



XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Hirofumi Takayanagi	Danilo Iwamoto	Paulo Rogério Granja
Empresa Bandeirante de Energia S/A	ITB Equipamentos Eletricos Ltda	ITB Equipamentos Eletricos Ltda
hiro@edpbr.com.br	danilo.rt@itb.ind.br	paulo.granja@tapp.com.br

Regulador Reativo e Indutivo Monofásico para Correção do Fator de Potencia

Palavras-chave

Banco de Capacitor Regulavel

Gerador de Reativo

Regulador para Correção de fator de potência.

Resumo

Este artigo resume o estudo, pesquisa e desenvolvimento de um equipamento capaz de realizar a correção de fator de potência, ou, alternativamente, de tensão, em redes elétricas, idealizado e realizado em parceria entre as empresas EDP Bandeirante, concessionária de Energia Elétrica no Brasil, e ITB Equipamentos Elétricos, fabricante de transformadores e reguladores de tensão para redes de distribuição.

A ideia central é adicionar reativo na rede, de forma gradual, quando necessário e na medida o mais próximo possível do necessário, utilizando, para isso, um único elemento reativo acoplado a um circuito eletromagnético que, por comutação sob carga, consiga variar a tensão sobre esse elemento de modo a "gerar" o reativo necessário para compensar a demanda reativa da rede seja ela de natureza indutiva ou capacitiva.

O equipamento é monitorado em tempo real por um controle capaz de medir o fator de potência da rede e acionar o comutador sob carga para elevar ou reduzir a tensão sobre o elemento indutivo de modo a viabilizar o processo de compensação por fase (independente das demais) com algoritmo apoiado em técnicas de Inteligência Artificial.

1. Introdução

Os métodos, utilizados até hoje, para correção de reativos são constituídos por elementos específicos, indutores ou capacitores, que são inseridos no sistema de maneira permanente, sem dispositivos de abertura e fechamento automático, ou de maneira opcional, com entrada em operação apenas nos momentos em que se fazem necessários.

Pelo método permanente, os elementos reativos são conectados e retirados do sistema através de manobras locais de chaveamentos manuais.

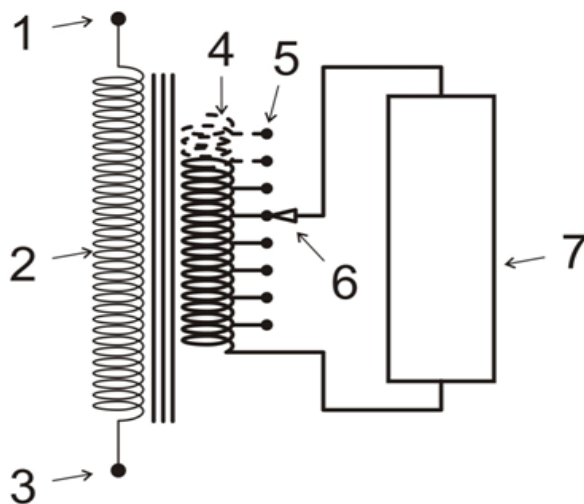
Pelo método opcional, essas mesmas cargas são conectadas por chaves que permitem acionamento por comando elétrico, automático ou manual, com comandos locais ou remotos.

Mesmo o mais flexível destes dois métodos de introdução de cargas reativas ao sistema elétrico, que é o método opcional, é limitado a apenas 2 (dois) estados operacionais, compensação reativa nula ou compensação reativa máxima, sendo, dessa maneira, pouco adaptável à sazonalidade das cargas. Para elevar a flexibilidade dos meios atuais de compensação de reativos, haveria a necessidade de introdução de mais estágios, o que significa, instalar mais equipamentos iguais.

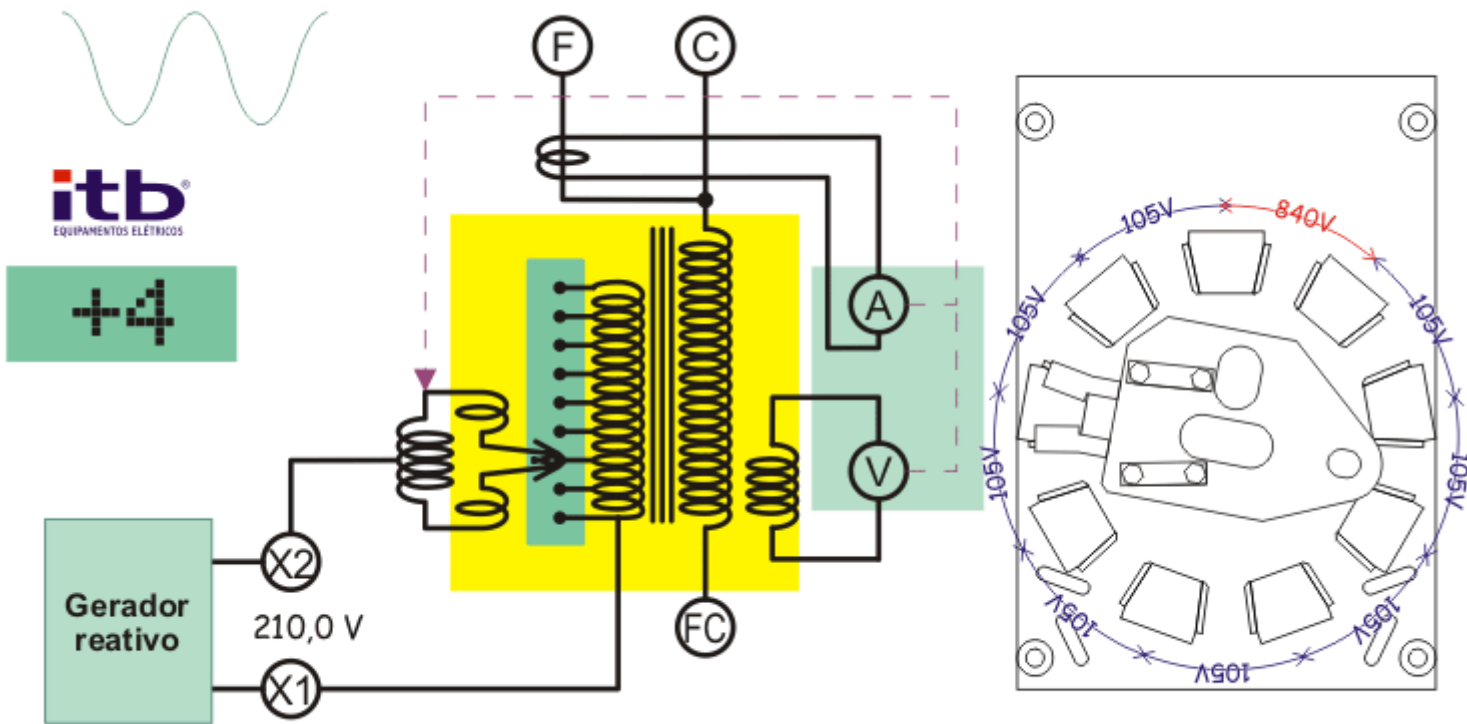
Outra importante desvantagem dos métodos até hoje utilizados é a introdução dos elementos reativos por chaveamento aleatório, ou seja: as potências reativas são conectadas sem nenhum tipo de sincronismo com a tensão da rede, o que significa que a carga reativa será conectada, na maior parte das vezes, com a tensão em nível diferente de 0 V (zero Volt), implicando em solicitações dinâmicas e térmicas pontuais que afetam, desgastam e modificam as características, tanto da rede quanto dos elementos reativos que foram acoplados.

O projeto em pauta, tem como objetivo desenvolver um equipamento com finalidade de realizar a correção por fase das variações de tensão e/ou fator de potência em redes elétricas de média tensão, contemplando:

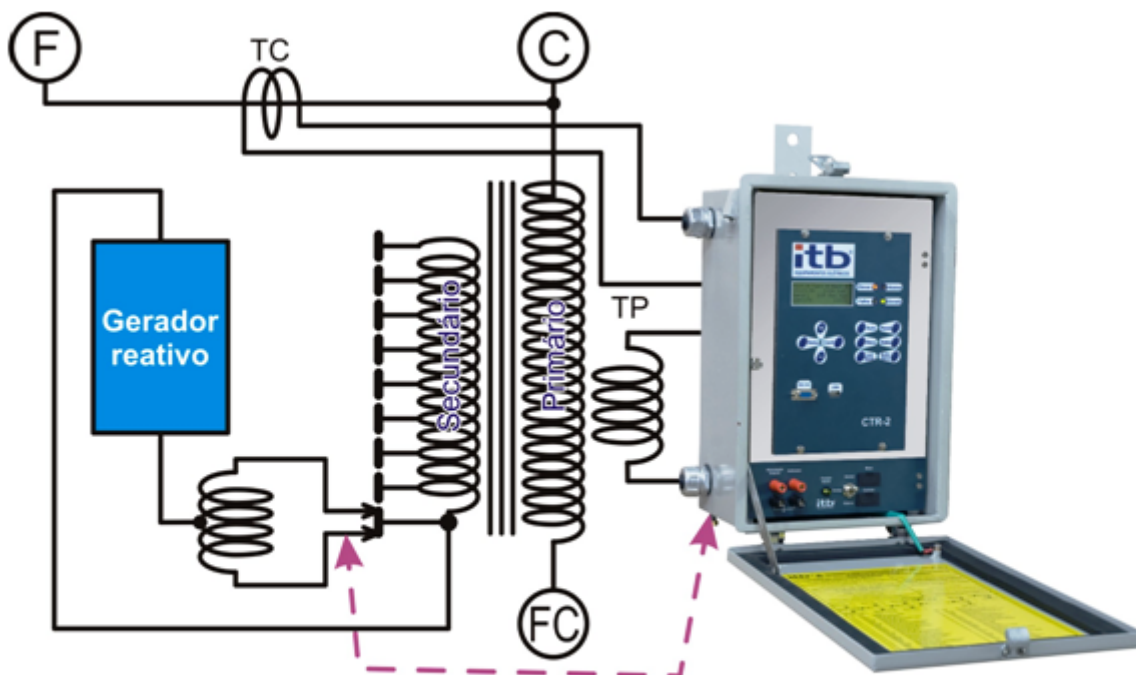
- Atuar no sentido de viabilizar o **controle do fator de potência e/ou níveis de tensão** através da injeção de potências reativas controladas;



- Utilizar tecnologia eletromagnética com 16 estágios de controle, combinada com a operação de um único capacitor fixo, oferecendo propriedades vantajosas como: confiabilidade, custos atrativos, robustez, simplicidade operacional, controle independente por fase, etc



- Possibilidade de gerenciamento remoto e acompanhamento on-line das grandezas da rede.



- Equipamento com possibilidade de aplicação nos circuitos de distribuição e saída do alimentador na SE.



-
-

2. Desenvolvimento

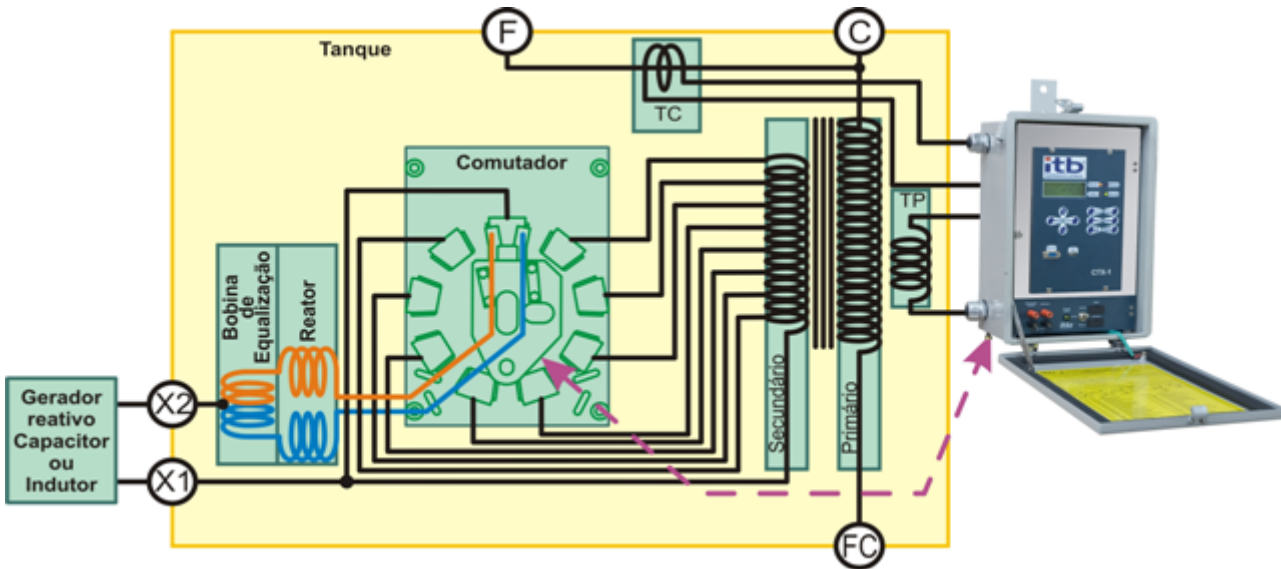
Implementar cargas reativas de forma gradual e, para isso, o "REGULADOR REATIVO" (ou GERADOR REATIVO), aqui apresentado, utiliza um elemento reativo, unitário ou em bateria, indutor, e, através do câmbio sucessivo de derivações de um transformador de acoplamento, aplicam-se diferentes tensões sobre esse elemento.

A mudança entre as derivações do transformador de acoplamento é feita utilizando o mesmo comutador de derivações sob carga que é usado no regulador de tensão monofásico, garantindo que o elemento reativo não seja desconectado durante a troca de derivação, o que reduz significativamente os surtos de chaveamento e

seus efeitos prejudiciais à vida útil do sistema e do elemento reativo.

Um sistema de controle, também similar ao do regulador de tensão, foi adequado para usar o fator de potência da rede, medido por seus próprios meios, como referência para elevar ou abaixar a tensão sobre o elemento reativo.

Dessa maneira, um único elemento reativo pode ser conectado em vários estágios de potências reativas distintas que podem ser introduzidas gradativamente, conforme necessidade do sistema e de modo manual, local ou remoto, ou automático.



O Diagrama acima mostra a arquitetura básica do "REGULADOR REATIVO".

O conjunto é composto de um enrolamento principal que concentra bobina primária, bobina secundária, bobina de equalização e a bobina terciária utilizada para monitoramento da tensão e alimentação do dispositivo de controle.

Outro enrolamento, menor, mas com núcleo independente do primeiro enrolamento, é um reator de transição. Elemento necessário para permitir o câmbio de derivações sem interrupção de seu carregamento.

É importante observar que, os terminais de alta tensão, identificados pelas letras "F" e "C", são solidamente fechados, um ao outro, internamente e, foram assim construídos para permitir a tomada de amostragem da corrente da rede, através do transformador de corrente que monitora a corrente da fonte e, em conjunto com a bobina terciária, permite que o dispositivo de controle obtenha, em tempo real, o fator de potência da rede, que é o principal parâmetro de regulação.

A chave comutadora sob carga tem sua posição monitorada, também em tempo real, pelo controle, através de um encoder absoluto solidário ao mecanismo de acionamento dos contatos móveis.

Este acionamento, feito por motor elétrico monofásico, é comandado pelo controle que pode, conforme seu algoritmo, elevar a tensão sobre os elementos reativos, reduzir essa tensão ou ainda, mantê-la no nível em que se encontra.

O conjunto é montado em um único tanque, de modo a permitir o preenchimento por óleo isolante. Esse tanque é dotado de 3 (três) terminais de alta tensão, identificados pelas letras "F", para ser conectado à fonte do sistema, "C", para ser conectado à carga do sistema, e "FC", terminal comum, para ser conectado em outra fase ou no neutro do sistema.

Nesse tanque, ainda encontramos mais 2 (dois) terminais de baixa tensão pelos quais conectamos o circuito interno ao elemento reativo.

Uma caixa de controle, acessível com segurança, é fixada ao tanque para acomodar o dispositivo de controle do "REGULADOR REATIVO" e se comunica eletricamente com os elementos internos por meio de um cabo múltiplo, isolado, resistente a intempéries, que se acopla a um bloco de terminais de passagem estanque, fixado na tampa do "REGULADOR REATIVO".

Acessórios comuns aos transformadores e reguladores monofásicos de tensão, como indicador externo de posições do comutador, alças para levantamento, alças para desmontagem, alças para fixação em postes, visor de nível de óleo, meios para obter amostra do óleo isolante e meio de substituí-lo ou tratá-lo, entre outros, são complementos, obrigatórios ou opcionais, que compõem o "REGULADOR REATIVO".

Esse conjunto forma uma unidade monofásica pronta para a regulação, automática e autônoma, com muitas semelhanças com os reguladores de tensão monofásicos, que inspiraram essa nova solução.

3. Conclusões

Após os ensaios laboratoriais, e avaliação de todos os riscos, bem como as possibilidades de aplicação, na primeira quinzena de Novembro de 2011, instalamos na cabina de alimentação da unidade fabril da ITB em Birigui, SP. 3 protótipos na potência de 100KVAR, na tensão de 7.967V formando um banco trifásico, que apresentou resultado satisfatório na correção do fator de potência da fábrica que, ao longo de todo o período se manteve em 0,99 com picos mínimos de 0,95, comprovados pelos registros obtidos nos controles dos reguladores e nos dispositivos de medição da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL,

Com este resultado satisfatório, estamos construindo 6 protótipos de 200 kVAR, para formar 2 bancos trifásicos para serem instalados na rede de distribuição das concessionárias EDP Bandeirante e AES Eletropaulo, previsto a instalação ainda no primeiro semestre de 2012.

4. Referências bibliográficas
