



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

(21) BR 102019015849-2 A2



(22) Data do Depósito: 31/07/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 09/02/2021

(54) **Título:** MÓDULO E PROCESSO DE CAPTAÇÃO DE PARÂMETROS PARA SIMULAÇÃO ELETROQUÍMICA E DESGASTE POR EROÇÃO E/OU CAVITAÇÃO DE UMA OU MAIS AMOSTRAS EM MEIO AQUOSO

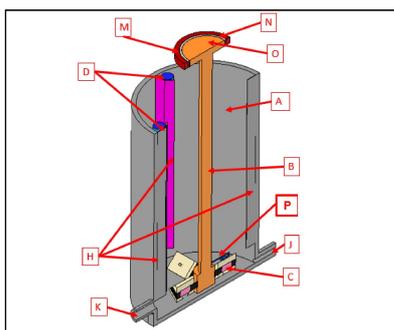
(51) **Int. Cl.:** G01N 17/02; F04D 29/22; G01N 17/00.

(52) **CPC:** G01N 17/02; F04D 29/22; G01N 17/002.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(72) **Inventor(es):** LEANDRO CÂMARA NORONHA; CÉLIA DE FRAGA Malfatti; GUSTAVO ALBERTO LUDWIG; VICTOR VELHO DE CASTRO; ROBERTO MOREIRA SCHROEDER; ANTONIO SHIGUEAKI TAKIMI.

(57) **Resumo:** A presente invenção descreve um módulo para captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação simultaneamente. Especificamente, a presente invenção compreende um módulo que simula os efeitos de partículas abrasivas em meio aquoso e, ao mesmo tempo, simula a condição eletroquímica a qual o material fica exposto em uma determinada aplicação. O dito módulo permite o ensaio de diferentes materiais que podem ser expostos a diferentes meios aquosos, com diferentes partículas, além de diferentes velocidades lineares, com controle e monitoramento da temperatura. A presente invenção se situa nas áreas de engenharia química e engenharia mecânica.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

MÓDULO E PROCESSO DE CAPTAÇÃO DE PARÂMETROS PARA SIMULAÇÃO ELETROQUÍMICA E DESGASTE POR EROSÃO E/OU CAVITAÇÃO DE UMA OU MAIS AMOSTRAS EM MEIO AQUOSO

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um módulo para captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação simultaneamente. Mais especificamente, a presente invenção compreende um módulo que simula os efeitos de partículas abrasivas em meio aquoso e, ao mesmo tempo, simula a condição eletroquímica a qual o material fica exposto quando dada uma determinada aplicação. O dito módulo permite o ensaio de diferentes materiais que podem ser expostos a diferentes meios aquosos, com diferentes partículas, além de diferentes velocidades lineares, com controle e monitoramento da temperatura. A presente invenção se situa nas áreas de engenharia química e engenharia mecânica.

Antecedentes da Invenção

[0002] Os efeitos e a mitigação ou até mesmo a eliminação dos fenômenos de desgaste, corrosão e erosão-corrosão vem sendo objeto de pesquisa e desenvolvimento há muitos anos no campo da engenharia. Os efeitos nocivos em termos de custos, redução do tempo de vida operacional ou mesma a perda de produtividade de equipamentos utilizados na indústria vem sendo tema de grande preocupação de engenheiros e pesquisadores que trabalham com sistemas dinâmicos expostos a ambientes abrasivos e corrosivos.

[0003] Desta forma, o desenvolvimento de ensaios de materiais que busquem simular o mais próximo possível o ambiente de trabalho de diferentes componentes mecânicos é imprescindível para a determinação do melhor material a ser empregado em uma determinada aplicação.

[0004] Neste contexto, o desenvolvimento de um ensaio que simule os efeitos de partículas abrasivas em meio aquoso e, ao mesmo tempo, simule a condição eletroquímica a qual o material estará exposto tem muita importância em muitas aplicações diferentes, como por exemplo, em bombas, turbinas, etc.

[0005] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0006] O documento BR202017002008-3 U2 revela um reator químico para estudos de corrosão constituídos de dois hemisférios de material transparente. O dito reator possui características de uma câmara salina e permite a introdução de efeitos extra externos, tais como corrente elétrica ou voltagem, provenientes do desempenho de dispositivos metálicos componentes de um sistema elétrico de transmissão ou distribuição de energia elétrica. Contudo, o documento não menciona a utilização de um meio de análise de fenômenos de desgaste erosivo e/ou cavitação.

[0007] O documento BR102016024247-9 A2 revela um conjunto de equipamentos de aprimoramento de ensaios de corrosão em microrregiões da patente BR1020140126473. O equipamento permite o controle de temperatura e a possibilidade de se realizar curvas de polarização nas amostras.

[0008] O documento PI8500388 revela um dispositivo que permite realizar ensaios de corrosão em materiais metálicos submetendo grupos de amostras com tempos pré-determinados de imersão. Contudo, o documento não menciona a utilização de um meio de análise de fenômenos de desgaste erosivo e/ou cavitação, bem como não menciona a utilização de um meio de controle e monitoramento da temperatura do ensaio.

[0009] O documento BR102015025199-8 A2 revela um equipamento que realiza ensaios de abrasão seguindo a norma ASTM G65. O dito equipamento possui capacidade de controle de carga através do uso de software. Além disso, o equipamento permite a avaliação da força de atrito ocorrida pelo corpo de prova durante um ensaio de desgaste abrasivo com uma célula de carga.

Contudo, o documento não menciona que a análise de desgaste e os ensaios eletroquímicos possam ser analisados simultaneamente em um mesmo ensaio.

[0010] Os documentos JP2016045007 e KR101439751 revelam um teste de corrosão que permite a análise do desgaste erosivo em meio aquoso e do fenômeno de corrosão sob agitação, podendo ser realizados simultaneamente. No entanto, os documentos não mencionam a utilização de aplicação de potencial nos ensaios, bem como não menciona a possibilidade de analisar curvas de polarização e outros ensaios eletroquímicos.

[0011] O documento CN104914038 revela um dispositivo de ensaio eletroquímico que permite a análise eletroquímica da corrosão, bem como o desgaste abrasivo em meio aquoso sob agitação. O dispositivo compreende, basicamente, um tanque de água, coluna de eletrodo de trabalho, eletrodo auxiliar, eletrodo de referência, eixo de rotação, rotor de agitação e um sistema de análise e circulação de água corrente do potenciostato. No entanto, o documento revela que o eletrodo de trabalho é mantido estático, sendo uma limitação em relação a ensaios que trabalham sob agitação em velocidade constante.

[0012] O documento CN101149066A revela um redutor centrífugo de erosão que permite a análise da erosão de um líquido de alta pressão sobre uma amostra parada. Contudo, o documento não menciona a análise de ensaios eletroquímicos simultâneos, bem como cita que a amostra a ser analisada deve estar parada, tornando-se limitada em relação a ensaios em que a amostra está em movimento de rotação.

[0013] O documento CN106370538A revela uma mesa que realiza testes de cavitação-erosão em alta rotação e ataque eletroquímico nas amostras. Contudo, o documento não menciona a possibilidade de variação da velocidade de rotação das amostras, bem como não relata a possibilidade de alteração do ângulo de incidência das ditas amostras. Ainda, o documento não menciona a utilização de um sistema de monitoramento e aquisição de dados eletroquímicos, bem como não relata a possibilidade de se realizar estudos de

passivação e/ou outros fenômenos eletroquímicos. Outra limitação do referido documento, é o fato de que não é mencionado o uso de eletrodos de referência e contra eletrodos e, desta forma, inviabiliza a instalação de um sistema de monitoramento e aquisição de dados. Além disso, o documento CN106370538A não descreve como é realizada a energização dos fios conectados às amostras que ficam em movimento rotativo durante a realização de um ensaio. Ademais, o documento não menciona o efeito da sinergia entre corrosão-erosão e o efeito da sinergia entre corrosão-cavitação.

[0014] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0015] Em se tratando do conceito geral de equipamentos de ensaio para avaliação de corrosão, passivação e outras condições eletroquímicas simultaneamente ao desgaste erosivo/cavitação, as soluções apresentadas no estado da técnica não solucionam completamente os problemas mencionados. Portanto, os equipamentos de ensaio citados nos documentos não oferecem configurações que permitam realizar o monitoramento e aquisição de dados eletroquímicos simultaneamente ao movimento rotativo das amostras durante um ensaio de erosão-corrosão e cavitação-corrosão.

Sumário da Invenção

[0016] Dessa forma, a presente invenção resolve os problemas do estado da técnica a partir de um equipamento de ensaio que simula os efeitos de partículas abrasivas em meio aquoso e, simultaneamente, simula a condição eletroquímica a qual o material estará exposto, por exemplo, em uma indústria. Desta forma, o desenvolvimento de ensaios de materiais que busquem simular o mais próximo possível o ambiente de trabalho de diferentes componentes mecânicos é imprescindível para a determinação do melhor material a ser empregado em uma determinada aplicação.

[0017] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras compreendendo ao menos um tanque (A) que compreende ao menos um eixo (B) posicionado internamente no dito tanque (A); ao menos um sistema de agitação conectado no eixo (B); ao menos um sistema de ensaio eletroquímico (F) montado no tanque (A) e no eixo (B); e ao menos um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) montado no tanque (A).

[0018] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um processo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso compreendendo as etapas de:

- a. disposição de um tanque (A), que compreende ao menos um eixo (B) associado ao dito tanque (A), ao menos um sistema de agitação, ao menos um sistema de ensaio eletroquímico (F) montado no tanque (A) e no eixo (B) e ao menos um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) montado no tanque (A);
- b. fixação das amostras em ângulos predeterminados através de um sistema de fixação montado ao eixo (B);
- c. disposição de solução aquosa atuando como eletrólito, um ou mais contra eletrodos e um ou mais eletrodos de referência no tanque (A);
- d. agitação da solução aquosa por meio do sistema de agitação;
- e. aplicação e/ou medição de potencial elétrico e aplicação e/ou medição de corrente elétrica por meio de um fio condutor (P) conectado ao longo de um eixo (B);
- f. aplicação de temperatura no eletrólito por meio do sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L);
- g. aquisição de dados de monitoramento por meio do sistema de aquisição de dados (G); e

- h. simulação e monitoramento do efeito da temperatura no eletrólito e análise da condição eletroquímica por meio do sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L).
- i. realização de ensaios eletroquímicos simultaneamente ao ensaio de desgaste erosivo/cavitação com ou sem controle de temperatura, sob agitação ou em repouso.

[0019] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e serão descritos detalhadamente a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0020] São apresentadas as seguintes figuras:

[0021] A figura 1 mostra uma vista em corte de uma concretização da presente invenção.

[0022] A figura 2 mostra uma vista superior de uma concretização da presente invenção.

[0023] A figura 3 mostra uma concretização de um porta amostras da presente invenção.

[0024] A figura 4 mostra uma imagem aproximada de uma concretização do flange interno e do flange externo do eixo após o acoplamento e contato elétrico (R).

[0025] A figura 5 mostra uma vista explodida de uma concretização do flange do eixo.

[0026] A figura 6 mostra uma concretização do eixo com quatro amostras.

Descrição Detalhada da Invenção

[0027] A presente invenção descreve um equipamento de ensaio com partículas em meio aquoso para avaliação de corrosão, passivação, dentre outras condições eletroquímicas, simultaneamente à avaliação do desgaste erosivo/cavitação. O dito equipamento permite o ensaio de diferentes materiais

que podem ser expostos a diferentes meios aquosos, com diferentes tipos, concentrações e tamanhos de partículas, além de diferentes velocidades lineares, com controle e monitoramento da temperatura.

[0028] A presente invenção proporciona a avaliação do comportamento eletroquímico do material através do monitoramento do potencial de circuito aberto, polarização das amostras, voltametria cíclica, espectroscopia de impedância eletroquímica, cronoamperometria, dentre outras, com o eletrólito sob agitação ou em repouso. Desta forma, é possível realizar o ensaio erosivo ou ensaio de cavitação simultaneamente ao ensaio eletroquímico.

[0029] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma amostra em meio aquoso compreendendo ao menos um tanque (A) que compreende ao menos um eixo (B) posicionado internamente no dito tanque (A); ao menos um sistema de agitação conectado no eixo (B); ao menos um sistema de ensaio eletroquímico (F) montado no tanque (A) e no eixo (B); e ao menos um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) montado no tanque (A).

[0030] A cavitação é um fenômeno físico de vaporização de um líquido pela redução da pressão durante seu movimento, formando bolhas de vapor que colapsam e precipitam-se violentamente sobre as hélices do rotor, por exemplo, de uma bomba centrífuga. O impacto das bolhas dá origem a um ruído facilmente detectável. Quando as bolhas existem em número elevado, o impacto das bolhas é suficientemente forte para danificar a estrutura da hélice e provocar erosão.

[0031] Em uma concretização, o tanque (A) pode ser instalado em uma base ou então possuir um sistema de apoio diretamente em uma base independente já existente. Em outra concretização, o eixo (B) pode ser fixado em um mancal instalado na parte superior do tanque (A) ou então fixado no sistema de agitação, que pode estar acoplado ao tanque (A).

[0032] Em uma concretização, o tanque (A) é confeccionado com material resistente ao processo corrosivo e deve possuir um volume interno suficiente para que o vórtex formado pela agitação do eletrólito não atinja as amostras durante o ensaio. Para isso, o tanque (A) possui aletas com número suficiente para diminuir o vórtex gerado pela agitação do eletrólito.

[0033] Em uma concretização, o sistema de ensaio eletroquímico (F) e o sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) operam simultaneamente durante um ensaio em uma ou mais amostras. O módulo possibilita a realização de ensaios eletroquímicos e de desgaste por erosão e/ou cavitação simultaneamente, como por exemplo, erosão/corrosão, erosão/passivação, cavitação/corrosão, entre outros. Desta forma, o módulo permite simular um ambiente corrosivo ou condições eletroquímicas que se aproximam do ambiente de trabalho de componentes mecânicos.

[0034] Em uma concretização, o eixo (B) compreende um meio de fixação que acopla as amostras em ângulos predeterminados.

[0035] Para fins da presente invenção, meio de fixação é qualquer elemento físico que possibilite a fixação das amostras no eixo (B) e que possibilite a disposição das amostras em diferentes ângulos predeterminados.

[0036] Em uma concretização, o eixo (B) é construído em material resistente a corrosão e dimensionado de forma a possuir um perfeito balanceamento, devido à frequência de operação.

[0037] Em uma concretização, o eixo (B) possui um sistema de fixação que fixa as amostras e permite o ensaio de uma ou mais amostras simultaneamente.

[0038] As amostras podem ser fixadas em diferentes ângulos, como por exemplo, 30°, 45°, 90°, entre outros, com o objetivo de simular diferentes pressões hidrodinâmicas, como altas pressões ou baixas pressões (cavitação). O sistema de fixação permite a alteração do ângulo de incidência nas amostras.

[0039] Em uma concretização, as amostras estão conectadas eletricamente a um fio condutor (P) montado ao longo do eixo (B).

[0040] Em uma concretização, uma ou mais amostras estão sujeitas a simulação eletroquímica (AAP), através do fio condutor (P). A figura 6 ilustra a amostra isolada eletricamente do restante do eixo.

[0041] As amostras sujeitas a simulação eletroquímica (AAP) estão conectadas eletricamente a um fio condutor (P) que está fixado ao longo do eixo. Este fio liga o flange externo do eixo (que recebe a energia elétrica) às amostras AAP, ilustrados pelas figuras 5 e 6. Deve ser garantido a total estanqueidade das amostras AAP. Para tal, utilizam-se elementos de máquina de vedação como o-ring, retentores, entre outros sistemas de vedação.

[0042] Não existe contato elétrico entre o flange interno (O), o eixo (B) e o restante do equipamento, uma vez que os pontos de contato estão isolados eletricamente através de elementos isolantes (N).

[0043] O flange externo (M) é responsável pelo contato elétrico com o sistema de ensaio eletroquímico e ao mesmo tempo, onde o fio condutor (P) que liga as amostras AAP está conectado. Desta forma, garante-se que o potencial elétrico ou a corrente elétrica sejam aplicados somente nas amostras AAP.

[0044] Em uma concretização, o sistema de agitação compreende um motor conectado mecanicamente a um arranjo motriz que transmite movimento rotacional ao eixo (B). Em uma concretização, o motor compreende um motor elétrico, de combustão interna, a vapor, entre outros.

[0045] Em uma concretização, arranjo motriz compreende polias e correias, engrenagens, ou qualquer sistema de transmissão de movimento.

[0046] Em uma concretização, o gerenciamento eletrônico da rotação do motor compreende a utilização de inversores de frequência, entre outros.

[0047] O eixo trabalha com uma rotação previamente selecionada para cada ensaio. O movimento rotacional advindo do sistema de agitação é fornecido por um motor e transmitido através de um sistema de polias e

correias, engrenagens, através de gerenciamento eletrônico ou qualquer outro sistema de transmissão de movimento. O eixo trabalha também com a possibilidade de variação de velocidade de rotação das amostras.

[0048] Em uma concretização, o sistema de ensaio eletroquímico (F) compreende um ou mais dispositivos de simulação eletroquímica montado no tanque (A) e no eixo (B).

[0049] Em uma concretização, o dispositivo de simulação eletroquímica simula a condição eletroquímica que o material estará exposto durante toda sua vida útil de aplicação. O dito dispositivo pode aplicar e medir o potencial elétrico, aplicar e medir a corrente elétrica, etc., das amostras (AAP) através do eletrodo de trabalho. A figura 3 ilustra um porta amostras.

[0050] Para a realização do ensaio eletroquímico, é utilizada uma solução aquosa que atua como eletrólito, além de um ou mais contra eletrodos (CE) (D) de material que apresente boa condutividade elétrica e um ou mais eletrodos de referência (ER) (E). A simulação eletroquímica é realizada através de um equipamento acoplado ao tanque (A) e ao eixo (B) que possibilite a execução dos ensaios eletroquímicos (EEQ), como por exemplo, potenciostato, galvanostato, sistema de varredura eletroquímica, etc., ilustrado na figura 2. Estas grandezas físicas são mensuradas através de instrumentos adequados, como por exemplo, multímetros ou através de equipamentos de aplicação com aquisição de dados.

[0051] Em uma concretização, o contato elétrico (R) que permite a rotação do eixo (B) entre o equipamento de aplicação e o flange externo é realizado através de um material condutor. Desta forma, permite-se o movimento rotatório do eixo (B), que realiza o ensaio de desgaste erosivo, e ao mesmo tempo, a execução dos ensaios eletroquímicos, como ilustrado nas figuras 2 e 4. Portanto, é possível obter o resultado do comportamento eletroquímico do material quando exposto a desgaste erosivo e/ou cavitação e diferentes condições eletroquímicas atuando simultaneamente no material.

[0052] Em uma concretização, o sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) compreende um ou mais aplicadores de temperatura. Para simular o efeito da temperatura do eletrólito de trabalho e analisar a condição eletroquímica que o material estará exposto durante toda sua vida útil, foi acoplado um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura no módulo (L), representado na figura 2.

[0053] Em uma concretização, a aplicação de temperatura no eletrólito pode ser realizada através de um banho termostático acoplado ao tanque (A). A temperatura pode ser constante ou variar em uma faixa de trabalho escolhida.

[0054] Em uma concretização, o sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) compreende um ou mais monitoradores de temperatura.

[0055] Em uma concretização, o monitoramento de temperatura pode ser realizado, por exemplo, por termopares ou um sensor de temperatura adequado.

[0056] Em uma concretização, o sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) compreende um ou mais sistemas de aquisição de dados (G).

[0057] Em uma concretização, a temperatura pode ser monitorada através de termopares acoplados a multímetros com sistema de aquisição de dados (G), ou então através de equipamentos e softwares adequados para esta função, entre outros.

[0058] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um processo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso que compreende as etapas de:

- a. disposição de um tanque (A), que compreende ao menos um eixo (B) associado ao dito tanque (A); ao menos um sistema de agitação; ao menos um sistema de ensaio eletroquímico (F) montado no tanque (A) e

- no eixo (B); e ao menos um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) montado no tanque (A);
- b. fixação das amostras em ângulos predeterminados através de um sistema de fixação montado ao eixo (B);
 - c. disposição de solução aquosa atuando como eletrólito, um ou mais contra eletrodos e um ou mais eletrodos de referência no tanque (A);
 - d. agitação da solução aquosa por meio do sistema de agitação;
 - e. aplicação e/ou medição de potencial elétrico e aplicação e/ou medição de corrente elétrica por meio de um fio condutor (P) conectado ao longo de um eixo (B);
 - f. aplicação de temperatura no eletrólito por meio do sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L);
 - g. aquisição de dados de monitoramento por meio do sistema de aquisição de dados (G).
 - h. simulação e monitoramento do efeito da temperatura no eletrólito e análise da condição eletroquímica por meio do sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L).
 - i. realização de ensaios eletroquímicos simultaneamente ao ensaio de desgaste erosivo/cavitação com ou sem controle de temperatura, sob agitação ou em repouso.

[0059] Para a realização do ensaio eletroquímico e de desgaste por erosão e/ou cavitação, primeiramente o tanque (A) que compreende ao menos um eixo (B), ao menos um sistema de agitação, ao menos um sistema de ensaio eletroquímico e ao menos um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) deve ser disposto para iniciar os ensaios. Na sequência, deve-se fixar as amostras em ângulos predeterminados por meio do sistema de fixação acoplado no eixo (B). Desta forma, as amostras podem ser submetidas a diferentes ensaios de acordo com o ângulo de fixação. Em seguida, deve-se dispor solução aquosa que atua como eletrólito

nas amostras, bem como dispor um ou mais eletrodos de referência e um ou mais contra eletrodos. Posteriormente, a solução aquosa é submetida a agitação por meio do sistema de agitação. Em seguida, pode ser aplicado e/ou medido o potencial elétrico e aplicado e/ou medido a corrente elétrica de uma ou mais amostras. Além disso, pode ser aplicado temperatura no eletrólito em uma ou mais amostras por meio do sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L). Os dados gerados, então, são coletados por meio do sistema de aquisição de dados (G). A partir disso, pode-se realizar a simulação e monitoramento do efeito da temperatura do eletrólito e análise da condição eletroquímica por meio do sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L).

Exemplo 1 – Equipamento para ensaio de erosão e/ou cavitação com ensaio eletroquímico simultâneo

[0060] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

[0061] Nesta concretização, foi confeccionado um equipamento para ensaio de erosão e/ou cavitação com ensaio eletroquímico simultâneo, composto por um tanque (A), que possui um eixo (B) posicionado internamente no tanque (A); um sistema de agitação conectado no eixo (B); um sistema de ensaio eletroquímico (F) montado no tanque (A) e no eixo (B); e um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) montado no tanque (A).

[0062] O equipamento tem a função de realizar ensaios com partículas em meio aquoso para avaliação de corrosão, passivação, entre outras condições eletroquímicas, simultaneamente ao ensaio de desgaste erosivo e/ou cavitação. Desta forma, o equipamento simula um ambiente corrosivo ou condições eletroquímicas que se aproximam do ambiente de trabalho de componentes mecânicos.

[0063] Nesta concretização, o tanque (A) foi confeccionado com material resistente ao processo corrosivo, como por exemplo, aço inoxidável, e possui um volume interno de aproximadamente 20 litros, volume este suficiente para que o vórtex formado pela agitação do eletrólito não atinja as amostras durante o ensaio. Para tal, foram adicionadas 4 aletas para diminuir o vórtex. A figura 1, item H, ilustra as aletas.

[0064] O eixo (B) foi fabricado em material resistente a corrosão, como por exemplo, aço inoxidável, devido às condições abrasivas/corrosivas as quais as partículas serão submetidas durante os ensaios. O eixo (B) fixa as amostras em diferentes ângulos e permite o ensaio de uma ou mais amostras simultaneamente.

[0065] Nesta concretização, foi confeccionado um eixo (B) com 4 amostras fixadas a 45°, sendo que uma amostra recebe ensaio eletroquímico (AAP) através do fio condutor (P) montado ao longo do eixo (B). Esta amostra está isolada eletricamente do restante do eixo e também está totalmente estancada por meio de elementos de máquina de vedação, como o-ring, retentores, entre outros sistemas de vedação. A figura 6 ilustra as quatro amostras.

[0066] O flange externo (M) faz o contato elétrico (R) com as amostras que recebem o ensaio eletroquímico por meio do fio condutor (P).

[0067] Nesta concretização, não existe contato elétrico entre o flange interno (O), o eixo (B) e o restante do equipamento, pois os pontos de contato estão isolados eletricamente através de elementos isolantes (N), que podem ser filmes de polipropileno, poliuretano, etc.

[0068] Para realizar o ensaio eletroquímico, o equipamento possui um dispositivo de simulação eletroquímica montado no tanque (A) e no eixo (B). Este dispositivo aplica e mede o potencial elétrico e aplica e mede a corrente elétrica das amostras que recebem o ensaio eletroquímico. Nesta concretização, o dispositivo compreende potenciostato, galvanostato, sistema de varredura eletroquímica, etc.

[0069] Nesta concretização, para simular a condição eletroquímica, foi utilizada uma solução aquosa que atua como eletrólito, 3 contra eletrodos (D) e 1 eletrodo de referência (E).

[0070] Nesta concretização, a aplicação de temperatura no eletrólito foi realizada através de um banho termostático por meio de resistências elétricas. O monitoramento da temperatura foi realizado por meio de termopares.

[0071] Nesta concretização, a aquisição dos dados da simulação eletroquímica é realizada por meio de um sistema de aquisição de dados. A aquisição de dados das variáveis eletroquímicas a partir do dito sistema é realizada por multímetros com sistema de aquisição de dados. A temperatura do eletrólito é monitorada através de um termopar conectado a um multímetro com sistema de aquisição de dados.

[0072] O eixo (B) possui um sistema de agitação que transmite movimento rotacional ao dito eixo (B). Nesta concretização, o sistema de agitação compreende um motor elétrico, conectado ao eixo (B) por meio de polias, correias, engrenagens ou qualquer sistema de transmissão de movimento. O motor elétrico possui potência suficiente para rotacionar o eixo, como por exemplo, 3 CV. A voltagem do motor elétrico deve ser adequada ao local de instalação do módulo, como por exemplo, 220 V.

[0073] Nesta concretização, o contato elétrico (R) que permite a rotação do eixo (B) entre o equipamento de aplicação e o flange externo é realizado através de um material condutor, como um fio de cobre, grafite, etc., como ilustrado na figura 4.

[0074] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes e alternativas, abrangidas pelo escopo das reivindicações a seguir.

Reivindicações

1. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso **caracterizado** por compreender ao menos um tanque (A), que compreende ao menos um eixo (B) posicionado internamente no dito tanque (A); ao menos um sistema de agitação conectado no eixo (B); ao menos um sistema de ensaio eletroquímico (F) montado no tanque (A) e no eixo (B); e ao menos um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) montado no tanque (A).
2. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o sistema de ensaio eletroquímico (F) e o sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) operam simultaneamente durante um ensaio em uma ou mais amostras.
3. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o eixo (B) compreender um meio de fixação que acopla as amostras em ângulos predeterminados.
4. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as amostras estão conectadas eletricamente a um fio condutor (P) montado ao longo do eixo (B).
5. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema de agitação compreender um motor conectado mecanicamente a um arranjo

motriz que transmite movimento rotacional ao eixo ou por gerenciamento eletrônico da rotação do motor.

6. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema de ensaio eletroquímico (F) compreender um ou mais dispositivos de simulação eletroquímica montado ao tanque (A) e ao eixo (B).

7. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) compreender um ou mais aplicadores de temperatura.

8. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) compreender um ou mais monitoradores de temperatura.

9. Módulo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) compreender um ou mais sistemas de aquisição de dados (G).

10. Processo de captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação de uma ou mais amostras em meio aquoso **caracterizado** por compreender as etapas de:

- a. disposição de um tanque (A), que compreende ao menos um eixo (B) associado ao dito tanque (A), ao menos um sistema de agitação, ao menos um sistema de ensaio eletroquímico (F) montado no tanque (A) e no eixo (B) e ao menos um sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L) montado no tanque (A);

- b. fixação das amostras em ângulos predeterminados através de um sistema de fixação montado ao eixo (B);
- c. disposição de solução aquosa atuando como eletrólito, um ou mais contra eletrodos e um ou mais eletrodos de referência no tanque (A);
- d. agitação da solução aquosa por meio do sistema de agitação;
- e. aplicação e/ou medição de potencial elétrico e aplicação e/ou medição de corrente elétrica por meio de um fio condutor (P) conectado ao longo de um eixo (B);
- f. aplicação de temperatura no eletrólito por meio do sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L);
- g. aquisição de dados de monitoramento por meio do sistema de aquisição de dados (G);
- h. simulação e monitoramento do efeito da temperatura no eletrólito e análise da condição eletroquímica por meio do sistema de aplicação, controle e monitoramento da temperatura do eletrólito (L);
- i. realização de ensaios eletroquímicos simultaneamente ao ensaio de desgaste erosivo/cavitação com ou sem controle de temperatura, sob agitação ou em repouso.

FIGURAS

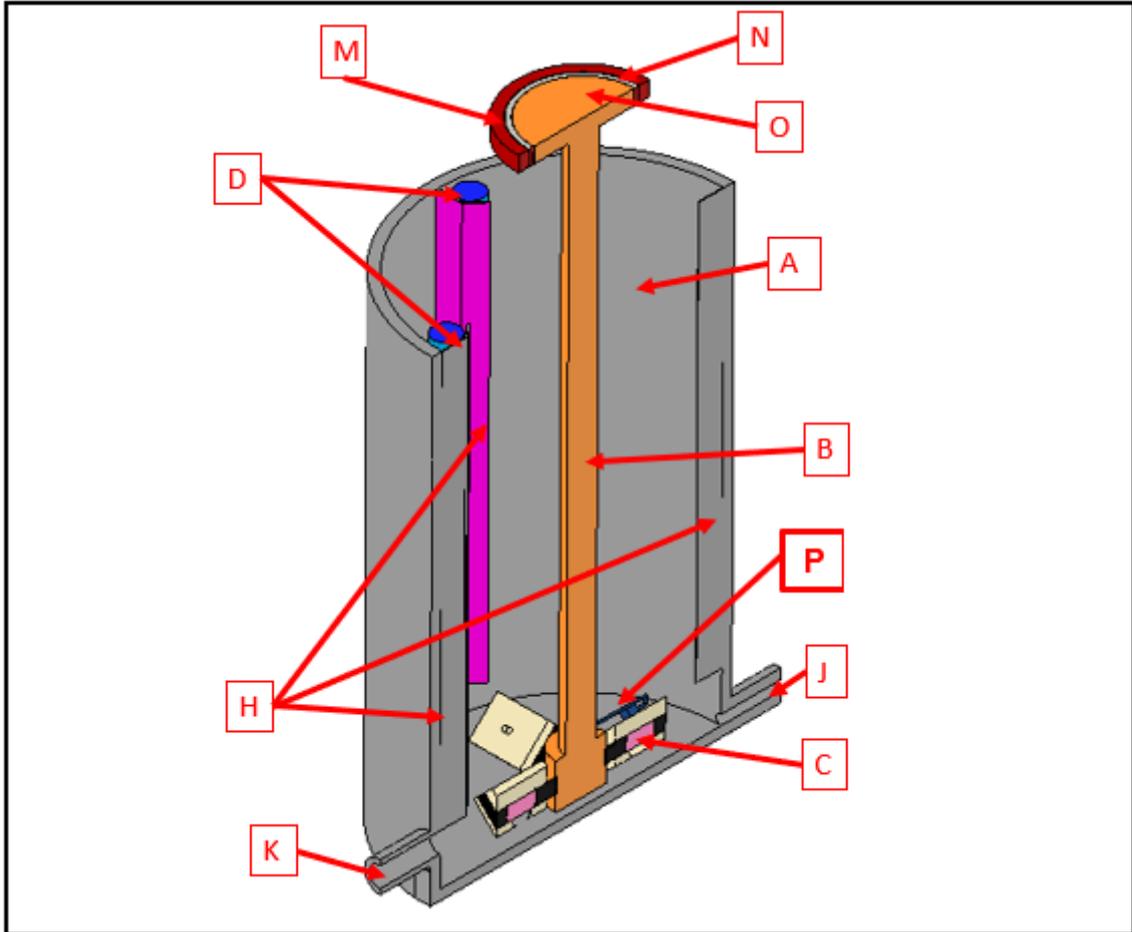


Figura 1

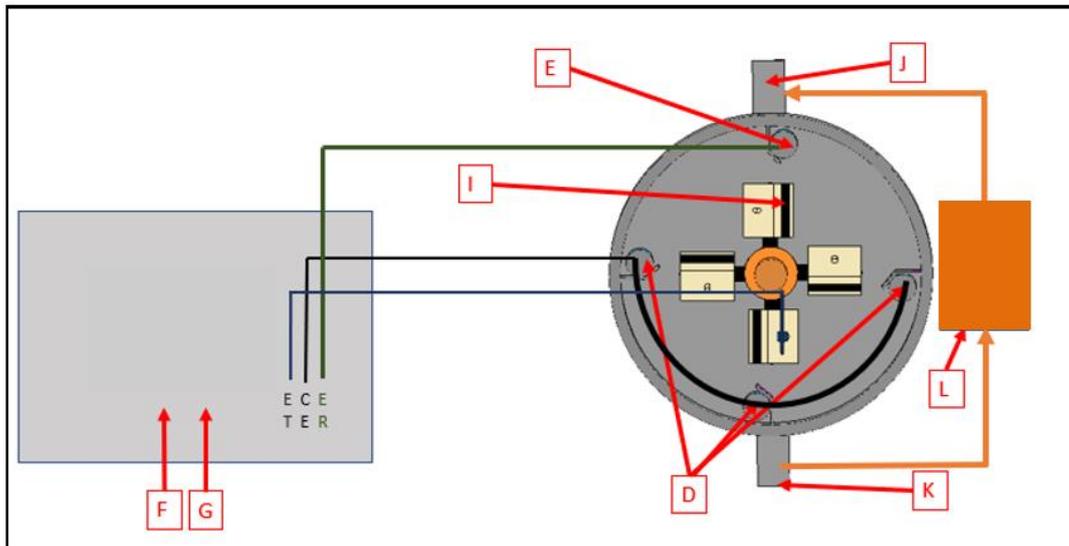


Figura 2

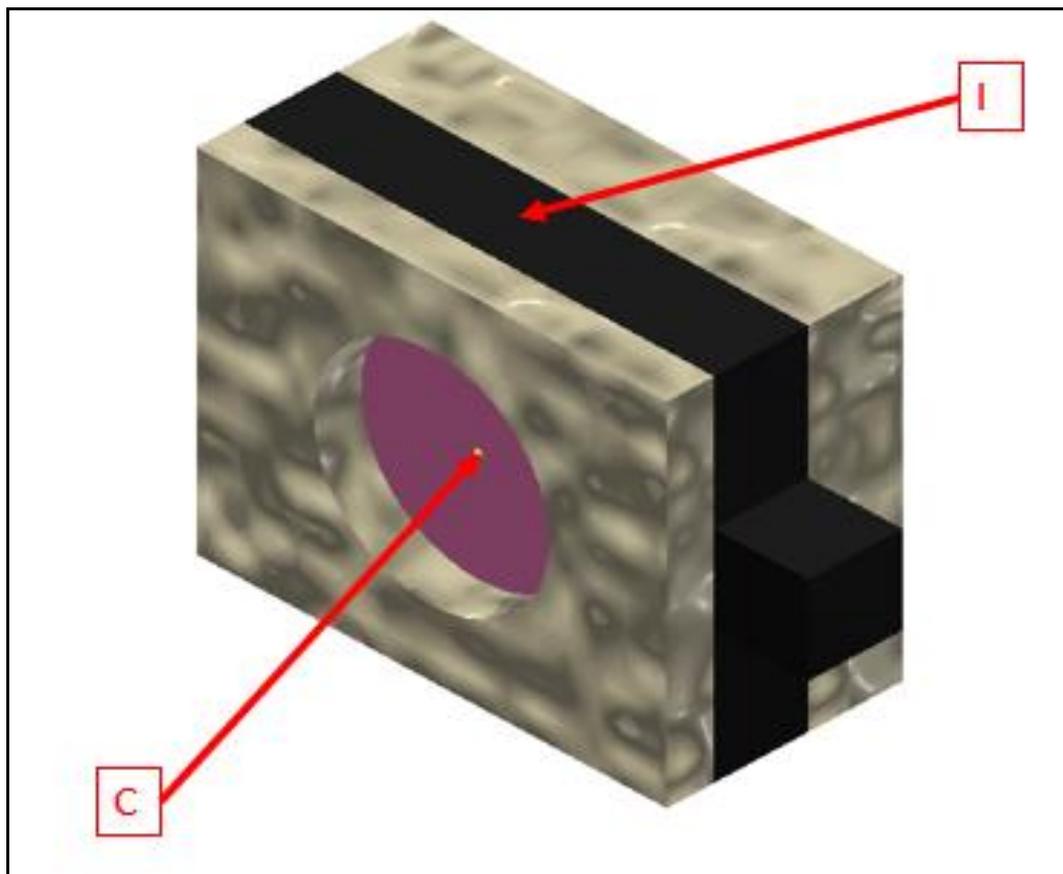


Figura 3

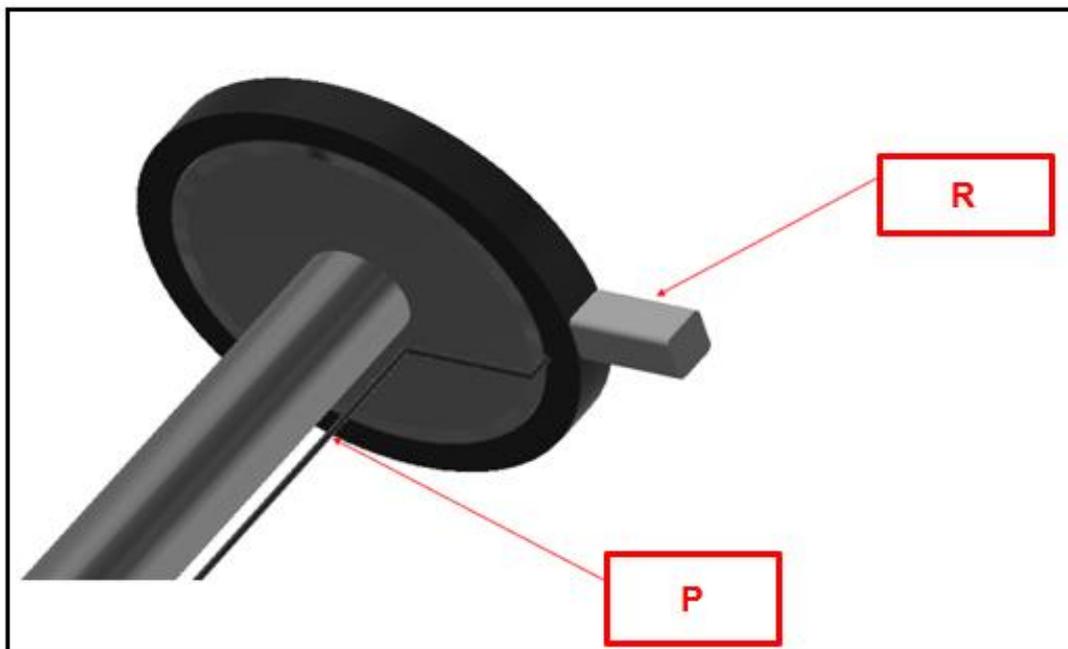


Figura 4

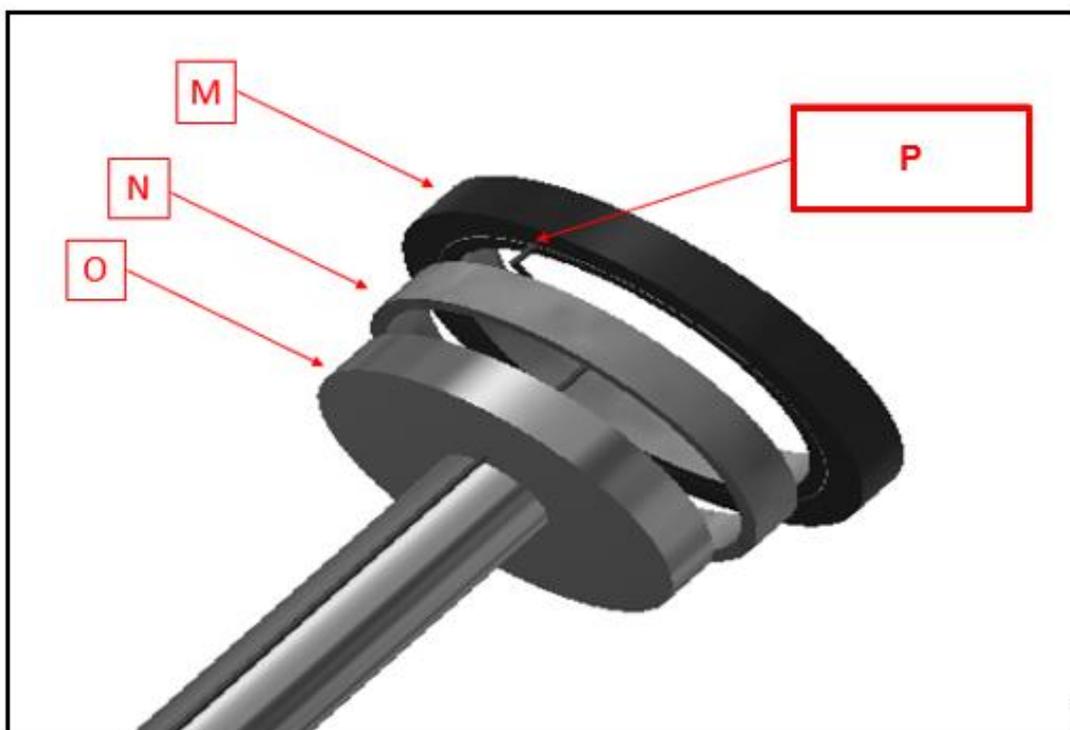


Figura 5

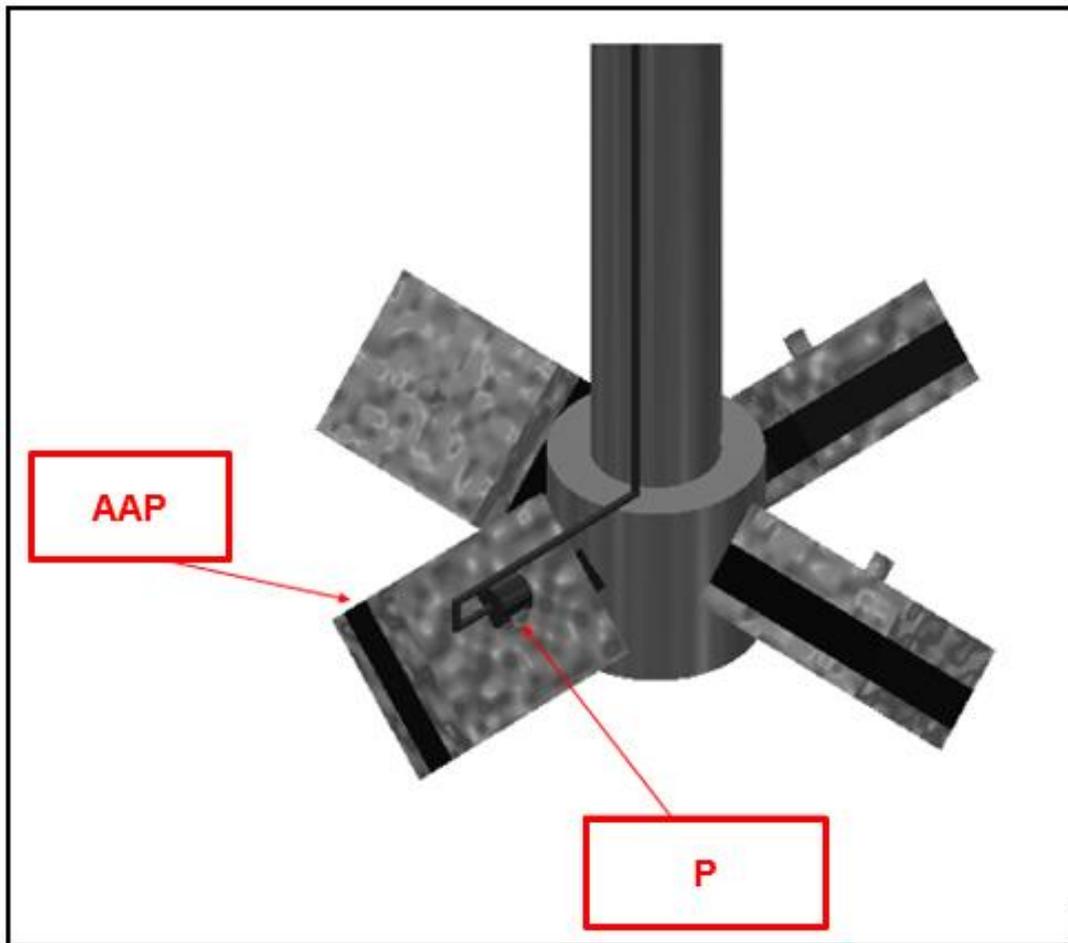


Figura 6

Resumo**MÓDULO E PROCESSO DE CAPTAÇÃO DE PARÂMETROS PARA SIMULAÇÃO ELETROQUÍMICA E DESGASTE POR EROSÃO E/OU CAVITAÇÃO DE UMA OU MAIS AMOSTRAS EM MEIO AQUOSO**

A presente invenção descreve um módulo para captação de parâmetros para simulação eletroquímica e desgaste por erosão e/ou cavitação simultaneamente. Especificamente, a presente invenção compreende um módulo que simula os efeitos de partículas abrasivas em meio aquoso e, ao mesmo tempo, simula a condição eletroquímica a qual o material fica exposto em uma determinada aplicação. O dito módulo permite o ensaio de diferentes materiais que podem ser expostos a diferentes meios aquosos, com diferentes partículas, além de diferentes velocidades lineares, com controle e monitoramento da temperatura. A presente invenção se situa nas áreas de engenharia química e engenharia mecânica.