



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1001623-6 B1



(22) Data do Depósito: 10/05/2010

(45) Data de Concessão: 10/11/2020

(54) Título: SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA DE CORRENTE DE ÁGUA

(51) Int.Cl.: F03B 17/00.

(30) Prioridade Unionista: 09/02/2010 US 12/702,546; 09/11/2009 US 61/259,359.

(73) Titular(es): ANADARKO PETROLEUM CORPORATION.

(72) Inventor(es): WILLIAM D. BOLIN.

(57) Resumo: SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA DE CORRENTE DE ÁGUA. A presente invenção refere-se a um sistema de geração de energia de corrente de água (201, 401) que é provido, incluindo uma pluralidade de tubos de flutuação (102, 402, 403) ligados por uma estrutura de corpo; uma pluralidade de câmaras de lastro (103) ligadas por uma estrutura de corpo; uma pluralidade de unidades de geração de energia do tipo indução (104, 405, 406) dispostas dentro de alojamentos associados a uma ou mais dentre câmaras de flutuação, câmaras de lastro (103) e uma estrutura de corpo; e uma pluralidade de hélices (105, 407, 501) dispostas em comunicação mecânica com cada qual dentre as unidades geradoras do tipo indução (104, 405, 406). Em uma modalidade presentemente preferida, uma pluralidade de hélices (105, 407, 501) dispostas em comunicação com uma pluralidade de unidades geradoras do tipo indução (104, 405, 406), em que a cada uma das hélices inclui um ou mais anéis dispostos concêntricamente, com cada um dos anéis dispostos concêntricamente tendo um elemento de anel interno (503), um elemento de anel externo (506), e uma pluralidade de elementos de aletas (504) curvadas separadas por espaços de separação (505) dispostos entre os elementos de anel interno e externo. Métodos e meios de emprego, posicionamento, manutenção, controle e operação do sistema são igualmente providos, conforme aparecem nas descrições detalhadas dos (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA DE CORRENTE DE ÁGUA"**.

CAMPO DA TÉCNICA

[0001] A presente invenção refere-se, de modo geral, a sistemas de geração de energia renováveis, e, em particular através de uma modalidade não-limitante, a um sistema submerso ou flutuante para a geração de energia derivada de correntes de rápida movimentação utilizando um sistema gerador do tipo indução equipado com uma ou mais hélices de anéis de aletas. As hélices de anéis de aletas mostradas e descritas no presente invenção são igualmente adequadas para uso em sistemas que utilizam sistemas de transmissão de gerador convencionais e outros meios de criação de energia.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0002] Com os custos elevados dos combustíveis fósseis e das altas demandas de energia nas indústrias DE economias mundiais, métodos diferentes e mais eficazes de desenvolvimento de fontes de energia são constantemente pesquisadas. De interesse particular são as fontes de energia alternativas renováveis, tais como os dispositivos de energia solar com baterias, usinas de energia eólica, e sistemas que derivam força a partir de hidrogênio sequestrado.

[0003] No entanto, tais fontes de energia ainda não são capazes de liberar uma força contínua para uma área em larga escala em termos comerciais. Além disso, algumas tecnologias propostas, tais como os sistemas movidos a hidrogênio, que envolvem o refino da água do mar, de fato consomem mais energia no processo de conversão do que é produzido no fim do sistema. Outros, tais como o hidrogênio derivado de metano, produzem quantidades iguais ou maiores de emissões de combustível fóssil do que as tecnologias convencionais à base de petróleo que pretendem substituir, e ainda outros, tais como os sistemas de base eólica, ou solar, ou de baterias, requerem tamanha ex-

posição consistente a uma significativa luz solar ou a ventos que tornam a sua eficácia comercial inerentemente limitada.

[0004] Um sistema de energia alternativa proposto envolve o aproveitamento da força hidráulica derivada das correntes de rápida movimentação, por exemplo, das correntes marinhas com velocidades de fluxo de pico de 2 m/s ou mais.

[0005] Na prática, no entanto, os dispositivos de geração de energia subaquáticos existentes têm se comprovados inadequados, mesmo quando instalados em locais onde as velocidades de corrente marinha são consistentemente muito rápidas. Isto é devido, pelo menos em parte, tanto a uma falta de um meio eficaz para a geração de energia como para uma transferência compatível da energia obtida dos sistemas subaquáticos de geração de energia para uma estação de retransmissão de energia flutuante ou terrestre.

[0006] Os desenhos de hélice existentes e de mecanismos de geração de energia flutuantes têm se comprovado inadequados, não conseguindo prover uma geração de energia adequada ou ainda uma estabilidade suficiente contra correntes marinhas de máxima velocidade.

[0007] Um outro problema importante vem a ser a questão ambiental associada à obtenção de energia a partir de correntes de água sem prejudicar a vida aquática circundante, como, por exemplo, os recifes, a vegetação marinha, os cardumes de peixes, etc.

[0008] Há, portanto, uma necessidade importante e ainda não atendida por um sistema de geração de energia de corrente de água que supere os problemas atualmente existentes na técnica, e que gere e transfira para uma estação de retransmissão uma quantidade significativa de força de uma maneira segura, confiável, e ambientalmente amigável.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0009] Um sistema de geração de energia de corrente de água tendo um sistema de hélices de anéis de aletas é provido, o sistema incluindo: uma câmara de flutuação; uma unidade de geração de energia do tipo indução disposta dentro de um alojamento associada à câmara de flutuação; e uma hélice disposta em comunicação com a unidade geradora do tipo indução, sendo que a hélice compreende ainda um ou mais anéis dispostos concetricamente, cada um dos anéis dispostos concetricamente tendo um elemento de anel interno, um elemento de anel externo, e uma pluralidade de elementos de aletas curvadas separados por espaços de separação dispostos entre os elementos de anel interno e externo.

[00010] Um outro sistema de geração de energia de corrente de água tendo um sistema de hélices de anéis de aletas é também provido, o sistema incluindo: uma pluralidade de tubos de flutuação ligados por uma estrutura de corpo; uma pluralidade de câmaras de lastro ligadas por uma estrutura de corpo; uma pluralidade de unidades de geração de energia do tipo indução dispostas dentro dos alojamentos associados a uma ou mais dentre as câmaras de flutuação, as câmaras de lastro e à estrutura de corpo; e uma pluralidade de hélices dispostas em comunicação com as unidades geradoras do tipo indução, sendo que a pluralidade de hélices compreende ainda um ou mais anéis dispostos concetricamente, os anéis dispostos concetricamente tendo um elemento de anel interno, um elemento de anel externo, e uma pluralidade de elementos de aletas curvadas separadas por espaços de separação dispostos entre os elementos de anel interno e externo.

[00011] Um sistema de hélices para estruturas submersas ou flutuantes é igualmente provido, o sistema de hélices incluindo: um elemento de eixo de modo a colocar a dita hélice em comunicação com um sistema de acionamento; e um ou mais anéis dispostos concentri-

camente, os anéis dispostos concentricamente tendo um elemento de anel interno, um elemento de anel externo, e uma pluralidade de elementos de aletas curvadas separados por espaços de separação dispostos entre o elemento de anel interno e o dito elemento de anel externo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00012] As modalidades aqui descritas serão melhor entendidas, e inúmeros objetos, aspectos, e vantagens se tornarão aparentes aos versados na técnica por meio da referência aos desenhos em anexo.

[00013] A figura 1 é uma vista lateral de um sistema de geração de energia de corrente de água de acordo com uma modalidade exemplar da presente invenção.

[00014] A figura 2 é uma vista frontal de um sistema de geração de energia de corrente de água de acordo com uma segunda modalidade exemplar da presente invenção.

[00015] A figura 3 é uma vista em planta de um tubo de lastro tendo uma pluralidade de câmaras de isolamento do tipo labirinto de acordo com uma terceira modalidade da presente invenção.

[00016] A figura 4A é uma vista de topo de um sistema de geração de energia de corrente de água de acordo com uma quarta modalidade exemplar da presente invenção.

[00017] A figura 4B é uma vista de topo da modalidade exemplar ilustrada na figura 4A, incluindo ainda um sistema de ancoragem por cabos associado.

[00018] A figura 5 é uma vista frontal de uma modalidade exemplar de sistema de hélices adequada para uso em conexão com um sistema de geração de energia submerso ou flutuante.

[00019] A figura 6 é uma vista em perspectiva de uma modalidade exemplar do sistema de hélices ilustrado na figura 5, com uma porção detalhada do sistema isolada para uma outra vista em perspectiva.

[00020] A figura 7 é uma vista isolada de uma porção da modalidade exemplar do sistema de hélices ilustrado nas figuras 5 e 6.

[00021] A figura 8 é uma vista lateral de uma modalidade exemplar de um sistema de geração de energia de corrente de água compreendendo ainda um arranjo de hélices montado por arrasto.

[00022] A figura 9 é uma vista traseira da modalidade exemplar do sistema de geração de energia de corrente de água ilustrado na figura 8, no qual um número ímpar de hélices facilita as forças rotacionais de deslocamento em um arranjo montado por arrasto.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE DIVERSAS MODALIDADES EXEMPLARES

[00023] A descrição que se segue inclui diversos desenhos e métodos exemplares de uso que incorporam as vantagens da matéria da presente invenção. No entanto, as pessoas versadas na técnica deverão entender que as modalidades apresentadas admitirão a sua prática sem alguns dos detalhes específicos aqui apresentados. Em outros casos, um equipamento submarino e de geração de energia bem conhecido, protocolos, estruturas e técnicas não foram descritos ou mostrados em detalhe a fim de evitar a ofuscação da presente invenção.

[00024] A figura 1 ilustra uma primeira modalidade exemplar de um sistema de geração de energia de corrente de água 101. Em sua forma mais simples, o sistema compreende um tubo de flutuação 102, um tubo de lastro 103, e uma unidade de geração de energia do tipo indução 104 equipada com uma hélice 105.

[00025] Embora a figura 1 apareça para ilustrar apenas um único tubo de flutuação 102, uma unidade de lastro 103 e componente de gerador 104, a mesma é na verdade uma vista lateral de um sistema maior, e modalidades comerciais compreendendo múltiplos tubos e componentes de gerador são presentemente contempladas e descritas a seguir. Contudo, os versados na técnica em questão prontamente

apreciarão que a presente descrição de um sistema limitado com elementos únicos é ilustrativa, e não deverão limitar o âmbito de aplicação da presente invenção a estes aspectos.

[00026] A novidade do sistema se baseia em uma unidade de geração de energia do tipo indução 104, que oferece simplicidade e confiabilidade às operações, e produz uma energia que pode ser emitida com ou sem transformação como uma corrente alternada (CA) para uma estação de retransmissão associada (não-mostrada). O sistema é, portanto, capaz de produzir corrente CA em uma escala comercialmente viável que pode ser facilmente vendida e usada por uma rede elétrica vizinha.

[00027] De modo geral, os geradores de indução são mecânica e eletricamente mais simples que outros tipos de geradores de força elétrica síncronos ou geradores de corrente contínua (CC). Os mesmos tendem também a ser mais reforçados e duráveis, e normalmente não requerem escovas nem comutadores.

[00028] Por exemplo, uma máquina de indução elétrica trifásica assíncrona (por exemplo, enrolada em caixa), quando operada mais lentamente que a sua velocidade síncrona, funcionará como um motor; o mesmo dispositivo, no entanto, quando operado mais rapidamente que a sua velocidade síncrona, funcionará como um gerador de indução.

[00029] Em suma, geradores de indução podem ser usados para produzir energia elétrica alternada quando um eixo interno é girado mais rápido que a sua frequência síncrona. Na presente invenção, a rotação do eixo é feita por meio de uma hélice associada 105 disposta em uma corrente de água que se move de maneira relativamente rápida.

[00030] A força derivada do sistema, na maioria dos casos, será desejada para suplementar um sistema de rede elétrica vizinho, e, assim, as frequências operacionais da rede irão determinar a frequência

de operação para o sistema de geração de energia. Por exemplo, muitos sistemas grandes de rede elétrica geralmente empregam uma frequência operacional nominal dentre 50 e 60 Hertz.

[00031] No entanto, os geradores de indução não são auto-excitáveis, e, assim, os mesmos requerem um suprimento de força externo (como se poderia ser facilmente obtido a partir da rede vizinha utilizando um umbilical que corre através da água ou sob um fundo de mar associado) ou ainda “iniciado por um elemento suave” por meio de um motor de arranque de tensão reduzida a fim de produzir um fluxo magnético de rotação inicial. Os motores de arranque de tensão reduzida podem oferecer importantes vantagens ao sistema, como, por exemplo, determinar rapidamente frequências operacionais adequadas, e permitir uma nova partida sem força no caso de uma rede elétrica auxiliar estar desativada por algum motivo, por exemplo, como resultado de danos provocados por um furacão.

[00032] Uma outra importante consideração para os grandes sistemas de geração de energia flutuante é o estabelecimento de um bom equilíbrio flutuante que permite uma posição dinâmica contínua independentemente das velocidades de corrente circundantes. Mesmo pressupondo que as velocidades de corrente circundantes permaneçam dentro de uma faixa predeterminada de velocidades operacionais, o equilíbrio do sistema pode ainda ser prejudicado por um furacão especialmente forte ou similar, mas a disposição do sistema exatamente sob a linha de uma força de onda típica, ou seja, aproximadamente de 30,48 a 45,72m (100 a 150 pés) de profundidade, reduzirá substancialmente tais perturbações. As diversas forças de deslocamento de forças gravitacionais, forças de flutuação, forças de arrasto e forças de contenção também irão contribuir para a estabilidade geral de um sistema de geração de energia de corrente de água contínua.

[00033] O tubo de flutuação 102 ilustrado na figura 1 compreende

uma porção de corpo cilíndrico disposta em comunicação mecânica com pelo menos uma unidade de tampa de extremidade 104 que aloja os geradores de indução acima mencionados. Os geradores e alojamentos de tampa de extremidade associados contêm um eixo de transmissão e, em algumas modalidades, uma engrenagem planetária relacionada para a hélice 105.

[00034] Em algumas modalidades, o tubo de flutuação 102 compreende um formato cúbico ou hexagonal, embora a prática efetiva da presente invenção admita também outras geometrias. Em uma modalidade presentemente preferida, o tubo de flutuação 102 é aproximadamente cilíndrico, e pressurizado com gás (por exemplo, ar ou outro gás flutuante seguro) de modo que, quando o sistema é impedido por um cabo ancorado 106, as forças combinadas irão constituir a força de elevação primária para o sistema de geração de energia de corrente oceânica.

[00035] Por conseguinte, o sistema pode ser elevado até a superfície para manutenção ou inspeção ao se desligar os geradores, deste modo reduzindo o arrasto sobre o sistema, o que permite que o sistema se eleve ligeiramente até a superfície. Ao abrir o tubo de flutuação e/ou ao esvaziar o fluido do tubo de lastro, a unidade pode ser flutuada até a superfície segura e confiavelmente de modo que uma inspeção ou manutenção possa ser feita.

[00036] De acordo com um método de movimentação do sistema, um cabo 106 pode também ser liberado, de modo que a estrutura flutuante possa ser rebocada ou de outra forma movida para a terra ou outro local operacional.

[00037] A modalidade exemplar ilustrada na figura 2 é uma vista frontal do sistema de geração de energia 201, equipado com uma pluralidade de hélices de movimento lento, relativamente grandes, 206 dispostas em comunicação mecânica com os elementos de eixo das

unidades de gerador de indução 204 e 205. Conforme visto em mais detalhes na figura 4A, as unidades de gerador são dispostas dentro das unidades de tampa de extremidade alojadas dentro dos tubos de flutuação 102, assim como por toda a extensão de uma porção de corpo do tipo treliça do sistema disposto entre os tubos de flutuação.

[00038] Voltando agora à figura 3, é provida uma vista detalhada da parte interna dos tubos de lastro previamente ilustrados com a referência numérica 103 na figura 1, na qual uma pluralidade de câmaras de isolamento do tipo labirinto é juntada de tal modo que a separação e a mistura de vários gases e líquidos possam ser feitas no sentido de possibilitar um controle muito mais fino das forças de equilíbrio e de flutuação presentes no sistema que pode ser obtido por meio dos tubos de flutuação 102.

[00039] Conforme visto na modalidade ilustrada, um sistema de lastro interno 301 formado dentro de um tubo de lastro compreende uma fonte de controle de ar 302 disposta em comunicação fluida com uma válvula de retenção de sobrepressão e uma primeira câmara de isolamento 303. A primeira câmara de isolamento 303 contém gás seco (por exemplo, um ar tendo uma pressão igual à pressão externa da água circundante) presente em uma porção superior da câmara, e um fluido (por exemplo, a água salgada arrastada para dentro a partir de fora da câmara de isolamento) presente em uma porção inferior da câmara.

[00040] A primeira câmara de isolamento 303 compreende ainda uma linha de alimentação de ar secundária 305 para a distribuição de ar para os demais compartimentos cheios de gás da estrutura, assim como linhas para a mistura de gás e fluido a partir da primeira câmara de isolamento 303 para a segunda câmara de isolamento 304. A segunda câmara de isolamento 304 por sua vez compreende uma porção superior contendo ar e uma porção inferior contendo água ou simi-

lar, que são separadas por meio de cilindro de isolamento. Em outras modalidades, o cilindro de isolamento contém água salgada sobre a qual flutua um fluido de barreira a fim de garantir um melhor isolamento entre o ar e água salgada.

[00041] Em outras modalidades, a primeira ou a segunda câmara de isolamento 303, 304 são equipadas com uma instrumentação (por exemplo, sensores de pressão ou sensores de pressão diferencial) para determinar se fluido ou ar se encontra presente em uma cavidade particular do sistema. Em ainda outras modalidades, tais sensores são entrados em um sistema de controle lógico (não-mostrado) utilizado para ajudar na detecção e controle das medições de equilíbrio e impulso relacionados.

[00042] O processo de avançar o ar através do sistema nas porções superiores dos tanques e ao mesmo tempo garantir que a água ou outro líquido permanecem nas porções inferiores contínuas até que as características desejadas de equilíbrio e controle sejam obtidas. Por último, uma câmara de isolamento final 306 é provida, a qual, na modalidade ilustrada, compreende uma válvula de saída de ar 309 usada para soltar o ar para fora do sistema e, em determinadas circunstâncias, água para dentro do sistema.

[00043] Uma válvula de segurança de pressão 307 é provida no caso de a pressão interna se tornar tão grande que seja necessária uma exaustão da pressão a fim de manter a integridade do controle do sistema, e uma válvula de fluxo de água aberta 308 equipada com um filtro a fim de impedir a entrada acidental de criaturas marinhas é disposta em uma porção inferior do tanque de isolamento 306.

[00044] Mais uma vez, fluidos de barreira e similar podem ser usados a fim de reduzir a interação entre o ar e a água, e caso o sistema seja equipado com um controle de flutuação que flutua sobre o topo da água salgada, o fluido de barreira pode ficar retido depois que toda a

água salgada for expelida.

[00045] A figura 4A apresenta uma vista de topo de uma modalidade do sistema 401, que, neste caso, compreende um primeiro tubo de flutuação 402 e um segundo tubo de flutuação 403; uma porção de corpo do tipo treliça, de conexão 404 disposta entre os mesmos; uma pluralidade de geradores de indução 405, 406 posicionados estrategicamente em torno dos tubos de flutuação e das porções de corpo; uma pluralidade de hélices 407 dispostas em comunicação mecânica com os geradores; e uma pluralidade de elementos de cabo 408, 409 dispostos em comunicação mecânica com os tubos de flutuação 402, 403.

[00046] Na modalidade exemplar ilustrada na figura 4B, os elementos de cabo 408 e 409 são juntados de modo a formar um único cabo de ancoragem 410 que é afixado de uma maneira conhecida ao elemento de ancoragem 411.

[00047] Em diversas modalidades, o cabo de ancoragem 410 compreende ainda um meio para variavelmente conter e liberar o sistema. Em várias outras modalidades, o cabo de ancoragem 410 termina em um elemento de ancoragem 411 equipado com um dispositivo de terminação de cabo (não-mostrado). O elemento de ancoragem 411 compreende qualquer tipo de âncora conhecida (por exemplo, uma âncora de peso morto ou similar) adequada para manter uma posição fixa em correntes de rápida movimentação, geralmente encontráveis em locais com fundos de mar rochosos devido à erosão do solo provocada pelas correntes de rápida movimentação.

[00048] Em ainda outras modalidades, esta porção da estação pode ser presa por meio da fixação de um cabo de ancoragem 410 a um vaso de superfície ou a um outro dispositivo de geração de energia de corrente oceânica, ou a outro local de ancoradouro central, como, por exemplo, uma boia de posicionamento dinâmico flutuante.

[00049] Voltando agora a uma modalidade exemplar de sistema de hélices apresentada apenas de maneira muito geral acima, as figuras 5 a 7 ilustram diversas modalidades exemplares específicas (embora não-limitantes) de um sistema de hélices adequado para uso com o sistema de geração de energia de corrente de água descrito aqui. Os versados na técnica em questão também apreciarão, no entanto, que, embora os sistemas de hélices exemplares descritos aqui sejam descritos com referência a um sistema de geração de energia de corrente de água movido por um gerador de força do tipo indução, os sistemas de hélices exemplares podem também ser usados em conexão a outros tipos de sistemas de geração de energia submersos ou flutuantes de modo a obter muitas das mesmas vantagens ensinadas no presente documento.

[00050] A figura 5, por exemplo, é uma vista frontal de uma modalidade exemplar de um sistema de hélices adequado para uso em conexão a um sistema de geração de energia submerso ou flutuante.

[00051] Conforme ilustrado, a hélice 501 compreende uma pluralidade de conjuntos de aletas alternadas e anéis de encerro, os quais serão, em seguida, ser referidos como uma configuração “anel de aletas”. Estas hélices de anel de aletas tipicamente serão atribuídas no presente relatório descritivo para cada aplicação em particular, e uma eficiência aperfeiçoada será observada mediante o seu diâmetro, circunferência, curvatura de aleta e excentricidade de disposição, seleções de material, etc., com base nas frequências operacionais requeridas pelos geradores de indução, a velocidade das correntes de água circundantes, considerações ambientais (por exemplo, se as hélices têm aberturas ou vãos através dos quais peixes ou outra vida aquática possam passar), e assim por diante. De maneira similar, os conjuntos de hélices vizinhos podem ser girados em sentidos opostos (por exemplo, ou no sentido horário ou no sentido anti-horário, conforme

representativamente ilustrado na figura 2) a fim de promover a criação de remoinhos ou zonas mortas na frente das hélices, as quais poderão repelir ou ajudar a proteger a vida marinha, aumentar a eficiência de rotação da hélice, etc.

[00052] Quando usadas em conexão com um sistema de geração de energia de corrente de água acionado por um gerador de força do tipo indução, a única exigência operacional para as hélices é que as mesmas sejam capazes de girar associadas aos eixos do gerador às velocidades requeridas de modo a obter frequências operacionais de gerador. No entanto, é altamente desejável que o sistema como um todo permaneça passivo com relação à interação com a vida marinha local, e que ótimos resultados de desempenho sejam obtidos quando o sistema gera a saída de força necessária, ao mesmo tempo mantendo um ambiente operacional ambientalmente neutro.

[00053] Começando no centro do dispositivo, é observado que a hélice 501 é disposta em torno de um cubo ou porção de eixo 502 que prende a hélice 501 de uma maneira segura e confiável (por exemplo, por meio de uma fixação mecânica, tal como por meio de prendedores encapsulados resistentes à ferrugem, da soldagem de um corpo de hélice ou múltiplos pedaços de um corpo de hélice a um eixo em um todo unitário único, etc.) e comunica um torque rotacional proporcional ao momento angular da hélice rotativa sobre o eixo para a liberação ao gerador de força. Em algumas modalidades, a porção de eixo ou eixo 502 compreende ainda um meio de flutuação usado para aumentar a conexão mecânica da hélice de anéis de aletas ao eixo. Como o meio de fixação, os eixos de transmissão apropriados para esta tarefa existem na técnica de registro, e podem compreender, por exemplo, uma série de engrenagens e/ou embreagens, sistema de freio, etc., conforme seria requerido a fim de efetivamente comunicar um torque rotacional da hélice para o eixo do gerador.

[00054] Em uma modalidade específica, um prendedor de fixação, como, por exemplo, um conjunto de parafuso e arruela ou similar, é removido da extremidade de um eixo de transmissão, a estrutura de hélice de anéis de aletas desliza sobre o eixo exposto, e em seguida o prendedor é substituído, deste modo fixando mecanicamente a estrutura de anéis de aletas ao eixo. Otimamente, o prendedor seria coberto por uma tampa hermética à água ou similar, conforme representativamente ilustrado na figura 6, item 601.

[00055] Em outras modalidades, um eixo central compreende uma comunicação mecânica de ponto de conexão com um eixo grande, que pode ser instalado ou removido ou substituído como uma estrutura única de modo que uma hélice possa ser facilmente colocada em serviço e mantida enquanto na água. Em outras modalidades, o eixo compreende ainda um meio de flutuação fixo a fim de resistir à carga em suspensão do conjunto de eixo e hélice. De maneira similar, as hélices (especialmente as hélices frontais de um sistema submerso, que absorvem a maior parte da força da corrente de água) podem ser montadas por arrasto a fim de superar a resistência atribuível à pressão de fluido cumulativa contra a estrutura de anéis de aletas.

[00056] Independentemente de como a hélice é fixada ao eixo ou se a mesma é montada por arrasto e/ou suportada por um elemento de flutuação fixo, a modalidade exemplar do desenho de anéis de aletas ilustrado no presente documento é de modo geral similar através de uma diversidade de outras modalidades relacionadas adequadas para a prática dentro do sistema. Por exemplo, na modalidade exemplar 501 ilustrada na figura 5, o conjunto de fixação de eixo 502 é concêntricamente circundado por um primeiro elemento de anel 503, além do qual (ou seja, ainda mais para fora do conjunto de eixo) existe um segundo elemento de anel 506. Disposta entre o primeiro elemento de anel 503 e o segundo elemento de anel 506 encontra-se uma plurali-

dade de elementos de aletas 504, cada um dos quais sendo separado por uma abertura 505. O espaço de separação entre o elemento de aletas 504 irá variar de acordo com a aplicação, mas, de um modo geral, as aberturas entre as aletas irão aumentar de tamanho a partir do anel mais interno (no qual as aberturas são tipicamente as menores) até os anéis mais externos (nos quais o espaço de separação é o maior). Outras configurações admitem aberturas de tamanhos similares, ou aberturas ainda maiores nos anéis internos do que nos anéis externos, porém uma vantagem da superfície de anel interno mais sólida, na qual quase toda a totalidade da área de superfície do anel é utilizada por aletas ao invés de aberturas, é que a estrutura tenderá a forçar a pressão de fluido para fora do centro da estrutura na direção dos anéis mais externos e para além do perímetro do dispositivo como um todo.

[00057] Esta abordagem faz com que a hélice gire mais facilmente, e aumenta significativamente a segurança ambiental do dispositivo ao forçar a vida marinha de pequeno tamanho e similares que poderia se aproximar da estrutura para fora do sistema de modo a evitar totalmente a estrutura de hélices, ou ainda passar pelas aberturas maiores dos anéis externos. Uma vez que a resistência contra a estrutura é reduzida e um torque rotacional maior é transmitido para os eixos de transmissão com menos arrasto e perda, a hélice poderá ainda girar muito lentamente (por exemplo, em uma modalidade exemplar que gera resultados de campo satisfatórios, a hélice gira a uma velocidade de apenas 8 RPM), garantindo ainda mais que a vida marinha seja capaz de evitar a estrutura e aumentando a neutralidade e a segurança ambientais. As baixas velocidades rotacionais também tornam o sistema mais reforçado e durável e menos propenso a sofrer danos se contatado por resíduos ou por um objeto submerso que flutua próximo.

[00058] Os anéis de aletas concêntricos sucessivos 507 e as abertu-

ras 508 dispostas dentro de outros anéis aproximadamente circulares 509 são em seguida adicionados à estrutura, desta forma criando mais anéis de aletas concêntricos e aberturas 510 a 512 até que a circunferência desejada seja obtida. Em uma modalidade presentemente preferida, os espaços de separação 514 do anel mais externo são os maiores espaços de separação do sistema, e as aletas separadas 513 para a maior extensão do sistema. Um elemento de anel final 515 encerra a periferia externa do sistema de hélices, mais uma vez aumentando a sua amabilidade ambiental, uma vez que peixes e outras vidas marinhas que inadvertidamente atingem o anel externo 515 encontrarão apenas um pequeno impacto inclinado contra uma estrutura de lenta movimentação, o que aumenta ainda mais a segurança marinha tanto quanto possível ao empurrar as pressões de água e fluido para fora do dispositivo.

[00059] Conforme visto na região encaixada 603 da figura 6 (que, de modo geral, ilustra a modalidade exemplar da figura 5, embora com a porção de fixação de eixo coberta com uma tampa à prova de água 601 ou similar), o passo das aletas 602 medido com relação ao plano do conjunto de anéis de aletas pode ser alterado (por exemplo, os anéis podem ser dispostos com maior excentricidade) que a sua posição que avança para dentro do conjunto a partir do primeiro anel que circunda o eixo central na direção dos anéis mais externos. A disposição das aletas 602 em um passo mais plano dentro dos anéis internos e mais excentricamente (isto é, em um plano mais perpendicular ao plano do conjunto) nos anéis externos tenderá a aplainar e suavizar o fluxo da água em volta da hélice, deste modo obtendo características de escoamento de fluido superiores (o que minimiza a vibração do sistema), criando menos resistência contra a estrutura de hélices, e provendo uma força de fluido circundante maior de modo a garantir que a vida marinha evite o centro do sistema de hélices.

[00060] Na modalidade exemplar 701 ilustrada na figura 7 (que é

representativa da região encaixada 603 na figura 6), uma série de aletas curvadas 702, 704, 706, 708 é disposta entre as aberturas 703, 705, 707, 709 de tamanho crescente (note que o eixo de fixação central a partir do qual os anéis concêntricos menores se originam se localiza além do topo da figura, por exemplo, acima da aleta 702 e abertura 703). Na modalidade ilustrada, as aletas 702, 704, 706, 708 são também dispostas com maior excentricidade, uma vez que as mesmas são instaladas mais distantes ainda do eixo, de modo que o ângulo de disposição da aleta 708 medida com relação ao plano do conjunto seja maior que o das aletas 702, 704, 706 dispostas próximas ao eixo de fixação central.

[00061] Na modalidade exemplar ilustrada na figura 8, um sistema de geração de energia de corrente de água submerso com cabos é provido, no qual todo o arranjo de hélices é montado por arrasto, de modo que a interferência de força a partir de um arranjo montado frontal seja evitada, e uma estabilidade maior do sistema e uma eficiência de força sejam obtidas. Conforme notado, esta configuração em particular admite uma ou mais hélices dispostas em ambas a posição de montagem por arrasto superior e na posição de montagem por arrasto inferior, embora a disposição de um arranjo de múltiplas hélices em um número maior ou menor de níveis seja igualmente possível.

[00062] Na figura 9, que é essencialmente uma vista traseira da modalidade alternativa ilustrada na figura 8, observa-se que uma modalidade específica (embora não-limitante) compreende um arranjo de hélices tendo um total de dez hélices, com seis hélices sendo dispostas em uma posição de montagem de arrasto inferior, e quatro hélices sendo dispostas em uma posição montada por arrasto superior, com o arranjo de posição superior sendo ainda distribuído com duas hélices sobre cada lado do sistema de geração de energia. Foi considerado que esta modalidade em particular admite características superiores de geração de energia, ao

mesmo tempo estabilizando a estrutura de sistema auxiliar ao minimizar a vibração, e permitindo pares de hélices uniformemente combinados operem em direções rotacionais opostas. Embora tais configurações sejam ótimas para certas modalidades do sistema de geração de energia, um número virtualmente ilimitado de outros arranjos e configurações de disposição possam também ser empregados quando considerados eficazes em um dado ambiente operacional.

[00063] Como uma questão de ordem prática, a composição de toda a estrutura de hélice de anéis de aletas seria provavelmente comum, por exemplo, toda feita de um metal leve, durável, revestido ou resistente à ferrugem. No entanto, diferentes composições de material entre as aletas e anéis são igualmente possíveis, e outros materiais, tais como compósitos metálicos, compósitos de carbono rígido, materiais cerâmicos, etc., são certamente possíveis sem se afastar do âmbito de aplicação da presente invenção.

[00064] Embora ainda outros aspectos da presente invenção, que na prática corrente tipicamente compreendem de modo geral dispositivos associados à produção de energia subaquática (por exemplo, fontes auxiliares de alimentação de força, sistemas de comunicação e de controle de fibra ótica, veículos auxiliares operados remotamente utilizados para atender a uma estação de força, etc.), são certamente contemplados como periféricos para uso no emprego, posicionamento, controle e operação do sistema, não sendo considerado necessário descrever tais itens em grandes detalhes, uma vez que tais sistemas e subsistemas já são conhecidos àqueles versados na técnica.

[00065] Embora a presente invenção tenha sido ilustrada e descrita em detalhe com relação a diversas modalidades exemplares, os versados na técnica também apreciarão que alterações menores à descrição, e várias outras modificações, omissões e adições podem também ser feitas sem se afastar do espírito ou âmbito de aplicação da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de geração de energia de corrente de água (201, 401) partir de estruturas submersas ou flutuantes, o dito sistema caracterizado pelo fato de que compreende:

uma câmara de flutuação submersa, em que a dita câmara de flutuação submersa ainda compreende uma câmara de lastro que inclui uma ou mais câmaras de isolamento do tipo labirinto, e em que uma ou mais câmaras de isolamento do tipo labirinto ainda compreende um fluido flutuante, disposto no mesmo, uma válvula de admissão de fluido flutuante, uma válvula de saída de fluxo flutuante e meios de controle de fonte de um fluido flutuante; e

uma unidade de geração de energia submersa do tipo indução (104, 405, 406) disposta dentro de um alojamento em comunicação com a dita câmara de flutuação, e uma unidade de hélice (105, 407, 501) disposta em comunicação com a dita unidade geradora do tipo indução (104, 405, 406),

em que a dita unidade de hélice compreende ainda um elemento de eixo para dispor a dita unidade de hélice em comunicação com o sistema de acionamento, e um elemento de hélice tendo um ou mais anéis dispostos concêntricamente, cada um dos ditos anéis dispostos concêntricamente tendo um elemento de anel interno (503), um elemento de anel externo (506), e uma pluralidade de elementos de aletas (504) curvadas separados por espaços de separação dispostos entre os ditos elementos de anel interno e externo.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita unidade de hélice compreende ainda um eixo de acionamento.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita unidade de hélice compreende ainda um conjunto de engrenagem.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita unidade de hélice compreende ainda um conjunto de freio.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita unidade de hélice compreende ainda um conjunto de embreagem.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita unidade de hélice compreende ainda um elemento de flutuação fixo.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita unidade de hélice é montada por arrasto no dito sistema.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma pluralidade de anéis concêntricos, cada um dos anéis concêntricos equipado com uma pluralidade aletas separadas por espaços de separação, é fechado na periferia mais externa do elemento de hélice por um anel de fechamento mais externo.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que as aletas dispostas dentro dos anéis concêntricos maiores próximos à estrutura da periferia são dispostas nos ângulos mais excêntricos medidos em relação ao plano do conjunto do que aletas dispostas dentro dos anéis concêntricos menores próximos à estrutura do elemento de eixo.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os espaços de separação formados entre as aletas dispostas dentro de anéis concêntricos maiores próximos à estrutura de periferia são maiores do que os espaços de separação formados entre os espaços de separação formados entre aletas dispostas dentro de anéis concêntricos menores próximos à estrutura do elemento de eixo.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as aletas dispostas dentro dos anéis concêntricos maiores próximos à estrutura da periferia são dispostas nos ângulos menos excêntricos medidos em relação ao plano do conjunto do que as aletas dispostas dentro dos anéis concêntricos menores próximos à estrutura do elemento de eixo.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que espaços de separação formados entre as aletas dispostas dentro de um anel concêntricos mais externo localizado próximo à periferia circunferencial da hélice são maiores que os espaços de separação formados entre as aletas dispostas dentro de um anel concêntrico mais interno próximo ao elemento de eixo.

FIG. 1

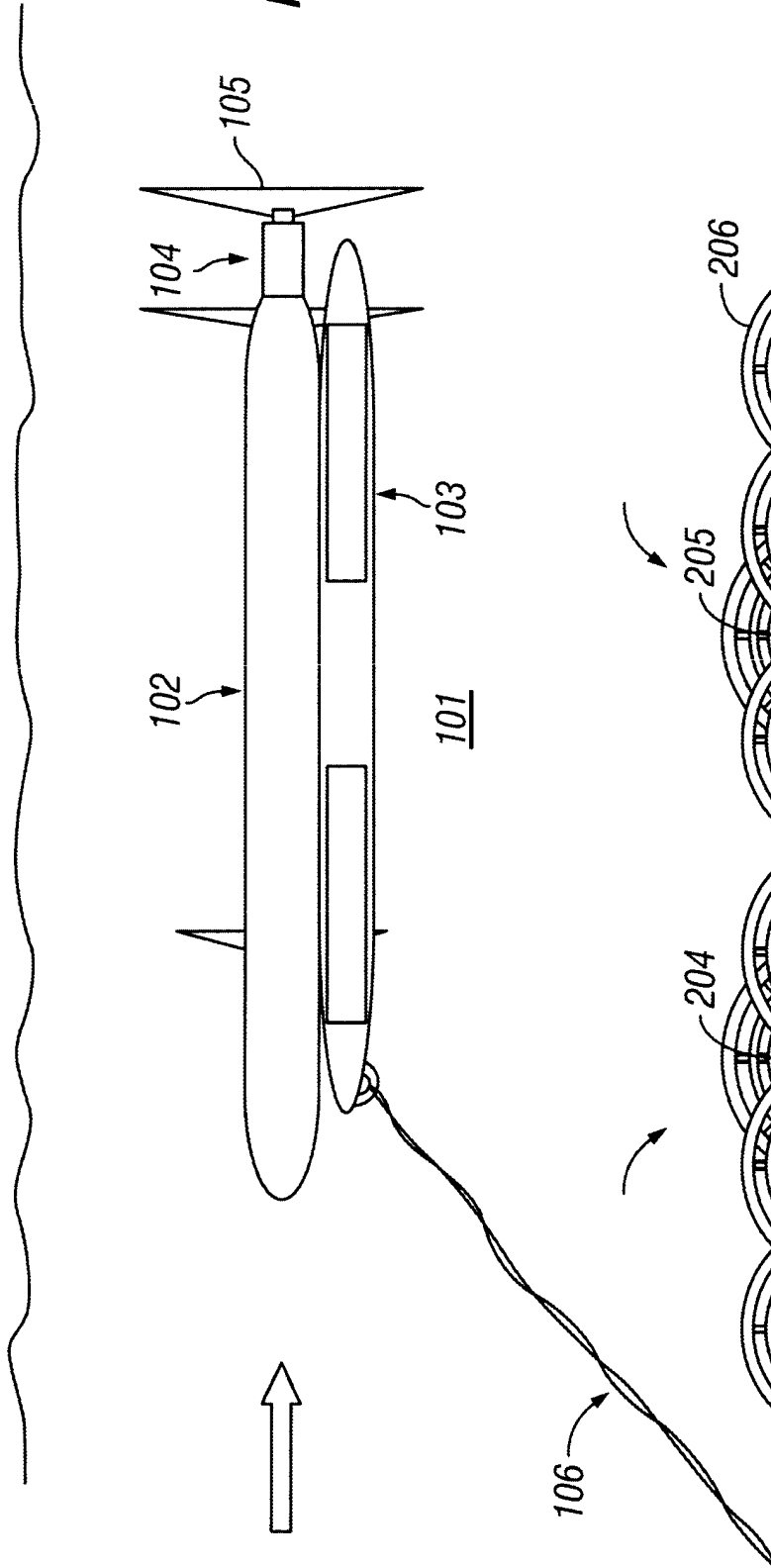
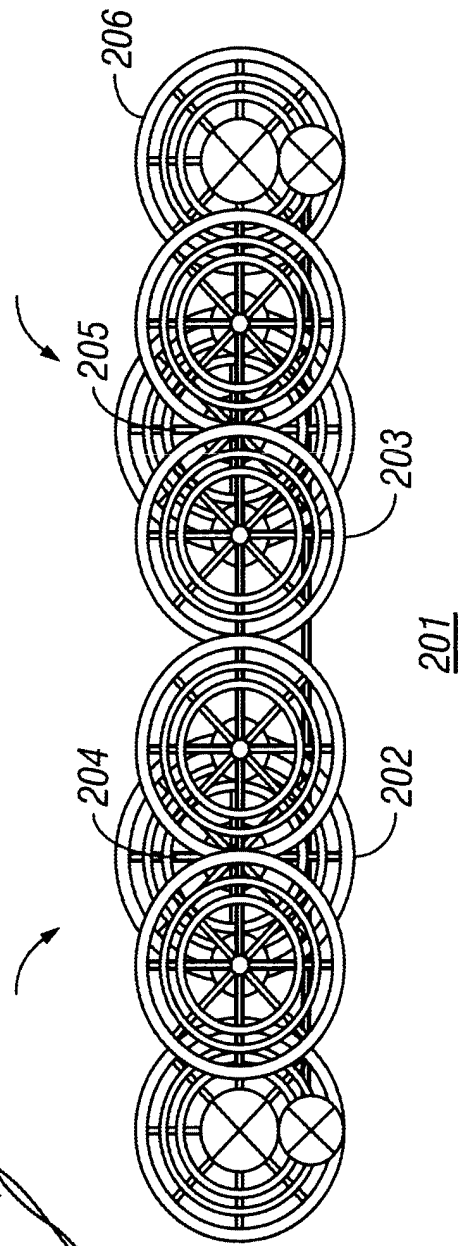


FIG. 2



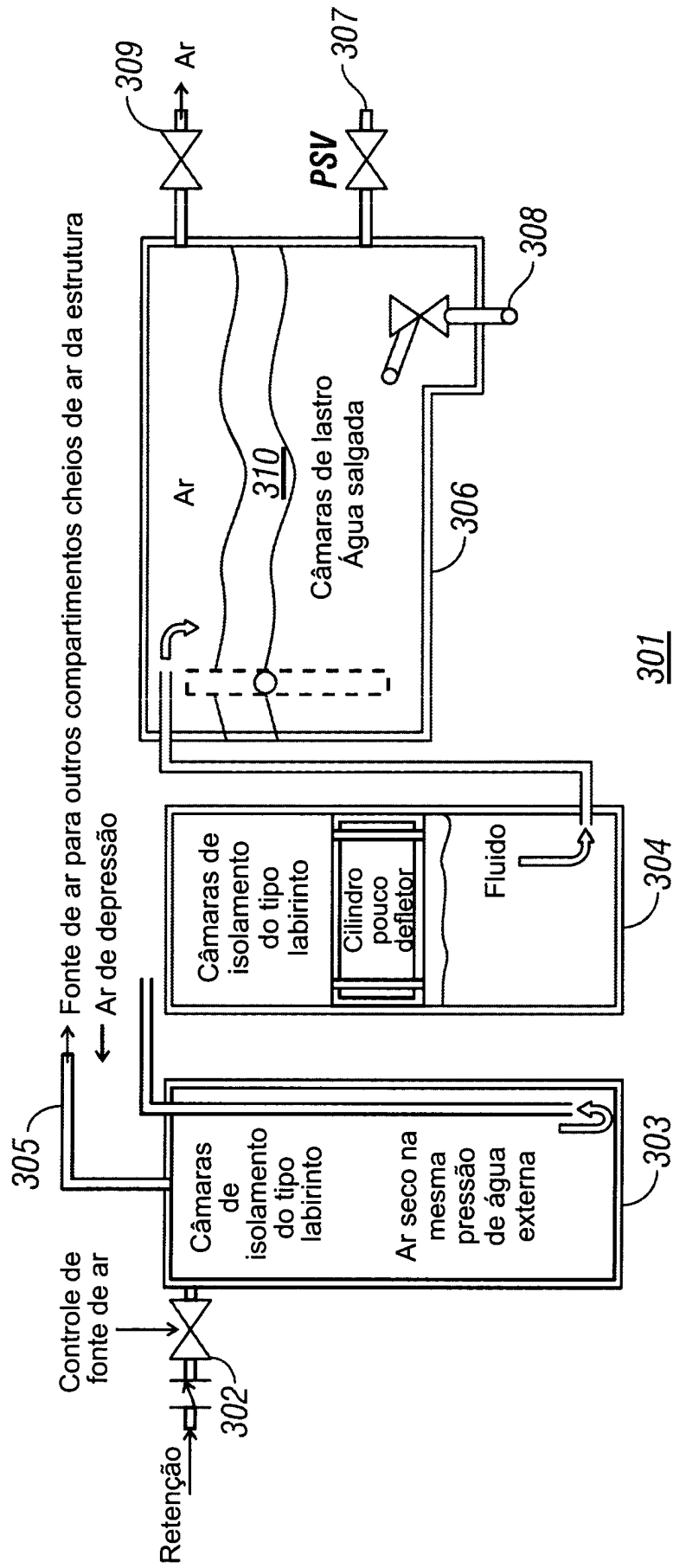


FIG. 3

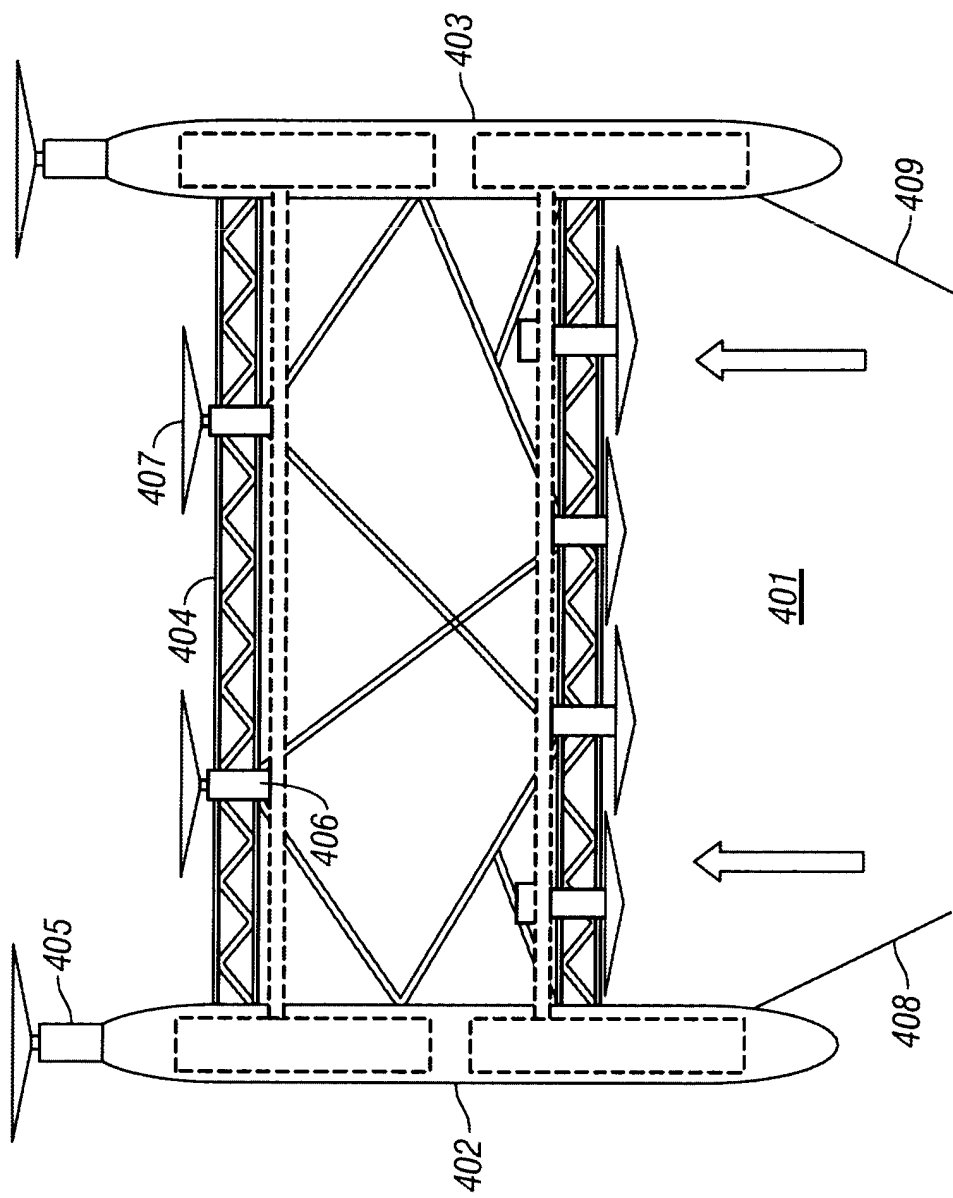


FIG. 4A

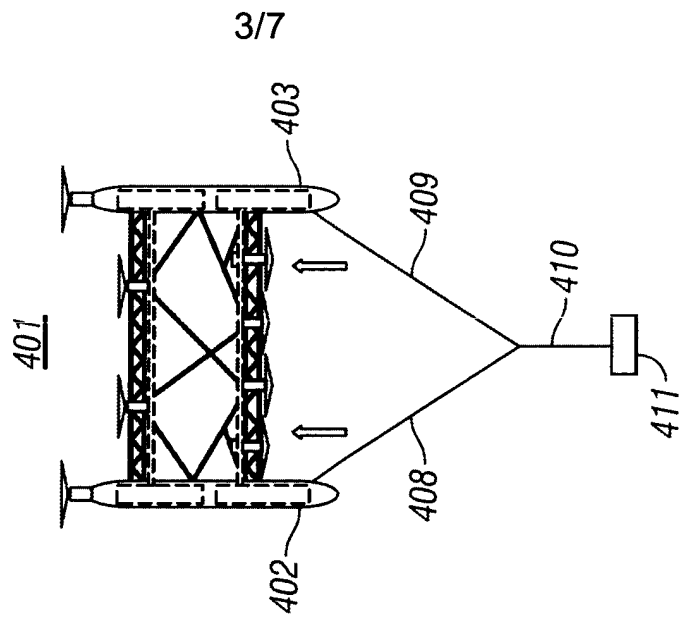
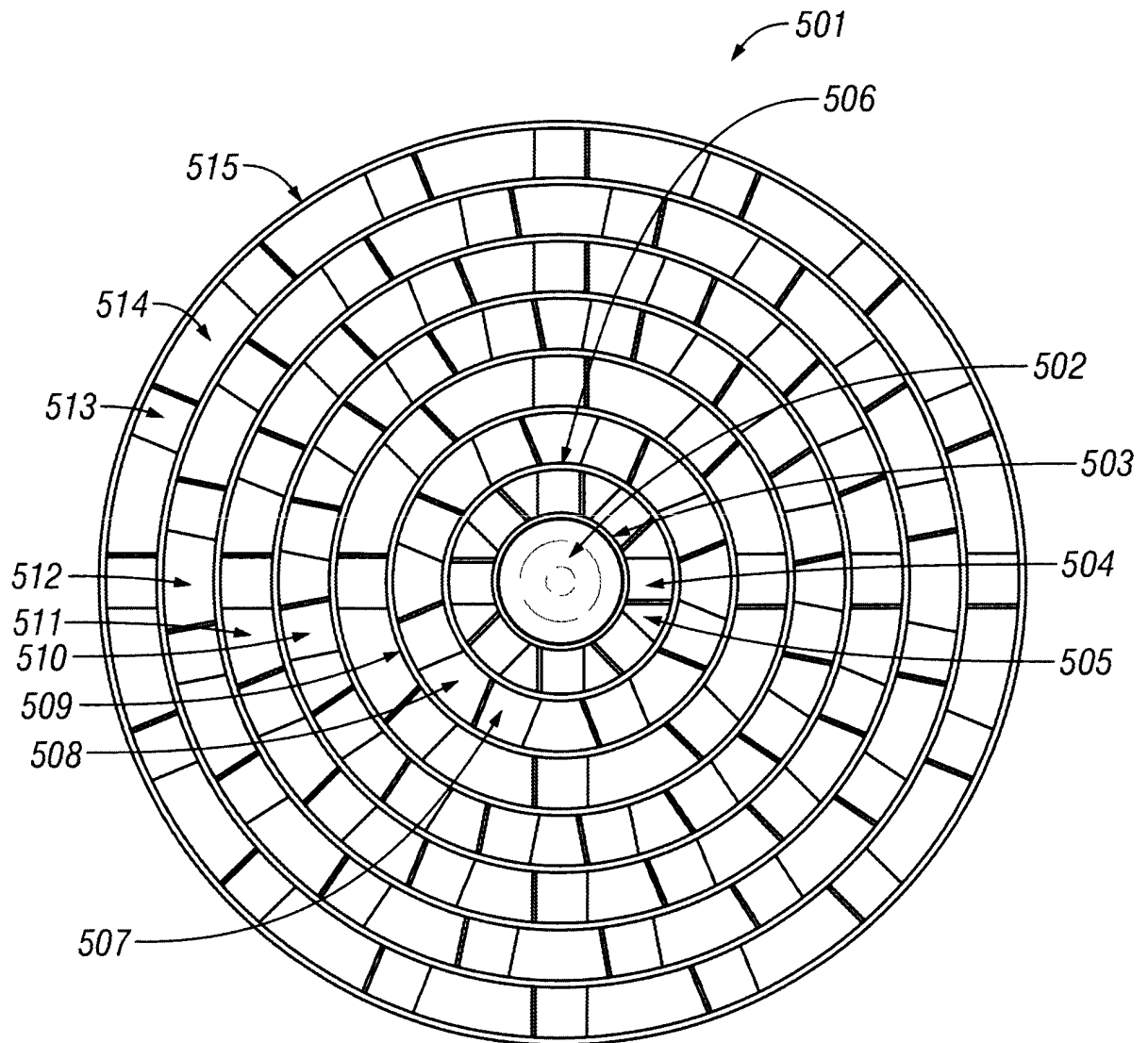
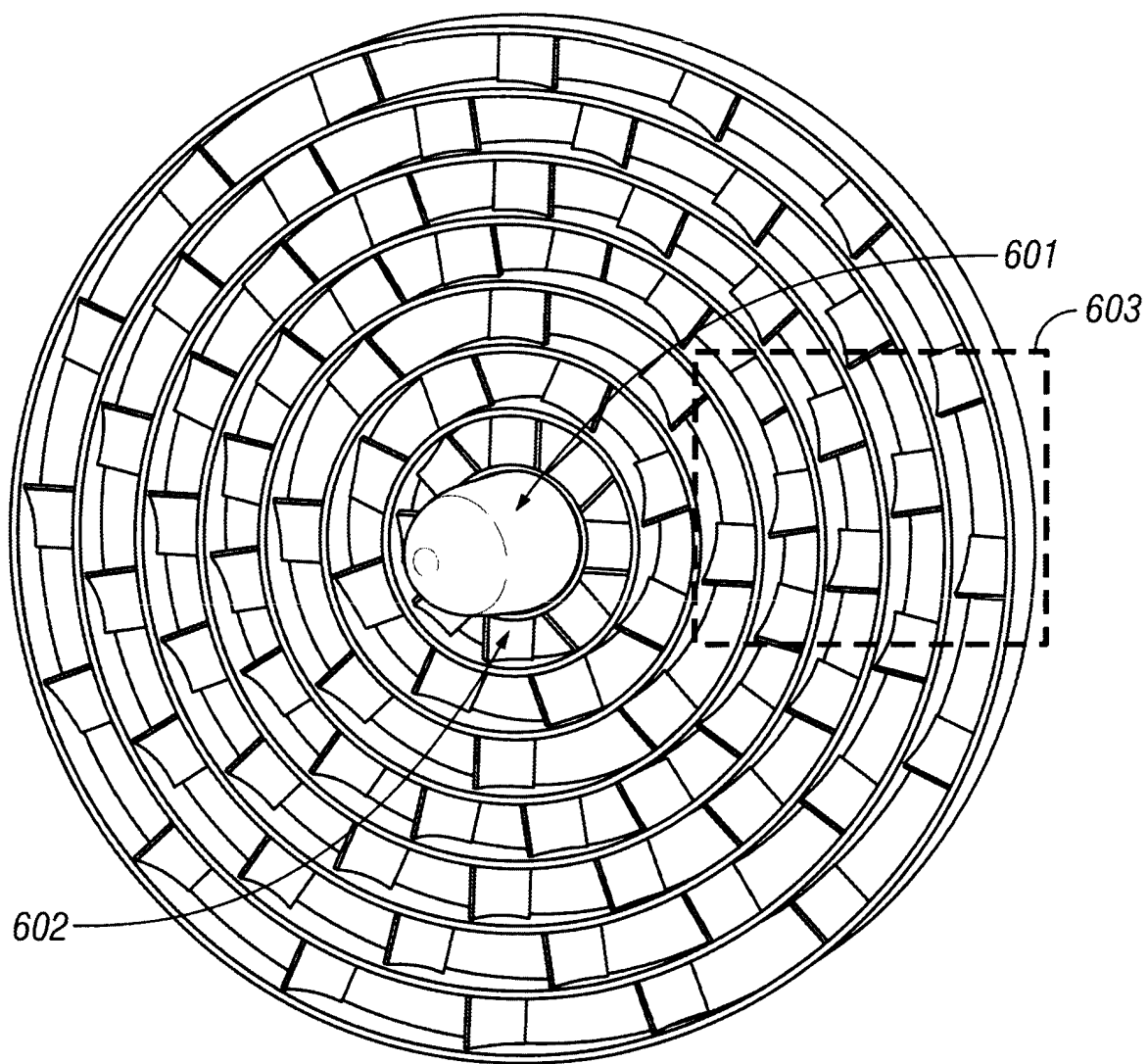
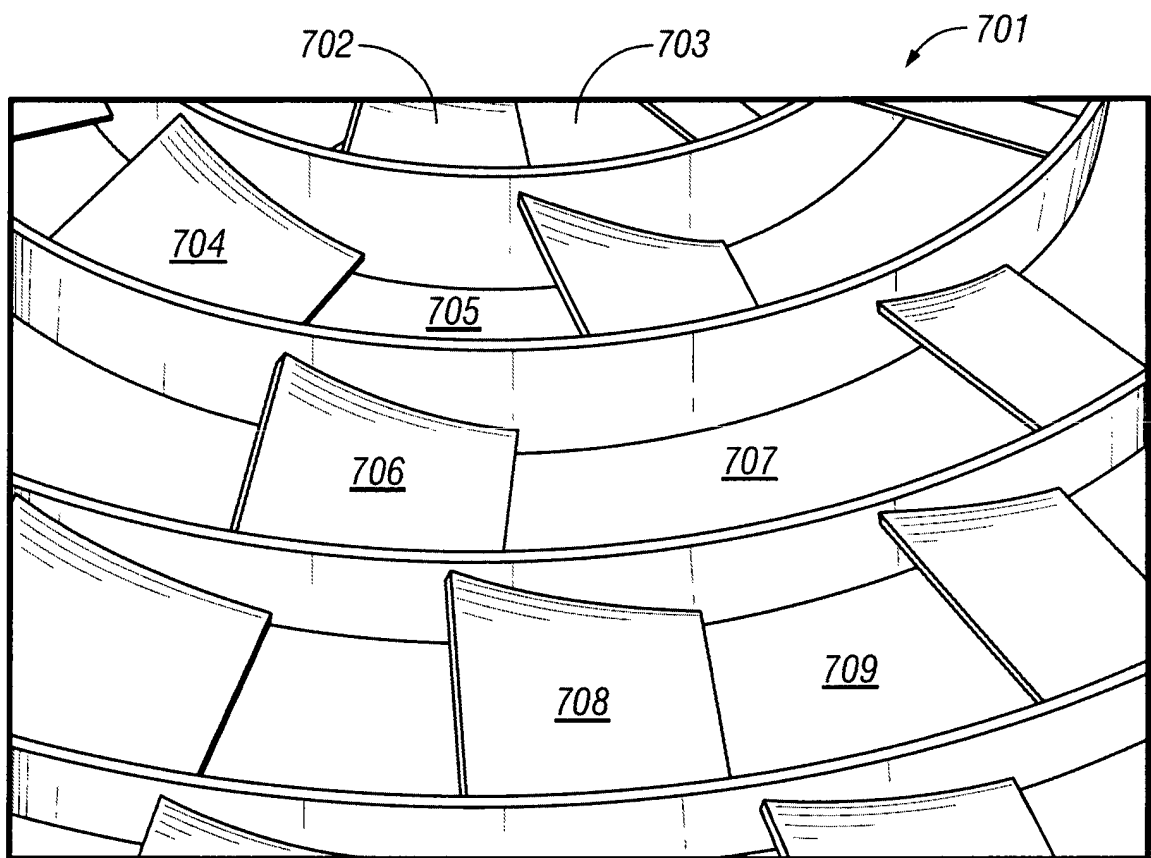
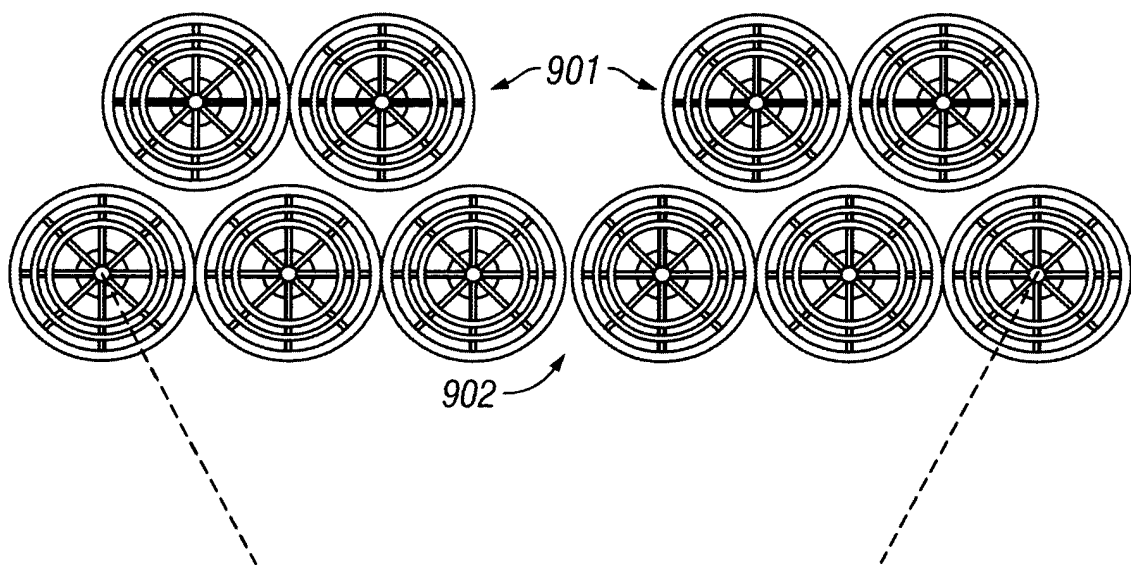
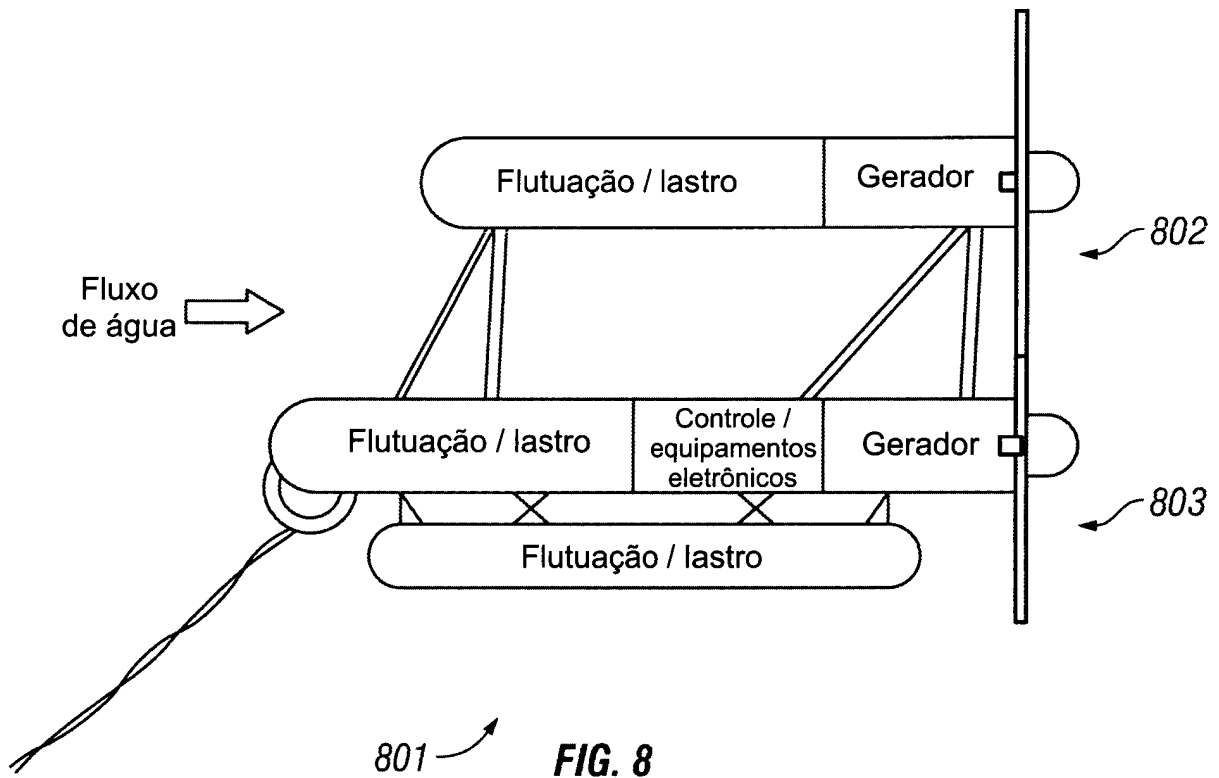


FIG. 4B

**FIG. 5**

**FIG. 6**

**FIG. 7**

**FIG. 9**