



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

(11) PI 0806138-6 B1



(22) Data do Depósito: 19/06/2008

(45) Data de Concessão: 30/07/2019

(54) Título: PROCESSO DE DRENAGEM, SEPARAÇÃO DE ÓLEO EM ÁGUA E ALARME DA EXISTÊNCIA DE ÓLEOS ISOLANTES RESIDUÁRIOS DE TRANSFORMADORES, REATORES E REGULADORES DE TENSÃO ELÉTRICOS DE POTÊNCIA INSTALADOS EM SUBESTAÇÕES

(51) Int.Cl.: B01D 17/032; C01F 11/40.

(73) Titular(es): QUANTUM COMÉRCIO E SERVIÇOS DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO LTDA..

(72) Inventor(es): JOSÉ MAK; ADELFO BRAZ BARNABÉ; NEWTON JOSÉ GUARALDO.

(57) Resumo: PROCESSO DE DRENAGEM, SEPARAÇÃO DE ÓLEO EM ÁGUA E ALARME DA EXISTÊNCIA DE ÓLEOS ISOLANTES RESIDUÁRIOS DE TRANSFORMADORES, REATORES E REGULADORES DE TENSÃO ELÉTRICOS DE POTÊNCIA INSTALADOS EM SUBESTAÇÕES, E DISPOSITIVOS PARA EFETUAR O PROCESSO. Refere-se a um processo capaz de receber, separar das águas pluviais e de combate a incêndio e possibilitar a coleta de óleos residuários de equipamentos elétricos de potência instalados em subestações, com vistas a monitorar a existência do derramamento de óleo, bem como evitar a poluição das águas de superfícies ou subterrâneas. O processo é constituído de bacias de contenção e drenagem(5) sob os equipamentos elétricos, as caixas de captação(7), as tubulações óleo-água(10), uma caixa pré-separadora (17), uma válvula solenóide(18), um conjunto separador/detector de óleo(19) e a rede pluvial(16). No conjunto separador/detector de óleo(19) há um sensor de óleo(20) que fecha a válvula solenóide(18) e comunica ao sinalizador remoto(22) o derramamento de óleo em uma dada subestação.

“PROCESSO DE DRENAGEM, SEPARAÇÃO DE ÓLEO EM
ÁGUA E ALARME DA EXISTÊNCIA DE ÓLEOS ISOLANTES
RESIDUÁRIOS DE TRANSFORMADORES, REATORES E
REGULADORES DE TENSÃO ELÉTRICOS DE POTÊNCIA
5 INSTALADOS EM SUBESTAÇÕES”.

Refere-se a presente invenção a um processo capaz de receber, separar das águas pluviais e de combate a incêndio e possibilitar a coleta de óleos isolantes residuários de transformadores, reatores e reguladores de tensão
10 elétricos de potência instalados em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição, com vistas a monitorar a existência do derramamento de óleo isolante, bem como, evitar que o mesmo venha a poluir águas de superfícies ou subterrâneas.

15 Arranjos físicos instalados no subsolo das subestações elétricas para captação e separação do óleo isolante residuário de transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência das águas pluviais, há décadas são utilizados pelas empresas de energia elétrica nas
20 subestações. Nesses arranjos os transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência são instalados sobre bacias de contenção e drenagem, cuja finalidade é receber o óleo isolante dos equipamentos em eventuais vazamentos, porém normalmente adentram também nestas caixas, águas
25 pluviais e dos dispositivos de combate a incêndios instalados junto aos equipamentos elétricos. No fundo das bacias de contenção e drenagem existem caixas de captação que recebem a

mistura óleo-água e as encaminham às caixas separadoras óleo-água para que somente as águas sejam dirigidas à rede pluvial urbana. As bacias de contenção e drenagem são preenchidas de pedras britadas número três, com diâmetro aproximado entre
5 19mm e 38mm, que permitem o escoamento da água e do óleo residuário ao fundo e reduzem a combustão do óleo em caso de incêndio por asfixia do oxigênio. No fundo das bacias de contenção e drenagem existem caixas de captação, em cujas partes superiores existem grelhas que impedem a passagem das
10 britas a essas. O fluido drenado nessas caixas é encaminhado a uma única caixa separadora de óleo na subestação, cujo objetivo é armazenar o óleo residuário dos transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência da subestação e possibilitar a drenagem da água. A caixa separadora
15 normalmente deve ter a capacidade mínima correspondente à vazão do óleo vertido do maior transformador, reator ou regulador de tensão elétrico de potência da subestação, e sua localização é prevista em área específica separada de outras instalações e equipamentos, a fim de colaborar no isolamento de
20 incêndios, facilitar a coleta do óleo residuário e permitir a drenagem da água à rede pluvial.

Em que pese a larga utilização desse tipo de arranjo por meio de construções civis no subsolo das subestações, alguns inconvenientes podem lhe ser
25 atribuídos, como o eminente risco de degradação ambiental gerado por vazamentos do óleo mineral usado na isolação dos transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de

potência através de rachaduras de difícil detecção na estrutura da caixa separadora óleo-água, causadas por acomodações ou deslocamentos do subsolo, pelos esforços nas estruturas civis e por corrosões causadas pela água e pelo óleo.

5 Além disso, o atual sistema em uso de bacias de contenção e drenagem, caixas de captação e caixa separadora óleo-água que operam com base exclusiva na separação do óleo e da água por diferença de densidade, apresenta baixa eficiência em função das quantidades relativas
10 de óleo e água na mistura e significativas contaminações das redes pluviais.

Outros problemas com o sistema de coleta e separação de óleo atualmente em uso nas subestações elétricas, que são constantes motivos de
15 preocupações às empresas de energia elétrica no Brasil e no mundo é que embora sofram inspeções internas periódicas, o mesmo não apresenta mecanismo de monitoração e alarme, colocando em constantes riscos de poluições as águas de superfície e subterrâneas, ocasionadas por vazamentos medianos
20 de óleos de transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência, por pequenos derramamentos através de vazamento das tubulações e válvulas e até por falhas catastróficas e incêndios que liberam enormes quantidades de óleo no meio ambiente.

25 Várias patentes já foram depositadas para realizar de forma eficiente a separação óleo-água, das quais destaca-se: a PI 0506298-5 que utiliza um

suporte de sustentação de um absorvente industrial; a MU 7400986-9 que utiliza uma placa indutora de fluxo e placas coalescentes; a MU 8602938-0 que usa como elemento filtrante britas; a MU 8502333-7 que utiliza vários compartimentos em
5 série com tubos coletores de óleo sobrenadantes e a PI 9302190-9 que apresenta o tratamento das águas por processo físico-químico automático e bastante sofisticado; de modo geral todos os dispositivos contidos nessas patentes podem ser usados na substituição da caixa separadora óleo-água atualmente em uso
10 de forma a melhorar e a reduzir a presença de óleo na rede pluvial. No entanto, nenhum dos dispositivos citados nessas patentes é adequado à separação óleo-água nas subestações elétricas principalmente porque nesse caso o derramamento de óleo é de milhares de litros em poucos minutos, por
15 inviabilidade técnico-econômica, por inadaptabilidade ao ambiente das subestações elétricas ou finalmente pela necessidade de sensoriamento de óleo na entrada da rede pluvial.

Tendo em vista esses problemas e
20 no propósito de superá-los é que na presente invenção foi desenvolvido um processo baseado em caixas de contenção e drenagem com britas sob os transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência, acopladas em seus fundos às caixas de captação e a uma rede de dutos que se
25 conecta a uma caixa de pré-separação que através de uma válvula solenóide se conecta a um conjunto separador/detector de óleo cuja saída encontra-se conectada à rede pluvial.

As novas funcionalidades aliadas aos aspectos construtivos dos vários dispositivos que o constituem possibilitam a obtenção de um novo processo capaz de monitorar constantemente a presença de vazamentos de óleos oriundos dos transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência, bem como realizar com eficiência a separação do óleo da água, de modo a não causar ao meio ambiente quaisquer riscos de contaminação pelos óleos residuários.

Esses aspectos funcionais e construtivos possibilitam a obtenção de um processo mais eficiente na separação do óleo residuário da água, a retenção total das drenagens de água à rede pluvial no caso da não efetiva separação dos fluídos e a contenção do óleo nas bacias coletoras e de drenagem no caso de derramamentos de mais de cinquenta litros de óleo, com a sinalização remota do incidente aos operadores das subestações, de forma a garantir menor agressividade ambiental e maior confiabilidade de operação dos transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência, sobretudo em casos de médios e grandes vazamentos que vão de algumas dezenas a milhares de litros de óleo.

Os desenhos anexos mostram as partes do processo que o constitui para uso em transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência em subestações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, objeto da presente patente de invenção.

A figura 1 mostra o croqui de uma

instalação de um transformador elétrico de potência com a respectiva bacia de contenção e drenagem, caixa de captação e tubulação óleo-água normalmente em uso nas subestações elétricas e também a ser utilizado no processo desenvolvido e ora apresentado nesta patente.

A figura 2 mostra o croqui completo do processo em uso atualmente nas subestações elétricas brasileiras e normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

A figura 3 mostra o diagrama de blocos de todo o novo processo desenvolvido para a patente de invenção ora solicitada.

A figura 4 mostra o croqui da caixa pré-separadora capaz de reter impurezas contidas no fluído óleo-água.

A figura 5 mostra um diagrama esquemático de uma válvula solenóide responsável pela passagem e interrupção do fluxo do fluido óleo-água na entrada do conjunto separador/detector de óleo.

A figura 6 mostra o croqui, visto de perfil, da instalação da válvula solenóide junto ao conjunto separador/detector de óleo.

A figura 7 mostra uma vista de cima do conjunto separador/detector de óleo.

A figura 8 mostra a vista lateral das paredes internas do conjunto separador/detector de óleo para quem olha pelo lado da entrada da tubulação óleo-água.

A figura 9 mostra a vista lateral da parede externa do conjunto separador/detector de óleo no lado em que é conectada à tubulação óleo-água, da parede interna que separa o conjunto separador de entrada do conjunto separador de saída e da parede externa do conjunto separador/detector de óleo no lado em que é conectada a rede pluvial, para quem olha pelo lado da entrada da tubulação óleo-água.

Na figura 10 pode-se observar em detalhes os pescadores do conjunto separador/detector de óleo.

Na foto da figura 11 pode-se observar a manta absorvente sintética de óleo utilizada no conjunto separador/detector de óleo.

Na foto da figura 12 pode-se visualizar o sensor de óleo.

Na figura 13 é apresentado o diagrama em blocos do detector de óleo.

A figura 14 mostra o fluxo de dados no processo de comunicação do micro-controlador digital do detector de óleo com o sinalizador remoto.

Na figura 15 pode-se ver o diagrama de fluxo de dados usado no micro-controlador digital do detector de óleo.

Na figura 16 pode-se ver o diagrama de fluxo de dados usado pelo sinalizador remoto para questionar a presença de óleo ou não no último compartimento separador de óleo do conjunto separador/detector de óleo.

De conformidade com o quanto ilustram as figuras acima relacionadas, na figura 1 pode-se observar o transformador(1) elétrico de potência com seu tanque de compensação(2) por onde acontece sua respiração, ou seja, o aumento e a redução do volume do óleo do transformador(1) em função de sua operação, o sistema de proteção contra incêndios(3) por onde é aspergida água no caso de incêndios, os trilhos(4) de aço onde apóiam-se os roletes de sustentação do transformador(1); no subsolo(6) é construída em concreto a bacia de contenção e drenagem(5) cuja dimensão excede a projeção do transformador(1) e seu volume é igual ao do óleo contido no transformador(1), ela é preenchida por pedras britadas(8) número três que permitem a passagem dos óleos residuários e das águas oriundas de chuvas e de combate a incêndios e são capazes de asfixiar o oxigênio impedindo a propagação de fogo no óleo em caso de incêndios. Na parte inferior da bacia de contenção e drenagem(5) é instalada a caixa de captação(7) de óleo e água que em sua parte superior possui uma grelha(9) que possibilita a passagem do óleo residuário e das águas à tubulação óleo-água(10) mas impede a passagem das pedras britadas(8). A tubulação óleo-água(10) é feita de ferro fundido de 125mm de diâmetro.

Na figura 2 pode-se observar o diagrama completo do sistema de coleta e separação de óleo residuário atualmente em uso no Brasil e no mundo. Os óleos residuários dos transformadores(1) e as águas das chuvas e de combate a incêndios, após passarem pelas bacias de contenção e

drenagem(5) e pelas caixas de captação(7), por fluxo descendente gravitacional e pelas tubulações óleo-água(10) são encaminhadas à caixa separadora tradicional óleo-água(11). Embora em uma dada subestação possa haver vários transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de 5 potência e conseqüentemente várias caixas de contenção e drenagem(5), caixas de captação(7) e tubulações óleo-água(10) há sempre uma única caixa separadora tradicional óleo-água(11), essa caixa usualmente possui duas divisões separadas 10 pela parede(12): a divisão de entrada(13) que deve ser capaz de reter todo o volume de óleo do equipamento elétrico de potência com maior capacidade em óleo e a divisão de saída(14) que escoo a água à rede pluvial(16). A caixa separadora tradicional óleo-água(11) e a parede(12) são construídas em alvenaria no 15 subsolo(6) da subestação e sua localização deve ficar na menor altitude da subestação para permitir a drenagem da água à rede pluvial(16) e em área específica e separada dos demais equipamentos para colaborar no isolamento de incêndios e facilitar a coleta do óleo residuário nela retido. A separação do 20 óleo da água na caixa separadora tradicional óleo-água(11) se dá por fluxo ascendente gravitacional através de um tubo com as extremidades curvas, popularmente denominado pescador(15), quando há só água na divisão de entrada(13) o peso da coluna de água de uma certa altura força parte desta a se deslocar à divisão de saída(14) e nesta quando atinge um 25 certo nível à rede pluvial(16). Quando há mistura óleo-água na divisão de entrada(13), por densidade o óleo ocupa a parte

superior da mistura forçando a água da parte inferior à migrar através do pescador(15) à divisão de saída(14) e nesta quando atinge um certo nível à rede pluvial(16). Finalmente quando existe um catastrófico derramamento de óleo esse deslocar-se-ia

5 à divisão de entrada(13), desta pelo pescador(15) à divisão de saída(14) e conseqüentemente à rede pluvial(16); porém este último caso realmente é difícil de acontecer pois alarmes e desligamentos automáticos do transformador(1), bem como a grande capacidade de armazenamento da caixa separadora

10 tradicional óleo-água(11) colaboram para que os operadores da subestação possam atuar a tempo e evitar grandes derramamentos de óleo na rede pluvial(16). No entanto, conforme se observa na descrição acima, derramamentos consideráveis de óleo e principalmente de emulsões na rede

15 pluvial(16) não são totalmente evitadas pelo processo. Todo esse conjunto mostrado na figura 2 é atualmente normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT através das normas NBR13859-Proteção contra incêndio em subestações elétricas de distribuição e NBR13231-Proteção contra incêndio

20 em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição e utilizado nos atuais processos de coleta e separação de óleo residual de transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência em subestações.

Na figura 3 pode-se visualizar que

25 o novo processo desenvolvido é constituído basicamente de doze módulos: as bacias de contenção e drenagem(5) que ficam no subsolo sob os transformadores, reatores e reguladores de

tensão elétricos de potência e que são preenchidas com pedras britadas(8) número três, as caixas de captação(7) que ficam na parte mais baixa das bacias de contenção e drenagem(5) e que são separadas destas por uma grelha(9) em sua parte superior de
5 forma a impedir que as pedras britadas entrem nestas, as tubulações óleo-água(10) que permite a saída da mistura das caixas de captação(7) para a caixa pré-separadora(17) cuja função é recolher impurezas que possam vir junto com a mistura óleo-água, tais como: material arenoso, pequenos fragmentos de
10 brita e outras impurezas que estavam nas caixas de captação(7), a válvula solenóide(18) que é fechada quando uma certa quantidade de óleo é detectada no conjunto separador/detector de óleo(19) cuja função é reter o óleo residuário dos transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de
15 potência e permitir que a água isenta de emulsões oleosas seja derramada na rede pluvial(16) da subestação. No interior do conjunto separador/detector de óleo(19) há um sensor de óleo(20) capaz de detectar óleo ou presença de óleo sobre a água e avisar ao detector de óleo(21) a existência deste na saída
20 do conjunto separador/detector de óleo(19), o detector de óleo(21) uma vez ativado pelo sinal do sensor de óleo(20) comanda o fechamento da válvula solenóide(18) impedindo que mais óleo ou a mistura óleo-água adentre ao conjunto separador/detector de óleo(19) e que este venha a derramar óleo
25 na rede pluvial(16), outra função do detector de óleo(21) é comunicar ao sinalizador remoto(22) normalmente instalado no centro de operações da empresa de eletricidade a ocorrência de

um derramamento anormal de óleo em uma dada subestação.

O croqui da figura 4 mostra a caixa pré-separadora(17), a função desta é reter grossas impurezas que possam vir misturadas ao óleo ou à água contidos nas caixas de captação(7). As impurezas grossas que normalmente encontram-se na caixa pré-separadora(17) são as lascas de britas e os grãos de areia. Como as tubulações óleo-água(10) de entrada e saída estão em um nível bem acima do fundo da caixa pré-separadora(17), o fluido óleo-água com grossas impurezas adentra nesta e por descendente gravitacional as impurezas ficam retidas no fundo da caixa pré-separadora(17) uma vez que são mais pesadas que o fluido óleo-água. A caixa pré-separadora(17) é feita em alvenaria no subsolo(6) da subestação e tem um volume de algumas centenas de litros e possui em sua parte superior uma tampa(23) de concreto removível que permite periodicamente a inspeção e limpeza dos detritos ali armazenados.

No diagrama esquemático da válvula solenóide(18) apresentada na figura 5 pode-se observar que esse tipo de válvula é composta por duas partes básicas: o corpo(24) e a bobina solenóide(24). A bobina solenóide(25) composta de fio de cobre bom condutor de eletricidade é enrolado ao redor de uma superfície cilíndrica e quando percorrida por uma corrente elétrica gera uma força eletromagnética que aciona o êmbolo(26), abrindo ou fechando a válvula solenóide(18). O corpo(24) da válvula solenóide(18) contém um dispositivo que permite a passagem ou não do fluido

óleo-água; quando o êmbolo(26) é acionado pela força eletromagnética da bobina solenóide(25) este permite a passagem do fluido óleo-água, em caso contrário, quando a bobina solenóide(25) é desenergizada o peso do êmbolo(26) em conjunto com a força da mola(27) instalada na parte superior da válvula solenóide(18) faz com que o êmbolo(26) volte a bloquear a passagem do fluxo do fluido óleo-água através da válvula solenóide(18). Tendo em vista o diâmetro de 125mm da tubulação óleo-água(10) e a baixa pressão do fluido óleo-água, deve-se utilizar nesse arranjo uma válvula solenóide(18) de ação direta, ou seja, a ação da bobina solenóide(25) sobre o êmbolo(26) é de forma direta, não necessitando de redes auxiliares de pressão para fechamento da válvula.

Na figura 6 pode-se ver o croqui da válvula solenóide(18) instalada junto ao conjunto separador/detector de óleo(19). Todo o conjunto é instalado dentro de uma caixa de alvenaria(28) no subsolo(6) da subestação, o piso desta caixa deve ser plano na menor altitude da subestação. A tubulação óleo-água(10) oriunda da caixa de pré-separação(17) adentra a caixa de alvenaria(29) e conecta-se à válvula solenóide(18) instalada junto ao conjunto separador/detector de óleo(19). Após receber o fluido óleo-água o conjunto separador/detector de óleo(19) retém as partículas de óleo e dá passagem da água à rede pluvial(16). Sobre a caixa de alvenaria(28) é instalada uma tampa de ferro(29) que impede que poeiras e águas de chuva adentrem na caixa de alvenaria(28), ela pode ser facilmente removível para inspeções

rotineiras ou para retirada do óleo coletado pelo conjunto separador/detector de óleo(19). Finalmente na figura 6 pode-se ainda observar a caixa do detector de óleo(21) onde são instalados os circuitos eletrônicos responsáveis pela transdução do sinal oriundo do sensor de óleo(20), a lógica eletrônica capaz de comandar a válvula solenóide(18) e o circuito de transmissão para o sinalizador remoto(22) normalmente instalado no centro de operações das subestações, para sinalização da presença de óleo na saída do conjunto separador/detector de óleo(19). No croqui pode-se ainda observar a tomada de energia elétrica(31) do circuito auxiliar de alimentação da subestação, os cabos de alimentação do detector de óleo(32), a fiação do sensor(33) e a fiação da válvula solenóide(30).

Na figura 7 tem-se uma vista de cima do conjunto separador/detector de óleo(19), trata-se de uma caixa moldada em fibra de vidro com paredes externas de 5 mm de espessura, pode-se utilizar também caixa em alvenaria e acabamento em cimento liso com cobertura extra de polietileno ou alcatrão ou ainda pintura em epóxi, dotada basicamente de dois conjuntos separadores/filtros de óleo, o conjunto separador de entrada(34) e o conjunto separador de saída(35). O conjunto separador de entrada(34) é dotado de cinco (ou alternativamente quatro) compartimentos, quatro (ou alternativamente três) compartimentos filtros de óleo(36-37-38-39) e um compartimento separador de óleo(40), separados por paredes(47-48-49-50) também em fibra de vidro de 3mm de

espessura, nos quatro primeiros compartimentos filtros de óleo(36-37-38-39) são alojadas mantas(46) absorventes sintéticas de óleo capazes de absorverem óleos isolantes residuários dos transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência. Essas mantas(46) irão permitir a separação dos elementos de granulometria fina e principalmente do óleo contido na mistura óleo-água, não apresentando qualquer absorção de água. O quinto compartimento é o compartimento separador de óleo(40), nele não existe qualquer elemento filtrante, existe instalado apenas um pescador(52) capaz de enviar o fluido resultante da filtração-separação óleo-água ao conjunto separador de saída(35). Como a densidade do óleo é menor que da água existe a tendência do óleo se elevar e forçar por ascendência gravitacional o fluxo da água ao conjunto separador de saída(35). No entanto, caso ainda haja a presença de óleo na mistura enviada, o mesmo deve ser retido pelos compartimentos filtros de óleo(41-42-43-44). No último compartimento novamente por diferença de densidade e por ação gravitacional o óleo, se ainda existente, irá elevar-se de forma a sensibilizar o sensor de óleo(20) aí instalado sobre a tampa do sensor(53). A mistura óleo-água adentra ao conjunto separador/detector de óleo(19) pela tubulação óleo-água(10) e a água sai do conjunto pelo pescador(54) para a rede pluvial(16). A dimensão do conjunto separador/detector de óleo(19) para uma subestação de médio porte com cerca de 60 MVA de potência aparente deve ser de 1.760mm de comprimento por 700mm de largura e 800mm de altura, capaz de reter cerca de

150 litros de óleo residuário dos transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência, nessas condições cada parede(47-48-49-50-51) terá uma dimensão de 800mm de comprimento por 700mm de largura e 3mm de espessura, os
5 compartimentos filtros de óleo(36-37-38-39-41-42-43-44) 160mm de largura e o compartimento separador de óleo(40) e o último compartimento separador de óleo(45) 240mm de largura.

Na figura 8 pode-se observar a vista lateral das paredes internas do conjunto separador/detector
10 de óleo(19) para quem olha pelo lado de entrada da tubulação óleo-água(10). Na parede(47) pode-se observar um corte(55) no canto inferior direito, na parede(48) um corte(55) no canto inferior esquerdo, na parede(49) um corte(55) no canto inferior direito e na parede(50) um corte(55) no canto inferior esquerdo.
15 Esses cortes(55) permitem que o fluido óleo-água que adentrou no conjunto separador/detector de óleo(19) percorra de um compartimento ao outro em ziguezague de tal forma a alongar o caminho percorrido pelos fluidos, reduzir a turbulência e forçar o óleo (quando misturado à água na forma de pequenos glóbulos
20 – emulsões) ter a tendência de circular dividido criando condições de melhor ser absorvido pelas mantas(46). Os cortes(55) são feitos nas partes inferiores das paredes(47-48-49-50) porque o óleo sendo menos denso que a água apresenta a tendência de subir facilitando sua absorção pelas mantas(46).
25 Na parede(51) interna, que separa o conjunto separador de entrada(34) do conjunto separador de saída(35) é feito um furo(56) de 25mm de diâmetro por onde irá passar o

pescador(52). Os cortes(55) devem ter 50mm de altura por 120mm de largura.

A figura 9 mostra a vista lateral para quem olha pelo lado da entrada da tubulação óleo-
5 água(10), a parede externa(57) do conjunto separador/detector de óleo(19) no lado em que é conectada a tubulação óleo-
água(10), nela há um furo(59) de 125mm de diâmetro no centro da parede e há 600mm de altura do fundo do conjunto
separador/detector de óleo(19) no qual é conectada a tubulação
10 óleo-água(10), a parede(51) interna que separa o conjunto separador de entrada(34) do conjunto separador de saída(35) com um furo(56) central de 50mm de diâmetro e a 450mm de altura do fundo do conjunto separador/detector de óleo(19) onde se encaixa o pescador(21) e da parede(58) externa do conjunto
15 separador/detector de óleo(19) no lado em que é conectada a rede pluvial(16) com um furo(60) de 50mm de diâmetro e a 300mm de altura do fundo do conjunto separador/detector de óleo(19) onde se encaixa o pescador(54).

Na figura 10 tem-se um corte na
20 vista frontal do conjunto separador/detector de óleo(19) do pescador(52) instalado junto a parede(51) interna do conjunto separador/detector de óleo(19), observe que a parte de baixo do pescador(52) está a 70mm e a parte de cima a 475mm do fundo do conjunto separador/detector de óleo(19). O pescador(54)
25 instalado junto a parede(58) externa do conjunto separador/detector de óleo(19) com a parte de baixo do pescador(54) está a 70mm e a parte de cima a 325mm do fundo

do conjunto separador/detector de óleo(19). O tubo dos pescadores tem um diâmetro externo de 50mm e interno de 45mm e são feitos em fibra de vidro.

Na foto da figura 11 pode-se
5 observar a manta(46) absorvente sintética de óleo utilizada nos compartimentos filtros de óleo(36-37-38-39-41-42-43-44) do conjunto separador/detector de óleo(19). As mantas(46) absorventes sintéticas de óleos são muito eficientes na absorção de produtos derivados do petróleo, óleos minerais, óleos
10 vegetais, tintas à base de óleo e inúmeros produtos químicos orgânicos, absorvendo até 25 vezes seu próprio peso em petróleo e derivados. Essas mantas(46) não absorvem água, flutuam indefinidamente, podem ser torcidas e reaproveitadas, são livres de pó, não são afetadas pela temperatura, são
15 resistentes a chamas, ao apodrecimento e ao bolor. Com as dimensões anteriormente citadas do conjunto separador/detector de óleo(19) as mantas(46) absorventes sintéticas de óleo instaladas no conjunto separador de entrada(34) e no conjunto separador de saída(35) apresentam capacidade total de absorver
20 até cerca de 150 litros de óleo residual dos transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência.

A figura 12 mostra uma foto do sensor de óleo(20) com a fiação do sensor(33), cabeça(63) e sua ponta de prova(61) em cuja extremidade encontra-se o
25 elemento sensor(62). O sensor de óleo(20) utilizado no último compartimento separador de óleo(45) pode ser utilizado para detecção de óleo/petróleo, óleo mineral, óleo vegetal e

combustíveis biológicos(etanol). É equipado com um suporte que através de parafusos se adaptam à tampa do sensor(53) garantindo rigidez à fixação e vedação contra vazamento de líquidos. O elemento sensor(62) é um dispositivo de estado sólido integrado à eletrônica digital existente em sua cabeça(63) através de uma saída serial padrão RS422. Suas principais características elétricas são: alimentação de 12 Volts DC, 10mA de consumo, resolução de 10 bits e taxa de amostragem de 80 Hz, resposta segura da existência ou não de óleo a cada 30 segundos, faixa de operação de temperatura de -40°C à 125°C, sinal de saída de 0,25 V DC à 4,75 V DC, classe de exatidão 2. Ele ainda é fornecido com o comprimento da ponta de prova(61) especificada para cada projeto, com comprimento máximo de 700mm, no conjunto separador/detector de óleo(19) a ponta de prova usada tem comprimento de 500mm, ou seja, o elemento sensor(62) encontra-se 300mm acima do fundo do conjunto separador/detector de óleo(19). O sinal digital na saída RS422 permite que o sensor de óleo(20) seja lido sem erros, mesmo em ambiente com interferências eletromagnéticas, a uma distância de até 1000 metros, fato muito importante no ambiente das subestações elétricas.

Na figura 13 é apresentado o diagrama em blocos do detector de óleo(21), basicamente a função deste módulo é processar o sinal oriundo do sensor de óleo(20), que detecta a existência de óleo no último compartimento separador de óleo(45) do conjunto separador/detector de óleo(19), fechar a válvula solenóide(18)

impedindo que mais mistura água-óleo adentre ao conjunto separador/detector de óleo(19) e comunicar ao sinalizador remoto(22) normalmente instalado no centro de operações da empresa de eletricidade a ocorrência de um derramamento anormal de óleo na subestação. O detector de óleo(21) é alimentado pela tomada de energia elétrica(31) do circuito auxiliar de alimentação da subestação, e sua fonte de alimentação(64) fornece as tensões adequadas à alimentação do micro-controlador digital(67) e do regulador de tensão(65) cuja função é fornecer os 12 Volts DC ao sensor de óleo(20). O sinal oriundo desse sensor em saída serial tipo RS422 é recebido pelo conversor RS422(66) que conforma os sinais digitais recebidos e os fornece ao micro-controlador digital(67). Esse em função do programa instalado na memória regravável tipo EEPROM(70) faz cíclicas verificações nas tensões oriundas do sensor de óleo(20) e se por três ciclos consecutivos a tensão estiver acima do valor de referência irá comandar o fechamento da válvula solenóide(18) através do amplificador de potência(71), e enviar uma mensagem pelo modem GPRS(68) celular e sua antena(69), ao sinalizador remoto(22) instalado no centro de operações da empresa de eletricidade indicando o derramamento de óleo. Uma vez sinalizada a presença de óleo no último compartimento separador de óleo(45) do conjunto separador/detector de óleo(19), o micro-controlador digital(67) para de realizar a rotina de leitura do sensor de óleo(20) até que o operador realize a operação que rearme o sistema através do botão de rearme(72). O micro-controlador(67) também recebe o

sinal da válvula solenóide(18) indicando se a mesma está aberta ou fechada.

A figura 14 mostra o fluxo de dados no processo de comunicação pelo micro-controlador digital(67) com o sinalizador remoto(22). A informação referente à presença de óleo no sensor de óleo(20) é disponibilizada no detector de óleo(21), e posteriormente enviada á válvula solenóide(18) e ao sinalizador remoto(22) que fica no centro de operações da empresa de eletricidade. De forma inversa dados são enviados pelo sinalizador remoto(22) aos micro-controladores(66) dos detectores de óleo(21), questionando sobre a presença de óleo nos últimos compartimentos separadores de óleo(45) dos conjuntos separadores/detectores de óleo(19) das subestações que possuem o sistema em operação, bem como, se as respectivas válvulas solenóides(18) estão abertas ou fechadas. O micro-controlador digital(67) do detector de óleo(21) é que controla o fluxo de comunicação das informações do sinalizador remoto(22) quando este esta comunicando que há presença de óleo no último compartimento separador de óleo(45). O software implementado tanto no micro-controlador digital(67) do detector de óleo(21) como no sinalizador remoto(22) tem as regras baseadas em protocolo de comunicação específico e próprio, no entanto, tecnicamente poderão ser programados de modo a terem implementados outros protocolos de comunicação para redes.

No diagrama de fluxo de dados da figura 15 pode-se ver a seqüência de operações realizadas pelo

microprocessador digital(67) do detector de óleo(21), cuja rotina é armazenada na memória regravável(70) tipo EEPROM. O micro-controlador digital(67) a cada um minuto(73) lê a tensão oriunda do sensor de óleo(20), caso a tensão lida for maior que a tensão de referência(77), o comparador de tensão(78) incrementará o contador até três consecutivo(79). Esse atingindo a contagem três consecutiva coloca em sua saída um sinal de nível um capaz de fechar a válvula solenóide(18), bloquear o sinal de um minuto(73) e gerar a mensagem(80) de presença de óleo no detector de óleo(21) com número de série específico, que é enviado através do modem GPRS(68) e sua antena(69) ao sinalizador remoto(22) que irá fazer a sinalização da presença de óleo ao operador de subestações. Recebendo a mensagem de retorno do sinalizador remoto(22) o micro-controlador digital(67) aborda a ligação e mantém a válvula solenóide(18) fechada e bloqueando o sinal de um minuto(73) até que seja feito o rearme do sistema pelo operador de subestação junto ao botão de rearme(72) ou junto ao sinalizador remoto(22). As portas tipo E(75-76) e o inversor(74) realizam as funções lógicas dos sinais de entrada no micro-controlador(67).

No diagrama de fluxo de dados da figura 16 observa-se que as funções de envio das informações de presença de óleo no último compartimento separador de óleo(45) do conjunto separador/detector de óleo(19) e do fechamento da válvula solenóide(18) são enviadas pelo micro-controlador digital(67) dos detectores de óleo(21) ao sinalizador

remoto(22). O micro-controlador digital(67) após processar internamente estas informações envia ao módulo funcional gerenciar(81) que direciona-os ao módulo enviar pacotes(82), esse módulo por sua vez obedecendo o protocolo especificado e próprio, repassa-la-ás ao módulo funcional montar pacote(83), nesse instante a solicitação ainda não tem o código cíclico de redundância-CCR, que será calculado pelo módulo calcular CCR(84). Após os cálculos do CCR serem efetuados no módulo calcular CCR(84), o módulo funcional montar pacote(83) devolve o pacote montado ao módulo enviar pacotes(82) que enviará ao módulo gerenciar(81) e conseqüentemente ao sinalizador remoto(22) através do modem GPRS(68) e sua antena(69). De forma inversa, quando o micro-controlador(67) do detector de óleo(21) responde às solicitações do sinalizador remoto(22), o módulo funcional receber pacote(86) trata a resposta e solicita que o módulo desmontar pacote(85) o abra e solicite o cálculo do CCR no módulo calcular CCR(84) verificando a validade dos dados após a resposta do módulo calcular CCR(84); se válido o pacote desmontado é então devolvido ao módulo funcional receber pacote(86), que por sua vez passa os dados recebidos e validados ao módulo gerenciar(81) para que este possa responder ao sinalizador remoto(22). Se não válido o pacote desmontado, o módulo desmontar pacote(85) avisa a irregularidade ao módulo funcional receber pacote(86) que por sua vez repassa a informação ao módulo gerenciar(81) para que esse possa responder ao sinalizador remoto(22) e esse se desejar repetir a

solicitação. O sinalizador remoto(22) é um micro-computador(87) tipo PC que possui um software(88) específico para envio de comandos de leitura da presença de óleos ou não e de comandos para abertura e fechamento das válvulas solenóides(18) aos micro-controladores(67), e que pode também receber e armazenar as informações oriundas dos micro-controladores(67) em um software de banco de dados(89). A comunicação de dados entre o sinalizador remoto(22) e os micro-controladores digitais(67) se dá através de uma interface serial(90) tipo RS232 instalada dentro do micro-computador(86) tipo PC e de um modem GPRS(91) com sua antena(92).

O processo de drenagem, separação de óleo em água e alarme da existência de óleos isolantes residuários de transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência instalados em subestações, objeto da presente patente de invenção, inclui as funcionalidades para efetuar todo o processo: as bacias de contenção e drenagem(5), as caixas de captação(7), a caixa pré-separadora(17), a válvula solenóide(18), o conjunto separador/detector de óleo(19), o detector de óleo(21) e o sinalizador remoto(22), normalmente instalado no centro de operações da empresa de eletricidade. O uso de outros conjuntos separadores/detectores de óleo(19), outros detectores de óleo(21) e outros sinalizadores remotos(22) com diferentes técnicas construtivas poderão ser utilizados para atender diferentes necessidades ou exigências do processo. O uso de diferentes meios de comunicação, tipos de comunicação ou

protocolos também poderão ser adotados para atender características específicas das empresas que irão utilizar o processo.

Logicamente, as bacias de
5 contenção e drenagem(5), as caixas de captação(7), a caixa pré-separadora(17), e o conjunto separador/detector de óleo(19), com construção em diferentes materiais e tamanhos poderão ser obtidos para atender diferentes necessidades.

REIVINDICAÇÕES

1) “PROCESSO DE DRENAGEM, SEPARAÇÃO DE ÓLEO EM ÁGUA E ALARME DA EXISTÊNCIA DE ÓLEOS ISOLANTES RESIDUÁRIOS DE TRANSFORMADORES, REATORES E REGULADORES DE TENSÃO ELÉTRICOS DE POTÊNCIA INSTALADOS EM SUBESTAÇÕES”, composto por um processo de contenção e drenagem no subsolo(6), através de uma bacia de contenção e drenagem(5), uma grelha(9) sobre a qual são colocadas pedras britadas(8) número três que permitem a passagem dos óleos residuários e das águas oriundas de chuvas e de combate a incêndios e são capazes de asfixiar o oxigênio impedindo a propagação de fogo no óleo em caso de incêndios no transformador(1), instalado sobre a bacia de contenção e drenagem(5), dutos de captação com tubulações óleo-água(10) de ferro fundido e uma caixa separadora tradicional óleo-água(11) usualmente com duas divisões, separadas por uma parede(12), a divisão de entrada(13) que deve ser capaz de reter todo o volume de óleo vazado do equipamento elétrico de potência e a divisão de saída(14) que escoar a água à rede pluvial(16), **caracterizado por:**

- na pré-separação ter uma caixa pré-separadora(17) que retém as impurezas sólidas existentes na mistura óleo-água por diferenças de densidades;
- o escoamento do óleo ser bloqueado pela válvula solenóide(18) quando uma certa quantidade de óleo for derramado pelo transformador(1);

- a separação da mistura água-óleo ser realizada pelo conjunto separador/detector de óleo(19) formado por uma caixa de fibra de vidro de 1.760 mm de comprimento por 700 mm de largura e 800 mm de altura, capaz de reter 150
5 litros de óleo residuário dos transformadores(1) para uma subestação de médio porte de 60 MVA de potência aparente instalada, dois conjuntos separadores/filtros de óleo, o conjunto separador de entrada(34) e o conjunto separador de saída(35), o conjunto separador de
10 entrada(34) ser formado por quatro compartimentos filtros de óleo(36-37-38-39) e um compartimento separador de óleo(40), e o conjunto separador de saída(35) ser formado por quatro compartimentos filtros de óleo(41-42-43-44) e um último compartimento separador de óleo(45), os
15 compartimentos filtros de óleo(36-37-38-39-41-42-43-44) separam os elementos de granulometria fina e principalmente o óleo contido na mistura óleo-água não apresentando qualquer absorção de água, o compartimento separador de óleo(40) ter um pescador(52) que por
20 ascendência gravitacional força a água aí presente adentrar no conjunto separador de saída(35); a parte de baixo do pescador(52) está a 70 mm e a parte de cima a 475 mm do fundo do conjunto separador/detector de óleo(19), e no último compartimento separador de óleo(45) ter um
25 pescador(54) que por ascendência gravitacional força a água aí presente sair do conjunto separador/detector de óleo(19) para a rede pluvial(16), esse pescador é instalado

junto a parede(58) externa do conjunto separador/detector de óleo(19) com a parte de baixo do pescador(54) a 70 mm e a parte de cima a 325 mm do fundo do conjunto separador/detector de óleo(19), e os tubos dos pescadores
5 terem um diâmetro externo de 50 mm e interno de 45 mm e feitos em fibra de vidro; e um sensor de óleo(20) que verifica a presença ou não de óleo na saída do conjunto separador/detector de óleo(19);

- a verificação da presença de óleo ser realizada pelo sensor
10 de óleo(20) que tem uma ponta de prova de comprimento de 500 mm e o elemento sensor(62) estar a 300 mm acima do fundo do conjunto separador/detector de óleo(19), ser do tipo blindado, em estado sólido, e integrado à eletrônica digital existente em sua cabeça(63), do tipo
15 detector óleo/petróleo, óleo mineral, óleo vegetal e combustíveis biológicos (etanol), instalado no último compartimento separador de óleo(45) do conjunto separador/detector de óleo(19), alimentado em 12 Volts DC, com baixo consumo de energia (10 mA), resolução de
20 10 bits, taxa de amostragem de 80 Hz, resposta segura da existência ou não de óleo a cada 30 segundos, faixa de operação de -40°C à 125°C, sinal de saída de 0,25 V DC à 4,75 V DC, classe de exatidão 2, com saída serial padrão RS422, que permite sua leitura sem erros mesmo em
25 ambiente com interferências eletromagnéticas, a uma distância cabeada de até 1000 metros, como as existentes nas subestações de energia elétrica; e

- o processo de sinalização composto pelo detector de óleo(21) que recebe os sinais digitais do sensor de óleo(20), avisando a presença de óleo ou não, conforma os sinais recebidos na saída do conversor RS422(66), que os entrega ao microcontrolador digital(67), que em função do programa instalado na memória regravável tipo EEPROM(70) faz cíclicas verificações nas tensões oriundas do sensor de óleo(20) e se por três ciclos consecutivos a tensão estiver acima do valor de referência irá fechar a válvula solenóide(18) através do amplificador de potência(71), e enviar uma mensagem pelo modem GPRS(68) celular e sua antena(69) ao sinalizador remoto(22), que indica ao operador de subestações o derramamento anormal de óleo, possui ainda o microcomputador(87) tipo PC que possui um software(88) específico para envio de comandos de leitura da presença de óleo ou não, e de comandos para abertura e fechamento da válvula solenóide(18) ao microcontrolador(67) do detector de óleo(21), armazena as informações oriundas do microcontrolador(67) em um software de banco de dados(89), e faz a comunicação de dados entre o sinalizador remoto(22) e o detector de óleo(21) através da interface serial(90) tipo RS232 instalada dentro do microcomputador(86) tipo PC e de um modem GPRS(91) com sua antena(92).

2)“PROCESSO DE DRENAGEM, SEPARAÇÃO DE ÓLEO EM ÁGUA E ALARME DA

EXISTÊNCIA DE ÓLEOS ISOLANTES RESIDUÁRIOS DE TRANSFORMADORES, REATORES E REGULADORES DE TENSÃO ELÉTRICOS DE POTÊNCIA INSTALADOS EM SUBESTAÇÕES”, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a caixa pré-separadora(17) reter em seu fundo as impurezas sólidas misturadas ao óleo ou à água por descendência gravitacional, uma vez que as tubulações óleo-água(10) de entrada e de saída a ela conectadas estão em um nível acima do fundo da caixa pré-separadora(17).

10 3) “PROCESSO DE DRENAGEM, SEPARAÇÃO DE ÓLEO EM ÁGUA E ALARME DA EXISTÊNCIA DE ÓLEOS ISOLANTES RESIDUÁRIOS DE TRANSFORMADORES, REATORES E REGULADORES DE TENSÃO ELÉTRICOS DE POTÊNCIA INSTALADOS EM SUBESTAÇÕES”, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a válvula solenoide(18) ser controlada eletricamente pelo detector de óleo(21) que a fecha de forma a impedir que o fluxo da mistura óleo-água atinja o conjunto separador/detector(19) quando uma quantidade significativa de **15** óleo residuário é derramado pelos equipamentos elétricos de **20** potência da subestação.

4) “PROCESSO DE DRENAGEM, SEPARAÇÃO DE ÓLEO EM ÁGUA E ALARME DA EXISTÊNCIA DE ÓLEOS ISOLANTES RESIDUÁRIOS DE TRANSFORMADORES, REATORES E REGULADORES DE TENSÃO ELÉTRICOS DE POTÊNCIA INSTALADOS EM SUBESTAÇÕES”, de acordo com a reivindicação 1 **25**

caracterizado por nas paredes internas(47-48-49-50) de fibra de vidro de 3 mm de espessura do conjunto separador/detector(19) existirem cortes(55) de 50 mm de altura por 120 mm de largura, que permite que o fluido óleo-água que
5 adentrou no conjunto separador/detector de óleo(19) percorra de um compartimento ao outro em ziguezague de tal forma a alongar o caminho percorrido pelos fluidos, reduzir a turbulência e forçar o óleo quando misturado à água na forma de pequenos glóbulos, em emulsão, a ter a tendência e o tempo de
10 se separar da água criando condições de melhor ser absorvido pelas mantas(46); quando olhado pelo lado de entrada da tubulação óleo-água(10) do conjunto separador/detector de óleo(19) as paredes(47-49) possuírem cortes(55) nos cantos inferiores direitos e as paredes(48-50) possuírem cortes(55) nos
15 cantos inferiores esquerdos.

5) “PROCESSO DE DRENAGEM, SEPARAÇÃO DE ÓLEO EM ÁGUA E ALARME DA EXISTÊNCIA DE ÓLEOS ISOLANTES RESIDUÁRIOS DE TRANSFORMADORES, REATORES E REGULADORES DE
20 TENSÃO ELÉTRICOS DE POTÊNCIA INSTALADOS EM SUBESTAÇÕES”, de acordo com a reivindicação 1
caracterizado por os compartimentos filtros de óleo(36-37-38-39-41-42-43-44) terem mantas(46) absorventes sintéticas de óleo capazes de reter o óleo derramado e deixar a água passar
25 para a rede pluvial(16).

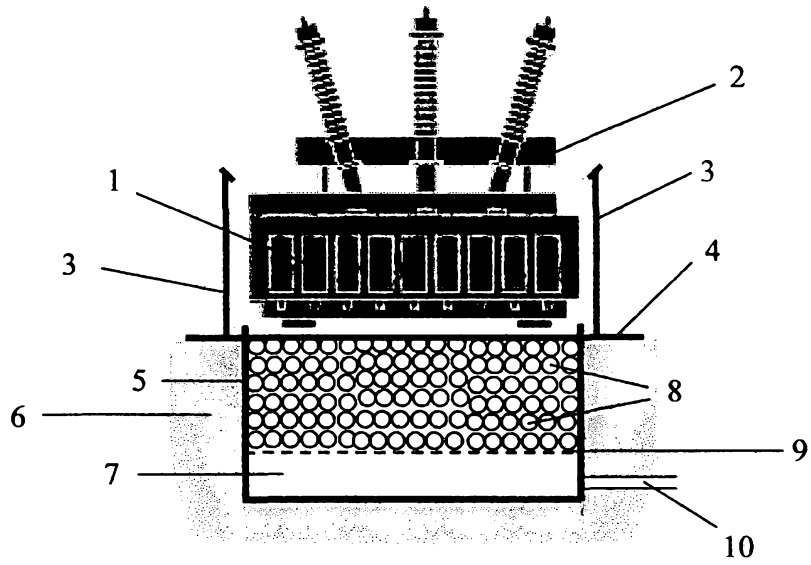


Figura 1

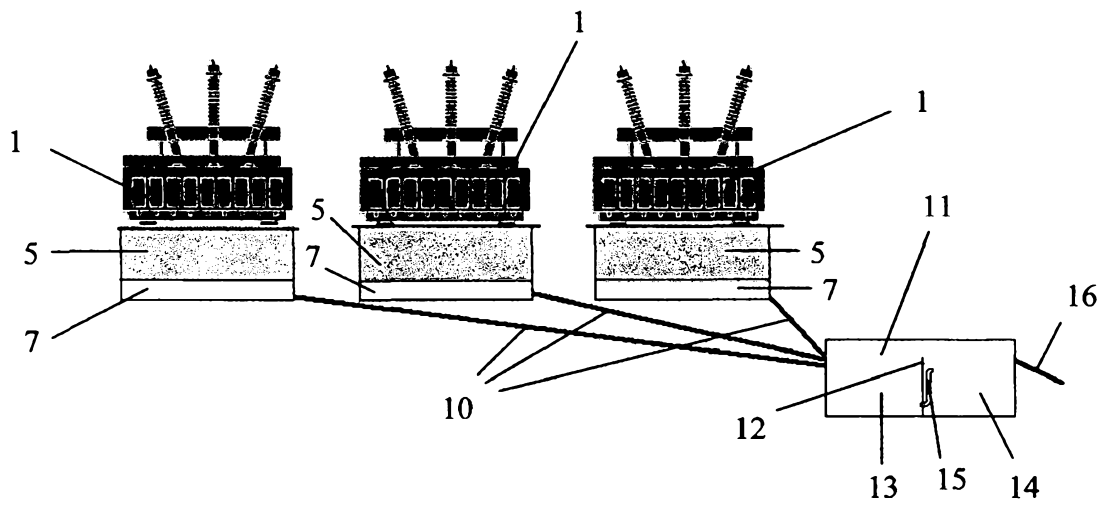


Figura 2

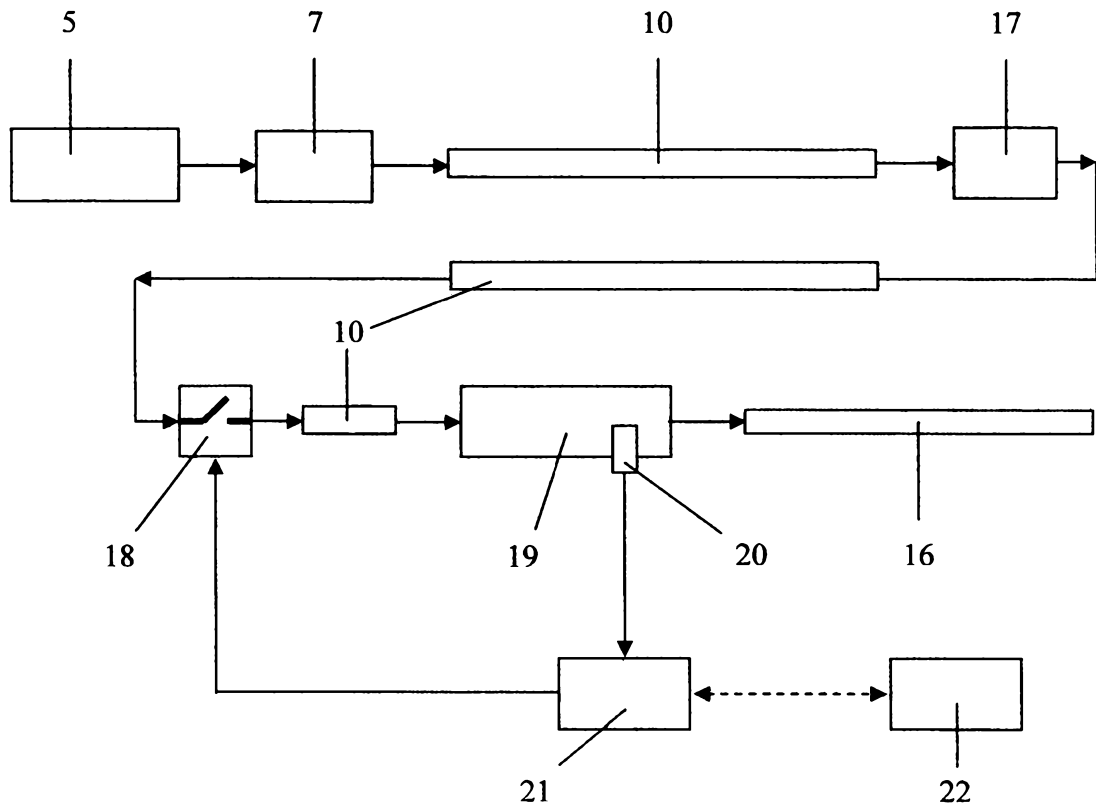


Figura 3

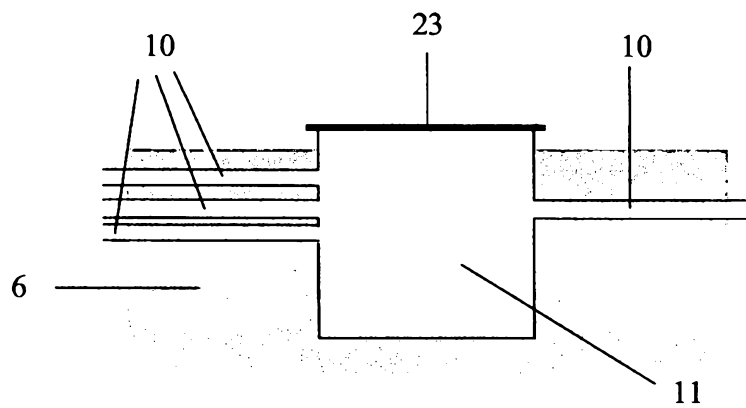


Figura 4

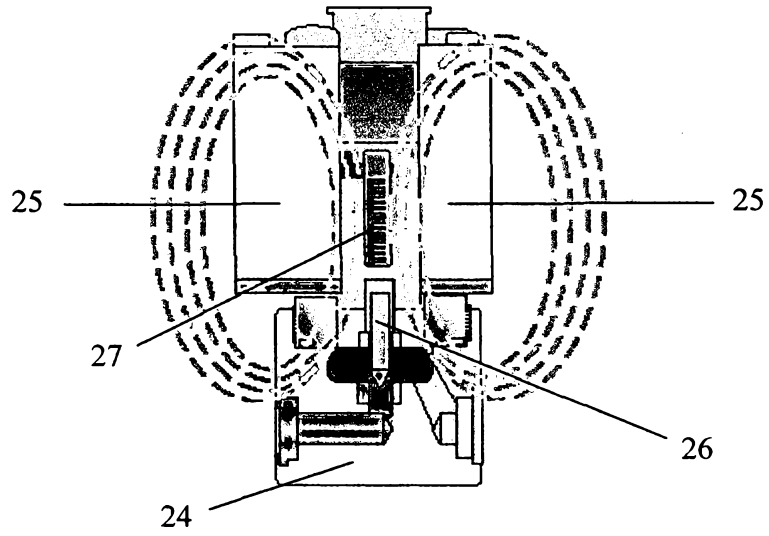


Figura 5

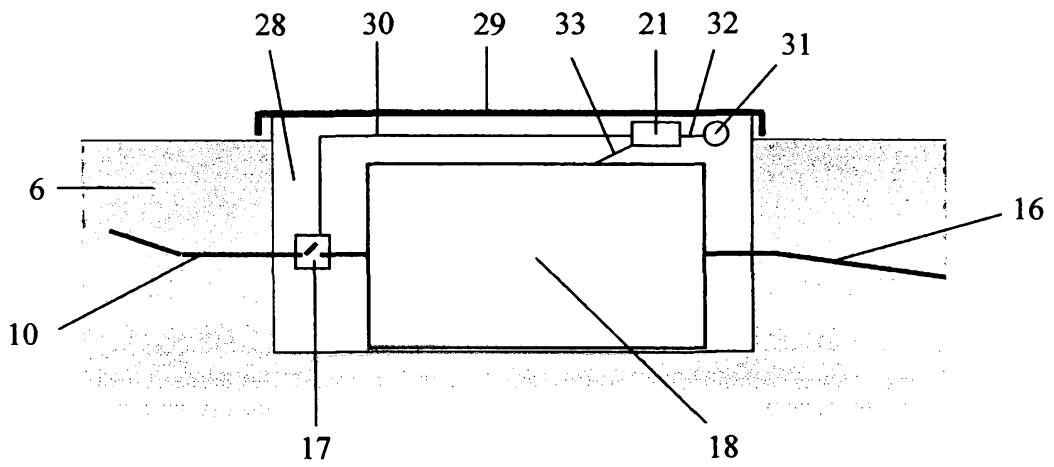


Figura 6

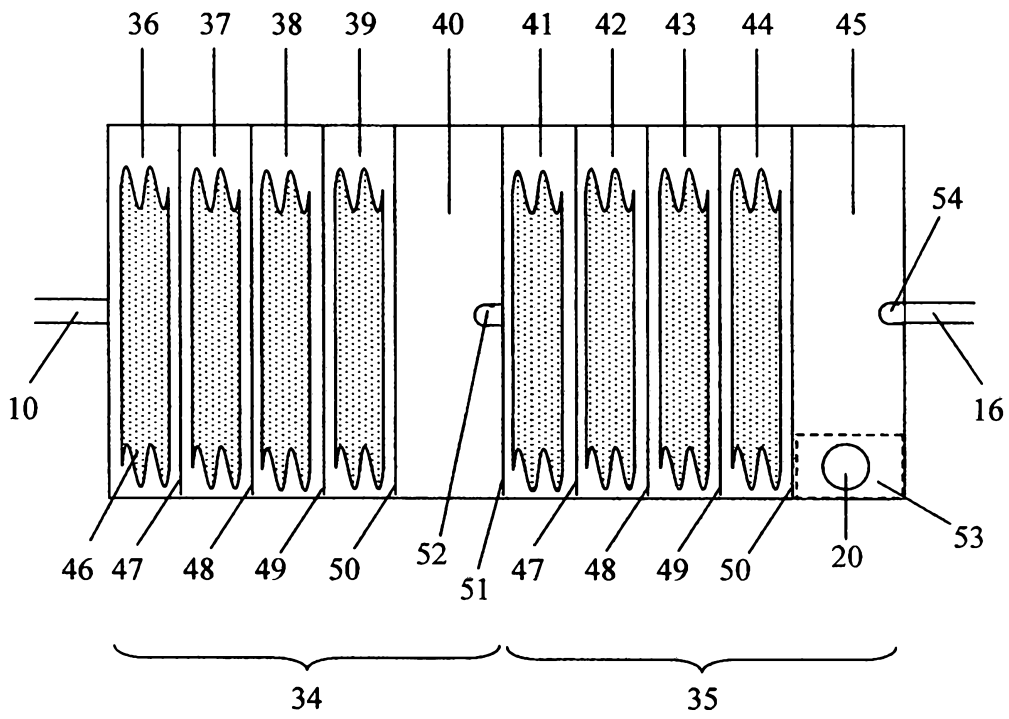


Figura 7

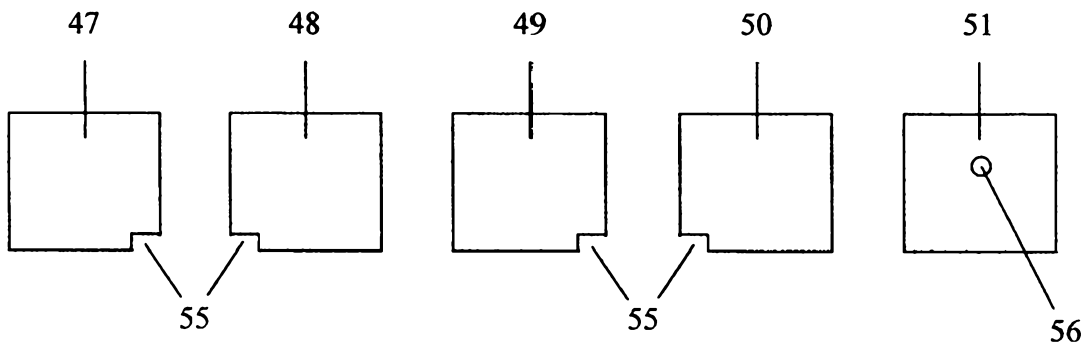


Figura 8

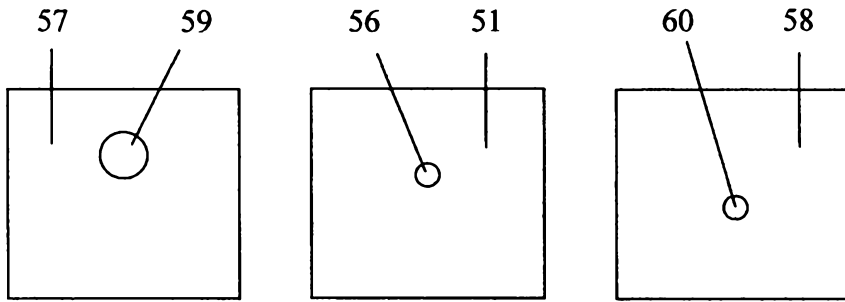


Figura 9

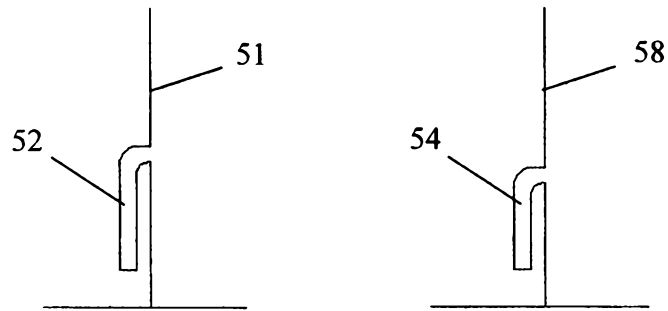


Figura 10

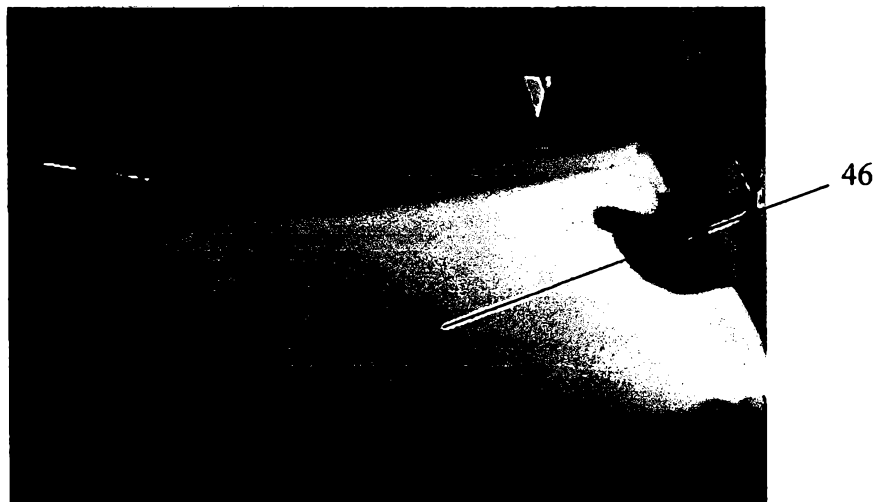


Figura 11

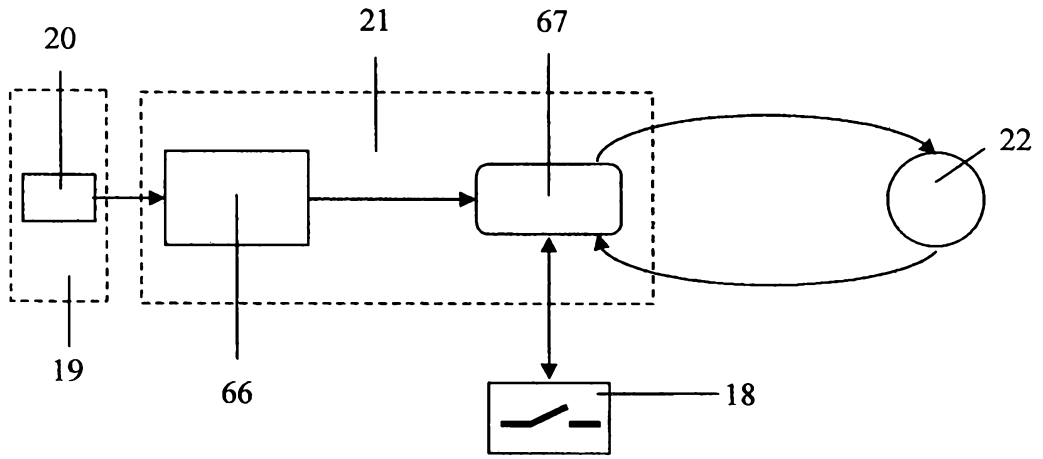


Figura 14

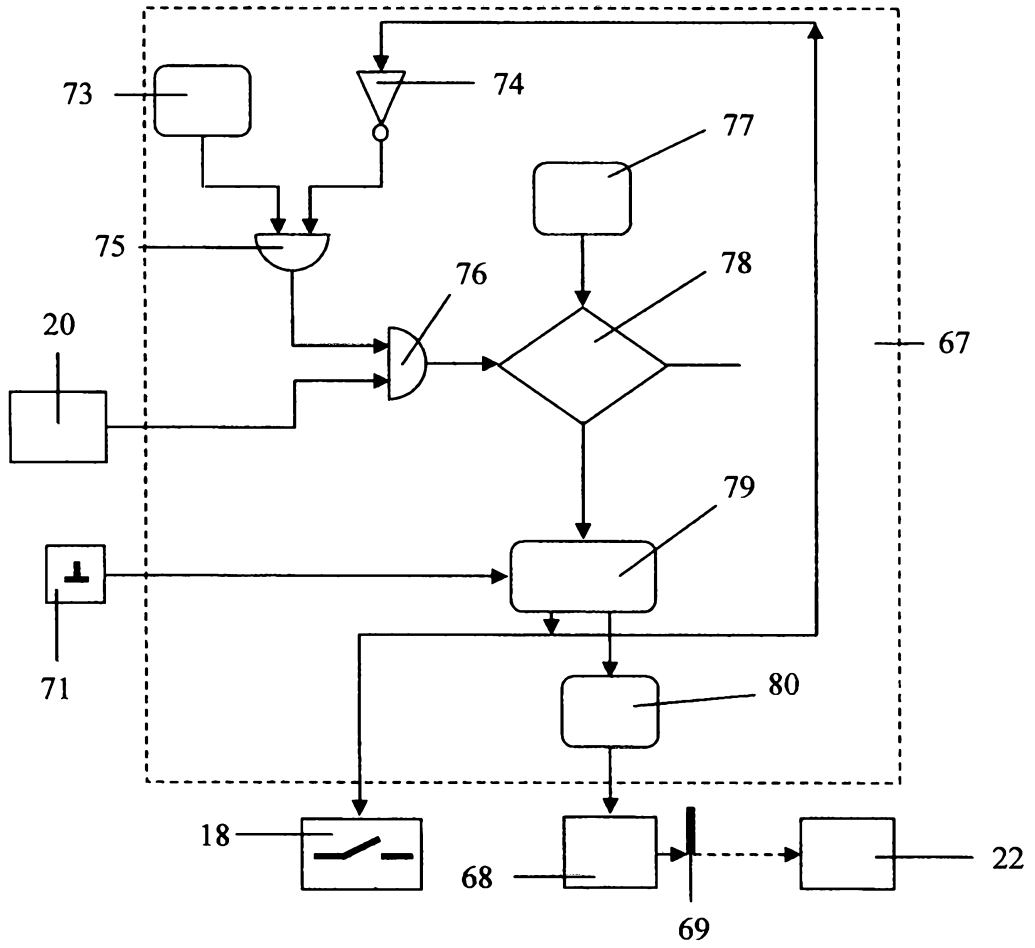


Figura 15

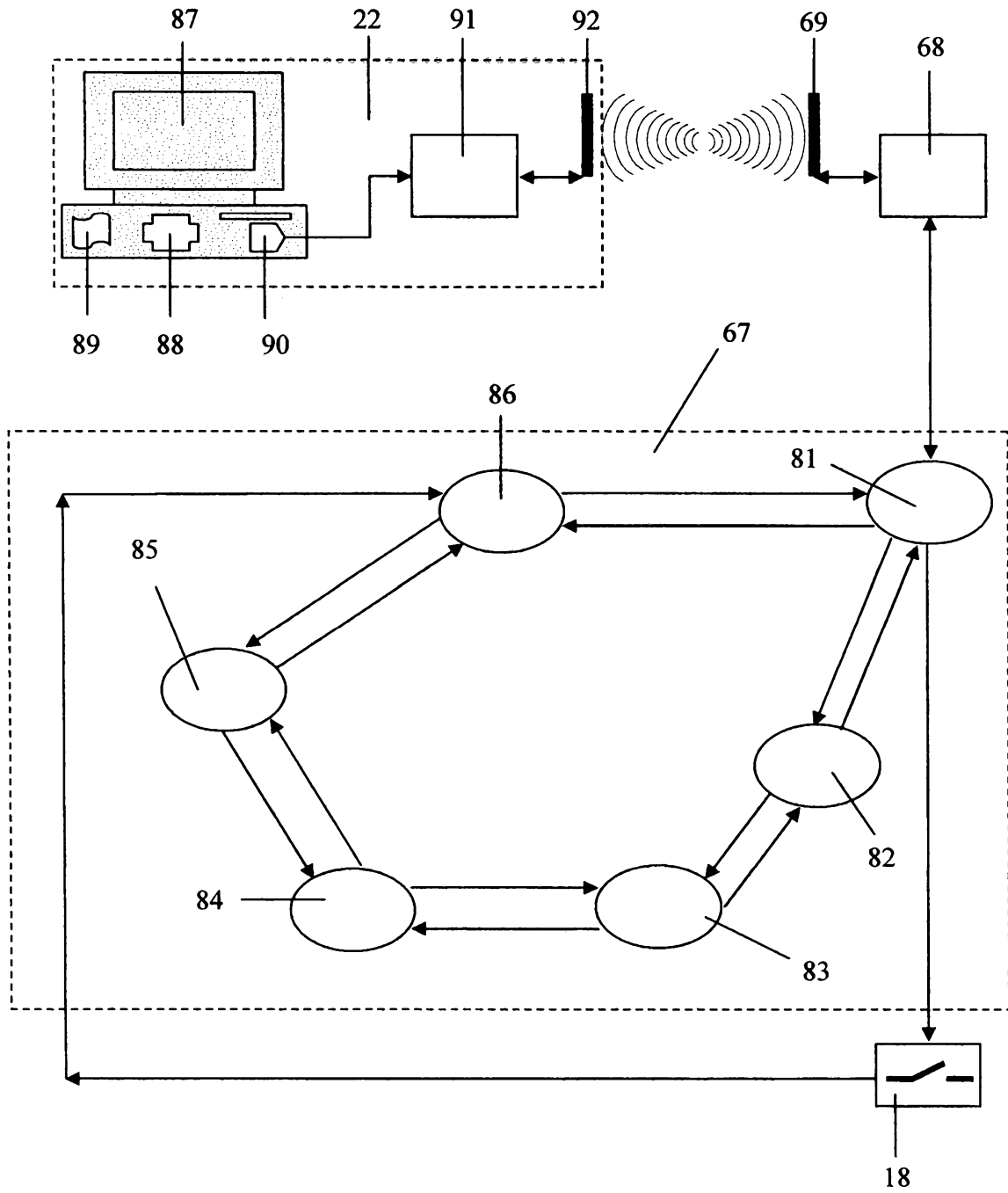


Figura 16