

ATUALIZAÇÃO DO SOFTWARE MPINCH PARA SÍNTESE DE REDES DE TROCADORES DE CALOR UTILIZANDO ANÁLISE PINCH – FASE II

Isis de Oliveira Bortoluzzi (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Leandro Vítor Pavão, Mauro Antonio da Silva Sá Ravagnani (Orientador), e-mail: massravagnani@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia /Maringá, PR.

Engenharia Química – Operações Industriais e Equipamentos para Engenharia Química

Palavras-chave: Síntese de redes de trocadores de calor, Análise Pinch, software didático, linguagem Python.

Resumo:

Na fase II da atualização para a linguagem de programação Python do software MPinch, devidamente registrado e desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Engenharia Química da UEM, usou-se o método heurístico da Análise Pinch para a síntese de rede de trocadores de calor. Para o desenvolvimento da interface usou-se a ferramenta *Qt Designer* da biblioteca da linguagem Python. Nesta interface, já inseridas na fase I do projeto, encontra-se a parte inicial de implementação dos dados das temperaturas das correntes de processos, diagrama TH e a grande curva composta. Na fase II, foram realizados os ajustes dos gráficos e a execução da tabela da superestrutura, que será usada para o desenho da rede de trocadores de calor ao final do projeto. Os resultados obtidos foram condizentes com os publicados na literatura.

Introdução

Em uma indústria há uma necessidade essencial de aquecer e resfriar fluidos para os seus processos. Estes fluidos transportados entre equipamentos do processo e são denominados de correntes de processos. As correntes quentes são aquelas que precisam ser resfriadas e as correntes frias aquelas que necessitam aquecimento. Estas correntes trocam energia em equipamentos denominados trocadores de calor. Utilidades quentes e frias podem ser empregadas para atender as demandas de aquecimento e resfriamento quando somente as correntes de processo não puderem satisfazer as temperaturas desejadas das demais correntes. Uma rede de trocadores de calor (RTC), é o agrupamento de trocadores de calor para satisfazer as necessidades térmicas das correntes. Visando o menor custo operacional e o melhor aproveitamento de energia térmica, busca-se,

por meio da síntese de RTC a escolha de fluidos que trocarão calor, as utilidades empregadas, atendendo as restrições termodinâmicas e o balanço de energia para cada corrente. Devido à alta complexidade, para a solução do problema de síntese de RTC, Linnhoff e Hindmarsh (1983) desenvolveram um método heurístico chamado de Análise Pinch, que é um procedimento sequencial que divide o problema em duas regiões, acima e abaixo do *Pinch Point* ou ponto de estrangulamento energético. Por meio de sua aplicação, o método permite encontrar a máxima recuperação energética da RTC, sendo determinadas as metas do custo mínimo operacional, o número mínimo de trocadores de calor na rede, a área mínima de troca térmica, para um valor de ΔT_{min} . Este valor pode ser otimizado tendo como objetivo minimizar o custo total do processo (Gundersen e Naess, 1988).

Materiais e métodos

Para dar continuidade na atualização do software Mpinch, usando o ambiente de programação Python, foram feitos ajustes do diagrama TH e na grande curva composta usando a ferramenta *Qt Designer* que está anexada a biblioteca do Python (Fangohr, 2016). Posteriormente, foi realizado um estudo dos conceitos de superestrutura, usando o trabalho de Ravagnani e Caballero (2012), para a sua implementação na interface gráfica.

Para a interface gráfica, gerada a partir de uma superestrutura, uma matriz para a execução dos cálculos dos calores e as divisões das correntes de processos precisa ser desenvolvida. Por meio desta matriz, será realizado o desenho da rede de trocadores de calor no final do projeto.

Resultados e Discussão

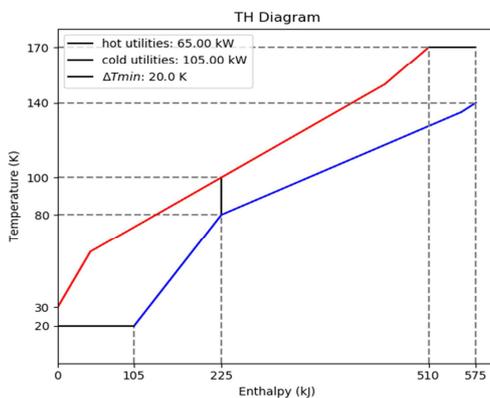
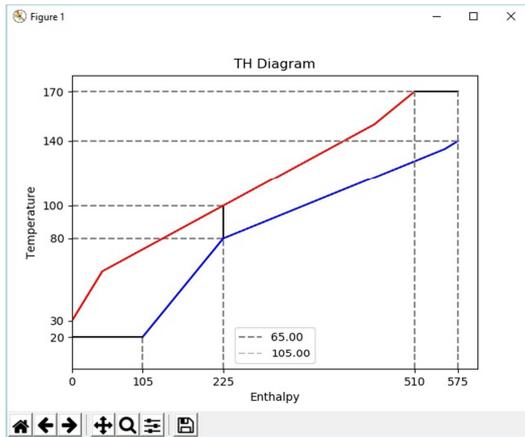
Para testar os passos desenvolvidos para a atualização do software Mpinch, utilizou-se o mesmo caso de estudo empregado na fase I para comparar os resultados. A Tabela 1 apresenta os dados do problema.

Tabela 1: Dados das correntes;

Corrente	T_{en} (K)	T_{sai} (K)	CP (J/K)
1 (fria)	20	135	2
2 (quente)	170	60	3
3 (fria)	80	140	4
4 (quente)	150	30	1,5

Na Figura 1 apresenta-se os ajustes feitos entre a interface da fase I e a interface ajustada, ambas desenvolvidas na linguagem Python.

Na figura 1 pode-se observar que houve um ajuste na legenda, identificando a quantidade de calor das utilidades quente e fria e o valor do $\Delta T_{min} = 20^\circ\text{C}$, determinado previamente. Foram inseridas as unidades de temperatura e de entalpia no gráfico.



(a)

(b)

Figura 1 – Diagrama TH; (a) Interface da fase I (b) Interface ajustada.

Na figura 2 apresenta-se a tabela gerada a partir da matriz usada para representar a superestrutura proposta, com os cálculos realizados para cada trocador de calor adicionado na rede. Nesta figura o usuário poderá escolher quais correntes quentes e frias irão trocar calor, se existirá ou não, divisão de correntes e quais as suas frações. O projetista poderá alterar a capacidade do trocador de calor por meio de 4 opções: pelo calor trocado, pela temperatura inicial da corrente quente, pela temperatura final da corrente fria ou utilizar o calor máximo permitido pela corrente escolhida.

Hot Stream Cold Stream Sub Hot Stream Sub Cold Stream Hot Stream Fraction Cold Stream Fraction Sub Stage Stage Heat Exchanged Initial Hot Temp. Final Cold Temp. Maximum Heat

1 1 do not split stream do not split stream

Heat Exchangers

Hot Stream	
1	165.0
2	145.0
3	85.0
4	25.0

Hot Streams				Cold Streams					
	Initial temp.	Final temp.	Goal temp. (pinch)	Available Heat		Initial temp. (pinch)	Final temp.	Goal temp.	Available Heat
1	165.0	165.0	90.0	225.0	1	80.0	80.0	145.0	-260.0
2	145.0	145.0	90.0	82.5	2	80.0	80.0	140.0	-120.0

Figura 2 – Interface construída a partir da superestrutura.

Conclusões

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que a utilização do ambiente de programação Python é extremamente adequada para o desenvolvimento do projeto e os resultados foram condizentes com a literatura. Para os futuros projetos sugere-se a continuidade da implementação da interface gráfica por meio da Análise Pinch. Pretende-se continuar com os testes de erros dos algoritmos para tornar o programa mais robusto e por fim inserir o desenho da rede de trocadores de calor.

Agradecimentos

A Fundação Araucária pela bolsa recebida para o desenvolvimento desse projeto.

Referências

- FANGOHR, H. (2006) **Python for Computational Science and Engineering**. 1. ed. Nova York: Cambridge.
- GUNDERSEN, T. e and NAESS, L. (1988) **The synthesis of cost optimal heat exchanger networks: an industrial review of the state of the arte**. *Computers & Chemical Engineering*, New York, 12 (6), 503-530.
- LINHOFF, B. e HINDMARSH, E. (1983) **The Pinch Design Method for Heat Exchanger Networks**, *Chemical Engineering Science*, 38 (5), 745-763.
- RAVAGNANI, M. A. S. S, e CABALLERO, J. A. (2012). **Redes de Trocadores de Calor**. Eduem.

29º Encontro Anual de Iniciação Científica
9º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



29 a 31 de outubro de 2020