discrete Event Systems**. Kluwer Academic Publishers, USA, 1999.
- [2] ZAYTOON, J., LAFORTUNE, S., **Overview of fault diagnosis methods for Discrete Event System**, Annual Reviews in Control, v. 37, pp. 308-320, 2013.
- [3] S. LAFORTUNE, D. TENEKETZIS, R. SENGUPTA, K. SINNAMOHIDEEN AND M. SAMPATH, **Failure Diagnosis of Dynamic Systems: An Approach Based on Discrete Event Systems**, Proceedings of the 2001 American Control Conference, Arlington, VA, USA, 2001, pp. 2058-2071 vol.3.
- [4] MARTINS, A. E. A., **Diagnose de falhas de uma unidade de separação trifásica usando modelos a eventos discretos**, Projeto de Graduação – Curso de Engenharia de Controle e Automação, Escola Politécnica, UFRJ, 2018.
<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10028200.pdf>