

Geração de energia com base na termoeletricidade

Para aumentar a eficiência em relação a um simples termopar, modernos desenvolvimentos ocorreram nos últimos anos baseados principalmente num conjunto de módulos termoeletrônicos

Lírio Schaeffer (*)

Este artigo apresenta os primeiros resultados oriundos da aplicação dos princípios da Termoeletricidade voltados a geração de energia elétrica. São apresentados de forma resumida os princípios do processo, possibilidades de materiais a serem empregados, infraestrutura de pesquisa bem como os primeiros resultados obtidos.

Introdução - Desde a revolução industrial o ser humano vem investindo na produção de energia para desenvolver suas indústrias, seus meios de transporte e na melhoria da qualidade de vida. A busca pelo aumento da eficiência do sistema energético vem crescendo sistematicamente. Neste contexto se insere também a Termoeletricidade. Os materiais termoeletrônicos vem sendo estudados e empregados há muito tempo. Os seus efeitos termoeletrônicos, da conversão direta do calor em eletricidade, proporcionem alternativas para a geração de potência e refrigeração.

Princípios da termoeletricidade - O princípio básico da Termoeletricidade fundamenta-se na conversão

de calor - com destaque o calor residual ou calor perdido - em energia elétrica, através do uso de Geradores Termoeletrônicos (TEG- Termoelectric Generators). Fundamentalmente os TEG'S são construídos empregando-se a junção de materiais semi-condutores e metais, fazendo uso de um gradiente térmico (um lado quente e outro lado frio) gerando-se uma tensão elétrica (ou corrente). Um simples termopar, muito usado para medições de temperaturas

do pelo fenômeno conhecido como "Efeito Seebeck" (descoberto em 1821).

Para aumentar a eficiência em relação a um simples termopar, modernos desenvolvimentos ocorreram nos últimos anos baseados principalmente num conjunto de módulos termoeletrônicos (TE) conectando-se eletricamente em série e termicamente em paralelo várias dezenas e centenas de pares de materiais (fig.2). Esta é a forma de converter energia térmica em eletricidade



Fig. 1: Forma simplificada da demonstração do "Efeito Seebeck"

pode explicar o princípio da Termoeletricidade (fig.1). Esse efeito pode ser explica-

quando o calor passa por estes módulos.

Muitas vantagens são

apresentadas no uso de Gerador Termoeletrônicos (TEG'S):

- Conversão direta de

energia em áreas remotas ou de difícil acesso (desertos, montanhas, florestas, etc.

- Não existe ruído.

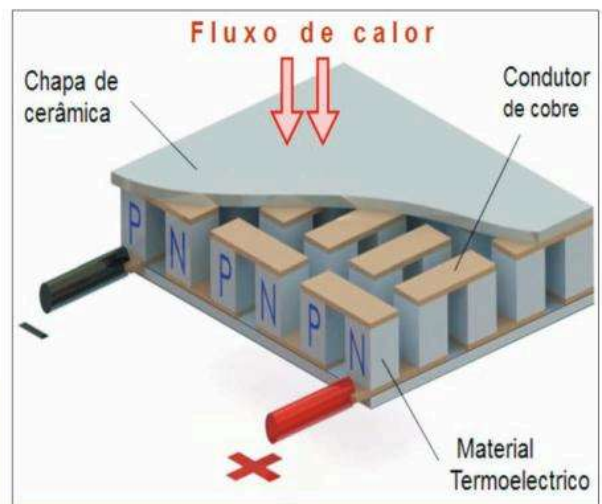


Fig. 2 Gerador Termoeletrônico (TEG) formado por conjuntos de módulos termoeletrônicos

energia. Como exemplo seriam os motores de automóveis ou caminhões que convertem energia mecânica em energia elétrica através do alternador.

- Não há existência de partes móveis.
- Redução de impacto ambiental.
- Possibilidade de uso de pequenas quantidades de

- Contraposição ao alto custo de combustível para gerar energia elétrica.

- Não ocorrem custos de manutenção como nos casos de motor gerador.

- Alta confiabilidade e durabilidade.

- Não existe o efeito escala: os TEG's podem ser usados na microgeração para produção de

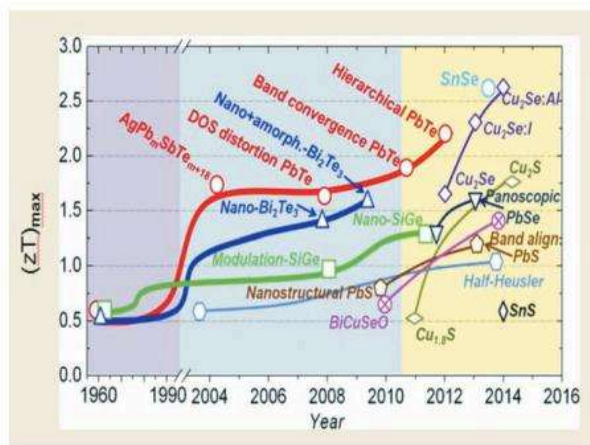


Fig. 3: Eficiência de diferentes materiais termoeétricos /6/

quilowatts.

Aplicações de TEG's - Apesar das vantagens mostradas no item anterior, por muitos anos os TEG's tiveram suas aplicações restrin- gidas às aeronaves espaciais. Nos anos 50-60 do século passado, foram empregados com grande sucesso na Voyager, Pioneer, Galileo, Cassini e Vileing (NASA).

Como aplicações em áreas remotas de difícil acesso, existem informações sobre uso pela Rússia, pela empresa Gentherm /1/.

Na área automobilística existem informações de emprego de TEG's, automóvel BMW/2/ e em outras companhias. De forma semelhante são conhecidos empregos em helicópteros e aeronaves em geral.

Empresas de petróleo, gás e mineração que utilizam grandes geradores para produzir energia em áreas remotas perdem poucos milhões na economia de combustível /3/. Também são conhecidos empregos de TEG's usando a Energia Solar produzindo 100W/m²/4/.

Possibilidades de materiais - Por muitos anos e principalmente no emprego aeroespacial os materiais mais usados foram os módulos montados com Telureto de Bismuto (Bi2Te3). Um dos grandes problemas em outras aplicações sempre foi o custo e a baixa dis-

ponibilidade na crosta terrestre destes materiais.

Muitos trabalhos foram realizados, principalmente após 1990, para diferentes alternativas. A fig. 3 mostra o emprego de várias combinações de materiais empregadas até recentemente /5/. Muitas vezes pequenas mudanças na composição podem alterar profundamente seus efeitos. Exemplos como aplicações de Cerium e Ytterbium como dopantes (1% em volume) podem promover grandes efeitos na estrutura dos materiais termoeétricos. Outros materiais seriam o Telúrio, Antimônio, Germânio, Prata, Cobre, etc. Terras raras podem ainda ser usadas como também tem emprego como dopantes em baterias e geradores de turbinas eólicas.

Projeto de desenvolvimento e resultados - É muito importante que de todas as áreas, de onde se pode obter fontes de energias alternativas, que as mesmas sejam exploradas. Desta forma, através da Termoeétricidade, de onde a partir de calor perdido (fogões, chaminés, caldeiras, tubos de água com transporte de vapor, etc.) pode-se obter energia elétrica, tem-se como alternativa para contribuir para aumentar a capacidade de captação de energia. Este projeto teve como principal foco utilizar matéria prima

de baixo custo que viesse a contribuir para a geração de energia elétrica.

Desenvolvimento do projeto - Estes estudos preliminares consistiram da utilização de materiais de baixo custo, que combinados, viessem a gerar um mínimo de energia elétrica. A fig. 4 mostra o roteiro do projeto desenvolvido no Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Inicialmente ocorre a mistura de diferentes pós que virão a formar o Gerador

e analisadas as tensões elétricas, que dependem das misturas de materiais termoeétricos empregados .

Os estudos preliminares consistiram numa mistura de pós de Bismuto e Antimônio. Foram estudadas várias composições que variavam entre 10% de Bismuto e 90% de Antimônio até 90% de Antimônio com 10% de Bismuto.

Etapas futuras do projeto - As primeiras etapas do projeto tiveram como objetivo verificar os procedimentos de análises para uma avaliação preliminar de uma

tiva dos TEG's.

(*) O autor é professor titular na Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Porto Alegre

Referências:

/1/ Welcome to Gentherm Global Power Technologies/ Gentherm Global Power acessado em <http://www.genthermglobalpower.com/> Acessado em setembro, 2017.

/2/ Böttner, Harold: Overviews of Thermoelectrics in Germany. DOE Thermoelectrics Applications Workshop, 20 de setembro a 1º de outubro, San Diego, CA, 2009.

/3/ Bullis, Kevin: Em <http://www.technologyreview.com.br/> acessado em 10/10/2014.

/4/ Chen, W-H; Wang, C-C; Hung, C-I; Yang, C-C e Juang R-C.: Modeling and simulation for (the design of thermal-concentrated solar thermoelectric generator. Energy, nº 64 (2014) pg 287-297.

/5/ <http://www.ufrgs.br/ldtm/publicacoes/Polozine%20Artigo%20para%20o%20SENAFOR%202013.pdf> Acessado em 11/09/2017

/6/ Zang, X. e Li-Dong Zhao: Thermoelectric Materials: Journal of Materials, 1 (2015) pg 92-105.



Fig. 4: Vista geral da montagem experimental no LdTM/UFRGS

Termoeétrico (TEG). Em seguida estes pós são misturados e compactados.

Para aumentar a resistên-



Fig. 5: Amostra compactada e sinterizada de ligas de BiSb obtidas no LdTM/UFRGS

cia mecânica os componentes compactados passam por um processo de aquecimento denominado de sinterização. A fig. 5 mostra um corpo de prova compactado e sinterizado. Em seguida os corpos de prova passam por um teste de desempenho onde são medidas correntes elétricas

possível eficiência de materiais termoeétricos. Evidentemente existem infinitas possibilidades para se conseguir uma maior eficiência. Nos próximos passos se pretende continuar a pesquisa com materiais de baixo custo, como por exemplo zinco, cobre, etc. A utilização de materiais mais sofisticados como nanomateriais, terras raras, etc. irá depender de aplicações específicas e de recursos disponibilizados para avançar nas pesquisas tecnológicas .

Conclusões - Os experimentos preliminares executados no LdTM/UFRGS mostram que a geração de eletricidade pelo Efeito Seebeck é viável e os resultados indicam uma excelente possibilidade de aplicação industrial. Novas ligas estão sendo estudadas, paralelamente à otimização constru-