

OTIMIZAÇÃO DE COLETORES SOLARES VIA ALGORITMOS GENÉTICOS

Aluno: Diego Rodrigues de Carvalho
Orientador: Washington Braga Filho.

Introdução

Superfícies estendidas são usadas em engenharia para aumentar a eficiência das trocas de calor, quer na coleta de energia (nos coletores solares), quer na sua dissipação (nas aletas). Este trabalho é focado nos coletores solares e considera Convecção e Radiação como mecanismos de troca de calor. O trabalho procura otimizar o calor trocado pelo painel plano do coletor em função de alterações dimensionais, empregando Algoritmos Genéticos neste processo. O objetivo da otimização é a determinação das dimensões ótimas (indicada por *) para a espessura d e para a largura L , dado um perfil de área transversal ($A = dL$, para um painel retangular). Ao aumentarmos a área do painel plano, mais energia vindo de uma fonte externa (por exemplo: o Sol) será coletada, o que é desejado. No entanto, mais energia será perdida para o ambiente (por Convecção e Radiação), a parte indesejável. Consequentemente, uma situação de otimização estará envolvida.

Alguns trabalhos já consideraram a relevância da Radiação nos problemas de Condução de Calor em superfícies estendidas, mas optaram por complexas soluções numéricas. Uma abordagem diferente e mais simples é proposta aqui. A partir das soluções do problema térmico envolvendo Convecção e Radiação em um coletor solar, pretende-se encontrar a espessura ótima para a troca térmica e relacioná-la com a espessura ótima para o caso de Convecção pura, que apresenta solução semi-analítica simples. Algoritmos Genéticos foram empregados nesta otimização. Com esta relação definida e tendo em perspectiva os resultados encontrados, a dificuldade para se encontrar a espessura ótima em um caso de interesse se reduz à solução de uma equação linear. Essa abordagem parece ser mais razoável em termos de esforço computacional. Os erros encontrados nesta estimativa são relativamente pequenos para os padrões de engenharia.

Equacionamento Matemático

O Balanço de Energia (1ª. Lei da Termodinâmica) para um coletor solar, com painel de seção transversal retangular, em uma situação na qual Convecção e Radiação sejam igualmente relevantes se escreve como:

$$\frac{d^2T}{dx^2} - \frac{Ph}{kA_s}(T - T_\infty) - \frac{Pes}{kA_s}(T^4 - T_{amb}^4) + \frac{aR_{sol}w}{kA_s} = 0 \quad (1)$$

Como condições de contorno, temos que na raiz do painel, $x = 0$, a temperatura é especificada como $T(x = 0) = T_b$ e em $x = L$, na extremidade, temos que $dT/dx = 0$. Nesta equação: k refere-se à condutividade térmica do material da placa coletora, a é a absorvidade do material da placa na faixa de comprimento de ondas do Sol, R_{sol} refere-se ao fluxo de energia solar, w é a profundidade da superfície estendida e P o seu perímetro. A solução numérica desta equação foi obtida através do Método de Runge-Kutta disponível no programa

MATLAB. Sem perda de generalidades, considerou-se $T_{amb} = T_{\infty}$. Interações térmicas entre a superfície estendida e a superfície primária foram também desprezadas.

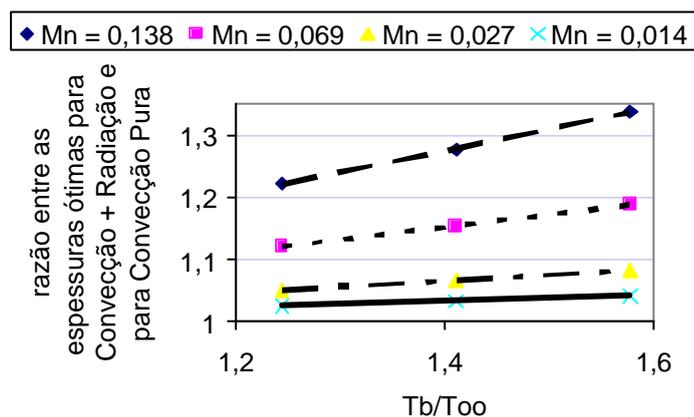
Algoritmo Genético

O algoritmo genético segue de certa forma, a ideia da seleção natural de Darwin e vem se tornando uma ferramenta versátil sendo aplicada com sucesso em diversas áreas da engenharia.

Sua implementação é feita da seguinte forma: gera-se uma população de *indivíduos*, sendo cada um deles uma possível solução para o problema; no passo seguinte, os indivíduos da população passam por um processo de *evolução*, aonde são avaliados individualmente e a cada um atribui-se um grau de aptidão. Após serem avaliados, os indivíduos com aptidão são selecionados, *cruzam* com outros indivíduos da população ou sofrem mutação.

Os processos de reprodução e mutação gerarão novos indivíduos que compartilham os cromossomos de seus pais. Os novos indivíduos passarão então a ser a nova população de soluções, se tornando uma nova *geração*. O mesmo processo feito com a primeira geração (também chamada de geração zero) será feito com esta nova geração e com as seguintes, de forma cíclica até que a população venha a convergir para uma solução ótima ou que o algoritmo atinja um número de gerações pré-determinado. Utilizou-se o programa MATLAB, que possui um *toolbox* próprio para a aplicação do algoritmo implementado.

Resultados e Conclusão



A Figura ao lado relaciona os resultados da espessura ótima do modelo envolvendo Convecção e Radiação com a espessura ótima do modelo envolvendo Convecção Pura. Os resultados foram obtidos para diferentes materiais (alumínio, ferro, cobre), diferentes temperaturas da raiz do painel (no entorno de 200°C), diferentes valores para o coeficiente de troca de calor por Convecção (variando de 10 a 100 W/m²K), diferentes áreas transversais (de

0,0004 a 0,0016 m²). O número adimensional indicado representa a influência da Radiação sobre a Convecção. Valores mais elevados de Mn, indicativos da maior contribuição da Radiação para o problema, resultam em espessuras maiores na raiz do painel do coletor, ou seja, painéis mais curtos. A linearidade indicada foi explorada inicialmente por Braga [1] e será trabalhada neste projeto.

Referências

- 1 - Braga, W. "Optimization of Radiative-Convective Extended Surfaces", aceito para publicação no ECOS 2007: "20th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems", Pádua, Itália, 2007.
- 2 - Razelos, P. & Kakatsios X., 2000, "Optimum dimensions of convecting-radiating fins: Part I – longitudinal fins, Applied Thermal Engineering", 20, pp 1161-1192.
- 3 - Schneider P.J., "Conduction Heat Transfer", 2a. Impressão, Addison-Wesley Publishing Co, Inc., Reading, Massachusetts, 1955.