



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

(11) PI 0914901-5 B1



(22) Data do Depósito: 07/04/2009

(45) Data de Concessão: 17/12/2019

(54) Título: TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA COM COMUTADOR DE REGULAÇÃO EM CARGA

(51) Int.Cl.: H01F 27/14.

(30) Prioridade Unionista: 06/06/2008 DE 102008027274.4.

(73) Titular(es): MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH.

(72) Inventor(es): WOLFGANG ALBRECHT; DIETER DOHNAL; RAINER FROTSCHER; KLAUS SCHLEPP.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009002542 de 07/04/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/146762 de 10/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 06/12/2010

(57) Resumo: TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA COM COMUTADOR DE REGULAÇÃO EM CARGA A invenção se refere a um arranjo de um transformador de alta potência preenchido com óleo com um comutador de derivação preenchido com óleo, em que é previsto apenas um único recipiente de expansão de óleo, o qual fica em ligação através de correspondentes flanges tanto com o volume de óleo do comutador de derivação quanto também com a caldeira de transformador, que também é preenchida com óleo.

TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA COM COMUTADOR DE REGULAÇÃO EM CARGA

5 A invenção refere-se a um transformador de potência (*power transformer*) preenchido com óleo com um comutador de regulação em carga (*on-load tap changer*) também preenchido com óleo.

Tanto no transformador de potência preenchido com óleo, quanto no comutador de regulação em carga preenchido com óleo, é necessário prover meios para a compensação pela expansão térmica do óleo.

10 Para tanto, são normalmente usados recipientes de expansão de óleo que são conectados com o recipiente de óleo do transformador ou ao recipiente de óleo do comutador de regulação em carga através de uma tubulação.

Além disso, são conhecidos os assim chamados “radiadores de expansão”, que são montados nos lados externos do transformador e que são aplicados
15 simultaneamente para o resfriamento e para a absorção da expansão térmica do óleo. Com isso, é supérfluo o comumente presente recipiente de expansão freqüentemente de projeção, o qual é normalmente montado acima da tampa do transformador. Com ajuda desses radiadores de expansão, é possível construir um sistema fechado, no qual o óleo do transformador não tem contato direto com
20 o ar exterior e não pode, por isso, oxidar (envelhecimento do óleo, formação de borra). Sistemas hermeticamente fechados desse tipo possibilitam também a utilização de óleos de éster biologicamente degradáveis, dificilmente inflamáveis, baseados em matérias primas renováveis, que precisam necessariamente ser protegidas da oxidação.

25 Os radiadores de expansão possuem um tamanho padronizado, que resulta como condição mais favorável da superfície refrigerante e do volume variável. Com isso, o volume variável impõe grandes demandas à durabilidade do material usado.

O comutador de regulação em carga incorporado no transformador é
30 conectado através de tubulação com um radiador de expansão próprio, que serve apenas para a absorção da expansão em volume do óleo do comutador de regulação em carga. Por conta da, em comparação com o óleo de transformador, muito reduzida variação de volume do óleo do comutador de regulação em carga, o radiador de expansão provido para o comutador de derivação é
35 consideravelmente superdimensionado.

Além disso, é conhecida uma solução com recipientes de expansão

separados para transformador e para comutador de regulação em carga, cuja câmara de gás é preenchida com nitrogênio. Através de tubulações, as câmaras de gás são diretamente conectadas com reservatórios de compensação preenchidos com nitrogênio, cujo volume é dimensionado de maneira que as relações de pressão, que se implementam por conta da expansão de volume do óleo, permaneçam dentro de uma faixa preestabelecida e permitida acima da faixa de temperatura operacional total (entre, por exemplo, 0 Pa e 50000 Pa (0 e 0,5 bars) de sobrepressão). Aqui são desvantajosos os grandes reservatórios de nitrogênio, que ampliam em cerca de 20% as dimensões externas do transformador.

Em outra forma de modalidade, a camada de nitrogênio é disposta diretamente abaixo da tampa do transformador ou da tampa do comutador de regulação em carga, de modo a se poder prescindir de qualquer recipiente de expansão. Por conta do volume de gás significativamente menor, é necessário aqui um ativo controle de pressão com ajuda de uma unidade de controle de pressão, com a qual não somente um excesso de pressão não permitido pode ser automaticamente lançado no ar ambiente por meio de uma válvula, bem como compensação pode ser provida para pressão sub-atmosférica através da injeção de nitrogênio adicional a partir de um cilindro de gás comprimido. O transformador necessita de passagens de alta tensão específicas, com as quais pode ser seguramente transposto o curso de isolamento na câmara de gás. Uma vez que o comutador de comutador de regulação em carga possui uma câmara de gás separada do transformador, é necessário prover para o comutador de regulação em carga uma unidade de regulação de nitrogênio específica. Nesta solução é desvantajosa a acentuada despesa técnica adicional com as unidades de regulação de nitrogênio.

Além disso, são conhecidas soluções com recipientes de expansão separados para transformador e comutador de regulação em carga, em que uma bolsa de borracha ou uma membrana de borracha, com as quais uma vedação de ar do óleo é encontrada, está presente no espaço interior do recipiente de expansão. O interior da bolsa de ar ou a superfície da membrana de borracha apartada do óleo são conectados com o ar ambiente através de um secador à montante. Aqui é desvantajosa a durabilidade limitada da bolsa de borracha ou da membrana de borracha, uma vez que através de processos de envelhecimento a borracha torna-se porosa e, assim, permeável ao oxigênio depois de 10 a 15 anos.

O objetivo da invenção é oferecer uma solução simples com a qual seja possível, com baixos recursos de construção, compensação para a expansão térmica tanto do óleo na cuba (*transformer tank*), quanto do óleo de comutador de regulação em carga separado.

5 Esse objetivo é realizado através de um transformador de potência com um comutador de regulação em carga com as características de uma das reivindicações 1 e 2.

A reivindicação dependente refere-se a um desenvolvimento vantajoso de cada uma das duas possibilidades de acordo com as reivindicações 1 e 2.

10 O conceito inventivo geral, que está baseado nas duas reivindicações independentes, consiste em manejar tanto o transformador quanto o comutador de regulação em carga com um único recipiente de expansão.

De acordo com uma modalidade de acordo com a invenção, o flange presente no cabeçote do comutador de regulação em carga, que segundo o
15 estado da técnica é provido para conexão com um recipiente de expansão separado apenas para o comutador de regulação em carga, é agora conectado por meio de uma tubulação com o tanque de óleo do transformador. O flange no transformador para a conexão de um recipiente de expansão – e apenas esse – é de fato conectado com o único recipiente de expansão através de uma tubulação
20 adicional. Portanto, o agora único recipiente de expansão então aceita em cascata as variações de volume de óleo tanto do recipiente de óleo do comutador de regulação em carga, quanto do recipiente de óleo do transformador.

De acordo com uma modalidade adicional de acordo com a invenção, baseada no mesmo conceito geral, os dois flanges, tanto do comutador de
25 regulação em carga quanto do transformador, são conectados um com o outro através de uma tubulação, e essa tubulação é novamente conectada através de uma tubulação adicional, com o único recipiente de expansão. Nas duas formas de modalidade um relé de fluxo de óleo, que aciona o interruptor de carga do transformador no caso de ultrapassagem de um determinado valor limite de fluxo
30 de óleo, está arranjado na conexão de tubo conduzindo para longe do flange do comutador de regulação em carga. Dessa maneira, fluxos de óleo acima de um valor limite, que é específico ao comutador de regulação em carga e que representam um possível mau funcionamento do comutador de regulação em carga, podem ser detectados com segurança.

35 Nas duas modalidades da invenção é útil arranjar no cabeçote do comutador de regulação em carga uma, em si conhecida, válvula de descarga de

pressão, a qual no caso de ultrapassagem de um excesso de pressão fixamente pré-estabelecido, de 137895,182 Pa, por exemplo, abre-se quase sem atraso e limita o excesso de pressão ao máximo valor permitido. Assim são evitados maiores graus de danos mecânicos, tanto no comutador de regulação em carga quanto no transformador.

A seguir, com apoio de figuras, a invenção será explicada ainda mais detalhadamente por meio de exemplos.

As figuras mostram:

Figura 1a: uma primeira modalidade da invenção de acordo com reivindicação 1.

Figura 1b: uma segunda modalidade da invenção de acordo com reivindicação 2.

Primeiramente a figura 1 deve ser explicada. Um transformador elétrico de potência 1 e, em ligação com ele, um comutador de regulação em carga 2, são representados em ilustração esquemática. Na modalidade ilustrada, o comutador de regulação em carga 2 possui um seletor 2.1, que é arranjado no fundo, e conectado com as regulagens de bobinagem do transformador de potência 1 através de linhas de conexão elétrica, bem como com um interruptor de comutação de carga 2.2 arranjado acima com um próprio recipiente de interruptor de comutação de carga preenchido com óleo. O arranjo total encontra-se em uma cuba 3 preenchida com óleo. O comutador de regulação em carga 2 possui um flange superior 4 e, bem analogamente, a cuba 3 possui um flange superior 5. Os dois flanges 4,5 são conectados, de acordo com o estado da técnica, com dois recipientes de expansão de óleo separados, radiadores de expansão ou outros meios para a compensação de volume. De acordo com a invenção, o flange 4 do comutador de regulação em carga é aqui provido de uma tubulação 6, a qual desemboca na cuba 3 preenchida com óleo. A esta tubulação 6 é inserido o relé de fluxo de óleo 7. Apenas o flange 5 da cuba 3 conduz, através de uma tubulação adicional, a um único recipiente de expansão de óleo 8. Sucede, por exemplo, a vedação hermética do óleo por meio de uma bolsa de borracha 11, cujo interior é conectado com o ar ambiente.

Figura 1 b mostra uma modalidade modificada. Componentes iguais são providos de sinais referenciais iguais; pode-se, por isso, prescindir de uma repetida explicação da estrutura total. Diferentemente, nesta modalidade o flange 4 do comutador de regulação em carga 2 bem como o flange 5 da cuba são ligados por meio de uma tubulação comum 9. A esta tubulação 9 é, mais uma

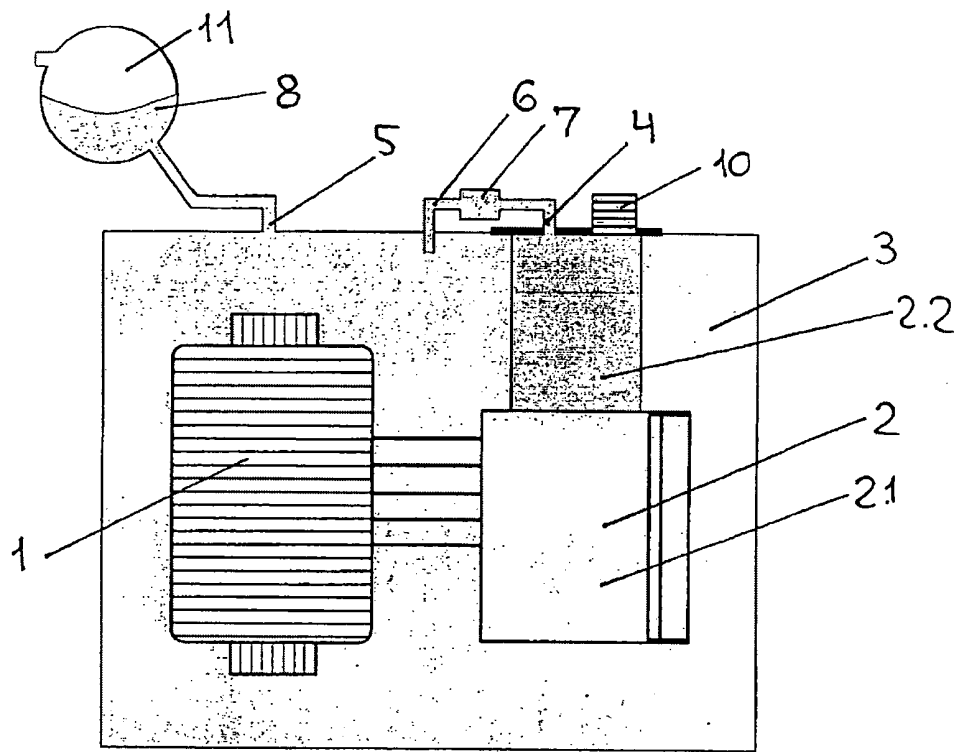
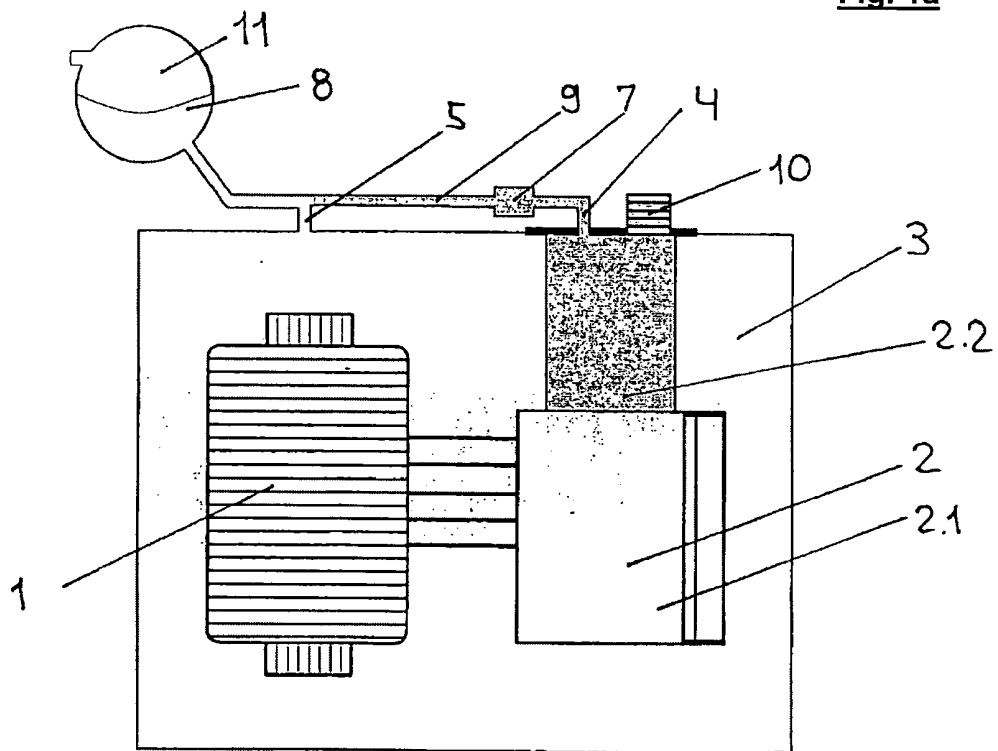
vez, conectado um relé de fluxo de óleo 7. Por sua vez, essa tubulação 9 em comum, que liga os dois flanges 4, 5, está mais uma vez em ligação com o único recipiente de expansão de óleo 8.

5 Nas duas modalidades é útil dispor acima do cabeçote do comutador de regulação em carga, ou seja, fora da cuba 3, de uma válvula de descarga de pressão 10, tal como é disponível, por exemplo, sob a designação comercial MPreC®. Essa forma de atuação já foi descrita acima.

REIVINDICAÇÕES

1. Transformador de potência (1) com comutador de regulação em carga (2), em que tanto o transformador de potência (1) quanto o comutador de regulação em carga (2) são preenchidos com óleo, em que o comutador de regulação em carga (2) é arranjado na cuba de transformador (3) do transformador (1), em que tanto o transformador (1) quanto o comutador de regulação em carga (2) possuem em seus lados superiores um respectivo flange de conexão (4, 5) para conexão com um recipiente de expansão de óleo (8), e em que o flange de conexão (4) do comutador de regulação em carga (2) conduz, por meio de uma tubulação (6), ao interior da cuba de transformador (3) do transformador de potência (1), **caracterizado** pelo fato de que a extremidade da tubulação (6) conduzindo ao interior da cuba de transformador (3) é aberta, de tal maneira que os volumes de óleo do comutador de regulação em carga (2) e do transformador de potência (1) sejam conectados entre si; de que um relé de fluxo de óleo (7) é arranjado nesta tubulação (6) e que apenas o flange de conexão (5) da cuba de transformador (3) conduz a um único recipiente de expansão de óleo (8).

2. Transformador de potência (1) com comutador de regulação em carga (2), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que uma válvula de descarga de pressão (10) conectada ao volume de óleo do comutador de regulação em carga (2) é arranjada acima do cabeçote de comutador de regulação em carga do comutador de regulação em carga (2).

**Fig. 1a****Fig. 1b**