



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **BR 102016026862-1 A2**

(22) **Data do Depósito:** 17/11/2016

(43) **Data da Publicação:** 12/06/2018



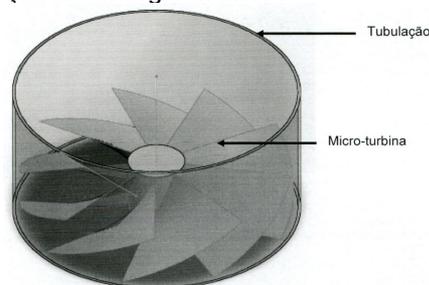
(54) Título: DISPOSITIVO CONTENDO MICROTURBINA E SEMIPAREDE PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DO APROVEITAMENTO DA ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL DE RIOS E RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

(51) Int. Cl.: E02B 9/04

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

(72) Inventor(es): THAÍS HELENA SYDENSTRICKER FLORES-SAHAGUN; JOÃO CESAR HAUPT TITON JUNIOR

(57) Resumo: Esta invenção é uma alternativa para a geração de energia elétrica através do aproveitamento da diferença de alturas (energia potencial) de reservatórios de água ou da energia cinética do escoamento da água que é desperdiçada durante o percurso de rios e também, de tubulações que escoam água potável ou servida. O dispositivo é composto por tubo de alma raiada ou não, provido de uma semiparede (Figuras 1) e uma microturbina (Figuras 2 e 3) nos níveis de captação da energia. Metais ou preferencialmente, materiais como poli(cloreto de vinila) - PVC, poli(sulfeto de fenileno) - PPS, poli(éter-éter-cetona) - PEEK ou mesmo polímeros de baixo custo como o polipropileno - PP ou polietileno de alta densidade - PEAD podem ser usados nas hélices, sendo que a escolha do polímero depende da vazão de água e diâmetro da tubulação. A cada dispositivo contendo a microturbina, um gerador é ligado para a geração de energia elétrica.



DISPOSITIVO CONTENDO MICROTURBINA E SEMIPAREDE PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DO APROVEITAMENTO DA ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL DE RIOS E RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

[001]. Esta invenção é uma alternativa para a geração de energia elétrica através do aproveitamento do escoamento da água (energia cinética) de tubulações que escoam água potável ou servida durante o percurso de rios ou, da diferença de alturas (energia potencial) de reservatórios de água. Essa energia desperdiçada pode ser aproveitada através da presente invenção que trata de um dispositivo simples ligado a um gerador, composto por tubo de alma raiada ou não, provido de uma semiparede e uma microturbina nos níveis de captação da energia.

[002]. Existe um desperdício de energia não contabilizado, referente à energia potencial de água armazenada em reservatórios (caixas de água do saneamento básico, da chuva, do descongelamento de geleiras etc) e também, referente à energia cinética do escoamento de água de rios ou de tubulações que escoam água potável ou servida. Essa energia pode ser aproveitada para a geração de energia mecânica, através do uso do dispositivo descrito nesta invenção, composto por uma microturbina e uma semiparede instaladas em uma tubulação em um ou vários pontos. Em cada ponto, a energia mecânica gerada é transformada em energia elétrica através do uso de um gerador. Vantagens desta proposta incluem a geração de energia elétrica ao longo do trajeto de um rio sem perda de água pois, nos pontos de captação a água é devolvida ao rio sem ocorrência de inundações. O dispositivo pode também ser usado com vantagens em edifícios onde a pressão excedente da coluna d'água da

tubulação de água nos andares mais baixos pode ser aproveitada para a geração de energia elétrica para os moradores. Quanto mais alto o edifício e mais baixo for o andar considerado, maior será a coluna d'água e, por consequência, maior a pressão existente na tubulação. A vazão presente nos andares superiores já supre a necessidade dos moradores, sendo desnecessário o excesso ocasionado pela maior pressão observada nos andares mais baixos. A propósito, um dos problemas de edifícios altos é a alta pressão de água nos andares mais baixos que ocasionam vazamentos e problemas em válvulas de descarga que podem ser evitados através da utilização da presente invenção.

[003]. Assim, a energia cinética ou potencial não aproveitada, que é abundante em termos de possibilidades e variável em termos de quantidade, pode ser usada na geração de energia elétrica de forma prática e de baixo custo através do dispositivo descrito na presente invenção. Em termos ambientais, a geração de energia elétrica proveniente do aproveitamento da diferença de alturas de edificações, do curso de rios, de tubulações que escoam água potável ou servida e de outros reservatórios de água é ecologicamente amigável pois aproveita a energia potencial ou cinética desperdiçada, tem baixo custo e ainda, promove cooperação social. Cidadãos, isoladamente ou com o apoio municipal, estadual ou federal, participam de forma parcial da geração de energia elétrica em diferentes pontos da cidade ao aproveitarem ao máximo a água da chuva, servida ou potável que será usada na geração de energia elétrica em outro ponto, com nível mais baixo.

[004]. O dispositivo disponível na Internet (<<https://www.youtube.com/watch?v=MHFHlqhkfrs>>) composto por

uma hélice, um gerador e uma bateria, que imerso em um rio, carrega a bateria através da energia mecânica da correnteza que move a hélice, gera uma quantidade de energia pequena, é portátil, indicado para montanhistas, pessoas que fazem acampamentos e outras atividades de lazer e difere bastante da presente invenção. Vários inventores desenvolveram sistemas onde turbinas ficam localizadas dentro de tubos, conhecidas como as "In-pipe turbine". As patentes US 9,243,604 B2, US 2012/0038161A1, US 8,360,720B2 e US 7,959,411B2 mostram diferentes sistemas, relativamente complexos para geração de energia desta forma [2-5]. A patente US 9,077,220B2 trata de uma turbina geradora de energia disposta em uma tubulação, de certa maneira similar às demais citadas, mas também complicada [6]. A geração de energia elétrica em hidrelétricas utiliza grandes turbinas e acarreta em inundações que representam um problema ambiental.

[005]. Na presente invenção microturbinas simples, de fácil manutenção e instalação, de baixo custo e que podem ser confeccionadas com hélices plásticas e um dispositivo que é uma semiparede, ficam dentro de tubulações, conforme mostram as Figuras 1,2 e 3. Não está representado nas figuras mas em vez de um tubo liso, a utilização de um tubo com alma raiada no trecho onde o dispositivo está instalado provavelmente minimizaria a ocorrência de uma eventual cavitação. Metais ou preferencialmente, materiais como poli(cloreto de vinila) – PVC, poli(sulfeto de fenileno) – PPS, poli(éter-éter-cetona) – PEEK ou mesmo polímeros de baixo custo como o polipropileno – PP ou polietileno de alta densidade – PEAD podem ser usados nas hélices, sendo que a escolha do polímero depende da vazão de água e diâmetro da tubulação. À cada dispositivo contendo a

microturbina, um gerador é ligado para a geração de energia elétrica.

[006]. Quanto às turbinas utilizadas na proposta, pode-se considerar duas opções: turbina radial e turbina axial. A melhor escolha dependerá das dimensões e especificações da tubulação de cada prédio ou água canalizada de rios ou de sistema equivalente como o de água servida ou potável que escoam em tubulações, devendo ser analisada caso a caso.

[007]. Em termos operacionais, a principal consideração a ser feita é o rendimento da turbina em transformar a energia cinética da água em energia mecânica no eixo. O rendimento máximo da turbina está associado a uma determinada velocidade (velocidade nominal), que deve ser estipulada para as diferentes situações que envolvem distintos diâmetros de tubos, vazões e tamanho da microturbina. O rendimento de uma turbina passa a diminuir após o alcance da velocidade máxima e atinge zero na velocidade máxima da turbina (velocidade de disparo). Assim, a velocidade máxima da turbina deve ser sempre evitada pois a turbina não gera energia nesta condição [8-12].

[008]. Uma turbina hidráulica deve ser projetada para operar com rendimento máximo em determinada vazão (Q), queda (H) e velocidade de rotação (N). O rendimento η_t é dado pela equação 1 a seguir:

Equação 1

$$\eta_t = \frac{P_m}{Q_t \cdot H_t}$$

[009]. Onde:

- P_m é a potência mecânica no eixo da turbina [kW];
- η_t é o rendimento mecânico da turbina;
- Q_t é a vazão na entrada da turbina [m³/s];
- H_t é a queda na entrada da turbina [m];

[010]. Como as curvas características das turbinas hidráulicas e seus rendimentos não podem ser determinadas teoricamente será preciso obter esses dados experimentalmente. Assim, devem ser testadas microturbinas com hélices de diferentes tamanhos, distintas vazões de água e alturas para definir as condições ótimas de funcionamento da proposta em diferentes situações.

[011]. Para tubulações de seção circular, o número de Reynolds é calculado pela seguinte equação:

Equação 2

$$Re = \frac{\rho \cdot \bar{V} \cdot D}{\mu} = \frac{\bar{V} \cdot D}{\nu} = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\pi \cdot D \cdot \mu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \nu}$$

[012]. Onde ρ é a massa específica do fluido, \bar{V} é a velocidade média de escoamento do fluido dentro do duto, D é o diâmetro (interno) do duto, μ é a viscosidade dinâmica do fluido, ν é a viscosidade cinemática do fluido, \dot{m} é a vazão mássica do fluido e Q é a vazão volumétrica do fluido.

[013]. O regime laminar é obtido para números de Reynolds menores ou iguais a 2300 para escoamentos internos; a transição ocorre entre 2300 a 3600, onde os efeitos de turbulência começam a ocorrer e o regime turbulento ocorre para Reynolds superiores a 3600.

[014]. A perda de carga está relacionada ao fator de atrito para escoamentos completamente desenvolvidos, através da seguinte relação:

Equação 3

$$\frac{\Delta p}{\rho} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\bar{V}^2}{2} \rightarrow g \cdot \Delta h = f_{real} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\bar{V}^2}{2}$$

[015]. Onde Δp é a variação de pressão, ρ é a massa específica do fluido, f é o fator de atrito de Darcy, L é o comprimento do duto, D é o diâmetro (interno) do duto e V é a velocidade média do fluido dentro do duto, g é a aceleração da gravidade e Δh é a diferença de pressão em metros de coluna d'água. O fator de atrito de Darcy pode assumir os seguintes valores:

Equação 4

$$f = \frac{64}{Re}$$

[016]. Caso o escoamento seja laminar, ou:

Equação 5

$$f = 0,25. \left[\log \left(\frac{e/D}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

[017]. No caso de escoamento turbulento. A fórmula apresentada é conhecida como equação de Miller e é uma aproximação, com desvio dentro de 1% do diagrama de Moody. Nessa fórmula, representa a rugosidade absoluta do duto, e deve estar na mesma unidade do diâmetro D.

[018]. A rugosidade da parede depende do material de fabricação do tubo, bem como do seu estado de conservação. De maneira geral, um tubo usado apresenta uma rugosidade maior que um tubo novo devido a alterações na superfície do tubo provocadas por efeitos de desgaste, como erosão, fluência ou corrosão.

Descrição das figuras

[019]. Figura 1 – Microturbina axial

[020]. Figura 2 – Microturbina radial, corte transversal

[021]. Figura 3 – Microturbina radial, corte transversal - vista lateral.

REIVINDICAÇÕES

1 - DISPOSITIVO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA **caracterizado pelo** o aproveitamento da diferença de alturas (energia potencial) de reservatórios de água ou da energia cinética do escoamento da água que é desperdiçada durante o percurso de rios e também, de tubulações que escoam água potável ou servida

2 - DISPOSITIVO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA **caracterizado por** conter microturbina e semiparede (Figuras 1 a 3) em tubo com alma raiada ou não, para gerar energia mecânica proveniente do escoamento de água de rios ou de tubulações que escoam água potável ou servida e que pode ser transformada em energia elétrica através do uso de um gerador.

3 - DISPOSITIVO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA CONTENDO MICROTURBINA E SEMIPAREDE **caracterizado por** gerar energia mecânica através da sua instalação em tubulações de edifícios onde a pressão excedente da coluna d'água da tubulação de água nos andares mais baixos pode ser aproveitada para a geração de energia elétrica para os moradores.

4 - DISPOSITIVO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA CONTENDO MICROTURBINA E SEMIPAREDE **caracterizado por** utilizar metais ou preferencialmente, materiais como poli(cloreto de vinila) - PVC,

poli(sulfeto de fenileno) – PPS, poli(éter-éter-cetona) – PEEK ou mesmo polímeros de baixo custo como o polipropileno – PP ou polietileno de alta densidade – PEAD nas hélices, sendo que a escolha do polímero depende da vazão de água e diâmetro da tubulação.

DESENHOS

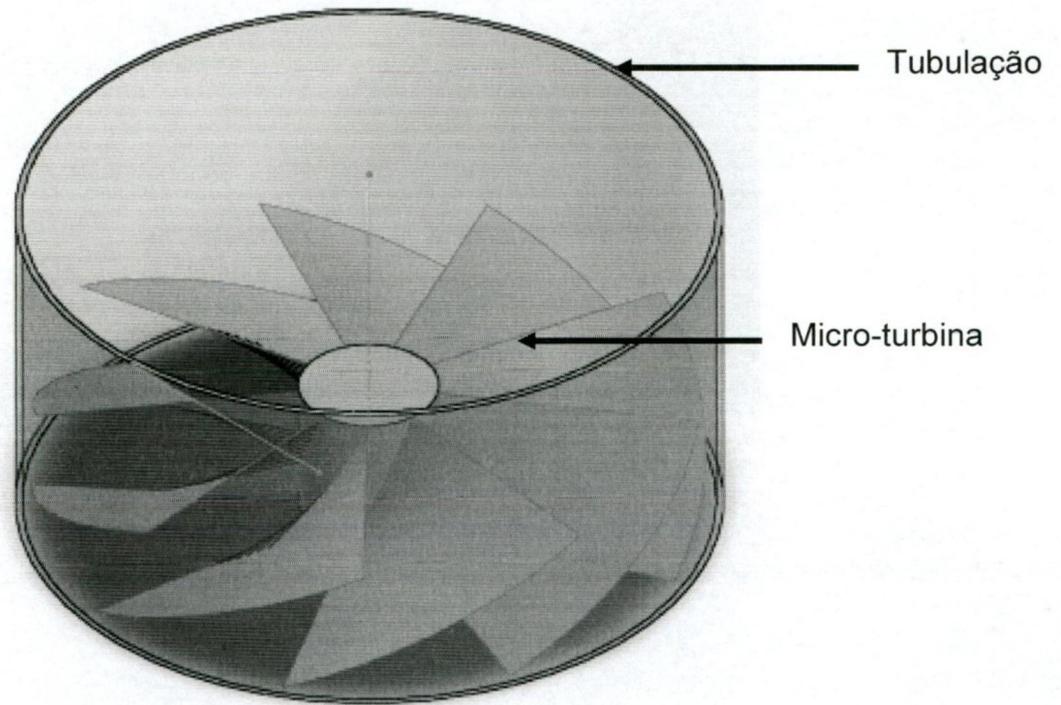


Figura 1

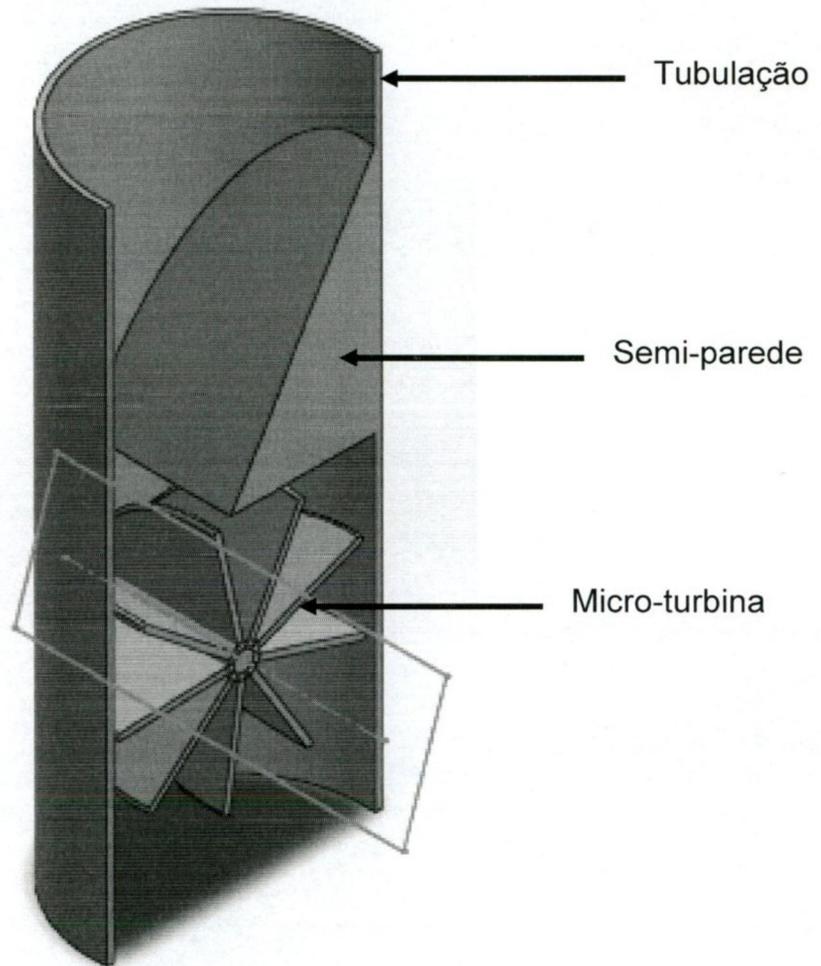


Figura 2

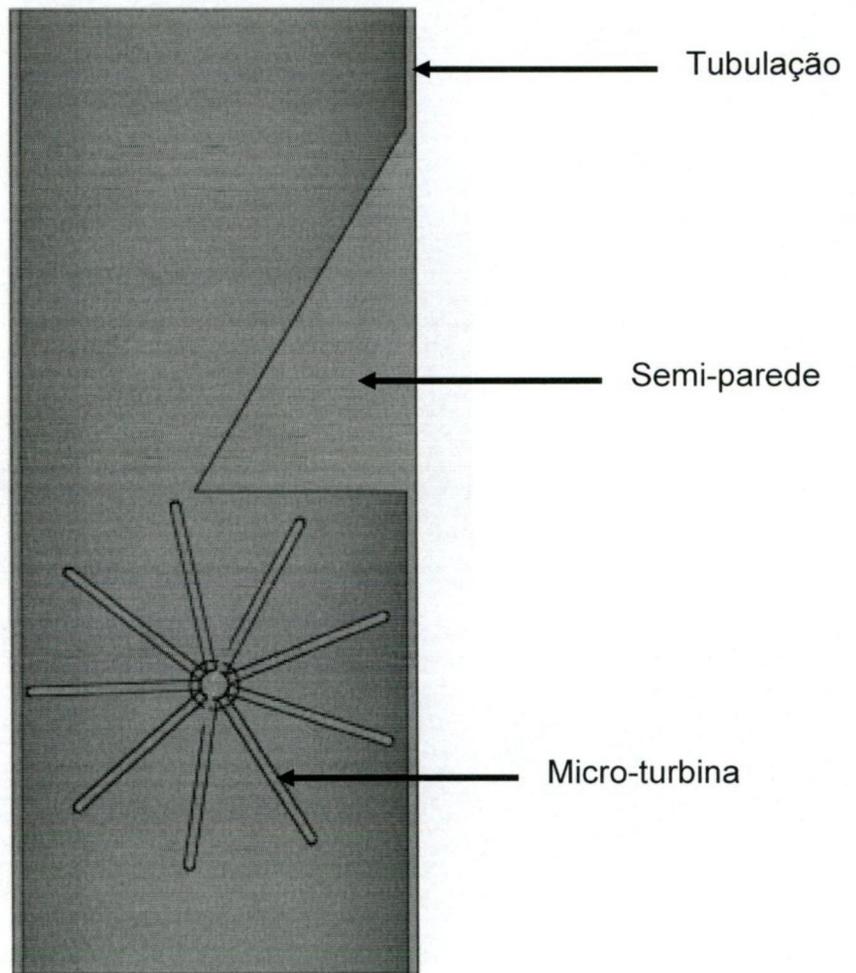


Figura 3

RESUMO**DISPOSITIVO CONTENDO MICROTURBINA E SEMIPAREDE PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DO APROVEITAMENTO DA ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL DE RIOS E RESERVATÓRIOS DE ÁGUA**

Esta invenção é uma alternativa para a geração de energia elétrica através do aproveitamento da diferença de alturas (energia potencial) de reservatórios de água ou da energia cinética do escoamento da água que é desperdiçada durante o percurso de rios e também, de tubulações que escoam água potável ou servida. O dispositivo é composto por tubo de alma raiada ou não, provido de uma semiparede (Figuras 1) e uma microturbina (Figuras 2 e 3) nos níveis de captação da energia. Metais ou preferencialmente, materiais como poli(cloreto de vinila) – PVC, poli(sulfeto de fenileno) – PPS, poli(éter-éter-cetona) – PEEK ou mesmo polímeros de baixo custo como o polipropileno – PP ou polietileno de alta densidade – PEAD podem ser usados nas hélices, sendo que a escolha do polímero depende da vazão de água e diâmetro da tubulação. À cada dispositivo contendo a microturbina, um gerador é ligado para a geração de energia elétrica.