

Geradores termoelétricos autossustentáveis

Desenvolvendo uma categoria inovadora para geração de energia limpa e sustentável

INSTITUIÇÃO DE ENSINO: SESI ESCOLA - RN Serviço Social Da Indústria
AUTORES DO TRABALHO: Elton Oliveira e Gabriel González

Introdução

Como já era previsto décadas atrás, a liberação de grandes volumes de **material tóxico** e gases poluentes na atmosfera a partir da queima de

combustíveis fósseis desencadeou uma escala de poluição sem precedentes, em diversas regiões do planeta. O gás carbônico é um exemplo que ganhou destaque por ser o principal gás poluente responsável pelo efeito estufa que, por consequência, trata-se do maior incômodo para o equilíbrio térmico da atmosfera terrestre. O problema não para por aqui, as consequências começam a aparecer com o derretimento de calotas polares e aumento no nível dos mares; extinção de espécies; alterações no regime de chuvas, causando inundações e acelerando o processo de desertificação; também obviamente diversos danos econômicos.

Em razão disso, por meio de estudos aprofundados, formas modernas de geração de energia foram implementadas, das quais não necessitam causar **impactos relevantes aos fatores biológicos, físicos e químicos que cercam os seres vivos** do planeta. Entretanto, esse aumento circunstancial no número de alternativas para geração de energia de maneira sustentável não acompanha em paralelo o consumo de energia global, que até o ano de 2012 consumia cerca de 21,5TW. Desse modo, considerando que os meios sustentáveis para a geração de energia não conseguem atender por completo a necessidade atual, para suprir essa demanda o mundo utiliza de fontes não renováveis, e dentre elas está a queima de combustíveis fósseis, feitas a partir de máquinas termodinâmicas.

"Na prática, motores de combustão reais apresentam valores de eficiência muito menores que a Eficiência de Carnot do ciclo termodinâmico, resultando em uma perda de grande parte da energia aplicada nestes sistemas devido a dissipações. Eficiências reais de máquinas à combustão apresentam valores diversos de acordo com seu princípio de funcionamento, como 60% para algumas turbinas a gás, 25% para a maioria dos motores automotivos, ou 40-45% para usinas termelétricas modernas. Em todos os processos termodinâmicos dessas máquinas, quase toda a energia não aproveitada é perdida em forma de energia térmica de baixa qualidade." (Desenvolvimento teórico e experimental de um modelo de gerador termoelétrico utilizando efeito seebeck, pág. 18).

Logo, critérios geográficos, econômicos e sociais devem ser analisados antes da implementação de uma nova fonte de geração de energia em regiões diferentes, para que o verdadeiro potencial energético seja explorado devidamente. Além de sustentabilidade, a eficiência é o ponto chave para uma entrada competitiva no mercado.

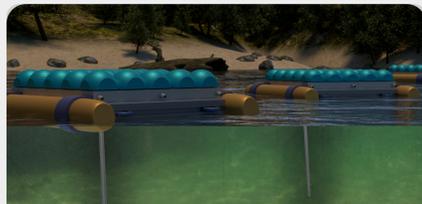
Dentre as novas maneiras para a geração de energia está a tecnologia TEG Seebeck (Seebeck thermoelectric generator), um tipo de dispositivo recentemente muito utilizado em sondas para missões espaciais de longa e curta distância, como é o exemplo do primeiro nanossatélite 100% brasileiro, Floripa Sat, que em sua construção dispõe de alguns módulos TEG's.

Trata-se de uma tecnologia basicamente simples, compacta e altamente resistente a intempéries que utiliza da transferência de calor, entre condutores ou semicondutores, como fonte para geração de tensão elétrica. Diferentemente de dispositivos que utilizam de outras propriedades físico-térmicas para geração de energia, os módulos TEG apresentam alto potencial de capacidade economicamente viável de energias térmicas residuais a baixa diferença de temperatura para geração de energia elétrica, sendo facilmente implementados a outros sistemas, por serem extremamente compactos.

A versatilidade do dispositivo para aplicação em diferentes meios, permite o desenvolvimento de diversos equipamentos para exploração do calor residual incidente, por meios naturais ou artificiais, na atmosfera terrestre.

Desse modo, entenda com detalhes o processo de pesquisa e desenvolvimento de equipamentos e protótipos

protótipos termoelétricos (autossustentáveis) de combate a evaporação exacerbada em leitos e barragens para localidades secas e quentes. A priori, tendo como alvo a exploração e dissipação do calor residual incidente na superfície da água como fonte de energia.



Protótipos de geradores termoelétricos seebeck

Fonte: Modelagem desenvolvida pelos autores no programa 'Blender3d' (2021).

Referências bibliográficas

LISBOA, Matheus; FERRAZ, Artur. Desenvolvimento teórico e experimental de um modelo de gerador termoelétrico utilizando efeito seebeck. Relatório submetido como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico, Brasília - Distrito federal, volume 1, pag. 1 - 169, dezembro, 2015.

BORDA, Alessandro. Análise experimental e analítica de geradores termoelétricos aplicados em nanossatélites. Dissertação submetida ao programa de pós-graduação, Joinville - Santa Catarina, volume 1, pag. 1 - 211, março, 2019.

ALVES, Edvaldo. Propriedades físicas do semicondutor Bi2Te3. Dissertação de mestrado, Natal - Rio Grande do Norte, volume 1, pag. 1 - 131, dezembro, 2007.

Conclusões

Fundamentado por cálculos, **prospecções físicas de eficiência e experimentos de conceito**, estruturado em pequenas ou grandes dimensões; o gerador apresenta eficiência na concentração de radiação térmico-solar, sem causar danos significativos ao ambiente onde foi implementado. Sua estrutura de dissipação à água também **exibe competência para redução de temperatura da superfície do reservatório**. Desse modo, os geradores termoelétricos Seebeck tornaram-se opção quando a geração de energia limpa e sustentável na categoria de seus concorrentes.

SEEBECK effect

"O efeito termoelétrico, de acordo com Goldsmid et al. (2009), foi observado pela primeira vez em 1821 por **Thomas Johann Seebeck**, um físico médico, que notou o surgimento de uma pequena força eletromotriz em uma função entre dois materiais condutores diferentes a partir de seu aquecimento." (Desenvolvimento teórico e experimental de um modelo de gerador termoelétrico utilizando efeito seebeck, pág. 20).

Ou seja, o efeito Seebeck é a produção de uma diferença de potencial entre duas junções de condutores (ou semicondutores) de materiais diferentes quando elas estão a diferentes temperaturas, denominando força eletromotriz térmica.

Desenvolvimento Geral

Desse modo, diferentemente da energia heliotérmica que emprega um sistema complexo com turbinas e condensadores, os geradores termoelétricos Seebeck utilizam de uma conversão direta de calor em energia elétrica. Em vista disso, para maior obtenção de corrente no final do circuito faz-se necessário uma alta disparidade térmica entre os pólos superiores e inferiores dos 4 módulos termoelétricos no interior dos geradores. Dessarte, os geradores termoelétricos carecem de uma fonte de dissipação constante, que mantenha a força eletromotriz térmica do sistema em funcionamento contínuo. Logo, a utilização de um fluido **líquido atende a necessidade de absorção térmica na face inferior do sistema**, mantendo a disparidade térmica nas junções. Assim, foi realizado um estudo quanto a **disposição dos geradores nas superfícies de barragens e reservatórios**.

Protótipos de geradores termoelétricos Seebeck posicionados às margens de uma barragem.

Diferentemente da ventilação forçada como meio de dissipação, um fluido líquido em temperatura ambiente e em constante movimento apresenta significativa eficiência de absorção de calor em mecanismos semicondutores.



Fonte: Modelagem desenvolvida pelos autores no programa 'Blender3d' (2021).

Em vista disso, os geradores utilizam de um sistema ativo que bombeia energia térmica para a caixa base (onde são posicionados os semicondutores), alimentando o mecanismo de dissipação de calor à água. Dessa forma mantém-se a refrigeração na face inferior das junções P-N. O fluido é extraído das regiões mais profundas do reservatório, em que devido a convecção térmica, a água possui temperatura mais baixa que a superfície.



Fonte: Ilustração desenvolvidas pelos autores.

Funcionalidade do sistema de dissipação de calor na região da caixa base

Com a utilização de contornos que otimizam o disparidade de temperatura nos conjuntos de semicondutores, será indiretamente proporcional a redução de dos níveis de evaporação da água nas proximidades da estrutura da caixa base.

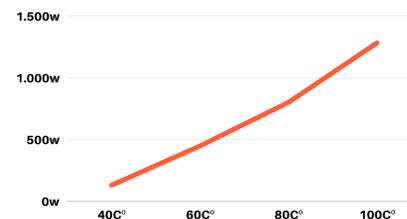
Com finalidade de obter maior disparidade térmica entre os pólos superiores e inferiores dos semicondutores, faz-se necessário a maior incidência de **calor na região caracterizada como lado frio**, onde é realizada a absorção de calor. Para isso, a utilização de contornos que **ampliem a absorção térmica** na região, tornam-se vitais para eficiência energética do gerador.

Para tal, utiliza-se materiais de ampla condutividade térmica, **lentes para concentração dos raios solares** e uma superfície de coloração extremamente escura, impedindo o **ricocheteamento dos fótons solares**. Isto posto, a região alcança elevadas temperaturas, beneficiando a disparidade termal entre os pólos dos semicondutores.

Resultados de potência energética

Mediante cálculos e experimentações fundamentadas em módulos peltier (TEC), mediu-se a eficiência energética de um gerador termoelétrico de um metro quadrado de área, que segue todos os parâmetros e regulamentações de construção descritas neste relatório. Destarte, foram prospectados os seguintes resultados:

Δ Nivel de disparidade térmica	# Δt entre os terminais - °C	# Nº de Junções P-N	≡ Tipo de corrente	# Tamanho do Gerador - M²	# Tensão (Vonts)	# Corrente (Amperes)	# Potência (Watts)
Leve	40	50800	Contínua	1	18	7.37	132.48
Intermediária	60	50800	Contínua	1	48	9.39	450.24
Elevada	80	50800	Contínua	1	72	11.16	803.32
Extrema	100	50800	Contínua	1	96	13.38	1284.48



Metodologia e procedimentos

A fim de desenvolver uma categoria para geração de energia limpa e sustentável, objetivou-se o desenvolvimento de equipamentos que se beneficiam diretamente do alto potencial energético do sol, especialmente em regiões mais quentes, como o interior do nordeste Brasileiro. Destarte, serão implementados em superfícies de barragens e reservatórios com finalidade de maximizar sua potência concomitante com a redução dos níveis de evaporação. Os geradores idealizados convertem fótons solares em condutividade calorimétrica. A partir do efeito Seebeck introduzido nos metais semicondutores, o termogerador recorre a disparidade termal entre seus pólos (superior e inferior) para geração de corrente elétrica. Por meio do sistema de troca de calor e dissipação à água, o protótipo expressa alta eficiência energética comparado a placas fotovoltaicas, mesmo quando estruturado em pequenas dimensões.

Conclusões

Fundamentado por cálculos, **prospecções físicas de eficiência e experimentos de conceito**, estruturado em pequenas ou grandes dimensões; o gerador apresenta eficiência na concentração de radiação térmico-solar, sem causar danos significativos ao ambiente onde foi implementado. Sua estrutura de dissipação à água também **exibe competência para redução de temperatura da superfície do reservatório**. Desse modo, os geradores termoelétricos Seebeck tornaram-se opção quando a geração de energia limpa e sustentável na categoria de seus concorrentes.