

ENGENHARIAS

ESTUDO E AVALIAÇÃO ANALÍTICA DE UM MICROGERADOR DE ESTADO SÓLIDO (ENERGY HARVESTING)

HENAO, Nelson Calderón.

Estudante do Curso de Engenharia de Energias – ILATIT – UNILA;
e-mail: nelson.henao@aluno.unila.edu.br

ANDO JUNIOR, Oswaldo Hideo.

Docente do Curso de Engenharia de Energias – ILATIT – UNILA.
e-mail: oswaldo.junior@unila.edu.br

1 Introdução

O cenário energético mundial apresenta novos desafios no tocante às técnicas de aproveitamento de fontes não convencionais de energia. Nesse sentido, é preciso desenvolver novas tecnologias ambientalmente corretas e, ao mesmo tempo, economicamente viáveis.

Haja vista que gigantescas quantidades de energia são desperdiçadas em forma de calor anualmente, esta energia é chamada de poluição térmica e não pode ser aproveitada na geração térmica convencional já que a temperatura é relativamente baixa (Basel I. Ismail, 2009). Considerando o fato de que as indústrias desperdiçam diariamente uma quantidade substancial de energia na forma de calor dissipado desde os processos produtivos, a recuperação desse tipo de energia se mostra como uma alternativa atraente no marco da eficiência energética, ainda mais, se dita parcela de energia originalmente desperdiçada pode ser reaproveitada diretamente na forma de eletricidade (*Energy Harvesting*).

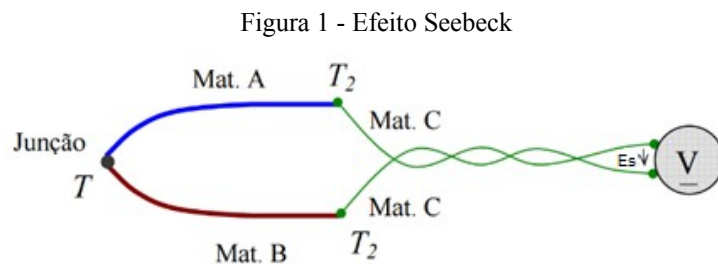
As aplicações usuais para os TEG's consistem em instrumentação industrial, médica, militar, aeroespacial e fornecimento de energia em locais remotos ou para dispositivos portáteis; as novas preocupações no tocante ao meio ambiente e as emissões de poluentes têm levado ao estudo de novas tecnologias para satisfazer as crescentes necessidades energéticas da população visando simultaneamente diminuir os impactos ambientais negativos.

2 Metodologia

O trabalho desenvolvido no marco do programa de iniciação tecnológica e inovação ITI consistiu no aprofundamento dos conceitos físicos próprios da geração termoelétrica baseada em dispositivos de estado sólido, isto a partir da pesquisa iterativa em fontes especializadas em prol da aplicação dos princípios governantes do fenômeno termoelétrico em um dispositivo funcional.

3 Fundamentação teórica

O princípio de funcionamento dos TEG baseia-se no efeito Seebeck, e consiste na geração de uma diferença de potencial entre duas junções de condutores ou semicondutores formando um circuito fechado quando submetidas a um gradiente de temperatura (Véras, 2014). Quando a corrente no circuito é nula e as junções encontram-se submetidas a mesma temperatura, a força eletromotriz térmica que aparece é denominada tensão Seebeck (E_S) e os parâmetros que a caracterizam dependem da temperatura das junções e dos materiais utilizados (Materiais A e B).



Fonte: Adaptado de (Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, 2016).

A E_S pode ser determinada pela Eq. (1) uma vez conhecidas as propriedades dos materiais e as temperaturas das junções (Dziurdzia, 2011)

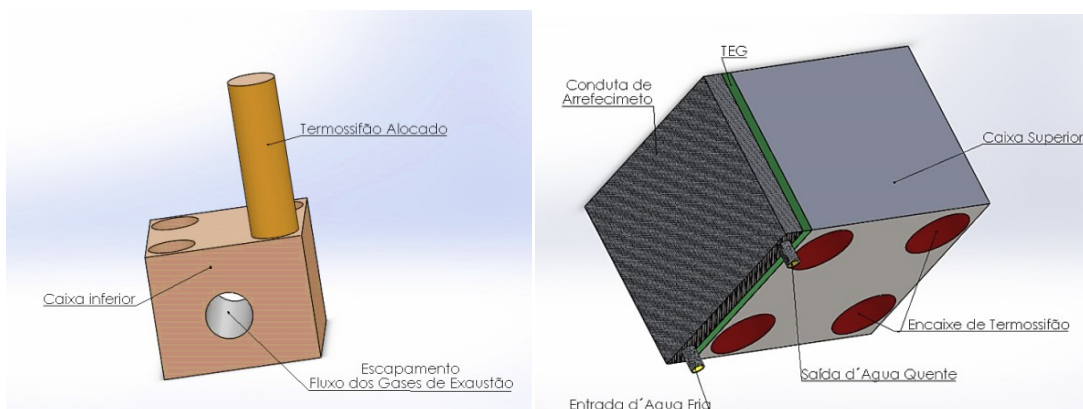
$$dE_S = \alpha_{A,B} dT \quad \Leftrightarrow \quad E_S = \int_{T_{fria}}^{T_{quente}} \alpha_{A,B} dT = \alpha_{A,B} (\Delta T) \quad (1)$$

Onde: $\alpha_{A,B}$ é o coeficiente diferencial de Seebeck e dT um diferencial de temperatura.

4 Resultados

A avaliação do corpo teórico conduziu à estruturação de um modelo matemático que conjuga os resultados analíticos e experimentais de vários autores. O modelo obtido descreve o funcionamento de um dispositivo híbrido que combina tanto efeitos térmicos quanto elétricos. O mecanismo proposto é composto pela associação dos elementos mostrados na figura 2.

Figura 2 – Demonstrativo do dispositivo experimental



Fonte: Do Autor

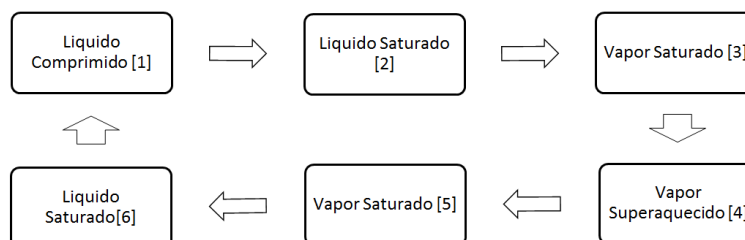
Na figura 2 (esquerda) temos a denominada Caixa Inferior –CI–, uma peça metálica com alta condutividade térmica que representa o local onde é retirada a energia em forma de calor dos gases quentes, essa energia é logo transferida ao fluido de trabalho localizado no depósito interno do termossifão (*heat pipe*) mediante condução térmica. Na figura 2(direita) é mostrada a caixa superior -CS-, local de instalação dos TEG's e de troca de calor com os arredores.

Uma alternativa para determinar a taxa de transferência de calor em direção ao depósito interno dos HP's e a taxa de saída de calor desde o condensador (topo do termossifão) baseia-se no estudo das propriedades do fluido de trabalho nas regiões do dispositivo esquematizadas na figura 3. Assim, é possível estimar o fluxo de calor a partir da entalpia de cada um dos locais de interesse. Logo, temos que o calor, tanto de entrada quanto de saída pode ser expresso pela Eq. (2) como (Sabharwall, 2009):

$$Q_{IN} = h_4 - h_1 = h_{14} = Q_{OUT} \quad (2)$$

Esta equação é válida quando consideramos o funcionamento do HP como operando num ciclo termodinâmico ideal.

Figura 3. Ciclo de Operação de um termossifão – Regiões de Operação.



Fonte: Do Autor

5 Conclusões

O trabalho desenvolvido mostra que a utilização da tecnologia baseada em TEG's pode ser interessante em aplicações e locais que dispõem de energia em forma de calor

dissipado em direção aos arredores, porém o estudo ainda não foi concluído. Atualmente encontra-se na etapa de simulação com o intuito de validar o sistema para posteriormente verificar a viabilidade técnica da proposta quando combinada com *heat pipes* de condutância constante.

6 Principais referências bibliográficas

Basel I. Ismail, W. H. (2009). Thermoelectric Power Generation Using Waste-Heat Energy as an Alternative Green Technology. pp. 27-39.

Dziurdzia, P. (2011). Modeling and Simulation of Thermoelectric Energy Harvesting Processes. In: P. Dziurdzia, *Sustainable Energy Harvesting Technologies – Past, Present and Future* (pp. 109-128). Yen Kheng Tan.

Escola Superior de Tecnologia de Setúbal. (28 de 07 de 2016). *Termopares, Dispositivos utilizados para medir temperatura*. Fonte: Termopares, Dispositivos utilizados para medir temperatura:

<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariamecanica/maprotec/termopares-dispositivos-utilizados-para-medir-temperatura.pdf>

Sabharwall, P. (2009). *Engineering Design Elements of a Two-Phase Thermosyphon to Transfer NGNP Thermal Energy to a Hydrogen Plant*. Idaho Falls: Idaho National Laboratory - INL.

Véras, J. C. (2014). Análise Experimental dos Efeitos de Ciclos Térmicos em Geradores Termoelétricos. *Análise Experimental dos Efeitos de Ciclos Térmicos em Geradores Termoelétricos*. João Pessoa, Paraíba, Brasil: Universidade Federal da Paraíba.