



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(21) BR 10 2013 014525-4 A2



(22) Data de Depósito: 11/06/2013
(43) Data da Publicação: 11/11/2014
(RPI 2288)

(51) Int.Cl.:
H02J 3/12
G05F 3/06

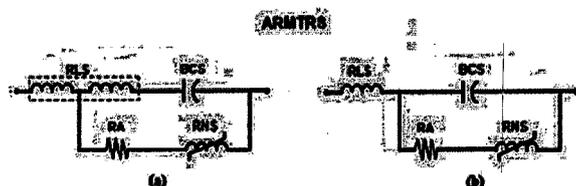
(54) **Título:** AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR NATURALMENTE SATURADO (ARMTRS)

(73) **Titular(es):** COMPANHIA ENERGETICA DE PERNAMBUCO - CELPE, UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

(72) **Inventor(es):** JARBAS BARROS VILAR, MANOEL AFONSO DE CARVALHO JUNIOR, MILDE MARIA DA SILVA LIRA, WIDER BASILIO SANTOS

(74) **Procurador(es):** SILVIA & GUIMARÃES MARCAS E PATENTES LTDA

(57) **Resumo:** AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR NATURALMENTE SATURADO (ARMTRS). Patente de invenção pertencente ao campo dos equipamentos eletroeletrônicos instalados em subestações de energia elétrica, para comando e controle de cargas, compreendido por quatro elementos, a saber, 1º) Banco de capacitores série (BCS), destinado à compensação série da rede; 2º) Reator linear série (RLS) com a finalidade de limitar a corrente de curto-circuito produzida pela incidência de defeitos ou oriundas de sobrecargas e controlar o afundamento e elevação da tensão; 3º) Reator Naturalmente Saturado (RNS), o qual exerce a função de controle do banco de capacitores, removendo esse elemento quando da incidência de um defeito; 4º) Resistor de Amortecimento (RA), destinado a dissipar a energia armazenada entre o BCS e o RLS no instante de um defeito de modo a dessaturar o RNS.



**“AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR
NATURALMENTE SATURADO (ARMTRS)”**

Trata o presente relatório descritivo da patente de invenção de um inédito auto regulador magnético de tensão a reator naturalmente saturado (ARMTRS) utilizado em sistemas de potência nas redes de distribuição, especialmente em subestações de redes de energia elétrica, de concepção inovadora e dotado de importantes melhoramentos tecnológicos e funcionais, segundo os mais modernos conceitos de engenharia e de acordo com as normas e especificações exigidas, revestindo-se de características próprias e dotadas com requisitos fundamentais de novidade e atividade inventiva, fazendo resultar uma série de reais e extraordinárias vantagens técnicas, práticas e econômicas.

Um dos equipamentos mais usados atualmente para a regulação de tensão pelas empresas concessionárias para sistemas de distribuição de energia são os reguladores de tensão.

Como é do conhecimento dos técnicos no assunto, atualmente são utilizados reguladores de tensão que são basicamente compostos por um autotransformador em óleo isolante com enrolamento série do lado da fonte, com taps e um comutador de derivação em carga, cuja operação é realizada por sensores eletrônicos, que seleciona automaticamente os taps adequados para o controle da tensão na saída. Na utilização dos reguladores de tensão, faz-se importante observar duas características: a regulagem do tempo de retardo para a operação e o ajuste da largura de faixa de sintonização. Isto devido ao fato de que a redução no tempo de retardo para uma determinada largura de faixa implica um maior número de operações do comutador, levando-o a um maior desgaste. Por outro lado, um aumento exagerado no tempo de retardo pode

acarretar uma maior duração de níveis de tensão indesejáveis.

Os reguladores de tensão limitam-se apenas a regular a tensão, ou seja, não limitam a corrente de curto-circuito e nem controlam o afundamento e elevação de tensão de cargas conectadas a montante deles durante um defeito a jusante do mesmo. E normalmente são equipamentos robustos e que necessitam de manutenção.

Neste sentido alguns inventores idealizaram os produtos objeto dos documentos de patentes abaixo indicadas, porém não atentaram para os detalhes do controle e regulagem da corrente de curto-circuito e nem do controle do afundamento e elevação de tensão de cargas.

ESTADO DA TÉCNICA

O documento de patente PI0905008-6 depositado em 12/11/2009 intitulado *sistema de controle dos níveis de tensão elétrica de uma linha de distribuição de energia elétrica a partir de um aparelho padrão regulador de tensão* ensina um sistema que permite o ajuste automático dos níveis de tensão elétrica de uma linha de distribuição de energia elétrica, sendo que o referido sistema consiste num sistema computadorizado implementado nos reguladores de tensão já compreendidos no estado da técnica, e sendo que por meio de software dedicado, o referido sistema utiliza as informações sobre o valor do nível de tensão, e o valor da corrente, registrados continuamente em curtos intervalos de tempo, e faz um comparativo entre a tensão e a corrente, calculando de acordo com uma tabela preestabelecida qual a tensão ideal para aquele valor de corrente, e acionando o comutador para atingir o nível de tensão compatível com aquela corrente que esta a passar no condutor.

O documento de patente PI0804960-2

depositado em 17/11/2008 intitulado *sistema distribuído de medição de consumo e monitoramento da rede elétrica* ensina um conjunto de estações de monitoramento e um computador. As estações de monitoramento, que compõem a invenção são dispositivos compostos por controladores (1), conversor AD (9), sensores de corrente (12), tensão (13), temperatura e umidade (10), memória (3), portas de comunicação (2) e entrada/saída (5), display (4) e chave (7). O dispositivo também é utilizado com um item de segurança contra curtos-circuitos, incêndios, proteção contra queima das unidades monitoradas. Utiliza como forma de atuação as portas de entrada e saída (11) conectadas a chaves (ou "dimmers") (7) e de comunicação (2) para trocar informações com todo o sistema de monitoramento. A estação mede e monitora a energia consumida pela tomada (8) e consolida os resultados em memória (3), disponibiliza os resultados em um display (4) e envia para o sistema de monitoramento através da sua porta de comunicação. A estação é capaz de alertar o sistema e desligar automaticamente a unidade monitorada caso haja alguma anormalidade nos parâmetros monitorados. Isto garante a segurança do sistema, do usuário e da própria unidade monitorada. As estações podem ser integradas aos sistemas de automação existentes, pois são simples de serem utilizadas e são compactas.

Analisando os documentos acima citados e conhecidos do estado da técnica, como poderá ser observado, nenhum apresenta integralmente as características construtivas do auto regulador magnético de tensão a reator naturalmente saturado objeto da presente patente.

Em vista disso, ao longo do tempo foram procedidos estudos visando eliminar esses problemas e, como resultado, foi desenvolvido este ARMTRS que é um equipamento

estático e de peso inferior que possibilita a concepção de um equipamento dotado de uma tecnologia que regula a tensão da rede de forma natural com a própria corrente de carga do sistema e que, além disso, é capaz de limitar a corrente de curto-circuito e controlar os afundamentos e elevações de tensões na ocorrência de um defeito, obtendo-se então um equipamento integrado com reais possibilidades de uma econômica industrialização, minimizando custos, tempo de montagem e despesas de mão-de-obra, além de um efeito preciso de montagem, com melhores resultados e elevado padrão de segurança.

É, pois, um dos objetivos da presente patente prover um equipamento que regula a tensão da rede de forma natural com a própria corrente de carga do sistema e que, além disso, é capaz de limitar a corrente de curto-circuito e controlar os afundamentos e elevações de tensões na ocorrência de um defeito.

Porque devido às grandes extensões territoriais encontradas nos estados brasileiros, e à distância que normalmente existe entre os centros de consumo e os pontos de geração, a questão da regulação da tensão é um problema que exige uma especial atenção das concessionárias de energia elétrica, principalmente por conta do aumento de cargas sensíveis às oscilações de tensão.

Outra inovação do equipamento consiste na introdução de uma resistência de amortecimento em série com o reator naturalmente saturado com o intuito de dissipar a energia armazenada entre o BCS e o RNS durante a ocorrência de curtos-circuitos, como é mostrado na Figura 1.

O Auto-Regulador Magnético de Tensão a Reator Naturalmente Saturado é um equipamento composto de quatro

elementos:

1º) Banco de capacitores série (BCS), destinado à compensação série da rede;

5 2º) Reator linear série (RLS) com a finalidade de limitar a corrente de curto-circuito produzida pela incidência de defeitos ou oriundas de sobrecargas e controlar o afundamento e elevação da tensão;

10 3º) Reator Naturalmente Saturado (RNS), o qual exerce a função de controle do banco de capacitores, removendo esse elemento quando da incidência de um defeito.

4º) Resistor de Amortecimento (RA), destinado a dissipar a energia armazenada entre o BCS e o RLS no instante de um defeito de modo a dessaturar o RNS.

15 Os elementos citados estão interligados entre si conforme o arranjo mostrado na Figura 1.

Com essa arquitetura, o ARMTRS apresenta o seguinte modo operativo quando conectada em série com uma rede de transmissão:

20 1º) Em condições normais de funcionamento, a corrente solicitada pela rede é insuficiente para estabelecer um regime de saturação no RNS, ou seja, o mesmo opera aos moldes de uma chave aberta. Nessas circunstâncias, o conjunto formado pelo RLS e o BCS oferece uma reatância líquida capacitiva, prestando-se o dispositivo como um compensador série para a queda de tensão na
25 rede;

2º) Na ocorrência de uma corrente elevada, devido a uma falha ou a um regime de sobrecarga, o RNS entra em saturação, produzindo um curto circuito nos terminais do BCS e parte do RLS. A reatância líquida do ARMTRS torna-se agora, indutiva, e

esse dispositivo passa não só a exercer a função de limitador de corrente de curto como também a controlar o afundamento e elevação das tensões das cargas conectada a montante dele.

A bifurcação do RLS mostrada na Figura 1 (a) serve para controle da limitação da corrente de curto-circuito. Uma parcela é destinada a limitação da corrente de curto-circuito e outra parcela é destinada a compensação série do sistema. Dependendo do sistema elétrico a ser empregado o ARMTRS pode-se usar todo o RLS para a limitação da corrente de curto-circuito sem a necessidade da divisão do RLS como é mostrado na Figura 1 (b).

O ARMTRS tem como principal função regular a tensão da rede elétrica de forma natural com a própria corrente de carga do sistema como pode ser visto na Figura 2.

Além da função citada anteriormente o ARMTRS tem como funções adicionais limitar a corrente de curto-circuito como pode ser verificado na Figura 3 e controlar o afundamento e/ou elevação de tensão dos consumidores conectados a montante do equipamento durante a ocorrência de um defeito a jusante do mesmo mostrado na Figura 4.

Sendo assim o ARMTRS proporciona qualidade no fornecimento de energia com a regulação da tensão em regime normal de operação e com o controle de afundamento e elevação da tensão dos consumidores conectados a montante do ARMTRS na ocorrência de um defeito a jusante do mesmo. E mais segurança com a limitação da corrente de curto circuito.

Dentre os elementos descritos para o ARMTRS, o RLS e BCS são equipamentos normalmente fornecidos pelo setor industrial brasileiro. No que diz respeito ao RNS, sua construção é semelhante a um transformador. O produto tem como

inovação a forma como a estrutura ferromagnética que compõem o ARMTRS, composta pelo RNS (Reator Naturalmente Saturado) e RLS (Reator Linear Série), é agrupada. Ou seja, visando reduzir o peso da estrutura, a mesma é montada em uma estrutura única (um monobloco) onde o núcleo do reator naturalmente saturado é acomodado em paralelo com o núcleo do reator linear série e uma coluna de retorno, como pode ser verificado na Figura 5. E, essas estruturas ferromagnéticas podem ser de dois tipos: assimétrica e simétrica.

10 A Estrutura Assimétrica conforme mostra a Figura 5 (a) é composta de uma bobina de núcleo saturado (RNS), uma bobina linear (RLS) e um retorno de forma que a bobina de núcleo linear esteja entre a bobina de núcleo saturado e o retorno.

Já a Estrutura Simétrica conforme mostra a
15 Figura 5 (b) também é composta de uma bobina de núcleo saturado (RNS), uma bobina linear (RLS) e um retorno de forma que o retorno esteja entre a bobina de núcleo saturado e a bobina de núcleo linear.

É preciso ressaltar que em ambas as estruturas há a necessidade de a bobina linear está o mais próximo possível do retorno para que o fluxo gerado por ela circulasse pelo retorno e não pela bobina de núcleo saturado. Caso contrário, o fluxo da bobina linear iria contribuir para que a bobina de núcleo saturado entrasse em saturação mais rapidamente.

A parte do reator linear série destinada a limitar
25 a corrente de curto-circuito mostrada na Figura 1 (a) pode ser dimensionada como um núcleo de ar independente da estrutura ferromagnética em monobloco ou na própria estrutura ferromagnética em monobloco com a inserção de tap's na bobina do reator linear série.

Para complementar a presente descrição, de modo a obter uma melhor compreensão das características da presente patente, e de acordo com uma preferencial realização prática da mesma, acompanha a descrição, em anexo, um conjunto de 5 desenhos, onde de maneira exemplificada embora não limitativa, se representa o seguinte:

A figura 1 representa o arranjo do ARMTRS objeto da presente patente.

10 A figura 2 representa o gráfico Tensão x Barras – Sistema elétrico que mostra o aumento de rendimento com e sem ele.

A figura 3 mostra o gráfico da limitação da corrente de curto-circuito - (□) Sem ARMTRS e (○) Com ARMTRS.

15 As figuras 4(a) e 4(b) representam, respectivamente, os gráficos de controle do afundamento de tensão (a) e controle da elevação de tensão (b) – ambos a montante do equipamento durante a ocorrência de um defeito a jusante do mesmo.

20 As figuras 5(a) e 5(b) representam respectivamente, os modelos ferromagnéticos das estruturas assimétrica (a) e simétrica (b).

Não se tem conhecimento de um regulador magnético de tensão a reator que reúna conjuntamente, todas as características construtivas e funcionais acima relatadas, e que direta ou indiretamente, é ou foi tão efetivo quanto o auto regulador 25 magnético de tensão a reator naturalmente saturado (ARMTRS) objeto da presente patente.

Tendo sido descrita e ilustrada a presente invenção, é para ser compreendido que a mesma pode sofrer inúmeras modificações e variações em sua forma de realização,

desde que tais modificações e variações não se afastem a partir do espírito e escopo da invenção, tal como definido no quadro reivindicatório.

REIVINDICAÇÕES

1 - “AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR NATURALMENTE SATURADO”, caracterizado pelo fato de ser composto por quatro elementos:

5 - Banco de capacitores série (BCS), destinado à compensação série da rede;

- Reator linear série (RLS) com a finalidade de limitar a corrente de curto-circuito produzida pela incidência de defeitos ou oriundas de sobrecargas e controlar o afundamento e
10 elevação da tensão;

- Reator Naturalmente Saturado (RNS), o qual exerce a função de controle do banco de capacitores, removendo esse elemento quando da incidência de um defeito.

- Resistor de Amortecimento (RA), destinado a
15 dissipar a energia armazenada entre o BCS e o RLS no instante de um defeito de modo a dessaturar o RNS.

2 - “AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR NATURALMENTE SATURADO” caracterizado pelo fato de consistir na introdução de uma resistência de
20 amortecimento em série com o reator naturalmente saturado com o intuito de dissipar a energia armazenada entre o BCS e o RNS durante a ocorrência de curtos-circuitos.

3 - “AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR NATURALMENTE SATURADO” caracterizado
25 pelo fato de ser composto por RLS e BCS, de maneira que, no que diz respeito ao RNS, sua construção é semelhante a um transformador, tendo como inovação a forma como a estrutura ferromagnética que compõem o ARMTRS, composta pelo RNS (Reator Naturalmente Saturado) e RLS (Reator Linear Série), é agrupada, sendo, visando

reduzir o peso da estrutura, a mesma é montada em uma estrutura única (um monobloco) onde o núcleo do reator naturalmente saturado é acomodado em paralelo com o núcleo do reator linear série e uma coluna de retorno, sendo que essas estruturas ferromagnéticas podem ser de dois tipos, a saber, assimétrica e simétrica.

4 - “AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR NATURALMENTE SATURADO” de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato da estrutura assimétrica ser composta de uma bobina de núcleo saturado (RNS), uma bobina linear (RLS) e um retorno de forma que a bobina de núcleo linear esteja entre a bobina de núcleo saturado e o retorno.

5 - “AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR NATURALMENTE SATURADO” de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato da estrutura simétrica ser composta de uma bobina de núcleo saturado (RNS), uma bobina linear (RLS) e um retorno de forma que o retorno esteja entre a bobina de núcleo saturado e a bobina de núcleo linear.

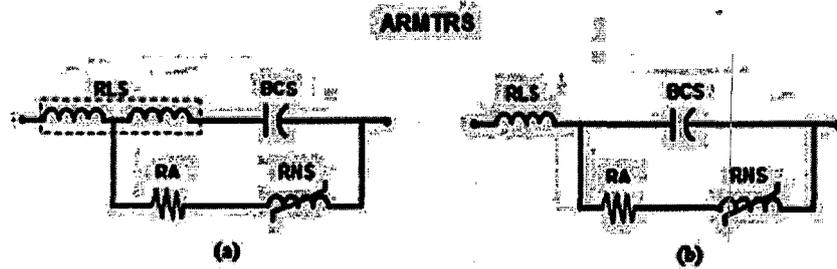


Fig. 1

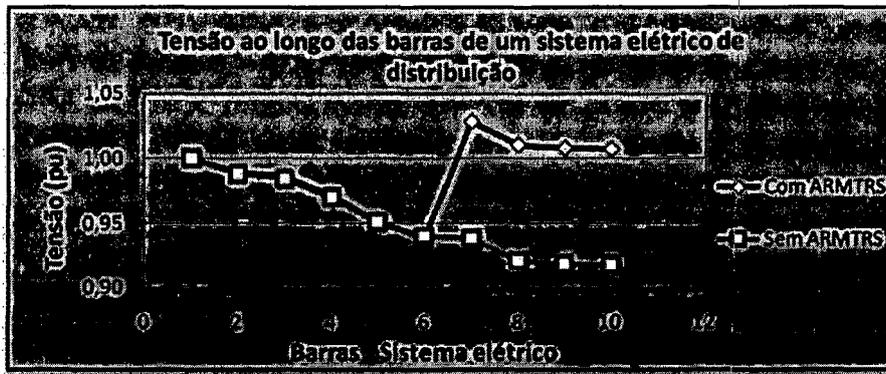


Fig. 2

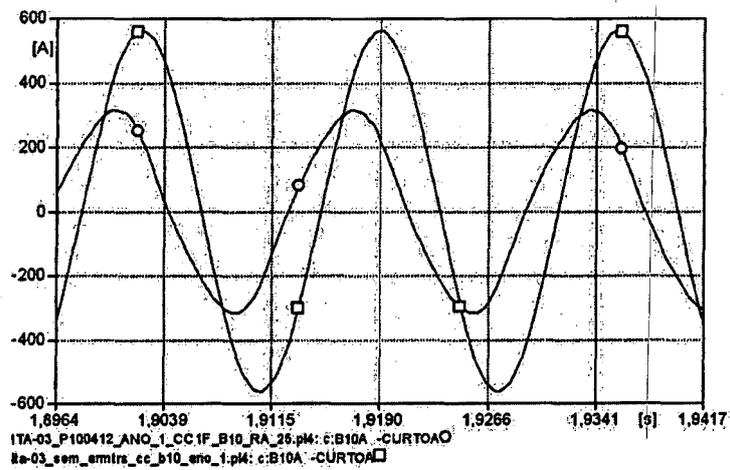
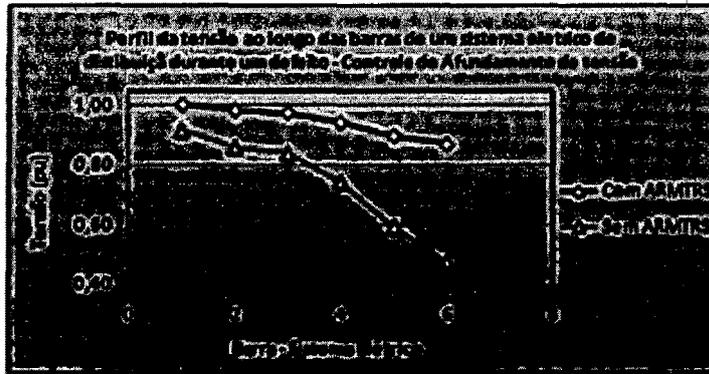
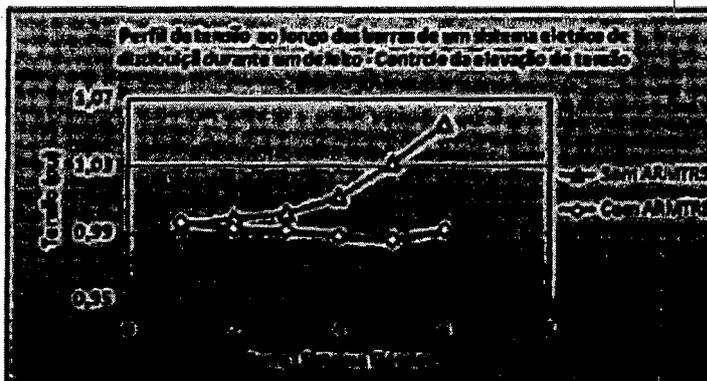


Fig. 3



(a)



(b)

Fig. 4

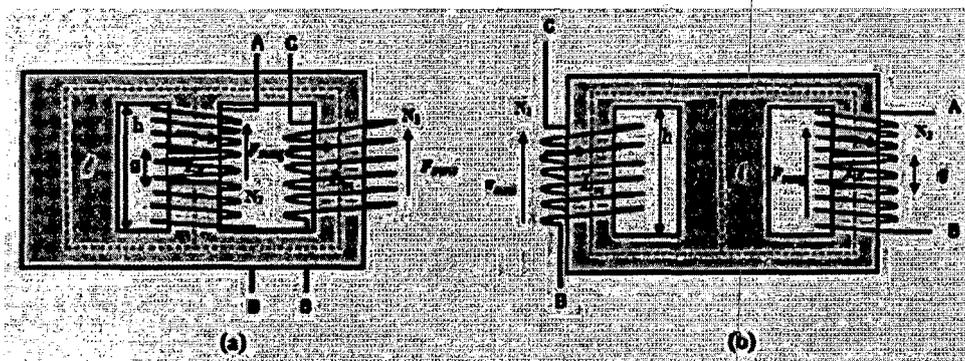


Fig. 5

RESUMO**“AUTO REGULADOR MAGNÉTICO DE TENSÃO A REATOR NATURALMENTE SATURADO (ARMTRS)”.**

Patente de invenção pertencente ao campo dos equipamentos eletroeletrônicos instalados em subestações de energia elétrica, para comando e controle de cargas, compreendido por quatro elementos, a saber, 1º) Banco de capacitores série (BCS), destinado à compensação série da rede; 2º) Reator linear série (RLS) com a finalidade de limitar a corrente de curto-circuito produzida pela incidência de defeitos ou oriundas de sobrecargas e controlar o afundamento e elevação da tensão; 3º) Reator Naturalmente Saturado (RNS), o qual exerce a função de controle do banco de capacitores, removendo esse elemento quando da incidência de um defeito; 4º) Resistor de Amortecimento (RA), destinado a dissipar a energia armazenada entre o BCS e o RLS no instante de um defeito de modo a dessaturar o RNS.