

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 97 083

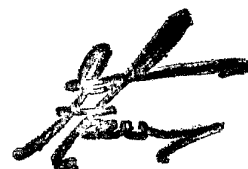
REQUERENTE: ELECTRICITY ASSOCIATION SERVICES LIMITED, britânica, com sede em 30 Millbank, Londres SW1P 4RD, Reino Unido.

EPÍGRAFE: "Aquecedor óhmico"

INVENTORES: David Preston Simpson e Robert Stirling

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris de 20 de Março de 1883.

Reino Unido, em 10 de Abril de 1990 sob o nº 9008095.3



PATENTE Nº 97 083

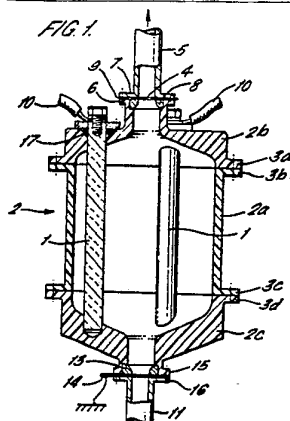
"Aquecedor óhmico"

para que

ELECTRICITY ASSOCIATION SERVICES
LIMITED, pretende obter privilégio de invenção em Portugal.

R E S U M O

O presente invento refere-se a um aquecedor óhmico compreendendo, pelo menos, dois eléctrodos (1) contidos dentro de um vaso (2), de tal modo que os eléctrodos assentam ao longo do comprimento do vaso (2). O vaso (2) tem bocais de entrada e saída (4) e (12) no topo e fundo, através dos quais flui um fluido que vai ser aquecido, passando através do vaso (2) ao longo do comprimento do vaso (2). Os eléctrodos (1) estão igualmente espaçados em relação ao eixo do vaso (2) e, quando em utilização, são ligados a uma fonte de energia, de tal modo que a voltagem total, em qualquer instante de tempo, nos eléctrodos é quase zero ou zero. Portanto quando em utilização, uma corrente passa perpendicularmente ao fluxo do fluido, mas o potencial eléctrico no eixo é quase zero, e assim, a perda de corrente do aquecedor óhmico é substancialmente reduzida.



MEMÓRIA DESCRITIVA

Este invento refere-se a um aquecedor óhmico, que aquece um fluido fazendo passar uma corrente eléctrica através do fluido. Este tipo de aquecedor é utilizado para fluidos que exigem um aquecimento, mas que podem incrustar ou bloquear os aquecedores convencionais.

São conhecidos arranjos em que se faz passar a corrente longitudinalmente, ou na direcção de fluxo do fluido. Nestes dispositivos, no entanto, devido ao fluxo desigual do fluido no recipiente, existe um aquecimento desigual do fluido.

São igualmente conhecidos os aquecedores óhmicos transversais em que se faz passar a corrente transversalmente entre eléctrodos, ou perpendicularmente ao fluxo do fluido. Nestes arranjos, no entanto, pode passar alguma corrente para componentes ligados à terra no aparelho, tal como as extremidades dos tubos de ligação para, e do aquecedor. Isto é chamado uma perda de corrente, e pode dar origem a níveis inaceitavelmente elevados de corrosão electrolítica ou incrustações nas extremidades dos tubos que transportam estas correntes.

O presente invento proporciona um aquecedor óhmico para aquecimento de um fluido, compreendendo um vaso, tendo bocais de entrada e saída, entre os quais flui um fluido, quando em utilização, ao longo de um eixo, pelo menos dois eléctrodos dispostos de modo a ficarem espaçados em torno do dito eixo de fluxo e contidos dentro do dito vaso, e meios para fornecerem energia eléctrica aos ditos eléctrodos, de tal modo que o potencial eléctrico em qualquer altura no dito eixo é substancialmente zero em relação à terra.

Este arranjo tem a vantagem do fluido ao longo do eixo de fluxo ser mantido no, ou perto do potencial da terra, de modo que a perda de corrente para as extremidades do tubo é significativamente reduzida.



O vaso é, de preferência, electricamente isolador e os ditos eléctrodos estão adjacentes às paredes do vaso. Os ditos eléctrodos podem ser dispostos de modo a prolongarem-se paralelos ao dito eixo do dito fluxo do fluido, onde a condutividade eléctrica do fluido permanece relativamente constante ao longo do comprimento dos eléctrodos, na direcção do fluxo, de modo a proporcionar uma densidade de corrente uniforme ao longo do comprimento.

Em alternativa, os ditos eléctrodos podem ser dispostos, de modo que a sua separação transversal em relação ao dito eixo aumenta ao longo do dito eixo na direcção do fluxo do dito fluido. Este arranjo compensa o aumento linear da condutividade com a temperatura, aumentando a separação dos eléctrodos, mantendo assim uma densidade de corrente uniforme ao longo do comprimento.

Serão agora descritos exemplos do invento, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a Figura 1 é uma vista em corte longitudinal de um aquecedor óhmico, de acordo com uma concretização do presente invento;

a Figura 2 é uma vista em corte transversal de um aquecedor óhmico, de acordo com a concretização ilustrada na Figura 1;

a Figura 3 é uma vista em corte longitudinal de um aquecedor óhmico, de acordo com uma outra concretização do presente invento; e

a Figura 4 é uma vista em corte longitudinal de um aquecedor óhmico, de acordo com uma concretização adicional do presente invento.

A Figura 5 é uma vista em corte longitudinal de um aquecedor óhmico, de acordo ainda com mais outra concretização do presente invento.



A Figura 6 é uma vista em corte transversal de um aquecedor ôhmico, de acordo com uma outra concretização do invento.

Referindo agora as Figuras 1 e 2, estes desenhos ilustram uma concretização do presente invento, em que os eléctrodos 1 estão dispostos de modo a estarem paralelos ao fluxo do fluido que vai ser aquecido.

O vaso 2 compreende três partes: - um corpo principal cilíndrico 2a, uma placa de extremidade de topo 2b, e uma placa de extremidade de fundo 2c. A placa de extremidade de topo 2b tem uma flange 3a que está ligada com uma flange superior 3b do corpo principal cilíndrico 2a, por parafusos. A placa de extremidade de fundo 2c tem uma flange 3d que está ligada a uma flange inferior 3c do corpo principal cilíndrico 2a, também por parafusos. As três partes são desta forma unidas uma às outras para formarem em conjunto o vaso 2, estanque à água.

O vaso 2 é construído a partir de um material adequado, electricamente isolador e com uma espessura de parede tal, de modo a suportar adequadamente as pressões internas aplicadas ou geradas no aquecedor - por exemplo, por qualquer tendência do fluido a ferver.

A placa de extremidade de topo 2b tem um bocal de saída 4 no centro. A superfície interna da placa de extremidade de topo 2b torna-se cónica a partir do diâmetro interno do corpo principal cilíndrico 2a para o diâmetro do bocal de saída 4. O bocal de saída 4 é disposto de modo a formar uma ligação com um tubo de saída 5 pelo acoplamento das flanges 6 e 7 do bocal de saída 4 e do tubo de saída 5, respectivamente.

Existe um anel de protecção 8, que rodeia o tubo de saída 4, dentro da flange 6, que é ligado electricamente à terra através de um casquilho metálico 9.

As extremidades superiores dos três eléctrodos 1 em forma de vareta, com espaços regulares à volta da superfície superior da



placa de extremidade de topo 2b, projectam-se através da placa de extremidade de topo 2b para o vaso 2. Os eléctrodos 1 e a placa de extremidade de topo 2b são selados para evitar a perda de fluido do vaso 2 pelos vedantes 17. Os eléctrodos 1 prolongam-se paralelos ao eixo do vaso 2 e têm extremidades opostas localizadas em orifícios abertos na face interna da placa de extremidade de fundo 2c. Quando em utilização, os eléctrodos 1 são ligados electricamente por fios 10 a uma fonte de energia trifásica (não mostrada). Os eléctrodos 1 estão espaçados igualmente, e na Figura 2 podem ser vistos assentes nos vértices de um triângulo equilátero, em que o centro do triângulo equilátero cai no eixo do vaso 2, que é igualmente o eixo de fluxo do fluido a ser aquecido.

A placa de extremidade de fundo 2c, tem forma semelhante à placa de extremidade de topo 2a e compreende um bocal de entrada 12, com um anel de protecção 13, um casquilho metálico 14 e uma flange 15. O bocal de entrada 12 está ligado a um tubo de entrada 11 pela ligação das flanges 15 e 16 do bocal de entrada e do tubo de entrada 11, respectivamente.

Quando em funcionamento, o fluido a ser aquecido passa para o tubo de entrada 11 e flui através do vaso 2, para o tubo de saída 5. A direcção do fluxo do fluido é indicada nos desenhos por setas. Para se aquecer uniformemente o fluido, a condutividade eléctrica do fluido tem de ser relativamente uniforme ao longo do comprimento dos eléctrodos 1. Isto pode ser obtido, quer seleccionando um fluido a ser aquecido, para o qual a condutividade eléctrica não se altere muito com uma grande variação de temperatura, quer limitando a gama de temperaturas, à qual o fluido é aquecido, de modo que a alteração na condutividade eléctrica seja pequena.

Enquanto o fluido passa nos eléctrodos 1, os eléctrodos 1 são alimentados com energia, através da ligação a uma fonte de energia trifásica (não mostrada).

Uma voltagem conveniente para ser utilizada pode ser 415 V.



Dado que a condutividade eléctrica do fluido a ser aquecido é, substancialmente, constante ao longo de qualquer secção plana do volume aquecido, perpendicular ao eixo do vaso 2, serão mantidas correntes eléctricas iguais fase-a-fase entre estes três eléctrodos 1, uma vez que estão dispostos com separações iguais. Isto proporciona correntes de fase equilibradas, como é exigido para uma fonte de energia trifásica.

A maior vantagem desta geometria, é o facto do centro do triângulo equilátero formado pelos três eléctrodos 1 se manter sempre no nível normal da voltagem electricamente neutra das três voltagens de fase eléctricas aplicadas aos eléctrodos 1, ou muito perto do mesmo, se se mantiver um equilíbrio de corrente entre os mesmos, do modo acima explicado. Os tubos de entrada e de saída 11 e 5 são proporcionados em cada extremidade do vaso 2, coaxialmente ao vaso 2 e ao centro dos eléctrodos 1, e por isto os eixos destes tubos 5 e 11 assentarão igualmente ao longo de linhas de voltagem final ou de potencial eléctrico zero relativamente à terra.

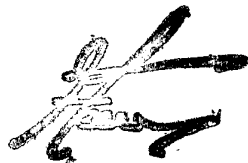
Embora possam ser utilizados quaisquer processos convencionais de medição e controlo da temperatura do fluido, uma vez que os eixos dos tubos 5 e 11 são mantidos ao potencial da terra ou perto do mesmo, pode ser utilizado um termopar revestido a metal na corrente de saída.

As dimensões do aparelho são tais que a separação mútua dos eléctrodos 1 na sua disposição triangular é, substancialmente, maior que os diâmetros dos tubos de entrada e saída 11 e 5 e, consequentemente, é evidente que o nível de voltagem correspondente à periferia destes tubos 5 e 11 será muito baixo, quando comparado com a voltagem dos eléctrodos e pode, por escolha adequada das dimensões ser reduzido para um valor insignificante. Deste modo, uma perda de corrente pequena, ou mesmo desprezável, poderia ser obrigada a fluir, a partir de cada eléctrodo 1, entre os tubos 5 e 11, nas placas de extremidade 2b e 2c do vaso 2, uma vez que a sua voltagem varia de um modo sinusoidal no tempo, em volta de um nível médio (zero), correspondente ao valor de



voltagem axial do vaso 2.

Na prática, estas perdas de corrente, mesmo se muito pequenas em proporção à corrente principal do aquecedor óhmico, podem dar origem a níveis inaceitavelmente elevados de corrosão electrolítica ou incrustações nos tubos 11 e 5, que transportariam estas correntes. Para reduzir ainda mais os níveis destas perdas de corrente, as porções metálicas ou de condução das extremidades dos tubos 11 e 5 são ligadas às placas de extremidade 2b e 2c a uma distância adequada dos eléctrodos 1, aumentando deste modo o comprimento do circuito da corrente para esta região electricamente neutra, e reduzindo, proporcionalmente, a perda de corrente que flui. Adicionalmente, os anéis de protecção 8 e 13 de material adequado - que pode ser o mesmo material utilizado para formar os eléctrodos do aquecedor - podem ser montados na extremidade de cada tubo 5 e 11, de um modo tal que proteja ou evite que o material do tubo transporte qualquer corrente; todas as perdas de corrente que fluem para os anéis de protecção 8 e 13. Apreciar-se-á que, com um equilíbrio perfeito de fase entre os três eléctrodos principais 1 do aquecedor óhmico e as distâncias idênticas do eléctrodo 1 aos anéis de protecção 8 e 13, obtidas por uma geometria adequada do aquecedor óhmico, qualquer perda de corrente de cada eléctrodo 1 para os anéis de protecção 8 e 13 em cada extremidade do vaso 2 será exactamente igual em amplitude de pico à de qualquer outro eléctrodo 1. Nestas circunstâncias, é um aspecto bem conhecido do dispositivo trifásico equilibrado que a corrente final que flui (para os anéis de protecção 8 e 13) será zero - a corrente de entrada de qualquer eléctrodo 1 será exactamente equilibrada pela soma da corrente de saída para os outros dois eléctrodos em qualquer instante de tempo. Não há, assim, nenhuma exigência absoluta de ligar, quer o anel de protecção 8, quer o anel de protecção 13 a um ponto ligado à terra ou neutro da alimentação eléctrica do aquecedor óhmico, embora pudesse ser uma prática aconselhável ligar esses anéis de protecção 8 e 13 ao dispositivo neutro, e desejável por razões de segurança que a ligação mútua anel de protecção/neutro fosse o ponto principal de ligação à terra do aquecedor óhmico. Em qualquer caso, se fossem utilizados



tubos de ligação metálicos ao vaso 2, estes exigiriam uma ligação à terra, e seguir-se-ia que os anéis de protecção 8 e 13 ficariam ligados electricamente a estes tubos e à terra.

Os eléctrodos 1 e os anéis de protecção 8 e 13 podem ser feitos de qualquer material adequado, que seja compatível com as propriedades químicas e electroquímicas do fluido a ser aquecido. Existirá, geralmente, um limite superior para a densidade de corrente, que qualquer material de eléctrodo/fluido de trabalho particular suportará quer sem danificar a porção de transporte de corrente do eléctrodo, quer provocar a decomposição do fluido, quer por outro lado, reagir na superfície do eléctrodo e formar um depósito de incrustação na superfície, afectando negativamente deste modo o funcionamento do aquecedor óhmico. As dimensões do aquecedor óhmico, e em particular os espaçamentos mútuos do eléctrodo 1 e as distâncias do eléctrodo 1 aos anéis de protecção 8 e 13, necessitarão de ser escolhidas de um modo tal para limitar os fluxos de corrente para níveis que a combinação eléctrodo/fluido possam suportar. Verificou-se que materiais de eléctrodo adequados que funcionarão com sucesso com uma gama ampla de fluidos industriais, são o titânio com platina e vários materiais à base de grafite.

Para fluidos tendo condutividades eléctricas semelhantes às da água de torneira vulgar, as dimensões adequadas para os componentes do aquecedor óhmico podem ser diâmetros de eléctrodo de aproximadamente 50 mm, com um espaçamento mútuo de 100 mm entre os centros. Os eléctrodos 1 podem estar contidos num alojamento tubular com cerca de 200 mm de diâmetro e 1000 mm de comprimento. Podem ser utilizados os tubos 5 e 11 para as extremidades do aquecedor de 25 mm de diâmetro, rebaixados aproximadamente 50 mm dentro das placas de extremidade isoladoras 2b e 2c do aquecedor óhmico para reduzir as correntes de perda. Um tal aquecedor óhmico absorveria uma potência trifásica equilibrada totalizando cerca de 10 kW.

Verificou-se que um processo conveniente de ajustamento da corrente que flui entre os eléctrodos, neste tipo de aquecedor,



quando a condutividade eléctrica do fluido aquecido se mostra superior ao esperado, é aplicar um comprimento apropriado de tubagem termo-retráctil ou outra tubagem isoladora com ajustamento apertado, para cobrir um comprimento definido de cada eléctrodo. Não foram verificados, em testes, efeitos deletérios, quer nos eléctrodos, quer no material de tubagem, e as correntes absorvidas de cada fase da alimentação podem ser fácil e exactamente ajustadas. Tal tubagem isoladora 46 está mostrada na Figura 5 nas extremidades superiores dos eléctrodos.

Verificou-se ser conveniente montar o vaso 2 do aquecedor óhmico com o seu eixo vertical, de modo quaisquer gases desenvolvidos no volume aquecido possam ser facilmente evacuados através do bocal de saída 4 do vaso 2. De um modo semelhante, quaisquer partículas sólidas que possam passar para dentro do vaso 2, terão tendência para cair para a extremidade inferior da câmara do vaso, livres dos eléctrodos 1 de 415 V, obviando deste modo qualquer tendência dessas partículas diminuírem ou reduzirem a resistência dos circuitos de corrente principais que proporcionam o efeito de aquecimento no aparelho. Adicionalmente, é vantajoso, se as placas de extremidade superior e inferior 2b e 2c do vaso 2 forem rampeadas, como mostrado na Figura 1, de modo que o gás possa ser evacuado mais facilmente através do bocal de saída 4, e os sólidos terão a tendência para assentarem no eixo do vaso 2, perto do bocal de entrada 12. Os anéis de protecção 8 e 13 em cada extremidade do vaso 2 podem ser simplesmente ligados à terra por meio de juntas metálicas adequadamente formadas 9 e 14, entrepostas entre os anéis de protecção 8 e 13 e as flanges de tubo 6, 7, 15 e 16 em cada extremidade do vaso. As três partes formando o vaso 2 podem ser construídas em material de plástico adequado, que suportará as condições de temperatura e pressão dentro do vaso, assim como qualquer acção corrosiva do fluido aquecido, ou, em alternativa, podem ser construídas em vidro ou aço revestido a esmalte, no caso de condições de trabalho particularmente difíceis.

Um exemplo de uma outra concretização do presente invento é mostrado na Figura 3. Muitos dos componentes desta concretização



são semelhantes aos já descritos anteriormente para a concretização anterior. No entanto, o vaso 20 compreende apenas duas partes, uma placa de extremidade superior 20a e um corpo principal cónico 20b, unidas uma à outra por parafusos através de flanges 22 e 23. Nesta concretização, a separação dos três eléctrodos aumenta à medida que o fluido aquecido passa através do vaso 20 do fundo para o topo. Deste modo, a densidade de corrente em qualquer ponto ao longo do comprimento de cada eléctrodo 21, pode ser mantida a um nível constante desejado, mesmo se a condutividade eléctrica do fluido aquecido aumentar durante a sua passagem através do aquecedor. A razão dos diâmetros do círculo de passo das extremidades superior e inferior dos eléctrodos 21 devia, em geral, ser igual à razão das condutividades inicial e final do fluido aquecido, devendo entender-se que a condutividade dos fluidos aumenta, em geral, de um modo linear com a temperatura, de modo que o espaçamento dos eléctrodos aumentando linearmente compensa exactamente este efeito. A temperatura do fluido aquecido aumenta mais ou menos linearmente com a distância durante a sua passagem ao longo do comprimento do vaso 20.

É mostrada na Figura 4 uma concretização adicional do presente invento, na qual a condutividade se altera significativamente durante o ciclo de aquecimento. Aqui, são mostrados dois vasos 30 e 31, do mesmo tipo geral do mostrado na Figura 1, mas com diâmetros diferentes para cooperarem com a alteração da condutividade, que são juntos um ao outro por meio de uma placa adaptadora 32 construída em qualquer material isolador adequado. Se os eléctrodos com correlação geométrica 33a e 33b nas duas partes do aquecedor óhmico estiverem ligados à mesma fase da alimentação eléctrica, não haverá necessidade de proporcionar um anel de protecção na placa adaptadora 32, uma vez que as densidades de corrente que fluem em cada parte do aquecedor óhmico não serão amplamente afectadas pelas condições eléctricas da outra parte. Adicionalmente, a Figura 4 mostra meios de alternativos 34 e 35 para fazer a ligação eléctrica aos eléctrodos 33b inferiores, e para vedar estas ligações contra perdas de fluido. Os pinos de ligação 34 penetram na placa de

extremidade de fundo 37 para se ligarem perpendicularmente à extremidade inferior dos eléctrodos 33b. A cabeça do pino de ligação 34 é ligada a fios 36 para proporcionar continuidade eléctrica entre os fios 36 e os eléctrodos 33b. Os pinos de ligação 34 e a placa de extremidade inferior 37 são vedados para evitarem a perda de fluido pelo vedante 35.

Se forem requeridos mais do que dois estágios ou câmaras de aquecimento, podem ser juntos em série de uma maneira semelhante, sendo as ligações eléctricas para as câmaras intermédias feitas radialmente através das placas adaptadoras apropriadas. As superfícies das placas adaptadoras 32 podem igualmente ter a forma acima descrita de um modo tal para promoverem o escape dos gases desenvolvidos, ou evitarem a acumulação de sólidos nestas placas 32.

A Figura 5 mostra ainda uma concretização adicional do presente invento. Nesta concretização é ilustrada a versatilidade do invento, sendo o aquecedor utilizado como um aquecedor para reservatórios de líquido, como os utilizados em banhos para galvanoplastia ou de fosfatar. Convencionalmente, são utilizados permutadores de calor para esta aplicação, mas estes estão sujeitos a incrustações consideráveis.

O vaso 42 é composto por um corpo de vaso 42a e uma placa de topo de vaso 42b, e é suspenso num reservatório 49 de líquido. Os eléctrodos 41 projectam-se através da placa de topo 42b para dentro do vaso 42, e estão ligados a uma alimentação de energia trifásica (não mostrada) por fios 45.

Não é proporcionado bocal de saída na placa de topo 42b como nas concretizações anteriores. Existe, em vez disso, um tubo de saída 48 proporcionado dentro do vaso 42 para permitir ao fluido no topo do vaso 42 sair através da parede do corpo de vaso 42a.

No tubo de saída 48 e no bocal de entrada 50 são proporcionados dois conjuntos de anéis de protecção 43 e 44. Os anéis de protecção mais perto dos eléctrodos são os anéis de protecção neu-



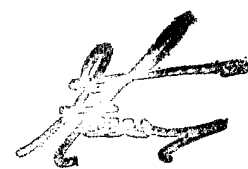
tros 43, enquanto os mais longe são os anéis de protecção ligados à terra. Proporcionando dois conjuntos de anéis de protecção permite-se que a corrente de perda seja medida e, consequentemente, monitorizada num transformador sensível, subtraindo a corrente de retorno neutral da soma das correntes de fase de linha. Com eléctrodos de aquecedor de 50 mm de diâmetro, 1000 mm de comprimento com 100 mm entre centros, que dissipam aproximadamente 20 kW com uma voltagem de 415 V, verificou-se que a corrente total de perda estava bem abaixo de 1 mA, suportando deste modo a reivindicação que a perda de corrente para as partes do equipamento ligadas à terra, através do fluido aquecedor é desprezável utilizando esta concepção.

Nesta concretização do invento, a circulação do fluido é proporcionada por sifão térmico, em que a circulação ocorre devido ao abaixamento da densidade do fluido à medida que a sua temperatura sobe. Deste modo, à medida que a temperatura do fluido no vaso aumenta, sobe até ao tubo de saída 48 e é substituída no bocal de entrada 50 pelo fluido mais frio.

Nesta concretização é ainda ilustrado um aspecto adicional. É utilizado um termopar 47 revestido a metal com ligação à terra para medir a temperatura do fluido que sai do aquecedor. Isto é possível desde que o eixo no tubo de saída 48 seja mantido ao potencial da terra ou perto do mesmo como anteriormente mencionado.

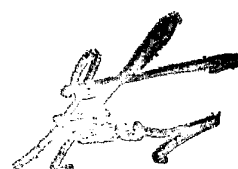
A Figura 5 mostra igualmente a corrente de eléctrodo de ajustamento das mangas isoladoras 46 como anteriormente mencionado. O movimento destas mangas para cima ou para baixo ao longo do comprimento dos eléctrodos 41 faz variar as correntes de eléctrodo.

Embora em todas as concretizações anteriormente mencionadas, os eléctrodos tenham sido mostrados assentes dentro da cavidade do vaso, quando se pretende aquecer fluidos viscosos, poderá ser vantajoso montar os eléctrodos contra a parede isoladora do vaso. Isto é vantajoso por não ser proporcionada área por detrás dos



eléctrodos onde a matéria em forma de partículas no fluido possa ficar presa.

A Figura 6 mostra um arranjo deste tipo utilizando uma vista em corte transversal semelhante à da Figura 2. O corte transversal dos eléctrodos 54 tem uma forma, de modo que a sua face traseira fique coincidente com a parede do vaso 52. O número 53 indica o bocal de entrada. Com este arranjo, pode ser mais conveniente fazer as ligações eléctricas aos eléctrodos na face traseira dos eléctrodos através da parede do vaso com arranjos de vedação adequados. Isto permite uma transição de superfície mais suave entre os bocais de entrada e saída, e reduz a possibilidade dos sólidos em suspensão se alojarem à volta dos eléctrodos. Isto é, evidentemente, da maior importância com fluidos viscosos ou que transportem sólidos.

REIVINDICAÇÕES

1 - Aquecedor óhmico para aquecimento de um fluido, caracterizado por compreender um vaso tendo bocais de entrada e saída entre os quais flui um fluido quando em utilização, ao longo de um eixo, pelo menos dois eléctrodos dispostos de modo a ficarem espaçados em torno do dito eixo de fluxo e contidos dentro do dito vaso, e meios para fornecerem energia eléctrica aos ditos eléctrodos, de tal modo que o potencial eléctrico em qualquer altura no dito eixo é substancialmente zero em relação à terra.

2 - Aquecedor óhmico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o dito vaso ser electricamente isolador.

3 - Aquecedor óhmico de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por os ditos eléctrodos estarem dispostos de modo a prolongarem-se paralelos ao dito eixo de fluxo.

4 - Aquecedor óhmico de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por os ditos eléctrodos estarem dispostos de tal modo que a sua separação transversal em relação ao dito eixo aumenta ao longo do dito eixo na direcção do fluxo do dito fluido.

5 - Aquecedor óhmico de acordo com a reivindicação 2, 3 ou 4, caracterizado por cada dito eléctrodo ter uma superfície traseira adjacente à parede do dito vaso.

6 - Aquecedor óhmico de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, compreendendo três dos ditos eléctrodos, caracterizado por cada um dos ditos eléctrodos receber uma fase única de uma fonte trifásica, quando em utilização.

7 - Aquecedor óhmico de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por os ditos bocais de entrada e saída estarem localizados em extremidades opostas do dito vaso, tendo os ditos bocais uma área substancialmente inferior à área em corte transversal do dito vaso.



8 - Aquecedor óhmico de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por compreender adicionalmente um anel de protecção electricamente, condutor posicionado de modo a assentar em volta da periferia de cada um dos ditos bocais.

9 - Aquecedor óhmico de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por a superfície de parte de cada um dos eléctrodos ser coberta por um material isolador móvel.

10 - Aquecedor óhmico de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por o dito vaso estar disposto de tal modo que o fluxo do fluido é anti-gravitacional.

11 - Aquecedor óhmico de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, compreendendo pelo menos, dois ditos reservatórios acoplados coaxialmente, caracterizado por o espaçamento dos ditos eléctrodos ser maior nos ditos reservatórios sucessivos ao longo da direcção de fluxo do dito fluido.

12 - Aquecedor óhmico de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por os ditos eléctrodos em posições geométricas equivalentes em cada dito vaso estarem ligados electricamente juntos.

13 - Processo de aquecimento de um fluido num aquecedor óhmico, caracterizado por compreender os passos de passar um fluido a ser aquecido ao longo de um eixo de fluxo através de um vaso e eléctrodos alimentados com energia, espaçados em torno do dito eixo de tal modo que, o potencial eléctrico em qualquer altura no dito eixo, é substancialmente zero em relação à terra.

14 - Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por a corrente entre os ditos eléctrodos poder ser variada pelo ajustamento da posição de um material isolador cobrindo parcialmente a superfície dos ditos eléctrodos.

72 039

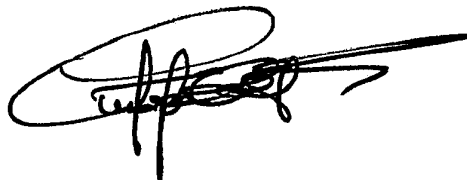
REC/JDC/P34485/015

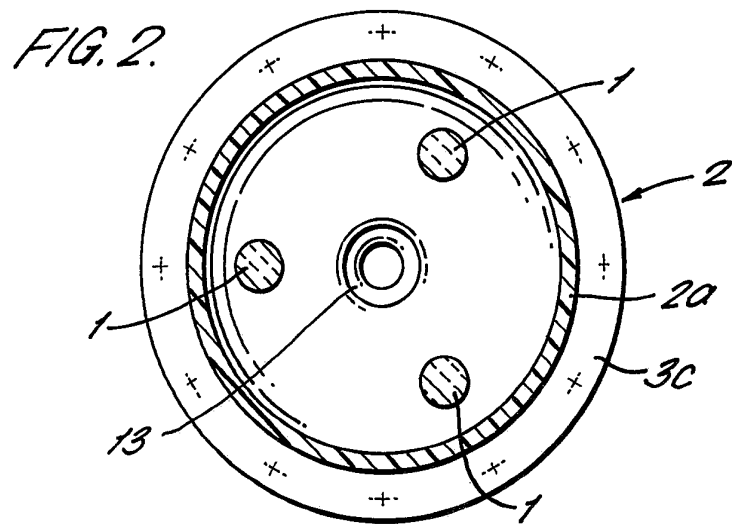
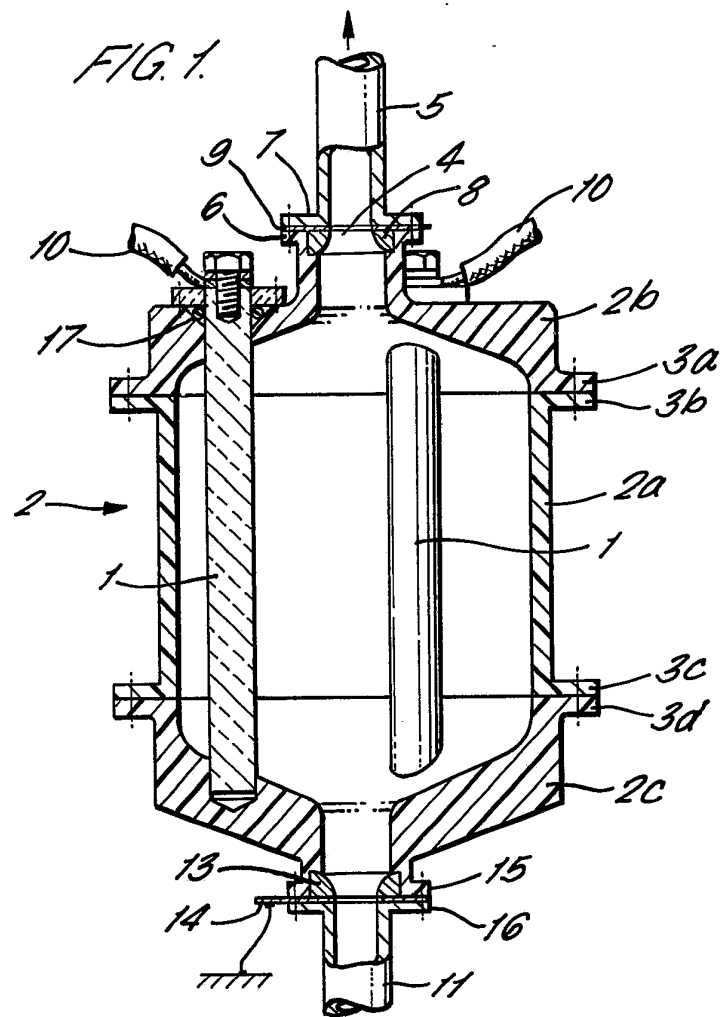
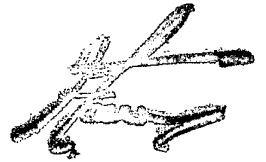
-16-

Lisboa,

20. ~~Mar~~ 1994 ELECTRICITY ASSOCIATION SERVICES LIMITED

- O AGENTE OFICIAL -

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'A' followed by several loops and a long horizontal stroke extending to the right.



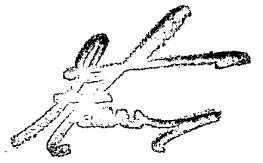


FIG. 3.

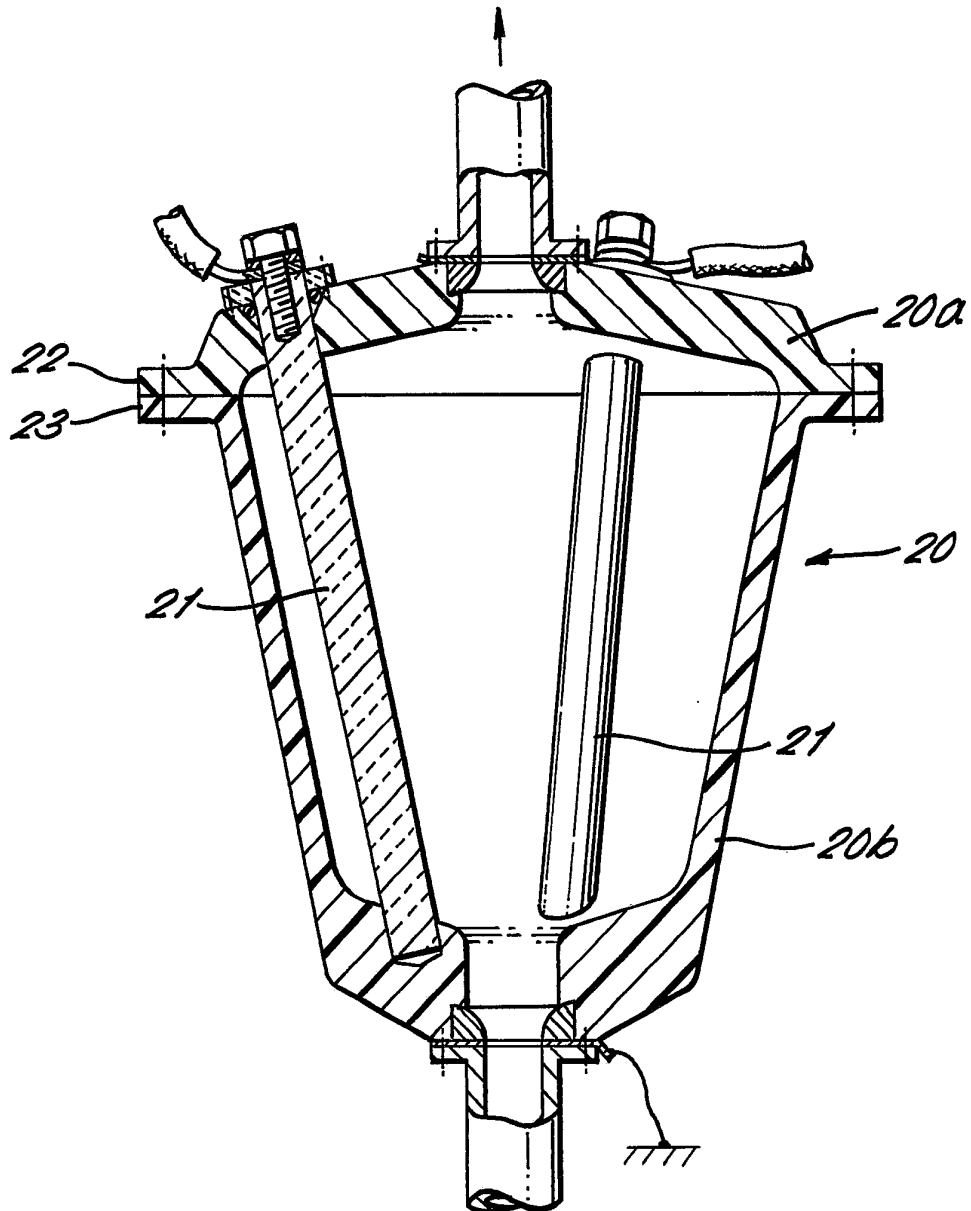




FIG. 4.

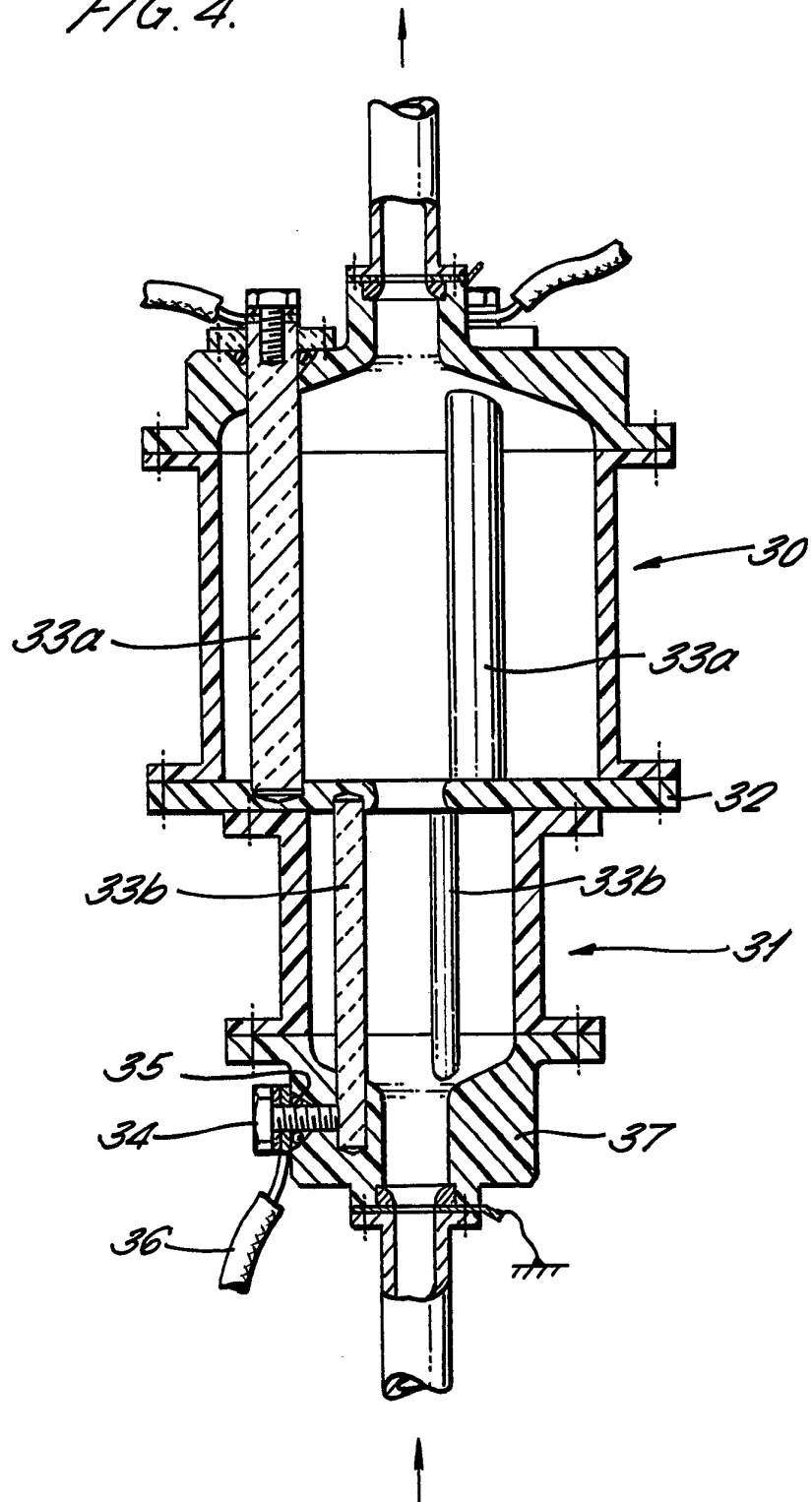
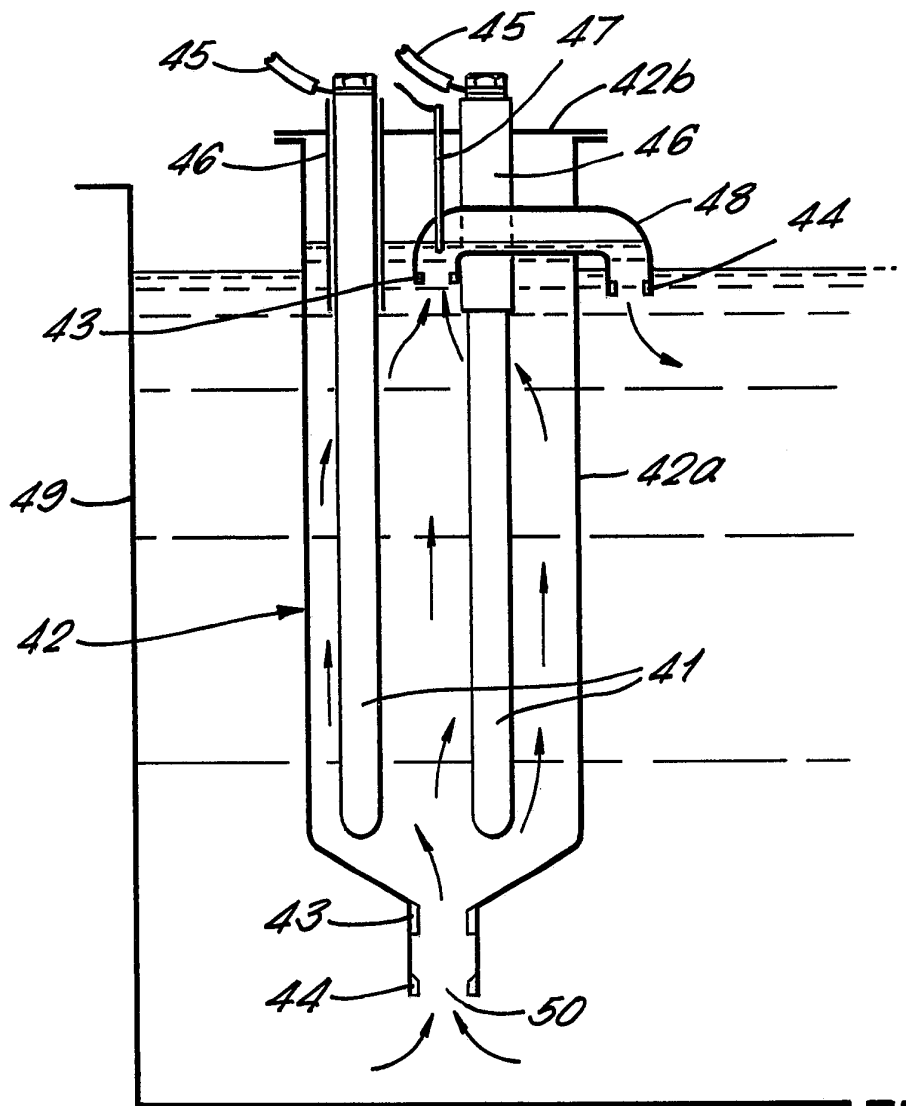


FIG. 5.



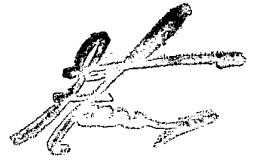


FIG. 6.

