

República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(21) BR 10 2013 027947-1 A2



(22) Data de Depósito: 30/10/2013

(43) Data da Publicação: 15/09/2015  
(RPI 2332)

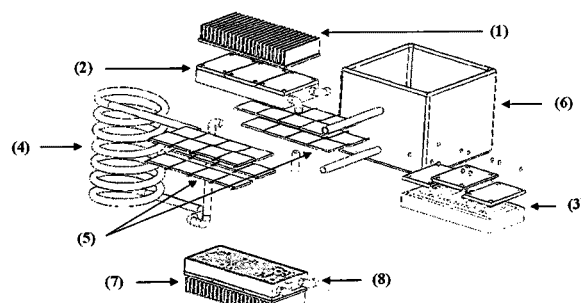
(54) **Título:** MICROGERADOR TERMOELÉTRICO PARA CAPTAÇÃO DE ENERGIAS RESIDUAIS BASEADO NO EFEITO SEEBECK COM SISTEMA PARA TRANSFERÊNCIA DE CALOR INTERCAMBIÁVEL

(51) **Int.CI.:** H01L35/28; F28D21/00

(73) **Titular(es):** OSWALDO HIDEO ANDO JUNIOR

(72) **Inventor(es):** OSWALDO HIDEO ANDO JUNIOR

(57) **Resumo:** MICROGERADOR TERMOELÉTRICO PARA CAPTAÇÃO DE ENERGIAS RESIDUAIS BASEADO NO EFEITO SEEBECK COM SISTEMA PARA TRANSFERÊNCIA DE CALOR INTERCAMBIÁVEL.(4), composto por dois sistemas de transferência térmica, sendo um para captação do calor residual (3. 4) de processos industriais constituído de um módulo de transferência de calor (3) e do captor de calor intercambiável (4). Sendo este responsável por fazer a transferência de calor (4) por convecção do processo até o bloco de transferência de calor (3) aonde se encontram o arranjo dos módulos termoelétricos (5). Enquanto o segundo sistema trata-se de um sistema híbrido de refrigeração (1. 2) composto por aletas (1) e bloco de refrigeração planejado (2) para melhorar a área de contato com os módulos termoelétricos. Destaca-se que o sistema térmico desenvolvido permite sua adaptação ao processo através da troca do captor de calor (4) otimizando a transferência térmica para o microgerador. Enquanto o sistema elétrico é preconcebido por meio de uma metodologia de cálculo para o projeto e dimensionamento elétrico de micro fontes de geração de energia baseado no efeito Seebeck, a partir de curvas de desempenho teóricas dos módulos termoelétricos e gradientes de temperatura pré-determinados de processos industriais permitindo dimensionar e determinar o melhor arranjo dos módulos termoelétricos (5) e do condicionamento do sinal (Potência e Tensão) que melhor se adéqua a condição de operação da carga suprida bem como as condições de operação de qualquer processo industrial (gradiente de temperatura), o que possibilita a otimização da geração de energia do microgerador termoelétrico. Como produto tem-se o projeto e dimensionado de um sistema de transferência de calor intercambiável (4) que juntamente com a metodologia de cálculo elétrico resulta no protótipo de um microgerador termoelétrico baseado no Efeito Seebeck para captação de energias residuais. Destaca-se que o microgerador termoelétrico trata-se de um desenvolvimento inédito e inovador quanto à concepção modular e topologia reconfiguravel do microgerador termoelétrico para captação de energias residuais



**“MICROGERADOR TERMOELÉTRICO PARA CAPTAÇÃO DE ENERGIAS RESIDUAIS BASEADO NO EFEITO SEEBECK COM SISTEMA PARA TRANSFERÊNCIA DE CALOR INTERCAMBIÁVEL”**

Refere-se a um Sistema Regenerativo Completo visando a Cogeração de Energia Elétrica através da captação do calor dissipado (energias residuais) de processos industriais transformando energia térmica diretamente em energia elétrica por meio do efeito Termoelétrico.

Este relatório descritivo refere-se ao Privilégio de Invenção (PI), concedido a uma concepção nova, resultante da criação humana, que representa um avanço em relação ao estado da técnica existente e que é suscetível a utilização industrial.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, o consumo de energia no Brasil vai crescer 3,7% ao ano até 2030. Desta forma, necessita-se ampliar a oferta de energia para acompanhar expansão da demanda de energia elétrica. Logo, a busca por uma fonte alternativa de energia contribuirá para a sustentabilidade e incremento da oferta. A microgerador termoeletrico consiste no desenvolvimento da tecnologia de fabricação de peças de material termoelétrico e a confecção estrutural do Microgerador utilizando módulos termoelétricos que são capazes de converter gradiente de temperatura diretamente em energia elétrica (Efeito Seebeck) através da captação das perdas térmicas. Logo, com a utilização da Termoeletricidade pode-se captar parte destas Perdas e gerar energia para ser utilizado no próprio local gerador deste desperdício (Green Energy).

Atualmente, os materiais termoelétricos são amplamente utilizados em processos de refrigeração transformando energia elétrica em energia térmica (efeito Peltier). Porém a utilização do efeito termoelétrico reversível, ou seja, transformar energia térmica diretamente em energia elétrica (Efeito Seebeck) ainda não é muito explorado para fins de geração de energia elétrica. Portanto esta invenção tem por objetivo se aprofundar na utilização de materiais termoelétricos e desenvolver uma nova tecnologia (microgerador adaptável) no que diz respeito à conversão de energia térmica em energia elétrica através da termoeletricidade. Busca-se com a presente invenção do microgerador

termoelétrico adaptável gerar energia elétrica a partir de energias térmicas residuais de forma direta, tendo como o principal objetivo captar e aproveitar perdas de calor resultante de outros processos produtivos sem impactar em perda de rendimento no sistema principal, caracterizando assim 5 reaproveitamento das energias residuais. A originalidade é dada pelo microgerador termoelétrico adaptativo que poderá ser aplicado a quaisquer fontes de perdas térmicas alterando-se o módulo de captação térmica (Gases, Vapor ou Água). Os produtos oriundos desta invenção aplicados às unidades geradoras permitirão o aumento da oferta de energia. Na busca pela melhoria 10 contínua da eficiência energética dos processos, um dos principais aspectos analisados para seu aperfeiçoamento é a redução das perdas, ou seja, energias residuais. A partir disto vislumbra-se aplicar o microgerador térmico em locais tais como usina termelétrica que a energia residual que em seu processo apresente facilidade na captação bem como não interfira no 15 rendimento do processo principal de geração. Estas condições remetem há utilização do microgerador na saída de gases (chaminé), trocadores de calor, tubulações de saída do gerador para condensador, entrada do precipitador eletrostático ou ainda no selo d'água que são processos que atendem as condições de facilidade de captação e principalmente que o mesmo não 20 interfere no processo fabril. Destaca-se que o microgerador em questão terá um importante impacto na operação das indústrias, pois possibilitará a melhoria do rendimento global do sistema através da captação das perdas. Adicionalmente, tem-se uma redução do consumo de energia elétrica e que, conseqüentemente, exigirá um menor aumento na capacidade de geração 25 causando um impacto positivo em termos econômicos e socioambientais tanto para as indústrias como para o Setor Elétrico.

Basicamente, o Microgerador Termoelétrico para Captação de Energias Residuais baseado no Efeito *Seebeck* com Sistema de Transferência de Calor Intercambiável consiste de um Sistema Regenerativo Completo visando a 30 Cogeração de Energia Elétrica através da captação do calor dissipado (energias residuais) de processos industriais transformando energia térmica diretamente em energia elétrica por meio do efeito Termoelétrico.

Na literatura patentária não existem pedidos de patente de produtos similares neste tema bem como destaca-se que o microgerador é inovador quanto ao seu desenvolvimento e inédito quanto a sua aplicação e adaptabilidade. Sendo assim um produto nacional, inovador e adaptado ao processo de geração. A busca patentária mostra que as seguintes patentes circunscrevem o tema:

As patentes registradas sob os números de pedidos MU 9102351-3, MU 8901656-4 e PI 0603315-6 A2 apresenta um conceito de termoeletricidade para geração de energia, porém não contemplam o aproveitamento energias residuais e nem apresentam características quanto a topologia modular e sistema de transferência térmica intercambiável, diferenciando-se nesse sentido da presente invenção.

A patente número PI 0603315-6 A2 se refere a um Gerador Termoelétrico via Aquecimento Solar que utiliza-se de concentrador solares (não especificado) para gerar calor e conseqüentemente gerar energia, diferenciando-se da presente invenção pelo princípio físico utilizado.

A patente publicada com o número MU 9102351-3 consiste de um Gerador de Eletricidade em um Fogão à Lenha através de Células Termoelétricas com Efeito Seebeck capaz de gerar energia a partir do calor emitido pela chaminé do mesmo. Diferindo da presente invenção pelas características construtivas, de utilidade e porte da invenção.

A patente número MU 8901656-4 trata-se de um Gerador Termelétrico Automotivo trata de um sistema de geração aplicados a saída de gases de veículos à combustão. Diferenciando-se do presente invento pelo princípio de aplicação e pelas características construtivas e porte da invenção.

A literatura patentária analisada não antecipa nem sugere, ainda que indiretamente, qualquer dos objetos da presente invenção.

#### **Descrição das Figuras:**

A invenção passará a ser descrita a seguir com referência a concretizações típicas da mesma e também com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A figura 1 apresenta o microgerador termoelétrico para captação de

energias residuais baseado no efeito *Seebeck* com sistema de transferência de calor intercambiável em sua concepção final em bloco único.

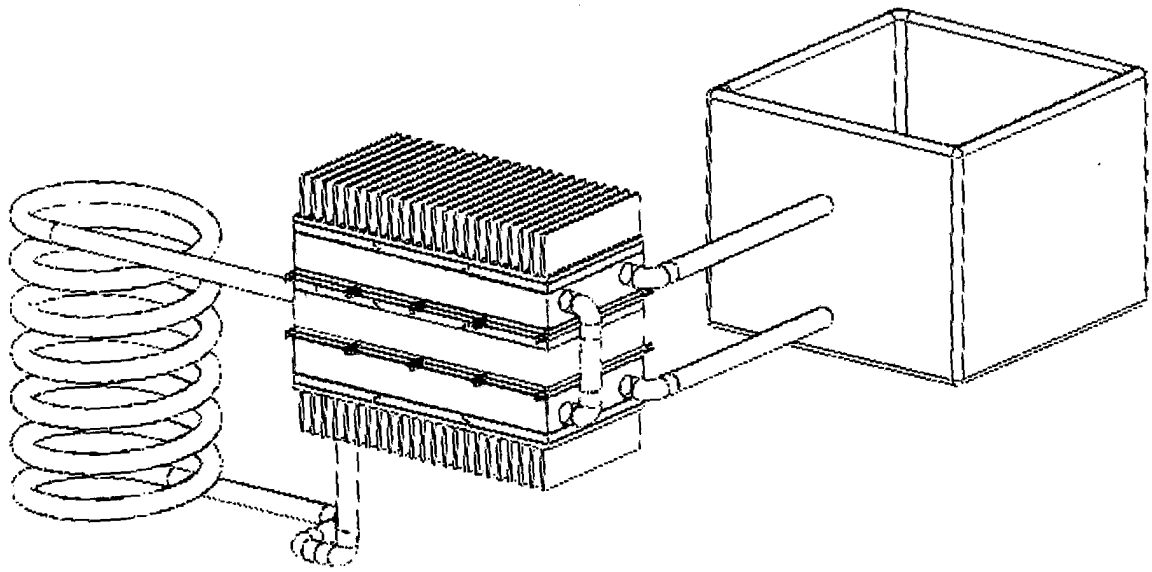
Enquanto que a figura 2 apresenta a vista explodida do microgerador termoelétrico para captação de energias residuais baseado no efeito *Seebeck* com sistema de transferência de calor intercambiável (4). O Sistema desenvolvido é composto por dois sistemas de transferência térmica, sendo um para captação do calor residual (3, 4) de processos industriais constituído de um módulo de transferência de calor (3) e captor de calor intercambiável (4). Sendo este responsável por fazer a transferência de calor por convecção do processo até o bloco de transferência de calor (3) aonde se encontram à associação de módulos termoelétricos (5). Enquanto o segundo trata-se de um sistema de transferência térmica trata-se de um sistema híbrido de refrigeração (1, 2) composto por aletas (1, 7) e bloco de refrigeração (2, 8) planejado para melhorar a área de contato e transferência térmica com a associação de 15 módulos termoelétricos (5).

#### **Descrição Detalhada da Invenção:**

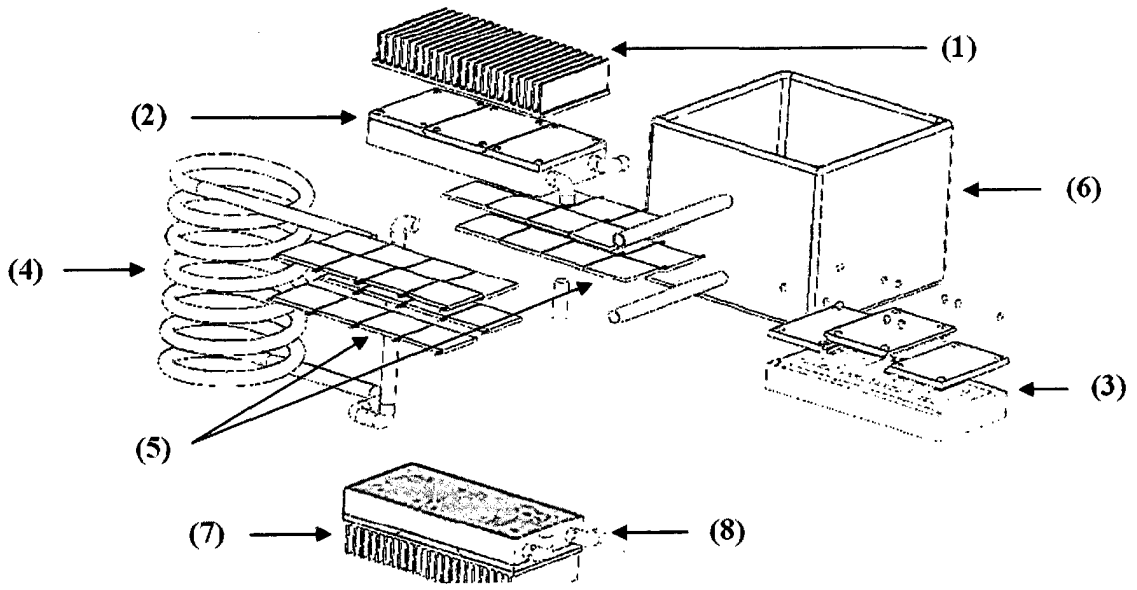
A presente invenção será exposta a seguir em detalhes. A relevância para a utilização da cogeração de energia elétrica é o fato de ser uma forma de energia completamente limpa (Green Power) e dependente apenas de 20 resíduos. Estes resíduos vêm de processos industriais e são liberados ao meio ambiente sem serem aproveitados. Com a invenção proposta o resíduo não deixará de existir e também não deixará de ser liberado ao meio ambiente, mas será aproveitado para a geração de energia elétrica. De acordo com o princípio da conservação de energia que estabelece que a quantidade total de energia 25 em um sistema isolado permanece constante, o aproveitamento de parte da energia desperdiçada (perdas) pode ser regenerada e utilizada no próprio local gerador deste desperdício. Consequentemente, ao reaproveitar parte desta energia residual irá se maximizar o rendimento do sistema como um todo. Logo, com o desenvolvimento do sistema de cogeração termoelétrico de 30 energia será possível aproveitar as energias residuais de processos industriais. Como por exemplo, processos de forjamento e conformação, sistemas de refrigeração industrial, caldeiras, fornos cerâmicos, etc.

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Arranjo modular do Microgerador podendo ser reconfigurado e adaptado ao processo industrial podendo assim maximizar sua geração garantindo o máximo aproveitamento.
- 5 2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um conjunto de módulos de transferencia de calor (3, 4) que podem ser adaptado à sua configuração sendo compostos por Aletas (1) e/ou Bloco de refrigeração (2) sendo simples, duplo ou híbrido (1, 2, 7, 8), as quais se interligam entre eles para formar o arranjo.
- 10 3. Dispositivo Intercambiável (4) que possibilita a utilizar diferentes formas de captação de calor (serpentina, matriz de vapor, blocos de refrigeração, etc.) maximizando e adaptando o Microgerador ao processo a ser utilizado.
4. Sistema, de acordo com as reivindicações 1, 2, e 3, caracterizado por ter a capacidade de se adaptar a qualquer processo por sua características modular (1, 2, 3, 7, 8) que permite a alteração da configuração e por ser intercambiável permitindo a troca do captor de calor (4), garantindo o máximo aproveitamento do microgerador.
- 15 5. Sistema, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3 e 4, caracterizado por ser um Microgerador Termoelétrico não invasivo pois o objetivo deste invento é capturar as perdas de processos sem interferir no desempenho do processo optando-se por uma captação indireta (3), garantindo a características de não interferência ao processo principal.
- 20



**Fig. 1**



**Fig. 2**



## **RESUMO**

Um microgerador termoelétrico para captação de energias residuais baseado no efeito *Seebeck* com sistema de transferência de calor intercambiável(4). Composto por dois sistemas de transferência térmica, sendo um para captação do calor residual (3, 4) 5 de processos industriais constituído de um módulo de transferência de calor (3) e do captor de calor intercambiável (4). Sendo este responsável por fazer a transferência de calor (4) por convecção do processo até o bloco de transferência de calor (3) aonde se encontram o arranjo dos módulos termoelétricos (5). Enquanto o segundo sistema trata-se de um sistema híbrido de refrigeração (1, 2) composto por aletas (1) e bloco de 10 refrigeração planificado (2) para melhorar a área de contato com os módulos termoelétricos. Destaca-se que o sistema térmico desenvolvido permite sua adaptação ao processo através da troca do captor de calor (4) otimizando a transferência térmica para o microgerador. Enquanto o sistema elétrico é preconcebido por meio de uma metodologia de cálculo para o projeto e dimensionamento elétrico de micro fontes de 15 geração de energia baseado no efeito *Seebeck*, a partir de curvas de desempenho teóricas dos módulos termoelétricos e gradientes de temperatura pré-determinados de processos industriais permitindo dimensionar e determinar o melhor arranjo dos módulos termoelétricos (5) e do condicionamento do sinal (Potência e Tensão) que melhor se adéqua a condição de operação da carga suprida bem como as condições de operação de 20 qualquer processo industrial (gradiente de temperatura), o que possibilita a otimização da geração de energia do microgerador termoelétrico. Como produto tem-se o projeto e dimensionado de um sistema de transferência de calor intercambiável (4) que juntamente com a metodologia de cálculo elétrico resulta no protótipo de um microgerador termoelétrico baseado no *Efeito Seebeck* para captação de energias 25 residuais. Destaca-se que o microgerador termoelétrico trata-se de um desenvolvimento inédito e inovador quanto à concepção modular e topologia reconfigurável do microgerador termoelétrico para captação de energias residuais.