



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

**(11) PI 0912491-8 B1**



**(22) Data do Depósito: 18/12/2009**

**(45) Data de Concessão: 24/03/2020**

**(54) Título:** DISPOSITIVO PARA DETECÇÃO REMOTA DE GASES LIVRES EM TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

**(51) Int.Cl.:** G01N 33/28; H01F 27/40.

**(73) Titular(es):** COMPANHIA PIRATININGA DE FORÇA E LUZ - CPFL; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP.

**(72) Inventor(es):** AMLETO LANDUCCI JÚNIOR; RUY ALBERTO CORRÊA ALTAFIM; HEITOR CURY BASSO.

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO PARA DETECÇÃO REMOTA DE GASES LIVRES EM TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA. A presente invenção pertence ao campo dos sistemas elétricos de potência e refere-se a um dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, capaz de avaliar em tempo real a criticidade das falhas nestes transformadores, logo após a ocorrência de uma falha interna, propiciando rápida tomada de decisão gerencial, reduzindo custos associados à interrupção do fornecimento de Energia Elétrica, diminuindo significativamente os tempos de restabelecimento do fornecimento e minimizando impactos nos principais Indicadores de Qualidade Operacional da Distribuidora.

Relatório Descritivo de Patente de Invenção para  
**"DISPOSITIVO PARA DETECÇÃO REMOTA DE GASES LIVRES EM  
TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA"**

Campo da Invenção

5       A presente invenção pertence ao campo dos sistemas elétricos de potência e refere-se a um dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, capaz de avaliar em tempo real a criticidade das falhas nestes transformadores, logo após 10 a ocorrência de uma falha interna, propiciando rápida tomada de decisão gerencial, reduzindo custos associados à interrupção do fornecimento de Energia Elétrica, diminuindo significativamente os tempos de restabelecimento do fornecimento e minimizando impactos nos principais 15 Indicadores de Qualidade Operacional da Distribuidora.

Antecedentes da Invenção

      No mundo são utilizados atualmente sistemas de monitoramento em tempo real de vários modelos e tipos de avaliação, como os Monitores de Gás Combustível dissolvidos 20 no óleo isolante (GE Hydram e o Morgan Schaffer Calisto), Monitores multi-gás completos (Serveron e o Kelman Transfix) que identificam os tipos e concentrações dos gases dissolvidos no óleo isolante e os Monitores exclusivamente para avaliar a qualidade/características do

óleo isolante (Weidmann Centurion), porém de altos custos, que só se justificam para instalações de grande porte ou em transformadores mais críticos/sofisticados. A infra-estrutura necessária à aquisição e ao tratamento dos dados desses sistemas torna-se inviável para instalações de médio e pequeno porte devido ao elevado custo destes equipamentos importados para diagnóstico on-line de falhas incipientes. Estes equipamentos, atualmente disponíveis no mercado, detectam somente gases dissolvidos no óleo isolante.

Atualmente não existe no mercado nenhum equipamento que se propõe a monitorar os gases livres do transformador e por esta razão quando ocorre o desligamento geral de uma subestação causado pelo acionamento do relé auxiliar de bloqueio do transformador - 86T, causa dúvidas e incertezas no Centro de Operação do Sistema Elétrico para autorizar ou não a reenergização do transformador.

Sistematicamente nestas situações aguarda-se o deslocamento de equipes especializadas em equipamentos de subestação, que devem ser acionadas para verificar se o bloqueio foi devido ao acúmulo de gás inflamável no relé Buchholz. Para se constatar a presença destes gases, realiza-se um teste prático em campo, liberando pequena quantidade do gás através de um registro no próprio relé

Buchholz para verificar se o mesmo é ou não combustível/inflamável.

Caso haja a presença de gás combustível, existe grande probabilidade de existir o gás acetileno. O Centro de 5 Operação do Sistema Elétrico deve ser comunicado para que seja providenciado o transporte de uma Subestação Móvel para suprir o fornecimento de energia elétrica daquela subestação bloqueada. O tempo de restabelecimento torna-se muito elevado e os custos sociais devido à interrupção do 10 fornecimento de energia são praticamente incalculáveis.

Com esta invenção de Monitoramento Remoto dos gases livres será possível a informação imediata sobre a presença de gás combustível (provavelmente gás acetileno) no relé Buchholz, possibilitando uma rápida tomada de decisão, 15 pois:

- Se não houver gás combustível/inflamável no relé Buchholz, as próprias equipes técnicas locais poderão agilizar o restabelecimento da subestação, rearmando mecanicamente o relé auxiliar de bloqueio do transformador 20 - relé 86T e realizando uma tentativa de energização, não havendo a necessidade de aguardar as equipes técnicas especializadas chegarem ao local.
- Se houver gás combustível/inflamável no relé Buchholz, o próprio Centro de Operação do Sistema Elétrico

já poderá tomar a decisão de acionar imediatamente a logística de transporte para que uma subestação móvel seja levada até o local para assumir a carga daquela subestação, pois comprovadamente existe falha interna no transformador, 5 devido Arco Elétrico, não podendo ser energizado sem que haja uma minuciosa inspeção e possível manutenção em oficinas especializadas.

Nas duas situações, o consumidor passa a ser diretamente beneficiado com um tempo menor de interrupção 10 do fornecimento de energia elétrica, devido à assertividade da decisão tomada, pois se elimina a necessidade de verificação in-loco, podendo chegar a horas de redução se o acionamento do transporte da subestação móvel for feito de forma imediata, logo após a falha do transformador ter sido 15 constatada.

Os custos diretos, indiretos e sociais serão significativamente minimizados e os indicadores de continuidade do serviço de energia elétrica não sofrem violentas degradações, expondo a concessionária a pesadas 20 penalidades junto ao poder concedente.

A documento de patente norte-americano US 7,040,138 B2, "Method and device for the monitoring of gases", publicado em 15 de novembro de 2001, titular Eckhard Braesel, apresenta um dispositivo para análise dos gases

dissolvidos no óleo isolante, para ser utilizado em transformadores de potência selados.

O documento de patente brasileiro PI 0502206-1 A, "Relé de gás eletrônico", publicado em 23 de janeiro de 5 2007, titular Junko Hiraoka, tem o princípio de funcionamento baseado em sensores eletrônicos para identificação da variação volumétrica da camada de gases desprendidos do óleo isolante com o modal capacitivo, magneto-restritivo, ultra-som, refração ótica da radiação 10 infravermelho ou refração ótica do raio laser.

O pedido de patente internacional PCT/IN02/00127, "Online detection and measurement system for gases in oil-filled electrical equipment", publicado em 12 de setembro de 2003, titular Anil Kohli, apresenta dispositivo para 15 detecção de faltas incipientes em transformadores de potência, que detecta o tipo de gás gerado pela falta interna do transformador, coletando este gás através de armadilha que direciona as micro-bolhas para um sensor eletro-químico localizado no topo do equipamento, que 20 separa o gás do óleo utilizando uma membrana polimérica. A variação do volume de gás (PPM) é acompanhada e um alarme é acionado quando níveis de referência são ultrapassados, ficando registrado a temperatura, a carga, a pressão e a data do início da detecção da falta incipiente. O objetivo

principal é atuar preventivamente antecipando-se a uma possível queima do transformador de potência.

O documento de patente europeu EP 1544615 A1, "Verfahren und Vorrichtung zur Fehlergasüberwachung in flüssigkeitsgefüllten Hochspannungsanlagen", publicado em 22 de junho de 2005, titular Eckhard Braesel, apresenta equipamento para análise da quantidade de hidrogênio livre dentro da atmosfera do tanque de compensação, através de bombeamento desta atmosfera, a razão de 20 litros/hora, para dentro de um sistema onde um sensor com sensibilidade de 10 a 5000 ppm analisa a quantidade de gás hidrogênio presente naquela atmosfera. O estado sadio ou suspeito do transformador é deduzido através de algoritmo que compara com valores de gás dissolvido no óleo isolante para transformadores a óleo que respiram ar. A mesma análise é feita para quando gases estiverem presentes na câmara do relé Buchholz em quantidades suficientes para que o alarme seja acionado.

O documento de patente brasileiro PI 0010695-0, "Status detection apparatus and method for fluid-filled electrical equipment", publicado em 9 de novembro de 2000, titular General Electric Company, apresenta um equipamento elétrico para detectar faltas incipientes em transformadores de potência através de vários sensores

distribuídos estrategicamente dentro do tanque de óleo que abriga os enrolamentos, identificando mudanças de temperaturas pontuais e gases dissolvidos, transmitindo estas informações para serem processadas para que faltas 5 incipientes possam ser localizadas.

O documento de patente internacional PCT/EP2008/000977, "*Method and apparatus for detecting faults in electrical apparatus*", publicado em 14 de agosto de 2008, titular Kelman Limited, apresenta um dispositivo 10 adaptado ao relé de pressão para ser utilizado em transformadores de potência selados e protegidos por fusíveis na alta tensão, que alerta as equipes técnicas se existe o gás acetileno na atmosfera interna para proporcionar maior segurança a estas equipes quando da 15 necessidade de substituição de fusíveis atuados, para que o fechamento manual do novo fusível não alimente a falta interna do transformador expondo as equipes técnicas a um alto risco de acidentes.

O documento da empresa SERVERON, intitulado: "*On-line 20 measurements of transformers fault gases as measured directly in the headspace and in the oil*", publicado em fevereiro de 2001 pela EPRI - Substation Equipment Diagnostics Conference, apresenta complexo equipamento para análise cromatográfica on-line de gases dissolvidos no óleo

isolante, para transformadores com tanque conservador e gases livres em transformadores selados, através de amostras rotineiramente retiradas do equipamento observado.

#### Sumário da Invenção

5 É, portanto, objeto da presente invenção um dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres dentro dos transformadores de potência, através de sensor adaptado ao relé detector de Gás - Relé Buchholz, capaz de avaliar em tempo real a criticidade das falhas 10 internas, imediatamente após a sua ocorrência. Com este monitoramento, elimina-se a incerteza da reenergização imediata destes transformadores logo após terem provocado interrupção do fornecimento de energia através de suas proteções inerentes.

15 Estas informações, até então não disponíveis on-line, passam a ser fundamentais para minimizar os impactos da interrupção do fornecimento de Energia Elétrica aos consumidores quando de bloqueios em subestação (atuação do relé 86T - relé auxiliar de bloqueio do transformador), 20 além de não danificar ainda mais o transformador com testes de energização, provocando outras falhas internas de proporções bem maiores.

De acordo com a presente invenção, torna-se possível desenvolver no Brasil soluções de baixo custo, seguras,

confiáveis e economicamente viáveis para todas as subestações, principalmente com transformadores de pequeno e médio porte.

Sua implementação pode ser feita de forma imediata, 5 não necessitando grandes adaptações nos atuais transformadores de potência em operação no sistema elétrico, além de possibilitar informações imediatas ao Centro de Operação do Sistema Elétrico da concessionária sobre a criticidade da falha do transformador.

#### 10 Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 apresenta o diagrama em blocos que ilustra o funcionamento do dispositivo de monitoramento Remoto dos Gases Livres.

A figura 2 mostra o diagrama em blocos que ilustra o 15 funcionamento do relé Buchholz.

A figura 3 mostra o diagrama em blocos que ilustra o funcionamento do relé Buchholz.

A figura 4 é o digrama de blocos do funcionamento do Controlador Lógico Programável - PLC de acordo com a 20 concretização preferida da presente invenção.

A figura 5 mostra a instalação do painel de controle junto ao transformador, de acordo com a concretização preferida da presente invenção.

A figura 6 mostra um exemplo de interface gráfica de usuário de acordo com a concretização preferida da presente invenção.

Descrição Detalhada da Concretização Preferida

5 A seguir a invenção será esclarecida em detalhes com referência aos desenhos anexos, para melhor entendimento e compreensão do dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência.

10 A figura 1 apresenta o diagrama em blocos que ilustra o funcionamento do Monitoramento Remoto dos Gases Livres, exclusivamente para transformadores de potência (100) com conservador (300), que tem como premissa a lógica de operação dos flutuadores (201) e (202).

15 A figura 02 mostra o relé Buchholz (200), quando de falhas internas do transformador (100), quando o flutuador (201) estiver no nível baixo, sua respectiva ampola de mercúrio (203) estará com os contatos fechados enviando alarme para informar que a câmara de gás (207) do relé Buchholz (200) está se enchendo de gás, podendo progredir 20 para o acionamento do contato da ampola de mercúrio (204) do flutuador (202), que enviará *trip* ao disjuntor geral da subestação através do acionamento do relé auxiliar de bloqueio do transformador - relé 86T.

Como parte integrante desta invenção, o relé Buchholz (200) deverá receber uma adaptação no registro superior (205), conforme figura 3, onde deverá ser acoplada uma válvula pneumática (400) e uma câmara de gás (500) com um sensor de gás combustível (510), de estado sólido, onde deverão ser analisados os gases livres liberados (210) da câmara de gás do relé Buchholz (207). A necessidade de purga manual do gás existente na câmara de gás do relé Buchholz (207), fica preservada através do registro (208) visto na figura 3, para ser utilizado sempre que ocorrer um bloqueio da subestação, através do relé auxiliar de bloqueio do transformador - relé 86T.

O sensor de gás combustível (510) utilizado neste equipamento de Monitoramento Remoto é um componente de estado sólido, amplamente disponível.

Logo após a análise da amostra de gás (210) feita pelo sensor de gás combustível (510), uma informação elétrica (520) deverá ser enviada para um painel de controle (600) onde um Controlador Lógico Programável - PLC (630) tomará as decisões e fará os acionamentos necessários, exclusivamente com base na informação (520) e na informação de estado dos flutuadores (220).

O Controlador Lógico Programável - PLC (630) deve ser programado com a filosofia de funcionamento mostrada no

diagrama de blocos da figura 4. Em condições normais de funcionamento do transformador (100), o PLC (630) mantém uma rotina de verificação do estado dos flutuadores (201) e (202) através dos contatos das ampolas de mercúrio, respectivamente (203) e (204). Se os contatos (203) do flutuador (201) que acionam o alarme de alerta de gás na câmara de gás (207) do relé Buchholz (200) não estiverem acionados (A1), mesmo assim será verificado (A2) os contatos (204) do flutuador (202), responsável pelo acionamento do relé auxiliar de bloqueio da subestação - 86T, como uma redundância para garantir que o transformador (100) está operando em condições normais e que nenhuma interpretação errada será feita pelo sistema de monitoramento. Esta verificação (A1) e (A2) será feita continuamente pelo PLC (630) durante o funcionamento normal do transformador (100).

Quando na verificação (A1), os contatos (203) do flutuador (201) forem encontrados acionados, será verificado em (A3) os contatos (204) do flutuador (202) e se ainda não estiverem acionados, inicia-se uma nova rotina contínua de verificação (A1) e (A3) a espera do acionamento do contato (204). Na verificação (A3), se o contato (204) estiver acionado significa que a câmara de gás (207) do relé Buchholz (200) está completamente cheia de gás e que o

relé auxiliar de bloqueio da subestação - 86T foi acionado (B1).

Após o bloqueio da subestação (B1), a bomba de purga (530) será acionada (C1) e funcionará por um tempo suficiente para que a câmara de gás (500) esteja limpa para receber a amostra do gás (210) do relé Buchholz (200).  
5 Após o desligamento temporizado da bomba de purga (C2), o PLC (630) enviará comando (640) para que a válvula pneumática (400) se abra (D1) para que a amostra do gás (210) do relé Buchholz (200) seja empurrado (E1) para dentro da câmara de gás (500) para que a análise (E2) seja feita pelo sensor (510). Esta amostra de gás é levada para dentro da câmara de gás (500) através da pressão feita pelo peso do óleo (310) existente dentro do conservador (300).

15 A informação elétrica (520) sobre a análise da amostra do gás (210) feita pelo sensor (510) é enviada para o PLC (630) que aciona (650) o gerenciador de alarme (700) que deve registrar com exatidão a seqüência correta das ocorrências dos alarmes da subestação, além de dispor de 20 funções de comunicação em rede local. Este equipamento anunciador de alarmes (700) é disponível no mercado, com diversas capacidades e funcionalidades, não sendo objeto desta invenção.

O gerenciador de alarmes (700) envia a informação (710) para o módulo de comunicação (800) que é composto por um modem sem fio de alta velocidade de comunicação (810) que utiliza o sistema CDMA (Code Division Multiple Access), 5 na faixa de 1X 800/1900 MHz, e um módulo de controle (820) que faz o controle da comunicação via modem, estabelecendo conexão com o software servidor SCC (gateway de comunicação) e gerenciando as desconexões de forma a manter o canal de comunicação celular (900) sempre disponível 10 entre a subestação e o Centro de Operação do Sistema Elétrico (1000).

Para esta comunicação (900) deverá ser utilizado o sistema de transmissão via telefonia celular comercial, pois se utiliza de uma estrutura já existente para fluir os 15 dados, além de ser operada por empresas cuja atividade fim é a telecomunicação. Desta forma, não deve ser desenvolvido nenhum sistema dedicado para esta transmissão de dados, portanto, não sendo objeto desta invenção.

Desta forma a informação (710) é transmitida (900) ao 20 Centro de Operação do Sistema Elétrico (1000), etapa (E3). Paralelamente o peso do óleo (310) existente dentro do conservador (300) continua a empurrar a bolha de gás existente dentro da câmara de gás (207) do relé Buchholz (200) em direção a câmara de gás (500). Nesta fase uma nova

verificação (A4) nas condições dos contatos (204) do flutuador (202) deve ser realizada para que o enchimento da câmara de gás (207) com o óleo (310) existente no conservador (300) seja monitorado.

5        Se em (A4) os contatos (204) do flutuador (202) estiverem fechados, verifica-se também em (A5) as condições dos contatos (203) do flutuador (201), pois a severidade da falha interna do transformador pode ter danificado o flutuador (202) . Desta forma, se ambos os contatos (203) e 10 (204) ainda estiverem fechados, significa que o óleo (320) ainda não ocupou o espaço total da câmara de gás (207), podendo ser iniciado em (E4) um novo ciclo de análise da amostra do gás (210), que compreende novamente as etapas (E1), (E2) e (E3), para confirmação da criticidade da falha 15 interna do transformador (100) .

      Se em (A4) ou em (A5), qualquer dos dois contatos (203) ou (204) estiver na condição aberto, significa que o nível do óleo dentro da câmara de gás (207) atingiu o nível do seu respectivo flutuador, devendo o PCL (630) enviar 20 sinal (640), etapa (D2), para que a válvula pneumática (400) se feche interrompendo a ocupação da câmara de gás (207) pelo óleo (310), evitando que o óleo inunde a câmara de gás (500) .

Com o fechamento da válvula pneumática (400), tanto pelas condições dos contatos (203) quanto pelos contatos (204) ainda restará uma pequena bolha dentro da câmara de gás do relé Buchholz (207) que poderá ser posteriormente 5 coletada, de forma manual através do registro (208) da figura 3, preservando, desta forma, a opção de envio da amostra do gás para Laboratório de análises cromatográficas para identificação precisa das concentrações dos gases presentes gerados pela falha interna do transformador 10 (100).

Após o fechamento da válvula pneumática (400), o PLC (630) estará pronto para iniciar novamente a rotina de verificação contínua do estado do flutuador (201), etapa (A1), e do estado do flutuador (202), etapa (A2), através 15 dos contatos das ampolas de mercúrio, respectivamente (203) e (204).

Este reinício de verificação das etapas (A1) e (A2), pode ter sido gerado pelo contato (203) do flutuador (201), que é uma condição anormal, pois o nível do óleo dentro da 20 câmara de gás (207) já está acima do flutuador (202) e os contatos (204) continuam acionados, representando um defeito no relé Buchholz (200). Nesta situação, a subestação continua bloqueada, pois o relé auxiliar de bloqueio do transformador - 86T continua operado, logo este

novo ciclo de verificação será direcionado para a etapa (B2), que significa que o restabelecimento da subestação não poderá ser feito, pois não será possível o rearme manual do relé 86T. Desta forma, um alarme no Centro de Operação será enviado, etapa (B3) para que as equipes de manutenção sejam acionadas.

Assim que for corrigido o defeito no relé Buchholz (200), o ciclo normal de verificação se restabelece e o monitoramento automaticamente já estará pronto para iniciar um novo período de acompanhamento das condições do transformador (100).

Fisicamente, o painel de controle (600) deverá ser instalado junto ao transformador (100) para facilitar a cablagem das conexões elétricas e alimentação de corrente contínua do banco de baterias de 138VDC da subestação para as fontes chaveadas (610) e (620) necessárias para o funcionamento do Controlador Lógico Programável - PLC (630). A figura 5 mostra a instalação do painel de controle (600) junto ao transformador (100).

As informações recebidas no Centro de Operação do Sistema Elétrico logo após a ocorrência da falha interna serão visualizadas através de telas nos microcomputadores daquele centro, identificando a subestação desligada e a

criticidade da falha que acabou de ocorrer, conforme figura 6.

A presente invenção tendo sido descrita vai ser evidente para uma pessoa versada na técnica que muitas 5 alterações e mudanças podem ser feitas na mesma, sem que se afaste do espírito ou do escopo da referida invenção, como definido nas reivindicações anexas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência (100), **caracterizado pelo** fato de que o relé de Buchholz (200) recebe uma adaptação no registro superior (205), na qual uma válvula pneumática (400) será acoplada e uma câmara de gás (500) com um sensor de gás combustível (510), de estado sólido, onde deverão ser analisados os gases livres liberados (210) da câmara de gás do relé de Buchholz (207).

2. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a purga manual do gás existente na câmara de gás do relé de Buchholz (207) fica preservada através do registro (208), para ser utilizado sempre que ocorrer um bloqueio da subestação, através do relé auxiliar de bloqueio do transformador - relé 86T.

3. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que, logo após a análise da amostra de gás (210) feita pelo sensor de gás combustível (510), uma informação elétrica (520) deverá ser enviada para um painel de controle (600), onde um PLC (630) tomará as decisões e fará os acionamentos necessários, exclusivamente com base na informação (520) e na informação de estado dos flutuadores (220).

4. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que, em condições normais de funcionamento do transformador (100), o PLC (630) mantém uma rotina de verificação do estado dos

flutuadores (201) e (202) através dos contatos das ampolas de mercúrio, respectivamente (203) e (204).

5. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo** fato de que se os contatos (203) do flutuador (201) que acionam o alarme de alerta de gás na câmara de gás (207) do relé de Buchholz (200) não estiverem acionados (A1), mesmo assim será verificado (A2) os contatos (204) do flutuador (202), responsável pelo acionamento do relé auxiliar de bloqueio da subestação - 86T, como uma redundância para garantir que o transformador (100) está operando em condições normais e que nenhuma interpretação errada será feita pelo sistema de monitoramento.

6. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo** fato de que a referida verificação (A1) e (A2) será feita continuamente pelo PLC (630) durante o funcionamento normal do transformador (100).

7. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que, quando na verificação (A1), os contatos (203) do flutuador (201) forem encontrados acionados, será verificado em (A3) os contatos (204) do flutuador (202) e se ainda não estiverem acionados, inicia-se uma nova rotina contínua de verificação (A1) e (A3) a espera do acionamento do contato (204).

8. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que, após o bloqueio da subestação (B1), a bomba de purga (530) será

acionada (C1) e funcionará por um tempo suficiente para que a câmara de gás (500) esteja limpa para receber a amostra do gás (210) do relé de Buchholz (200).

9. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo** fato de que, após o desligamento temporizado da bomba de purga (C2), o PLC (630) enviará comando (640) para que a válvula pneumática (400) se abra (D1) para que a amostra do gás (210) do relé de Buchholz (200) seja empurrada (E1) para dentro da câmara de gás (500) para que a análise (E2) seja feita pelo sensor (510).

10. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a referida amostra de gás é levada para dentro da câmara de gás (500) através da pressão feita pelo peso do óleo (310) existente dentro do conservador (300).

11. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que uma informação elétrica (520) sobre a análise da amostra do gás (210) feita pelo sensor (510) é enviada para o PLC (630) que aciona (650) o gerenciador de alarme (700) que deve registrar com exatidão a sequência correta das ocorrências dos alarmes da subestação, além de dispor de funções de comunicação em rede local.

12. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o referido gerenciador de alarmes (700) envia a informação (710) para o módulo de comunicação (800) que é composto por

um modem sem fio de alta velocidade de comunicação (810) e um módulo de controle (820) que faz o controle da comunicação via modem, estabelecendo conexão com o software servidor SCC e gerenciando as desconexões para manter o canal de comunicação celular (900) sempre disponível entre a subestação e o Centro de Operação do Sistema Elétrico (1000).

13. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo** fato de que o referido modem sem fio de alta velocidade de comunicação (810) utiliza o sistema CDMA, na faixa de 1X 800/1900 MHz.

14. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que, se em (A4) os contatos (204) do flutuador (202) estiverem fechados, verifica-se também em (A5) as condições dos contatos (203) do flutuador (201) e se ambos os contatos (203) e (204) ainda estiverem fechados, indica que o óleo (320) ainda não ocupou o espaço total da câmara de gás (207), podendo ser iniciado em (E4) um novo ciclo de análise da amostra do gás (210), que compreende novamente as etapas (E1), (E2) e (E3), para confirmação da criticidade da falha interna do transformador (100).

15. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo** fato de que, se em (A4) ou em (A5), qualquer dos dois contatos (203) ou (204) estiver na condição aberto, significa que o nível do óleo dentro da câmara de gás (207) atingiu o nível do seu respectivo flutuador, devendo o PCL (630) enviar sinal (640), para que a válvula pneumática (400) se feche interrompendo

a ocupação da câmara de gás (207) pelo óleo (310), evitando que o óleo inunde a câmara de gás (500).

16. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que com o fechamento da válvula pneumática (400), tanto pelas condições dos contatos (203) quanto pelos contatos (204) ainda restará uma pequena bolha dentro da câmara de gás do relé de Buchholz (207) que poderá ser posteriormente coletada, de forma manual, através do registro (208), preservando a opção de envio da amostra do gás para Laboratório de análises cromatográficas para identificação precisa das concentrações dos gases presentes gerados pela falha interna do transformador (100).

17. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que, após o fechamento da válvula pneumática (400), o PLC (630) estará pronto para iniciar novamente a rotina (A1) de verificação contínua do estado do flutuador (201) e a rotina (A2) do estado do flutuador (202), através dos contatos das ampolas de mercúrio, respectivamente (203) e (204), em que o reinício de verificação das etapas (A1) e (A2), pode ter sido gerado pelo contato (203) do flutuador (201), pelo fato do nível do óleo dentro da câmara de gás (207) já está acima do flutuador (202) e os contatos (204) continuam acionados, representando um defeito no relé de Buchholz (200).

18. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que, assim que for corrigido o defeito no relé de Buchholz (200), o ciclo normal de verificação se restabelece e o monitoramento

automaticamente já estará pronto para iniciar um novo período de acompanhamento das condições do transformador (100).

19. Dispositivo de monitoramento remoto para detecção de gases livres em transformadores de potência, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o painel de controle (600) é instalado, preferencialmente, junto ao transformador (100) para facilitar a cablagem das conexões elétricas e alimentação de corrente contínua do banco de baterias de 138VDC da subestação para as fontes chaveadas (610) e (620) necessárias para o funcionamento do PLC (630).

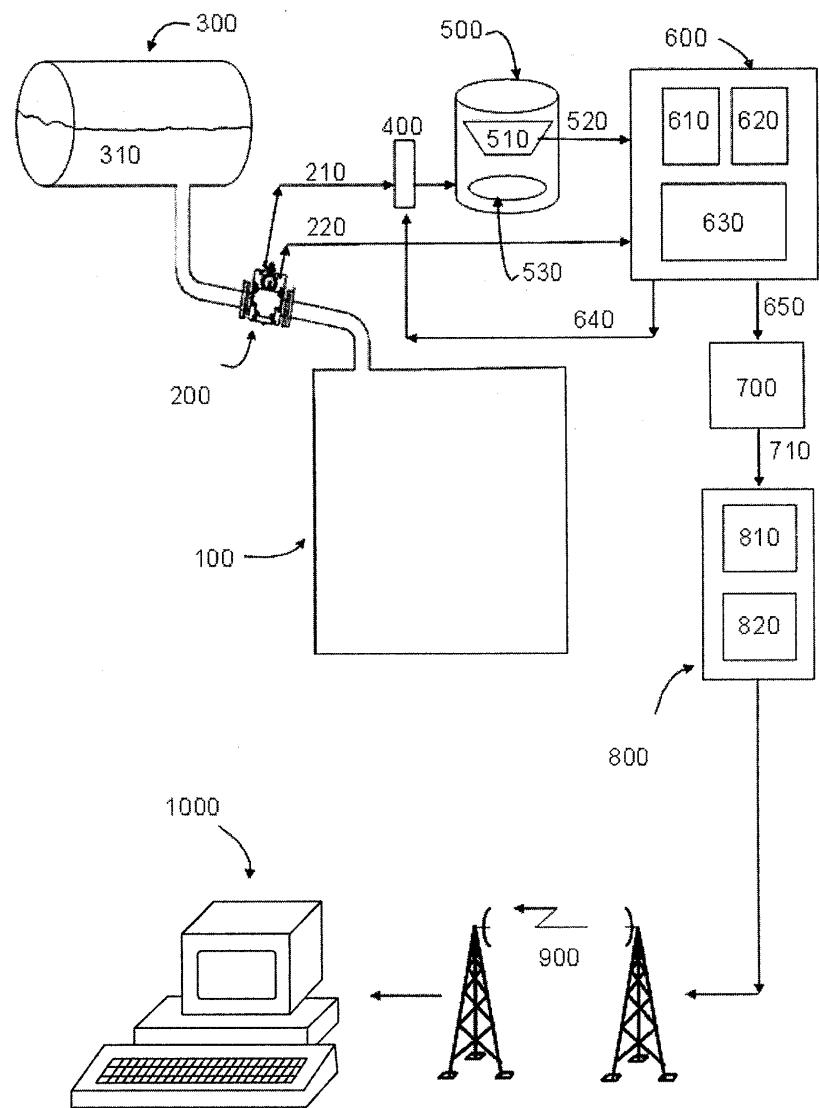


FIGURA 1

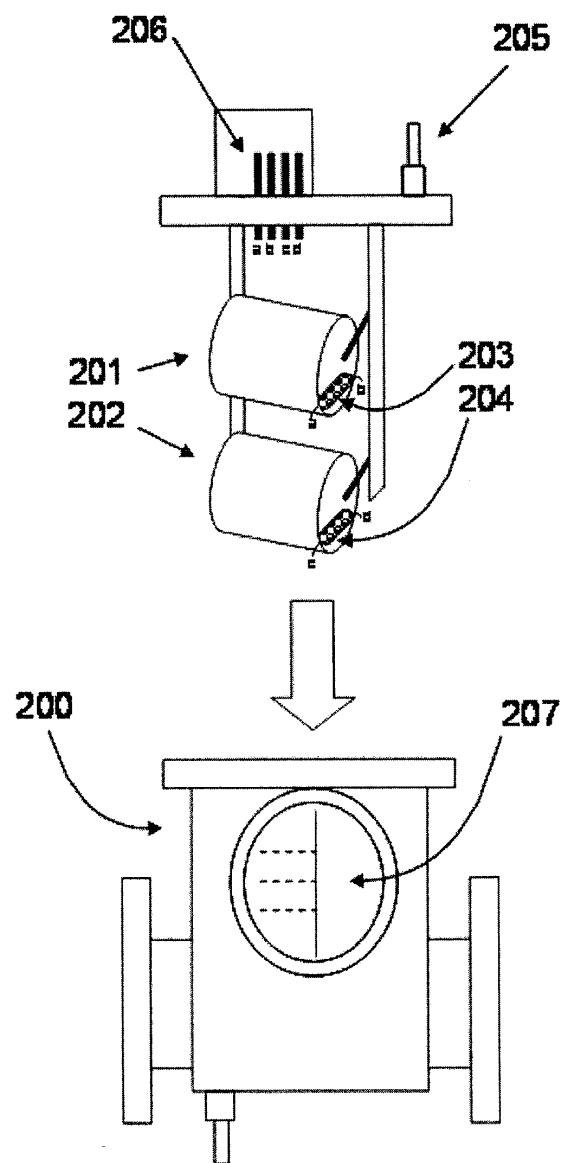


FIGURA 2

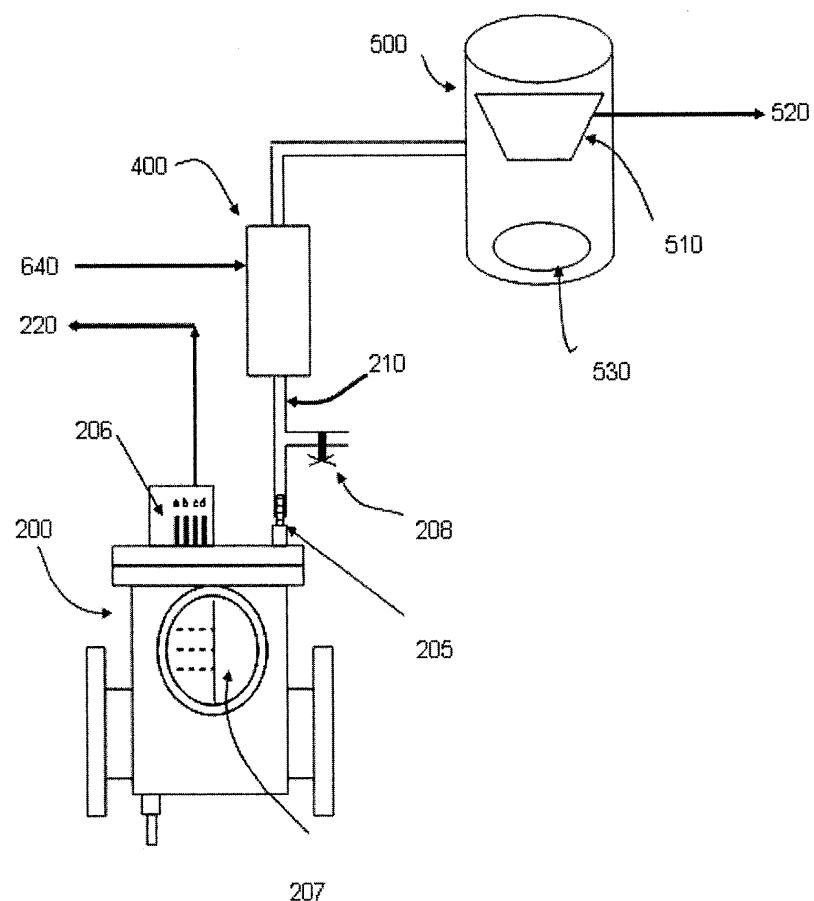


FIGURA 3

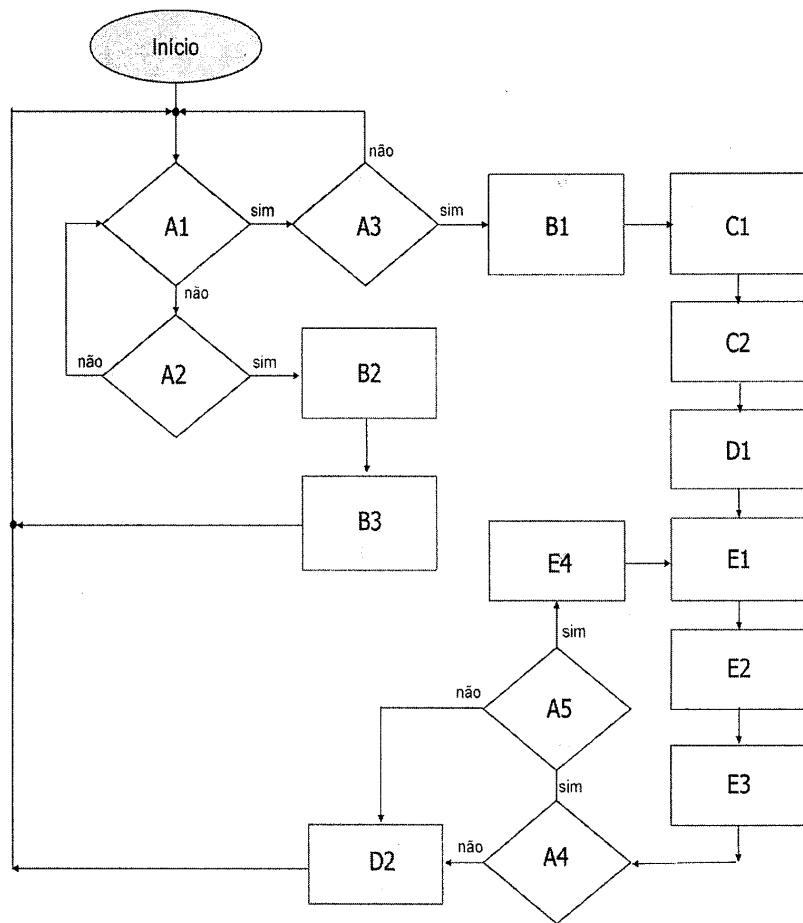


FIGURA 4

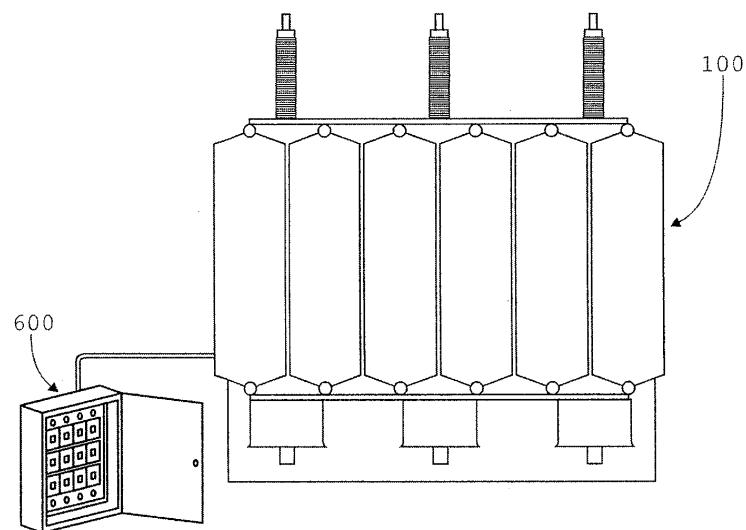


FIGURA 5

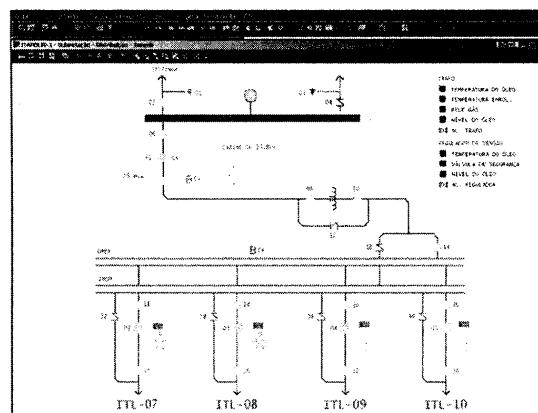


FIGURA 6