

Programação das bombas hidráulicas para otimização energética em sistemas de abastecimento de água utilizando Python e o EPANET

Larissa de Castro Bonadio, Ana Raquel Faccioli, Andrea Carla Gonçalves Vianna, Edilaine Martins Soler, Bauru, Faculdade de Ciências, Bacharelado em Ciência da Computação, larissa.bonadio@unesp.br, edilaine.soler@unesp.br, Bolsa PIBIC.

Palavras Chave: Otimização, Python, EPANET.

Introdução

A água é um recurso imprescindível para a saúde, bem-estar e desenvolvimento da sociedade. Para seu consumo, em qualidade e quantidade, os sistemas de abastecimento de água garantem um tratamento que a torna potável e acessível para o consumo doméstico, industrial e serviços públicos. Em diversas etapas desse tipo de sistema é essencial o uso de energia elétrica, principalmente para viabilizar o transporte de água, que pode acontecer por meio do sistema de bombeamento. Segundo Tsutiya (2001)¹, as bombas hidráulicas consomem em torno de 95% de toda a energia elétrica utilizada em um sistema de abastecimento. Como as tarifas de energia são dinâmicas, isto é, tem preços diferenciados ao longo do dia, o planejamento da operação das bombas hidráulicas pode minimizar os gastos com energia elétrica. Para isso, os modelos matemáticos de otimização têm sido utilizados como ferramenta de apoio para definir a programação da operação das bombas hidráulicas.

Objetivo

Os objetivos deste trabalho foram: implementar o modelo matemático proposto por Parras (2020)², utilizando a linguagem de programação Python, suas bibliotecas e o *solver* CPLEX; e realizar testes numéricos com o modelo implementado e analisar a viabilidade das soluções obtidas em sistemas reais através de simulações com o *software* EPANET (2000)³.

Material e Métodos

O modelo proposto por Parras (2020)² tem como objetivo minimizar os custos com energia elétrica em um sistema de abastecimento de água a partir da elaboração do planejamento do acionamento das bombas hidráulicas que fazem parte do sistema. Neste trabalho, inicialmente a rede de distribuição de água, também proposta por Parras (2020)² foi elaborada no simulador EPANET. Em seguida a rede foi exportada em um arquivo no formato INP, pois contém as informações operacionais e de seus componentes, estas foram usadas como dados de entrada para o modelo

implementado computacionalmente a partir da linguagem Python e sua biblioteca Pyomo.

O *solver* CPLEX foi utilizado para resolução do modelo fornecendo a programação das bombas. Para simular a solução obtida alterou-se o arquivo INP, com a biblioteca WNTR. Por fim, com os controles atualizados no arquivo INP, o *software* EPANET foi utilizado para testar e verificar a aplicabilidade da solução obtida.

Resultados e Discussão

Para os testes numéricos foi considerado um horizonte de planejamento de 24 períodos de uma hora cada e as bombas com rendimento de 60% e 70%. Após a execução do modelo computacional, a programação obtida foi incluída no arquivo INP. Na Figura 1 tem-se o controle das bombas, para o caso das bombas com 70% de rendimento.

```
[CONTROLS]
PUMP 1 CLOSED AT CLOCKTIME 01:25 AM
PUMP 2 CLOSED AT CLOCKTIME 06:00 PM
PUMP 3 CLOSED AT CLOCKTIME 08:38 AM
PUMP 4 CLOSED AT CLOCKTIME 06:00 PM
PUMP 5 CLOSED AT CLOCKTIME 01:28 AM
PUMP 5 OPEN AT CLOCKTIME 05:00 AM
PUMP 5 CLOSED AT CLOCKTIME 05:32 AM
PUMP 5 OPEN AT CLOCKTIME 10:00 AM
PUMP 5 CLOSED AT CLOCKTIME 11:38 AM
PUMP 5 OPEN AT CLOCKTIME 05:00 PM
PUMP 5 CLOSED AT CLOCKTIME 07:06 PM
PUMP 9 CLOSED AT CLOCKTIME 00:00 AM
PUMP 9 OPEN AT CLOCKTIME 10:00 PM
PUMP 9 CLOSED AT CLOCKTIME 00:00 AM
LINK 16 CLOSED AT CLOCKTIME 00:00 AM
LINK 16 OPEN AT CLOCKTIME 05:00 PM
LINK 16 CLOSED AT CLOCKTIME 06:15 PM
```

Figura 1. Programação das bombas com 70% de rendimento.

Conclusão

As soluções obtidas ao serem simuladas no EPANET mostraram-se viáveis de serem aplicadas na rede de abastecimento considerada. A linguagem Python mostrou-se eficiente para modelagem e possibilitando uma abordagem automatizada do que foi proposto por Parras (2020)².

Agradecimentos

À Unesp e ao CNPq (Processo No. 314711/2020-1).

¹ TSUTIYA, M. T. Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. [S.l.]: ABES, 2001.

² Parras, I. G. (2020). Modelo matemático para a otimização energética em sistemas de abastecimento, considerando zonas de pressão e condições estruturais.

³Rossman, L. A. et al. Epanet 2: users manual. US Environmental Protection Agency. Office of Research and Development. National Risk Management Research Laboratory, 2000.