

# P229 - Regulador Smart

## Uleiderson Costa Santos<sup>1</sup>, Fabio Salu<sup>2</sup>

Emerson Automation Solution<sup>1</sup>  
Companhia de Gás de São Paulo<sup>2</sup>

Resumo – Entendendo a Industria 4.0 como uma evolução dos sistemas produtivos industriais, o projeto teve como objetivo a inserção deste conceito dentro do que é o coração das estações de regulagem da Comgás, o regulador de pressão, que neste projeto passamos a chamar de regulador inteligente (“Regulador Smart”) que anteriormente eram equipamentos 100% mecânicos, sem qualquer monitoramento on-line e agora a partir de monitoramento da sua posição de abertura e atrelado a isso, instalação de sensores de pressão nas estações de gás natural, faz-se possível a comparação com a curva padrão de fábrica do equipamento que trabalha em conjunto com o algoritmo desenvolvido para prever quando haverá a necessidade de uma manutenção, provendo diagnósticos e alarmes em tempo real.

Palavras-Chave: Estações Inteligentes; Industria 4.0; Manutenção Preditiva; Modelos Matemáticos; Regulador de Pressão

### Introdução

A motivação fundamental da execução deste trabalho foi a busca pela possibilidade de termos uma manutenção preditiva dos reguladores de pressão, utilizados tanto em Estações de Redução de Pressão, quanto em Conjuntos de Regulagem e Medição. O Regulador de Pressão é um dos equipamentos mais importantes na rede de distribuição de Gás Natural, sendo responsável pela entrega da demanda do Gás Natural a uma pressão constante. O projeto teve um trabalho executado a três mãos, uma a Comgás com os inputs das informações históricas, a Emerson com as informações e testes dos equipamentos (reguladores de pressão) e a Birminid, empresa responsável pela elaboração do Algoritmo Lógico para as análises preditivas do equipamento (Regulador de Pressão) e das Estação Redutoras de Pressão. O desenvolvimento do trabalho considerou a dimensão técnica, visando a aplicabilidade deste algoritmo para ser usado em escala atendendo a perspectiva das áreas envolvidas: Engenharia, Manutenção e Automação.

### Desenvolvimento

O projeto tem como objetivo a obtenção de um algoritmo lógico capaz de prever a realização de manutenções preventivas nas Estações de Redução de Pressão e Conjuntos de Regulagem e Medição e para isso, tivemos que iniciar nosso trabalho entendendo esse conceito.

A manutenção preditiva é uma metodologia que se trata de uma filosofia corporativa. Essa técnica tem como objetivo programar intervenções nas máquinas tendo como base indicadores dos próprios equipamentos, monitorando-os periodicamente. São feitas inspeções no desempenho do sistema e esses dados fornecem informações que confirmam as anomalias presentes.

Para conseguir definir o melhor algoritmo lógico para estes sistemas, foi necessário o uso de machine learning. Existem diversas definições para o que é esse campo de estudo, mas uma que representa bem o que é machine learning, é a definição dada pelo Dr. Yoshua Bengio, professor da Universidade de Montréal e um dos maiores pesquisadores da área:

“A pesquisa em aprendizado de máquina é um campo de estudo dentro da pesquisa em inteligência artificial, que busca

fornecer conhecimento aos computadores através de dados, observações e interações com o mundo. Esse conhecimento adquirido permite que computadores generalizem corretamente novos eventos e configurações”.

Com isso, passamos a utilizar as redes neurais, que em ciência da computação e campos relacionados, redes neurais artificiais (RNAs) são modelos computacionais inspirados pelo sistema nervoso central de um animal (em particular o cérebro) que são capazes de realizar o aprendizado de máquina bem como o reconhecimento de padrões.

Redes neurais artificiais geralmente são apresentadas como sistemas de "neurônios interconectados, que podem computar valores de entradas", simulando o comportamento de redes neurais biológicas. Esse recurso nos deu a possibilidade de testarmos diversos modelos matemáticos com o objetivo de selecionar o melhor que se aplicava ao nosso estudo.

Além disto, realizamos uma viagem que teve como objetivo o intercâmbio entre as empresas (Emerson/Comgás) e a verificação da tecnologia apresentada funcionando na prática em um ambiente agressivo. Houve um intercâmbio junto a uma distribuidora de gás natural italiana para a troca de experiência sobre o tipo de comunicação e o tratamento da informação. Neste sentido, foi abordado o conceito smart grid que esta cada vez mais em expansão na Europa, bem como, a operação remota dos skids.

Complementar a isso, realizamos testes no laboratório da Emerson em McKinney-TX para obtenção da curva padrão dos reguladores de pressão nas condições similares aos testes realizados na implementação do algoritmo. Esses testes foram um marco importante, pois eles são a base da dados específica de comparação para que toda a lógica possa funcionar.

Houve um estudo profundo da correlação entre as variáveis, pois por se tratar de um sistema dinâmico, as correlações entre as mesmas é de extrema importância para a correta elaboração do algoritmo lógico e de todos os alarmes.

Com a curva padrão recebida e as premissas de projeto definida, demos um passo para elaboração da arquitetura do

algoritmo, sendo desenvolvida a interface do usuário que poderá interagir com três objetos na tela, sendo eles: uma representação gráfica das estações de regulação, um gráfico dinâmico e uma tela de mensagens (alarmes).

Os dados coletados nas estações de regulação são enviados para a nuvem através de um gateway. A nuvem esta sendo acessada para a construção de um banco de dados e em conjunto das inteligências fornecidas pela Emerson e pela Comgás o algoritmo lógico realizará as análises requisitadas. Os resultados das análises e as informações do banco de dados serão apresentados em uma página web aonde realizamos diversos testes offline e on-line do algoritmo lógico.

## **Resultados**

Executamos durante meses testes no modo “offline” do algoritmo e posteriormente migramos estes testes para a plataforma “online” com dados reais de campo da Estação de Redução de Pressão (ERP) 063 selecionada para este piloto para chegar ao melhor modelo matemático para utilização em nosso algoritmo. Esta conclusão só foi possível devido a utilização das redes neurais apresentadas acima para acelerar os testes dos diversos modelos matemáticos existentes.

Com os testes conclui-se que o modelo matemático e do algoritmo mais adequado e presente objeto deste projeto desenvolvido é o modelo de análise de ARIMA. O modelo ARIMA, também conhecido por modelo autorregressivo integrado de médias móveis, é uma forma de análise regressiva que utiliza séries temporais para melhor entender dados atuais ou até mesmo prever futuras tendências nos dados e geralmente são aplicados em séries que não apresentam estados estacionários.

## **Conclusão**

Este algoritmo foi disponibilizado a Comgás por meio de um arquivo executável com três telas principais, sendo elas a de Login, a página de interface, onde são mostrados todos os dados/gráficos e

indicadores, e a página de configuração de variáveis, onde nela pode-se configurar o sistema de aquisição ou as variáveis do sistema. A interface dispõe de gráficos atuais e valores previstos.

Estão dispostos 3 gráficos distintos, um de pressão de saída e da vazão, outro do diferencial de pressão, e o último da abertura das válvulas ativo e monitor, todos os três estão descritos ao longo do tempo para acompanhamento “online” destas variáveis.

Adicionalmente a isto, deixamos a disposição os índices de capacidade das variáveis de oferta/demanda do sistema, das de controle e a do sistema em geral, que são divididas entre  $C_p$  e  $C_{pk}$  todas elas são apresentadas com seus valores atuais e a predição de 30 dias.

Todavia a interface e o algoritmo disponibiliza notificações, onde aparecerão alarmes na cor vermelha caso os valores atuais ultrapassem os limites do sistema e notificações na cor Roxa caso os valores de

predições ultrapassem os limites do sistema. Também indicarão caso deva ocorrer a troca de algum componente, ou seja, uma interface com todos os recursos necessários para uma análise preditiva.

Depois dos diversos testes e comprovações, conclui-se que com a curva padrão do fabricante do regulador de pressão em conjunto com um monitoramento de todas as variáveis importantes, tais como, pressão de entrada, pressão de saída, vazão, pressão de carga e porcentagem de abertura com instrumentos confiáveis no que tange a dimensão técnica, há aplicabilidade deste algoritmo para ser usado atendendo a perspectiva das áreas envolvidas e de interesse da Comgás engenharia, manutenção e automação.

## **Referências**

Redes Neurais princípios e prática 2ªEd” de Simon Haykin