



7ª JORNADA CIENTÍFICA
E TECNOLÓGICA
DO IFSULDEMINAS
4º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO
12 de novembro de 2015 | Poços de Caldas - MG

Desenvolvimento de Programa para Escoamento em Rede de Fluidos Incompressíveis

Celso Dias MADUREIRA¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Pouso Alegre. Pouso Alegre/MG - E-mail: celso.madureira@ifsuldeminas.edu.br

RESUMO

Devido à escassez de programas, de uso livre, no mercado para o cálculo de escoamento de fluidos incompressíveis em redes de dutos e tubulações, este projeto pretende desenvolver um programa capaz de realizar os cálculos de perdas de carga e vazões de fluidos incompressíveis em diferentes pontos de um sistema existente ou novo e auxiliar o estudante e/ou profissional no desenvolvimento de novos projetos de tubulação.

INTRODUÇÃO

O escoamento de fluidos incompressíveis em dutos e/ou tubulações em redes industriais é um problema extremamente comum na engenharia.

Sistemas mal dimensionados acarretam em menor tempo de vida útil das tubulações e acessórios devido ao atrito gerado entre o fluido com a parede interna das tubulações e acessórios. Além da diminuição do tempo de vida, a elevada erosão das paredes das tubulações podem acarretar em um rompimento desta podendo causar um acidente, e em último caso a morte.

Além do desgaste das tubulações, sistemas mal dimensionados consomem mais energia elétrica, pois para vencer a perda de carga excessiva imposta pela tubulação é necessário bombear o fluido com uma maior pressão.

Portanto encontramos pelo menos dois problemas que podem ocorrer em escoamento de fluidos incompressíveis em rede, o primeiro de ordem de segurança e o segundo de ordem econômica.

Para trechos retos de tubulação a solução vem diretamente das equações de perda de carga, porém, quando uma rede é projetada de maneira que pelo menos dois trechos de tubo se encontram em um ponto ou formem um circuito a resolução do problema requer o cálculo simultâneo da vazão em todas as tubulações, já que neste ponto de encontro das tubulações todas estão sujeitas a pressão deste ponto de encontro, ou nó de encontro.

Arranjos em rede são encontrados em praticamente todas as plantas

industriais, como redes de distribuição de água de processo, de sistema de resfriamento, de combate a incêndio, entre outras, o que torna a resolução deste problema um procedimento extremamente demandado na Engenharia Química.

Para a resolução deste problema, o estudante ou engenheiro, deve conhecer as seguintes características da rede: comprimento das tubulações, acessórios (curvas, tee, reduções etc), diâmetro interno das tubulações, as equações que relacionam a perda de carga com a vazão e as condições de contorno do problema como vazões ou pressões nas entradas e/ou saídas da rede. A partir deste dados, com uma metodologia de resolução, é possível obter as vazões e pressões em todos os pontos ou nós das tubulações da rede.

Um dos pioneiros no entendimento e na realização de um método para resolver este problema foi o Engenheiro Hardy Cross. Seu trabalho publicado em 1936, ainda hoje é utilizado como referência para muitos trabalhos sucessores. Neste trabalho foi consagrada a analogia entre o cálculo de circuitos elétricos e redes de tubulações, sendo assim aplicadas, para a resolução de problemas de redes de tubulações, as duas Leis de Kirchhoff para circuitos elétricos, que viabiliza o cálculo de redes de tubulações por meio da resolução de um sistema não linear de equações algébricas (BRITO, 2013).

Atualmente, diferentes metodologias são encontradas, tendo cada uma suas vantagens e desvantagens (BRKIC, 2011). Esta conclusão se deve principalmente em função da dificuldade de convergência para determinados problemas, normalmente de grande dimensão.

A maioria dos trabalhos apresenta metodologias que buscam a resolução deste problema específico, ou seja, metodologias para a resolução apenas de exemplos de rede de distribuição água ou de gás; porém, outros tentaram aumentar a dimensão do problema resolvendo a rede juntamente com bombas, válvulas e outros acessórios (BRITO,2013), formulando o problema de forma semelhante.

Atualmente existem poucos programas “amigáveis” disponíveis no mercado que são capazes de realizem este cálculo de escoamento em rede, sendo os

comercializados (Fness, 2015) e (Fathom, 2015) ou de livre acesso (Epanet, 2015). Tais programas apresentam suas configurações próprias que determinam o tipo de fluido a ser transportado e a equação de perda de carga utilizada.

Com o exposto acima, é de total importância para a área de Engenharia Química um desenvolvimento e evolução contínua em simuladores, e que todo estudante e/ou profissional tenha a mão estas ferramentas de maneira a exercer sua profissão com a máxima excelência possível em um menor tempo e menor custo.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Os materiais necessários para o desenvolvimento deste projeto são livros, dissertações e trabalhos publicados sobre o tema em questão, escoamento em rede, e o uso de computadores para o desenvolvimento do programa.

Métodos

Em uma primeira etapa será feita a revisão bibliográfica do trabalho, pelo coordenador do projeto juntamente com o orientado em que serão revisadas: as equações de movimento, balanços de massa e energia, os princípios e duas equações relevantes para os cálculos de perda de carga, equação de Darcy-Weisbach e de Hazen-Williams, os princípios termodinâmicos envolvidos no escoamento e as leis de Kirchhoff.

A partir da metodologia de Hardy Cross e do princípio de semelhança com as leis de Kirchhoff, serão realizados os balanço de massa no sistema e nos nós de maneira a buscar a convergência das equações.

Após a definição do sistema a ser analisado, serão montadas as principais equações que são os balanços de massa, as equações de perda de pressão, os parâmetros a serem analisados e as condições de contorno do problema. Com estes dados são montados os conjuntos de equações e variáveis que serão resolvido pelo método de escoamento em rede.

A metodologia de rede se baseia na linearização da relação entre perda de carga e vazão, para que, a partir de cálculos iterativos, seja possível a obtenção, simultaneamente, das vazões e pressões de todas as tubulações da rede.

Após a realização das simulações os resultados serão tabelados e confrontados com os apresentados na literatura e com outros simuladores para a verificação da consistência dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao fim do projeto pretende-se ter um programa capaz de realizar cálculos de escoamento em redes de dutos e tubulação de maneira a auxiliar o estudante e o profissional de engenharia a calcular perdas de carga e vazões de fluídos incompressíveis em diferentes pontos de um sistema existente e até mesmo auxiliar no desenvolvimento de novos projetos de tubulação.

Para avaliar o resultado final do programa os valores encontrados serão confrontados com os valores apresentados na literatura, para diferentes situações.

Serão comparados, ainda, os resultados obtidos com os resultados obtidos em um programa já consolidado no mercado (FNESS, 2015). Além destas comparações, os próprios estudantes de graduação poderão comparar os resultados obtidos experimentalmente nas práticas de bombas nos laboratórios de operação unitárias com o valor encontrado pelo programa.

CONCLUSÕES

O projeto ainda está em andamento, portanto não há conclusões.

REFERÊNCIAS

BRITO, R.R.L. **Nova Metodologia para o Cálculo de Redes de Tubulações com Anéis**, Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BRKIC, D. Iterative Methods for Looped Network Pipeline Calculation, **Water Resources Management**, Vol. 25, p. 2915-2987, 2011.

CHURCHILL, S.W. Friction factor equations spans all fluid-flow ranges, **Chemical Engineering**, Vol. 84, 1977.

CROSS, H. Analysis of Flow in Networks of Conduits or Conductors, Vol. 34, Nº22, **University of Illinois Bulletin** Nº 286, Engineering Experiment Station, 1936.

EPANET, 2015. Disponível em <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/>. Acesso em 12/03/2015.

FATHOM, 2015. Disponível em http://www.natecnologia.com.br/site_pt/produtos/AFT_fluidos_incompressiveis.htm. Acesso em 12/03/2015.

FNESS, 2015. Disponível em <http://www.figener.com.br/pt/solucoes/software/124-fness>. Acesso em 12/03/2015.

MARTINS, J.A; Netto, J.M.A, A aplicação do método de Hardy Cross, **Revista DAE** Ed. Nº 23, Nº 979, 1987.