

MONITORAMENTO DO TAP DOS TRANSFORMADORES DE CONSUMIDORES DE MÉDIA TENSÃO.

Evandro B. Carvalho¹, Arthur Mello de Siquiera¹, Luiz Roberto Nogueira¹

¹Universidade do Vale do Paraíba/Faculdades de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova, São José dos Campos - SP, evandro85carvalho@hotmail.com, arthurmell@hotmail.com, nogueiralr@uol.com.br

Resumo- O uso de dispositivos de regulação de tensão pode prover um melhor perfil de tensão, menor chance de queima de algum equipamento ligado ao sistema elétrico, elevação do fator de potência e, conseqüentemente, a redução de perdas. Existem várias formas de regulação de tensão, dentre elas está a comutação do TAP. Os transformadores provêm de TAP para variar a relação entre o número de enrolamentos do primário e secundário através de uma chave. O controle é feito pela análise da tensão de entrada visando manter a saída em um nível constante e mais próximo da referência. O objetivo principal dessa estratégia é alcançar a melhoria no controle de tensão, tendo em vista manter constante a tensão no secundário do transformador compensando as variações de tensões do primário, através do método LTC (comutação do TAP com o transformador energizado).

Palavras-chave: transformadores, comutação de tap.

Área do Conhecimento: Engenharia Elétrica

Introdução

As cargas ligadas à rede de distribuição de energia elétrica variam no decorrer do dia devido principalmente às manobras e oscilações na demanda de consumo.

Tanto os equipamentos da concessionária como os pertencentes aos consumidores são projetados para operar em determinado nível de tensão. A operação prolongada desses equipamentos em uma tensão fora de limites aceitáveis pode afetar o seu correto funcionamento reduzindo a sua vida útil ou até mesmo causando interrupções não programadas.

As quedas de tensão do primário e secundário podem ser ajustadas para que o circuito tenha níveis apropriados de tensões.

A principal dificuldade de fornecer tensões em faixas apropriadas é o problema da queda de tensão durante o transporte da energia, ou seja, o nível de tensão no circuito não é o mesmo no ponto de entrega. Essa queda ao longo do alimentador pode ser aproximada como:

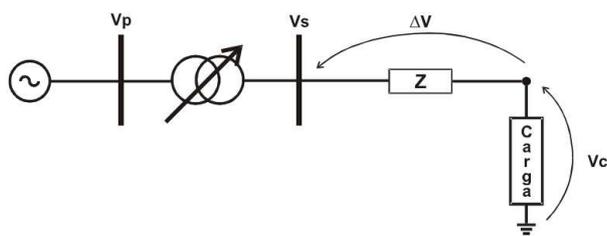


Figura1-Queda de tensão ao longo do transporte.

A queda de tensão é maior nos sistemas de baixa tensão com fator de potência baixo, circuitos monofásicos e circuitos desbalanceados.

A magnitude da queda de tensão fornecida aos circuitos situados ao longo dos alimentadores é dependente da demanda atual da rede consumidora, pois a queda de tensão pode ser maior em horários de maior consumo de energia. Como há diversas cargas ligadas na rede de distribuição, elas são agrupadas em circuitos. Cada circuito dessa unidade consumidora é representado como uma carga equivalente. A modelagem dos circuitos dentro dessa unidade é importante para se definir o nível de tensão a ser fornecido no barramento secundário da subestação primária de forma que a tensão tanto no circuito mais próximo quanto no mais distante esteja dentro dos limites aceitáveis.

As quedas de tensão ao longo dos alimentadores também podem ocorrer devido ao transporte quanto ao tipo de carga. Por exemplo, as cargas desbalanceadas causam maiores quedas de tensão, pois a impedância vista por elas, incluindo a impedância de seqüência zero, é maior que a impedância de seqüência positiva vista pela carga balanceada (DE OLIVEIRA, C. C. B. et al., 2007). Assim, se a corrente fluir de forma desigual por fase, cargas pesadas irão proporcionar maiores quedas de tensão (DA SILVA, M. C. et al., 2001)

O uso de dispositivos de regulação de tensão pode prover um melhor perfil de tensão, elevação do fator de potência e, conseqüentemente, a redução dessas perdas, etc.

Metodologia

As cargas ligadas à rede de distribuição variam ao longo do dia, o que causa variações na tensão.

Para prevenir tal fato, os transformadores em subestações primárias de consumidores podem possuir comutador de tap sob carga (OLTC – *On-Load Tap Changer*) (DE BARROS, B. F. et al., 2009).

Os transformadores provêm um pequeno ajuste de magnitude de tensão, usualmente numa faixa de $\pm 10\%$, e/ou que mudam o ângulo de fase da tensão de linha, são importantes componentes do sistema de potência. Alguns transformadores regulam tanto a magnitude como o ângulo de fase (JORDÃO, R. G. et al., 2002).

Os transformadores provêm de tap para variar a relação entre o número de enrolamentos do primário e secundário através de uma chave. O controle é feito pela análise da tensão de entrada visando manter a saída em um nível constante e mais próximo da referência.

Uma comutação de tap pode ser realizada enquanto o transformador está energizado. Essa operação é denominada “*Load Tap Changer*” (LTC).

Cada comutador de tap tem associado um relé regulador automático de tensão (conhecido como “relé 90”), que monitora a tensão do secundário do transformador e comanda as operações de comutação de tap como desejado (BIM, E. 2009). Essa comutação é automática e operada por motores que respondem ao comando desse relé para ajustar a tensão dentro de um nível especificado. Circuitos especiais mostram a comutação a ser feita sem a interrupção da corrente. O tempo morto de atuação (temporização) é incluso e deve ser ajustado para ser levemente maior que o tamanho do passo do transformador para prevenir oscilações abruptas. A temporização é inclusa para evitar o uso desnecessário devido à alta frequência de comutações de tap.

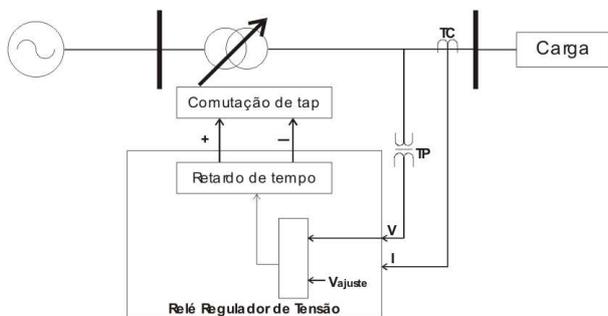


Figura 2 - Esquema do relé regulador automático de tensão.

A figura 3 indica uma corrente proporcional para a corrente de carga que flui através de uma impedância equivalente (MARKUS, O. 2009). A tensão dos componentes R e X são deduzidas da tensão do barramento secundário da subestação primária para dar um sinal de resposta de tensão à carga remota.

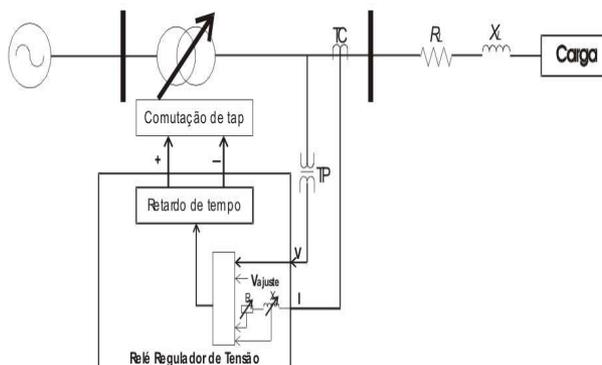


Figura 3 - Esquema do relé regulador de tensão com LDC.

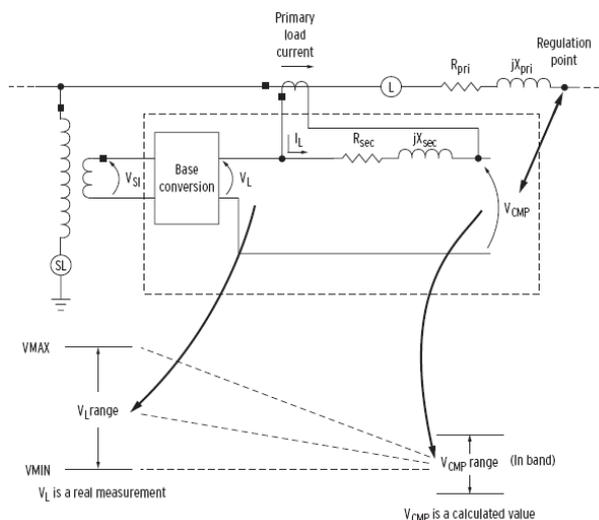


Figura 4 – Diagrama elétrico relé 90

O relé regulador de tensão possui basicamente três ajustes:

- Tensão de Referência: Também chamada de ponto de ajuste ou centro de banda. É a tensão desejada na saída do regulador.
- Largura de Faixa: São os limites inferior e superior, os quais a tensão do regulador deve obedecer.
- Temporização ou Tempo Morto: Tempo de espera para se iniciar uma comutação de tap a

partir do momento em que a tensão do regulador extrapola os limites estabelecidos. Esse ajuste permite evitar que o regulador atue em variações curtas de tensões (DE BARROS, B. F. et al, 2009).

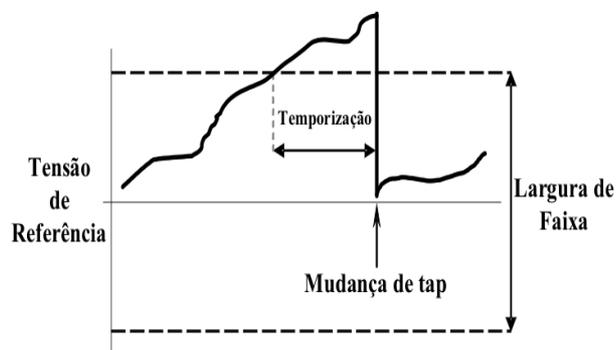


Figura 5 - Ajustes do relé regulador de tensão.

Uma temporização elevada ou uma grande largura de faixa diminuem o número de comutações, mas a regulação de tensão fica comprometida. Uma largura de faixa estreita ou uma baixa temporização melhoram o perfil de tensão, mas acarretam maiores comutações de tap e seu conseqüente desgaste.

Os relés reguladores de tensão possuem contadores de operações que auxiliam a equipe de manutenção a identificar a melhor hora para se realizar a manutenção do dispositivo ou sua troca.

Caso o número de comutações por dia seja excessivo, o contador de operações também pode ser útil, indicando que algum parâmetro está regulado de forma errada ou estão ocorrendo flutuações de tensões no primário.

Resultados

O artigo em questão visa um resultado eficaz, efetuando uma análise no comportamento dos níveis de tensão, distribuição das cargas e contribuição das cargas reativas e suas compensações, indicando assim uma solução capaz de amenizar e/ou sanar os problemas encontrados. Os reguladores de tensão são equipamentos de custo elevado face aos demais da rede, devendo ser escolhidos e utilizados criteriosamente, a fim de aproveitar ao máximo suas características e benefícios.

Dentro do sistema elétrico de potência, quanto maior o controle de tap dos transformadores menor será o consumo com eletricidade. Considerando a forma apresentada por este artigo, as subestações primárias de consumidores que adotarem este tipo de controle, além de

reduzirem os custos com eletricidade, proporcionaram maior durabilidade dos próprios equipamentos utilizados no sistema elétrico, além prolongarem a vida útil de outros equipamentos ligados ao sistema em questão, por meio de fornecimento de energia mais próximo da tensão ideal de funcionamento. O que reduz significativamente a substituição de equipamentos eletrônicos, os quais são mais suscetíveis a queimarem devido às variações da tensão quando a mesma encontra-se fora da tensão de referência, assim reduzindo os custos operacionais e de manutenção, tornando o sistema mais produtivo.

Discussão

Com a evolução de carga dentro de uma sistema elétrico, no caso uma subestação primária, circuitos mais extensos, densidades de carga maiores, níveis de curto circuito mais elevados, além de equipamentos mais regulados e que necessitam níveis de tensão fornecidos com uma qualidade melhor, o investimento das unidades consumidoras em redistribuição pode ser feito de forma constante, em busca do aprimoramento fazendo-se uso de novas tecnologias, objetivando a satisfação e qualidade em seus sistemas de regulação, dos circuitos ligados as subestações primárias.

Comparando com outras formas de controle de tensão, o controle por comutação de tap se torna mais eficiente por estar se fazendo controle diretamente na principal fonte geradora dos problemas em se tratando de fornecimento de energia.

Quando alguma anomalia ocorre no sistema elétrico da empresa, mais precisamente relacionada ao desequilíbrio das fases do sistema elétrico, a comutação do tap do transformador servirá como um primeiro alerta a equipe técnica responsável pelo sistema elétrico, pois atuará variando abruptamente a relação de transformação para tentar se equilibrar o nível de tensão entre as fases, então assim se acusa a área de atuação primeiramente, e a partir deste ponto, caso o mesmo não esteja reacionado com a anomalia iniciada no sistema, a presença dos outros equipamentos de controle e monitoramento da tensão irão disparar e tentar contornar o problema.

O que fica explícito então, é que, se dentro dos padrões de segurança de operação do sistema de distribuição de energia, as anomalias que se iniciarem, podem ser mais fácil identificadas quando se tem como forma de monitoramento da tensão a comutação de tap, e para se garantir maior segurança, então deve-se instalar outros equipamentos de monitoramento e controle.

Conclusão

Este artigo apresentou um dos principais aspectos no que tange à regulação de tensão em subestações primárias de energia elétrica. O objetivo principal dessa estratégia é alcançar a melhoria no controle de tensão, ocasionando no atendimento às faixas de tensão estabelecidas pela legislação. Para isso, novas técnicas de controle dessa grandeza são pesquisadas de forma a responder às mais diversas situações que podem ocorrer num sistema elétrico de potência.

Referências

- AHMED, A. Eletrônica de Potência. 4. reimpressão. São Paulo: Ed. Pearson Prentice Hall, 2009.
- DE BARROS, B. F.; GEDRA, R. L. Cabine Primária, subestações de alta tensão de consumidor. 1. ed. São Paulo: Ed. Érika Ltda, 2009.
- BIM, E. Máquinas Elétricas e Acionamento. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus/Elsevier, 2009.
- JORDÃO, R. G. Transformadores. 1. ed. São Paulo: Ed. Blucher, 2002.
- MARKUS, O. Circuitos Elétricos, corrente contínua e corrente Alternada. 8. ed. São Paulo: Ed. Érika Ltda, 2009.
- DE OLIVEIRA, C. C. B.; SCHMIDT, H. P.; KAGAN, N.; ROBBA, E. J. Introdução a Sistemas Elétricos de Potência, componentes simétricas. 2. ed. São Paulo: Ed. Blucher, 2000.
- DA SILVA, M. C.; DE SOUZA, W. A. Estudo de Regulação de Tensão. 2001. Trabalho de Graduação, Universidade do Vale do Paraíba, 2001.