

Resumo

Foi avaliado o comportamento térmico de dois colectores solares com tubos de calor, com aplicação em ciclos de micro-cogeração. O colector com tubos de calor circulares apresenta a particularidade de ser híbrido, recebendo energia dos gases de exaustão da caldeira, circulando por baixo da placa colectora.

A transferência de calor nos condensadores dos colectores solares, por não se encontrar devidamente documentada, foi estudada com recurso a um programa de simulação (Fluent). Trata-se de canais de secção rectangular sendo um deles curvo.

Foram desenvolvidos modelos dos colectores baseados em balanços térmicos e modelos de redes neuronais. Os modelos baseados em balanços térmicos apresentam a desvantagem de, para determinadas condições, não se atingir a convergência, problema que não se verifica nos modelos de redes neuronais.

Os resultados simulados revelaram um desvio positivo relativamente aos resultados experimentais para o colector solar com tubos de calor em placa. Esse desvio poderá dever-se ao comportamento não ideal do tubo de calor e às perdas térmicas da placa para a estrutura do colector. No caso do colector com tubos de calor circulares, a concordância entre resultados numéricos e experimentais, só se verifica quando se usam as propriedades reais do vidro, da placa colectora e se introduzem resistências de contacto entre tubo de calor - tubo de cobre - canal.

Foi efectuada análise da incerteza dos resultados experimentais separando as duas componentes, aleatória e sistemática, e calculou-se a incerteza na regressão linear (curva de rendimento) quando as variáveis apresentam incertezas sistemáticas, aleatórias e incertezas sistemáticas correlacionadas.

Foi simulado o comportamento dum ciclo de micro-cogeração utilizando um dos colectores desenvolvidos produzindo 6 kW de electricidade. O calor gerado no condensador pode ser usado para aquecimento ou arrefecimento de edifícios. Vários fluidos foram considerados para o ciclo e o metanol apresentou o melhor desempenho. A contribuição solar foi avaliada para os dados climáticos de Lisboa. Foi avaliado o potencial económico do sistema através do cálculo das poupanças do ciclo de vida e período de amortização. Também se avaliou as poupanças em emissões de CO₂ para o ambiente.

Abstract

The thermal behaviour of two heat pipe solar collectors for use in micro-CHP systems was evaluated. The hybrid collector uses as inputs solar radiation and hot gases from a boiler, which circulate below the collector plate.

The convective heat transfer in the collectors condensers was analysed with a computational fluid dynamics code (Fluent). The channels have a rectangular section and a curved rectangular section.

Energy balance models and artificial neural network models were implemented. Traditional energy balance models have the drawback of not always achieving convergence. Neural networks are widely accepted as a technique offering an alternative way to simulate different types of systems. They were applied to solar collectors.

For the plate heat pipe solar collector the numerical results present higher efficiency than experimental results. The error could be explained by the non ideal behaviour of the heat pipe and the thermal losses from the plate to the collector frame. For the hybrid heat pipe solar collector, the agreement occurred if the real glass cover and plate properties and if the contact thermal resistances heat pipe — copper pipe — channels are used.

A detailed uncertainty analysis was performed by separating the contribution of systematic and random uncertainties for each variable. The uncertainty associated with a linear regression (efficiency curve) has been calculated, when the variables present systematic, random and correlated systematic uncertainties.

The behaviour of a combined heat and power cycle producing 6 kW of electricity was simulated. The heat rejected in the cycle condenser may be used for space heating or cooling of buildings. Several fluids have been considered for the cycle and methanol presented the best performance. The contribution of solar energy (solar fraction) was evaluated for the climatic data of Lisbon (Portugal).

The energy and economic potential of the system is compared to the conventional alternative through, the calculation of life cycle savings and payback period. CO₂ emissions savings were also assessed.